

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/wp29fdocsts.html>

Reglamento n.º 117 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE): Disposiciones uniformes relativas a la homologación de neumáticos por lo que se refiere a las emisiones de ruido de rodadura, a la adherencia en superficie mojada y/o a la resistencia a la rodadura [2016/1350]

Incluye todos los textos válidos hasta:

El suplemento 8 de la serie 02 de modificaciones. Fecha de entrada en vigor: 20 de enero de 2016

ÍNDICE

REGLAMENTO

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Inscripciones
5. Homologación
6. Especificaciones
7. Modificación de un tipo de neumático y extensión de la homologación
8. Conformidad de la producción
9. Sanciones por falta de conformidad de la producción
10. Cese definitivo de la producción
11. Nombres y direcciones de los servicios técnicos que realizan los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
12. Disposiciones transitorias

Anexos

- 1 Comunicación
- 2 Apéndice 1: Ejemplos de marcas de homologación

Apéndice 2: Homologación conforme al Reglamento n.º 117 y también conforme a los Reglamentos n.º 30 o n.º 54

Apéndice 3: Extensiones que permiten combinar homologaciones expedidas con arreglo a los Reglamentos n.º 117, n.º 30 o n.º 54

Apéndice 4: Extensiones que permiten combinar homologaciones expedidas con arreglo al Reglamento n.º 117

3 Método de ensayo con punto muerto para la medición de la emisión del ruido de rodadura

Apéndice 1: Acta de ensayo

4 Especificaciones del lugar de ensayo

5 Procedimiento de ensayo para la medición de la adherencia en superficie mojada

Apéndice: Ejemplos de actas de ensayos del índice de adherencia en superficie mojada

6 Procedimiento de ensayo para la medición de la resistencia a la rodadura

Apéndice 1: Tolerancias del equipo de ensayo

Apéndice 2: Anchura de la llanta de medición

Apéndice 3: Acta y datos de ensayo (resistencia a la rodadura)

Apéndice 4: Organizaciones de normalización reconocidas en materia de neumáticos

Apéndice 5: Método de deceleración

7 Procedimientos de ensayo de las prestaciones en nieve para uso en condiciones extremas de nieve

Apéndice 1: Definición del pictograma del «símbolo alpino»

Apéndice 2: Actas de ensayo y datos de ensayo de los neumáticos C1 y C2

Apéndice 3: Actas de ensayo y datos de ensayo de los neumáticos C3

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.1. El presente Reglamento se aplica a las emisiones de ruido, a la resistencia a la rodadura y a las prestaciones de adherencia en superficie mojada de los neumáticos nuevos de las clases C1, C2 y C3. No obstante, quedarán excluidos del campo de aplicación del mismo:

1.1.1. Los neumáticos designados como «neumáticos de repuesto de uso provisional» y que llevan la marca «solo uso provisional» («Temporary use only»).

1.1.2. Los neumáticos cuya llanta tenga un código de diámetro nominal ≤ 10 ($0 \leq 254$ mm) o ≥ 25 ($0 \geq 635$ mm).

1.1.3. Los neumáticos diseñados para competiciones.

1.1.4. Los neumáticos destinados a su instalación en vehículos de carretera de categorías distintas de M, N y O ⁽¹⁾.

1.1.5. Los neumáticos equipados con dispositivos adicionales para mejorar sus cualidades de tracción (por ejemplo, los neumáticos equipados con clavos).

1.1.6. Los neumáticos cuya categoría de velocidad sea inferior a 80 km/h (símbolo de velocidad «F»).

1.1.7. Los neumáticos diseñados exclusivamente para su instalación en vehículos matriculados por primera vez antes del 1 de octubre de 1990.

1.1.8. Los neumáticos todoterreno profesionales.

1.2. Las Partes Contratantes expedirán o aceptarán homologaciones con respecto al ruido de rodadura y/o la adherencia en superficie mojada y/o la resistencia a la rodadura.

⁽¹⁾ Con arreglo a la definición que figura en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, (www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html).

2. DEFINICIONES

A efectos del presente Reglamento, además de las definiciones que figuran en los Reglamentos n.ºs 30 y 54, se aplicarán las definiciones siguientes:

- 2.1. «Tipo de neumático» significa, a efectos del presente Reglamento, la gama de neumáticos que comprenda una lista de designaciones del tamaño de los neumáticos, de marcas, marcas registradas y denominaciones comerciales que no difieran entre sí en los siguientes aspectos esenciales:
- El nombre del fabricante.
 - La clase del neumático (véase el punto 2.4 siguiente).
 - La estructura del neumático.
 - La categoría de utilización: neumático de uso normal, neumático de nieve y neumático de uso especial.
 - En relación con los neumáticos de la clase C1:
 - En el caso de la homologación de los neumáticos en relación con su nivel de emisiones de ruido de rodadura, si son normales o reforzados (o de carga extra).
 - En el caso de la homologación de los neumáticos en relación a sus características de adherencia en superficie mojada, si son neumáticos normales o de nieve con una categoría de velocidad Q o inferior, excluida la categoría H (≤ 160 km/h) o una categoría de velocidad R o superior, incluida la categoría H (> 160 km/h).
 - En relación con los neumáticos de las clases C2 y C3:
 - En el caso de la homologación de los neumáticos en relación con su nivel de emisiones de ruido de rodadura en la fase 1, si llevan la indicación «M+S» o no.
 - En el caso de la homologación de los neumáticos en relación con su nivel de emisiones de ruido de rodadura en la fase 2, si son neumáticos de tracción o no.
 - El dibujo de la banda de rodadura (véase el punto 3.2.1 del presente Reglamento).
- 2.2. «Marca» o «denominación comercial» designa la identificación del neumático como la propone el fabricante. La marca puede ser idéntica al nombre del fabricante y la denominación comercial puede coincidir con la marca registrada.
- 2.3. «Emisión de ruido de rodadura» es el ruido producido por el contacto de los neumáticos en movimiento con la superficie de la calzada.
- 2.4. «Clase de neumático» se refiere a uno de los siguientes grupos:
- 2.4.1. Neumáticos de la clase C1: aquellos que se ajustan a lo dispuesto en el Reglamento n.º 30 de la CEPE.
- 2.4.2. Neumáticos de la clase C2: aquellos que se ajustan a lo dispuesto en el Reglamento n.º 54 de la CEPE y que cuentan con un índice de capacidad de carga en utilización simple inferior o igual a 121 y un código de categoría de velocidad superior o igual a «N».
- 2.4.3. Neumáticos de la clase C3: aquellos que se ajustan a lo dispuesto en el Reglamento n.º 54 de la CEPE y que cuentan con:
- un índice de capacidad de carga en utilización simple superior o igual a 122, o bien
 - un índice de capacidad de carga en utilización simple inferior o igual a 121 y un código de categoría de velocidad inferior o igual a «M».
- 2.5. «Tamaño representativo del neumático»: tamaño del neumático que se somete al ensayo descrito en el anexo 3 del presente Reglamento con respecto a las emisiones de ruido de rodadura, o en el anexo 5 en relación con la adherencia en superficie mojada, o en el anexo 6 con respecto a la resistencia a la rodadura para evaluar su conformidad con el tipo homologado, o en el anexo 7 para la utilización en condiciones extremas de nieve.
- 2.6. «Neumático de repuesto de uso provisional»: aquel que no está destinado a ser instalado en cualquier vehículo para la conducción normal, sino exclusivamente a un uso provisional en condiciones de conducción limitadas.

- 2.7. «Neumáticos diseñados para competición»: aquellos destinados a ser instalados en vehículos de competición deportiva y que no están destinados a ser utilizados de forma competitiva en carretera.
- 2.8. «Neumático normal»: aquel destinado a ser utilizado en carretera de manera normal.
- 2.9. «Neumático reforzado» o «neumático de carga extra» de clase C1: estructura de neumático diseñada para soportar una carga superior, con una presión de inflado más elevada, a la que soporta la versión estándar equivalente del neumático a la presión de inflado estándar, tal como se especifica en la norma ISO 4000-1:2010 ⁽¹⁾.
- 2.10. «Neumático de tracción»: neumático de las clases C2 o C3 con la indicación «TRACTION» y diseñado para ser instalado primordialmente en los ejes motores de vehículos para maximizar la transmisión de la fuerza en distintas circunstancias.
- 2.11. «Neumático de nieve»: el neumático cuyo dibujo, composición de la banda de rodadura o cuya estructura han sido concebidos específicamente para proporcionar en condiciones de nieve un comportamiento mejor que el de los neumáticos normales en cuanto a la capacidad de iniciar o mantener el desplazamiento del vehículo.
- 2.11.1. «Neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve»: el neumático de nieve cuyo dibujo, composición de la banda de rodadura o cuya estructura han sido concebidos específicamente para su utilización en condiciones extremas de nieve y que cumple los requisitos del punto 6.4 del presente Reglamento.
- 2.12. «Neumático de uso especial»: el neumático destinado a ser utilizado tanto en carretera como fuera de ella o el destinado a otra utilización especial. Dichos neumáticos están diseñados primordialmente para iniciar y mantener el desplazamiento del vehículo fuera de carretera.
- 2.13. «Neumático todoterreno profesional»: neumático de uso especial destinado primordialmente a un uso fuera de carretera en condiciones difíciles.
- 2.14. «Profundidad de la banda de rodadura»: profundidad de las ranuras principales.
- 2.14.1. «Ranuras principales»: las ranuras anchas circunferenciales situadas en la zona central de la banda de rodadura que, en el caso de los neumáticos para turismos y vehículos comerciales ligeros, llevan los indicadores de desgaste en la base.
- 2.15. «Relación vacío/lleño»: la relación entre el área de los espacios vacíos en una superficie de referencia y el área de esta superficie de referencia calculada a partir del dibujo del molde.
- 2.16. «Neumático de ensayo de referencia normalizado (SRTT)»: neumático producido, controlado y almacenado conforme a las siguientes normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM):
- a) E1136-93 (2003) para el tamaño P195/75R14
 - b) F2872 (2011) para el tamaño 225/75 R 16 C
 - c) F2871 (2011) para el tamaño 245/70R19.5
 - d) F2870 (2011) para el tamaño 315/70R22.5.
- 2.17. Mediciones de la adherencia en superficie mojada o en nieve: definiciones específicas
- 2.17.1. «Adherencia en superficie mojada»: resultados del frenado, en una superficie mojada, de un vehículo de ensayo equipado con el neumático candidato en comparación con el mismo vehículo de ensayo dotado del neumático de referencia (SRTT).
- 2.17.2. «Neumático candidato»: neumático, representativo del tipo, que es sometido a homologación con arreglo al presente Reglamento.
- 2.17.3. «Neumático de control»: neumático de fabricación normal utilizado para determinar las características de adherencia en superficie mojada o en nieve de los tamaños de neumático que no pueden instalarse en el mismo vehículo que el neumático de ensayo de referencia normalizado; véanse el punto 4.1.7 del anexo 5 y el punto 3.4.3 del anexo 7 del presente Reglamento.

⁽¹⁾ Los neumáticos de la clase C1 se corresponden con los «passenger car tyres» (neumáticos de turismos) de la norma ISO 4000-1:2010.

- 2.17.4. «Índice de adherencia en superficie mojada (“G”): relación entre los resultados del neumático candidato y los resultados del neumático de ensayo de referencia normalizado.
- 2.17.5. «Índice de adherencia en nieve (“SG”): relación entre los resultados del neumático candidato y los resultados del neumático de ensayo de referencia normalizado.
- 2.17.6. «Coeficiente de fuerza máxima de frenado (“pbfc”): valor máximo de la relación entre la fuerza de frenado y la carga vertical soportada por el neumático antes del bloqueo de la rueda.
- 2.17.7. «Deceleración media plenamente desarrollada (“mfdd”): deceleración media calculada a partir de la distancia medida registrada al decelerar un vehículo entre dos velocidades especificadas.
- 2.17.8. «Altura de acoplamiento (enganche): altura medida perpendicularmente desde el centro del punto de articulación del acoplamiento o enganche de tracción del remolque hasta el suelo, cuando el vehículo tractor y el remolque están acoplados. El vehículo y el remolque deben estar en modo de ensayo sobre una calzada plana y horizontal y deben estar equipados de los neumáticos adecuados que vayan a utilizarse en el ensayo correspondiente.

2.18. Mediciones de la resistencia a la rodadura: definiciones específicas

2.18.1. Resistencia a la rodadura F_r

Pérdida de energía (o energía consumida) por unidad de distancia recorrida ⁽¹⁾.

2.18.2. Coeficiente de resistencia a la rodadura C_r

Relación entre la resistencia a la rodadura y la carga soportada por el neumático ⁽²⁾.

2.18.3. Neumático de ensayo nuevo

Neumático que no se ha utilizado previamente en un ensayo de rodadura con carga que haga subir su temperatura por encima de la generada en los ensayos de resistencia a la rodadura, y que no ha sido expuesto previamente a una temperatura superior a 40 °C ⁽³⁾, ⁽⁴⁾.

2.18.4. Neumático de control de laboratorio

Neumático utilizado por un laboratorio para controlar el comportamiento de una máquina en función del tiempo ⁽⁵⁾.

2.18.5. Inflado con evolución libre de la presión

Proceso de inflar el neumático y permitir que la presión de inflado aumente libremente debido a que el neumático se calienta al rodar.

2.18.6. Pérdida parásita

Pérdida de energía (o energía consumida) por unidad de distancia recorrida, excluidas las pérdidas internas del neumático, atribuida a la pérdida aerodinámica de los distintos elementos en rotación del equipo de ensayo, la fricción de los cojinetes y a otras fuentes de pérdidas sistemáticas que pueden ser inherentes a las mediciones.

⁽¹⁾ La unidad convencional del Sistema Internacional de Unidades (SI) para la resistencia a la rodadura es el newton-metro por metro, equivalente a una fuerza de frenado en newtons.

⁽²⁾ La resistencia a la rodadura se expresa en newtons y la carga, en kilo-newtons. El coeficiente de resistencia a la rodadura carece de magnitud.

⁽³⁾ Es necesario definir el concepto de «neumático de ensayo nuevo» para reducir la variación y la dispersión de los datos provocadas por los efectos del envejecimiento de los neumáticos.

⁽⁴⁾ Se permite repetir un procedimiento de ensayo autorizado.

⁽⁵⁾ La deriva constituye un ejemplo de comportamiento de una máquina.

2.18.7. Medición con carga mínima

Tipo de medición de pérdidas parásitas en el que se mantiene rodando el neumático sin que se deslice y simultáneamente se reduce la carga del neumático a un nivel en el que la pérdida de energía dentro del propio neumático sea prácticamente nula.

2.18.8. Inercia o momento de inercia

Relación entre el par aplicado a un cuerpo en rotación y la aceleración angular de dicho cuerpo ⁽¹⁾.

2.18.9. Reproducibilidad de la medición σ_m

Capacidad de una máquina de medir la resistencia a la rodadura ⁽²⁾.

3. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN

3.1. La solicitud de homologación de un tipo de neumático con respecto al presente Reglamento será presentada por el fabricante del neumático o su representante debidamente acreditado. Deberá precisar:

3.1.1. Las prestaciones que se evaluarán para el tipo de neumático; «nivel de emisiones de ruido de rodadura» y/o «nivel de adherencia en superficie mojada» y/o «nivel de resistencia a la rodadura». Las «prestaciones en nieve» del neumático en el caso de «neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve».

3.1.2. El nombre del fabricante.

3.1.3. El nombre y dirección del solicitante.

3.1.4. La dirección o direcciones de la(s) fábrica(s).

3.1.5. La(s) marca(s) comercial(es), la(s) denominación(es) comercial(es), la(s) marca(s) registrada(s).

3.1.6. La clase de neumático (Clase C1, C2 o C3) (véase el punto 2.4 del presente Reglamento).

3.1.6.1. La gama de anchuras de sección de los neumáticos de clase C1 (véase el punto 6.1.1 del presente Reglamento).

Nota: Esta información solo es necesaria para la homologación con respecto al nivel de emisiones de ruido de rodadura.

3.1.7. La estructura de los neumáticos.

3.1.8. En relación con los neumáticos de la clase C1, se indicará si se trata de:

a) neumáticos reforzados (o de carga extra) en el caso de homologación con respecto al nivel de emisión de ruido de rodadura;

b) el código de categoría de velocidad «Q» o inferior (salvo «H») o «R» y superior (incluido «H») en el caso de neumáticos de nieve a efectos de homologación en relación con la adherencia en superficie mojada.

⁽¹⁾ El cuerpo en rotación puede ser, por ejemplo, un conjunto de rueda y neumático o un tambor de ensayo.

⁽²⁾ La reproducibilidad de la medición σ_m se calculará midiendo n veces (siendo $n \geq 3$), en un único neumático, la totalidad del procedimiento descrito en el punto 4 del anexo 6 según se indica a continuación:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n \left(Cr_j - \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n Cr_j \right)^2}$$

Donde:

j = número de 1 a n de repeticiones de cada medición para un neumático determinado

n = número de repeticiones de las mediciones en el neumático ($n \geq 3$).

En relación con los neumáticos de las clases C2 y C3, especificar si se trata de:

- a) neumáticos con la indicación «M+S» en el caso de homologación con respecto al nivel de emisión de ruido de rodadura en la fase 1;
- b) neumáticos de tracción en el caso de homologación con respecto al nivel de emisión de ruido de rodadura en la fase 2.

3.1.9. La categoría de utilización (normal, nieve o especial).

3.1.10. Una lista de designaciones del tamaño de los neumáticos incluidas en la solicitud.

3.2. La solicitud irá acompañada (por triplicado) de:

3.2.1. Información sobre las principales características con respecto a los efectos en las prestaciones del neumático (a saber, el nivel de emisión de ruido de rodadura, la adherencia en superficie mojada, la resistencia a la rodadura y la adherencia en nieve) de los neumáticos, incluidos los dibujos de las bandas de rodamiento, pertenecientes a la gama de tamaños de neumático designada. Ello podrá efectuarse mediante descripciones acompañadas de datos técnicos, dibujos, fotografías y tomografía informatizada, y deberán permitir determinar a la autoridad competente para la homologación o al servicio técnico si cualquier cambio posterior de las características principales afectará negativamente a las prestaciones del neumático. El efecto de los cambios en algunos pormenores de la fabricación de neumáticos sobre las prestaciones de los mismos se detectará y determinará al realizar los controles de conformidad de la producción.

3.2.2. Se presentarán dibujos o fotografías del flanco de los neumáticos en los que se muestre la información proporcionada en el punto 3.1.8 anterior y la marca de homologación a la que se refiere el punto 4, una vez determinada la fabricación, pero no más tarde de un año a partir de la fecha de concesión de la homologación.

3.2.3. En el caso de las solicitudes relativas a neumáticos de uso especial, se proporcionará una copia del dibujo del molde de la banda de rodadura para poder verificar la relación vacío/llevo.

3.3. A petición de la autoridad de homologación de tipo, el solicitante presentará muestras de neumáticos para someterlos a ensayo o copias de las actas de ensayo de servicios técnicos, comunicados con arreglo al punto 11 del presente Reglamento.

3.4. Respecto a la solicitud, el ensayo puede limitarse a una selección de los peores casos, a discreción de la autoridad de homologación de tipo o del servicio técnico designado.

3.5. Podrán designarse como laboratorios autorizados los laboratorios y las instalaciones de ensayo de un fabricante de neumáticos; asimismo, la autoridad de homologación de tipo podrá estar representada durante cualquiera de los ensayos.

4. INSCRIPCIONES

4.1. Todos los neumáticos que constituyan el tipo de neumático serán marcados conforme a los Reglamentos n.º 30 o n.º 54 de la CEPE, según corresponda.

4.2. En particular, los neumáticos llevarán ⁽¹⁾:

4.2.1. El nombre o la marca registrada del fabricante.

4.2.2. La denominación comercial (véase el punto 2.2 del presente Reglamento). No obstante, esta no será necesaria cuando coincida con la marca registrada.

4.2.3. La indicación del tamaño del neumático.

4.2.4. La indicación «REINFORCED» (o bien «EXTRA LOAD»), si el neumático está clasificado como reforzado.

4.2.5. La indicación «TRACTION» ⁽²⁾ si el neumático está clasificado como de tracción.

⁽¹⁾ Algunos de estos requisitos podrán especificarse aparte en los Reglamentos n.º 30 o n.º 54 de la CEPE.

⁽²⁾ Altura mínima del marcado: remitirse a la dimensión C del anexo 3 del Reglamento n.º 54.

4.2.6. Se añadirá el símbolo alpino («una montaña de 3 picos con un copo de nieve» conforme al símbolo descrito en el anexo 7, apéndice 1), si el neumático de nieve está clasificado como «neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve».

4.2.7. La indicación «MPT» (o bien «ML» o «ET») y/o «POR» si el neumático está clasificado en la categoría de utilización «especial».

«ET», «ML», «MPT», «POR» significan respectivamente «Extra Tread» (banda de rodadura extra), «Mining and Logging» (minería y explotación forestal), «Multi-Purpose Truck» (camión polivalente) y «Professional Off-Road» (todoterreno profesional).

4.3. Los neumáticos tendrán espacio suficiente para la inscripción del marcado de homologación, como se muestra en el anexo 2 del presente Reglamento.

4.4. El marcado de homologación se moldeará de forma clara y legible, en relieve o en hueco, en la parte inferior del neumático en, al menos, uno de los flancos.

4.4.1. No obstante, en el caso de neumáticos que llevan el código «A» de configuración de la instalación del neumático en la llanta, el marcado se podrá poner en cualquier parte del flanco exterior del neumático.

5. HOMOLOGACIÓN

5.1. Si el tamaño representativo de neumático del tipo de neumático sometido a homologación con arreglo al presente Reglamento se ajusta a lo dispuesto en los puntos 6 y 7, se concederá la homologación de dicho tipo de neumático.

5.2. Se asignará un número de homologación al tipo de neumático homologado. La misma Parte Contratante no podrá asignar el mismo número a otro tipo de neumático.

5.3. La concesión, extensión o denegación de la homologación de un tipo de neumático con arreglo al presente Reglamento se comunicará a las partes del Acuerdo que aplican el presente Reglamento mediante un formulario que se ajustará al modelo que figura en el anexo 1 del presente Reglamento.

5.3.1. Los fabricantes de neumáticos tendrán derecho a presentar una solicitud de extensión de una homologación de tipo conforme a los requisitos de otros reglamentos aplicables al tipo de neumático. En tal caso, la solicitud de extensión de homologación irá acompañada de una copia de las notificaciones relativas a la homologación de tipo pertinentes, expedidas por la autoridad de homologación de tipo correspondiente. Las solicitudes de extensión de las homologaciones serán concedidas exclusivamente por la autoridad de homologación de tipo que expidió la homologación inicial.

5.3.1.1. Cuando la extensión de la homologación se conceda para añadir en el formulario de notificación (véase en anexo 1 del presente Reglamento) certificados de conformidad con arreglo a otros reglamentos, el número de homologación que figura en el formulario de notificación será completado con sufijos para identificar los reglamentos y las prescripciones técnicas que se han incorporado mediante la extensión de la homologación. En relación a cada sufijo, los números específicos de homologación de tipo y el Reglamento mismo se añadirán al punto 9 del formulario de notificación.

5.3.1.2. El prefijo identificará la serie de modificaciones de las prescripciones relativas a las prestaciones de los neumáticos correspondientes al Reglamento de que se trate, p. ej., 02S2 para identificar a la segunda serie de modificaciones relativas a las emisiones de ruido de rodadura de la fase 2, o 02S1WR1 o para designar a la segunda serie de modificaciones relativas a las emisiones de ruido de rodadura de la fase 1, la adherencia en superficie mojada y la resistencia a la rodadura de la fase 1 (véanse las definiciones de la fase 1 y la fase 2 en el punto 6.1 siguiente). No será necesaria la identificación de la serie de modificaciones si el Reglamento correspondiente está en su forma inicial.

5.3.2. Se han reservado los sufijos siguientes para identificar reglamentos específicos sobre prestaciones de los neumáticos:

S para identificar la conformidad adicional con los requisitos relativos a las emisiones de ruido de rodadura;

W para identificar la conformidad adicional con los requisitos relativos a la adherencia en superficie mojada;

R para identificar la conformidad adicional con los requisitos relativos a la resistencia a la rodadura.

Teniendo en cuenta que, en los puntos 6.1 y 6.3 siguientes se definen dos fases relativas a las especificaciones sobre ruido de rodadura y resistencia a la rodadura, «S» y «R» irán seguidas bien del sufijo «1» para indicar la conformidad con la fase 1, bien del sufijo «2» para indicar la conformidad con la fase 2.

- 5.4. En cada tamaño de neumático que se ajuste al tipo de neumático homologado con arreglo al presente Reglamento se colocará, en el espacio que se especifica en el punto 4.3 y conforme a los requisitos establecidos en el punto 4.4 anterior, una marca de homologación internacional que consistirá en:
- 5.4.1. La letra mayúscula «E» dentro de un círculo, seguida del número que identifica al país que ha concedido la homologación ⁽¹⁾; y
- 5.4.2. El número de homologación, que se colocará cerca del círculo prescrito en el punto 5.4.1 anterior encima o debajo de la «E» o a la izquierda o derecha de dicha letra.
- 5.4.3. Los sufijos y la identificación de las series de modificaciones pertinentes, en su caso, con arreglo a lo especificado en el formulario de notificación.

Se podrán utilizar uno o varios de los sufijos que figuran a continuación.

S1	Nivel de ruido en la fase 1
S2	Nivel de ruido en la fase 2
W	Nivel de adherencia en superficie mojada
R1	Nivel de resistencia a la rodadura en la fase 1
R2	Nivel de resistencia a la rodadura en la fase 2

Dichos sufijos se pondrán a la derecha o debajo del número de homologación, si esta homologación forma parte de la homologación inicial.

Si la homologación es extendida después de la homologación con arreglo a los Reglamentos n.º 30 o n.º 54, se colocarán el signo de la suma «+» y la serie de modificaciones del Reglamento n.º 117 delante del sufijo o de cualquier combinación de sufijos para indicar la extensión de la homologación.

Si la homologación es extendida después de la homologación inicial con arreglo al Reglamento n.º 117, se colocará el signo de la suma «+» entre el sufijo o cualquier combinación de sufijos de la homologación inicial y cualquier combinación de sufijo añadidos para indicar la extensión de la homologación.

- 5.4.4. El marcado en los flancos del neumático de los sufijos del número de homologación dispensa de la obligación de cualquier marcado adicional en el neumático del número de homologación de tipo específico para la conformidad con los reglamentos a los que haga referencia el sufijo, con arreglo al punto 5.3.2 anterior.
- 5.5. Si el neumático se ajusta a homologaciones concedidas con arreglo a otros reglamentos anexos al Acuerdo en el país que concedió la homologación conforme al presente Reglamento, no será necesario repetir el código prescrito en el punto 5.4.1 anterior. En este caso, los números y códigos adicionales de todos los Reglamentos con arreglo a los cuales se concedió la homologación en el país que otorgó la homologación conforme al presente Reglamento se situarán al lado del código prescrito en el punto 5.4.1 anterior.
- 5.6. En el anexo 2 del presente Reglamento figuran algunos ejemplos de disposición de las marcas de homologación.

⁽¹⁾ Los números de identificación de las Partes Contratantes del Acuerdo de 1958 figuran en el anexo 3 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev. 3 — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

6. ESPECIFICACIONES

6.1. Límites de emisión de ruido de rodadura, medidos según el método que figura en el anexo 3 del presente Reglamento.

6.1.1. El valor de la emisión de ruido de rodadura de los neumáticos de clase C1 no superará los valores correspondientes a la fase aplicable que figuran a continuación. Dichos valores se refieren a la anchura nominal de sección indicada en el punto 2.17.1.1 del Reglamento n.º 30:

Fase 1	
Anchura nominal de sección	Límite dB(A)
145 e inferior	72
Más de 145 hasta 165	73
Más de 165 hasta 185	74
Más de 185 hasta 215	75
Más de 215	76

Los límites anteriores se aumentarán 1 dB(A) en el caso de los neumáticos reforzados o de carga extra y 2 dB(A) cuando se trate de neumáticos de uso especial.

Fase 2	
Anchura nominal de sección	Límite dB(A)
185 e inferior	70
Más de 185 hasta 245	71
Más de 245 hasta 275	72
Más de 275	74

Los límites anteriores se aumentarán 1 dB(A) en el caso de los neumáticos de nieve para uso en condiciones extremas de nieve, los neumáticos reforzados o de carga extra o cualquier combinación de estas clasificaciones.

6.1.2. El valor de la emisión de ruido de rodadura de los neumáticos de clase C2 con respecto a su categoría de utilización (véase el punto 2.1) no superará los valores correspondientes a la fase de que se trate que figuran a continuación:

Fase 1	
Categoría de utilización	Límite dB(A)
Neumático normal	75
Neumático de nieve	77
Neumático de uso especial	78

Fase 2			
Categoría de utilización		Límite dB(A)	
		Otro	Neumáticos de tracción
Neumático normal		72	73
Neumático de nieve		72	73
	Neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve	73	75
Neumático de uso especial		74	75

- 6.1.3. El valor de la emisión de ruido de rodadura de los neumáticos de clase C3 con respecto a su categoría de utilización (véase el punto 2.1 anterior) no superará los valores correspondientes a la fase de que se trate que figuran a continuación:

Fase 1	
Categoría de utilización	Límite dB(A)
Neumático normal	76
Neumático de nieve	78
Neumático de uso especial	79

Fase 2			
Categoría de utilización		Límite dB(A)	
		Otro	Neumáticos de tracción
Neumático normal		73	75
Neumático de nieve		73	75
	Neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve	74	76
Neumático de uso especial		75	77

- 6.2. Las prestaciones de adherencia en superficie mojada se basarán en un procedimiento que compara el coeficiente de fuerza máxima de frenado («pbfc») o la deceleración media plenamente desarrollada («mfdd») con los valores conseguidos mediante un neumático de ensayo de referencia normalizado (SRTT). Las prestaciones relativas se indicarán mediante un índice de adherencia en superficie mojada (G).
- 6.2.1. En el caso de los neumáticos de la clase C1, sometidos a ensayo conforme a uno de los procedimientos del anexo 5, parte A, del presente Reglamento, el neumático cumplirá los requisitos siguientes:

Categoría de utilización	Índice de adherencia en superficie mojada (G)
Neumático normal	≥ 1,1
Neumático de nieve	≥ 1,1

Categoría de utilización		Índice de adherencia en superficie mojada (G)
	Neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve con un símbolo de velocidad («R» y superior, incluido «H») que indica una velocidad máxima admisible superior a 160 km/h	≥ 1,0
	Neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve con un símbolo de velocidad («Q» o inferior, excluido «H») que indica una velocidad máxima admisible no superior a 160 km/h	≥ 0,9
Neumático de uso especial		Sin definir

- 6.2.2. En el caso de los neumáticos de la clase C2, sometidos a ensayo conforme a uno de los procedimientos del anexo 5, parte B, del presente Reglamento, el neumático cumplirá los requisitos siguientes:

Categoría de utilización		Índice de adherencia en superficie mojada (G)	
		Otro	Neumáticos de tracción
Neumático normal		≥ 0,95	≥ 0,85
Neumático de nieve		≥ 0,95	≥ 0,85
	Neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve	≥ 0,85	≥ 0,85
Neumático de uso especial		≥ 0,85	≥ 0,85

- 6.2.3. En el caso de los neumáticos de la clase C3, sometidos a ensayo conforme a uno de los procedimientos del anexo 5, parte B, del presente Reglamento, el neumático cumplirá los requisitos siguientes:

Categoría de utilización		Índice de adherencia en superficie mojada (G)	
		Otro	Neumáticos de tracción
Neumático normal		≥ 0,80	≥ 0,65
Neumático de nieve		≥ 0,65	≥ 0,65
	Neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve	≥ 0,65	≥ 0,65
Neumático de uso especial		≥ 0,65	≥ 0,65

- 6.3. Límites correspondientes al coeficiente de resistencia a la rodadura, medidos según el método que figura en el anexo 6 del presente Reglamento.

- 6.3.1. Los valores máximos del coeficiente de resistencia a la rodadura correspondientes a la fase 1 no superarán los indicados a continuación (el valor expresado en N/kN equivale al valor indicado en kg/tonelada):

Clase de neumático	Valor máximo (N/kN)
C1	12,0
C2	10,5
C3	8,0

En el caso de los neumáticos de nieve para uso en condiciones extremas de nieve, los límites aumentarán 1 N/kN.

- 6.3.2. Los valores máximos del coeficiente de resistencia a la rodadura correspondientes a la fase 2 no superarán los indicados a continuación (el valor expresado en N/kN equivale al valor indicado en kg/tonelada):

Clase de neumático	Valor máximo (N/kN)
C1	10,5
C2	9,0
C3	6,5

En el caso de los neumáticos de nieve para uso en condiciones extremas de nieve, los límites aumentarán 1 N/kN.

- 6.4. Para que se clasifique como neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve, el neumático cumplirá los requisitos de funcionamiento establecidos en el punto 6.4.1 siguiente. El neumático cumplirá estos requisitos con arreglo a un método de ensayo del anexo 7 mediante el cual:

- la deceleración media plenamente desarrollada («mfdd») en un ensayo de frenado,
- o bien la fuerza de tracción media en un ensayo de tracción,
- o bien la aceleración media en un ensayo de aceleración

de un neumático candidato se compara con la del neumático de referencia normalizado.

Las prestaciones relativas se indicarán mediante un índice de prestaciones en nieve.

- 6.4.1. Requisitos relativos a las prestaciones de los neumáticos de nieve

- 6.4.1.1. Neumáticos de las clases C1, C2 y C3

A continuación figura el valor mínimo del índice de prestaciones en nieve, calculado según el procedimiento descrito en el anexo 7 y comparado con el SRTT:

Clase de neumático	Índice de adherencia en nieve (método de frenado en nieve) ^(a)		Índice de adherencia en nieve (método de tracción por giro) ^(b)	Índice de adherencia en nieve (método de aceleración) ^(c)
	Ref. = C1 – SRTT 14	Ref. = C2 – SRTT 16C	Ref. = C1 – SRTT 14	Ref. = C3N – SRTT 19,5 Ref. = C3W – SRTT 22,5
C1	1,07	No	1,10	No
C2	No	1,02	1,10	No
C3	No	No	No	1,25

^(a) Véase el punto 3 del anexo 7 del presente Reglamento.

^(b) Véase el punto 2 del anexo 7 del presente Reglamento.

^(c) Véase el punto 4 del anexo 7 del presente Reglamento.

- 6.5. Para que se clasifique como «neumático de tracción», un neumático debe cumplir al menos una de las condiciones del punto 6.5.1 siguiente.

6.5.1. El neumático tendrá un dibujo de la banda de rodadura con un mínimo de dos nervaduras circunferenciales, cada una de ellas con al menos 30 elementos similares a un bloque, separados por ranuras y/o láminas cuya profundidad mínima será la mitad de la profundidad de la banda de rodadura. Solo podrán aplicarse otras opciones de ensayo físico en una fase ulterior, una vez que el Reglamento haya sido objeto de una nueva modificación en la que se incluya una referencia a métodos de ensayo adecuados y valores límite.

6.6. Para que se clasifique como «neumático de uso especial», un neumático tendrá un dibujo de banda de rodadura por bloques en el que estos serán más anchos y estarán más espaciados que en el caso de los neumáticos normales, y presentarán las características siguientes:

Neumáticos de la clase C1: profundidad de la banda de rodadura ≥ 11 mm y relación vacío/lleño ≥ 35 %

Neumáticos de la clase C2: profundidad de la banda de rodadura ≥ 11 mm y relación vacío/lleño ≥ 35 %

Neumáticos de la clase C3: profundidad de la banda de rodadura ≥ 16 mm y relación vacío/lleño ≥ 35 %

6.7. Para que un neumático se clasifique como «neumático todoterreno profesional» deberá reunir todas las características siguientes:

a) Neumáticos de la clase C1 y C2:

i) profundidad de la banda de rodadura ≥ 11 mm

ii) relación vacío/lleño ≥ 35 %

iii) símbolo de velocidad máxima $\leq Q$.

b) Neumáticos de la clase C3:

i) profundidad de la banda de rodadura ≥ 16 mm

ii) relación vacío/lleño ≥ 35 %

iii) símbolo de velocidad máxima $\leq K$.

7. MODIFICACIÓN DE UN TIPO DE NEUMÁTICO Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

7.1. Toda modificación del tipo de neumático que pueda influir en las prestaciones homologadas con arreglo al presente Reglamento se notificará a la autoridad de homologación de tipo que homologó el tipo de neumático. Dicha autoridad podrá:

7.1.1. Considerar que las modificaciones efectuadas no tienen visos de producir efectos adversos apreciables en las prestaciones homologadas y que el neumático sigue cumpliendo los requisitos del presente Reglamento; o bien

7.1.2. Solicitar el envío de muestras adicionales para someterlas a ensayo o actas de ensayo adicionales del servicio técnico designado.

7.1.3. La confirmación o denegación de la homologación, con especificación de las modificaciones, se comunicará a las partes del Acuerdo que aplican el presente Reglamento mediante el procedimiento especificado en el punto 5.3.

7.1.4. La autoridad de homologación de tipo que concede la extensión de la homologación asignará un número de serie correspondiente a dicha extensión, que figurará en el formulario de notificación.

8. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

Los procedimientos de conformidad de la producción se ajustarán a los establecidos en el apéndice 2 del Acuerdo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2), con los siguientes requisitos:

8.1. Todo neumático homologado con arreglo al presente Reglamento estará fabricado de manera que se ajuste a las prestaciones del tipo de neumático homologado y cumpla los requisitos establecidos en el punto 6 anterior.

- 8.2. Con el fin de comprobar la conformidad con arreglo al punto 8.1, se tomará de la producción en serie una muestra al azar de neumáticos que lleven el marcado de homologación requerido por el presente Reglamento. La frecuencia normal de comprobación de la conformidad de la producción será, como mínimo, de una vez cada dos años.
- 8.2.1. En el caso de comprobaciones con respecto a homologaciones con arreglo al punto 6.2 del presente Reglamento, estas se realizarán mediante el mismo procedimiento (véase el anexo 5 del presente Reglamento) que el adoptado para la homologación inicial, y la autoridad de homologación de tipo se cerciorará de que todos los neumáticos correspondientes a un tipo homologado son conformes a los requisitos de homologación. La evaluación se basará en el volumen de producción del tipo de neumático en cada instalación de fabricación, teniendo en cuenta los sistemas de gestión de calidad aplicados por el fabricante. Cuando el procedimiento de ensayo suponga someter a ensayo varios neumáticos a la vez, por ejemplo someter a ensayo las prestaciones de adherencia en superficie mojada de un juego de cuatro neumáticos conforme al procedimiento de vehículo de serie del anexo 5 del presente Reglamento, se considerará que el juego constituye una unidad a efectos de calcular el número de neumáticos que deben someterse a ensayo.
- 8.3. Se considerará que la fabricación cumple los requisitos del presente Reglamento si los niveles medidos se ajustan a los límites establecidos en el punto 6.1 del presente Reglamento, con una tolerancia de +1 dB(A) por posibles variaciones de la producción en serie.
- 8.4. Se considerará que la fabricación cumple los requisitos del presente Reglamento si los niveles medidos se ajustan a los límites establecidos en el punto 6.3 del presente Reglamento, con una tolerancia de +0,3 N/kN por posibles variaciones de la producción en serie.

9. SANCIONES POR FALTA DE CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

- 9.1. La homologación concedida a un tipo de neumático con arreglo al presente Reglamento podrá retirarse si no se cumplen los requisitos establecidos en el punto 8 o si cualquier neumático del tipo de neumático supera los límites que figuran en el punto 8.3 u 8.4 anterior.
- 9.2. Si una Parte del Acuerdo que aplica el presente Reglamento retira una homologación que había concedido anteriormente, lo notificará inmediatamente al resto de Partes Contratantes que aplican el presente Reglamento mediante una copia del formulario de homologación que se ajustará al modelo que figura en el anexo 1 del presente Reglamento.

10. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

Si el titular de una homologación cesa definitivamente de producir un tipo de neumático homologado con arreglo al presente Reglamento, informará de ello a la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación. Tras la recepción de la correspondiente notificación, dicho organismo informará de ello a las demás Partes en el Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento por medio de un formulario de notificación conforme al modelo que figura en su anexo 1.

11. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS QUE REALIZAN LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LAS AUTORIDADES DE HOMOLOGACIÓN DE TIPO

Las partes del Acuerdo que aplican el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y las direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar los ensayos de homologación y de la autoridad de homologación de tipo que concede la homologación y a la que se enviarán los formularios que acreditan la concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación que hayan sido expedidos en otros países.

12. DISPOSICIONES TRANSITORIAS

- 12.1. A partir de la fecha de entrada en vigor de la serie 02 de modificaciones del presente Reglamento, las Partes Contratantes que apliquen este Reglamento no denegarán la concesión de la homologación de un tipo de neumático con arreglo al mismo si el neumático cumple los requisitos de la serie 02 de modificaciones, incluidos los requisitos de ruido de rodadura de las fases 1 o 2 establecidos en los puntos 6.1.1 a 6.1.3 del citado Reglamento, los requisitos sobre las prestaciones de adherencia en superficie mojada contemplados en su punto 6.2.1 y los requisitos de resistencia a la rodadura de las fases 1 o 2 previstos en su punto 6.3.1 o 6.3.2.

- 12.2. A partir del 1 de noviembre de 2012, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento denegarán la concesión de la homologación si el tipo de neumático no cumple los requisitos de este Reglamento, modificado por la serie 02 de modificaciones, y además denegarán la concesión de la homologación si no se cumplen los requisitos de ruido de rodadura de la fase 2 establecidos en los puntos 6.1.1 a 6.1.3 del citado Reglamento, los requisitos de prestaciones de adherencia en superficie mojada contemplados en su punto 6.2.1, ni los requisitos de resistencia a la rodadura de la fase 1 previstos en su punto 6.3.1.
- 12.3. A partir del 1 de noviembre de 2014, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán no permitir vender o poner en servicio un neumático que no cumpla los requisitos del presente Reglamento, modificado por la serie 02 de modificaciones, incluidos los relativos a las prestaciones de adherencia en superficie mojada establecidos en el punto 6.2.1 de este Reglamento.
- 12.4. A partir del 1 de noviembre de 2016, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento denegarán la concesión de homologaciones si el tipo de neumático que vaya a homologarse no cumple los requisitos de este Reglamento, modificado por la serie 02 de modificaciones, incluidos los relativos a la resistencia a la rodadura de la fase 2 establecidos en el punto 6.3.2 del citado Reglamento y los requisitos de adherencia en superficie mojada fijados en sus puntos 6.2.2 y 6.2.3.
- 12.5. A partir del 1 de noviembre de 2016, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán no permitir vender o poner en servicio un neumático que no cumpla los requisitos de este Reglamento, modificado por la serie 02 de modificaciones, ni los requisitos relativos al ruido de rodadura de la fase 2 establecidos en los puntos 6.1.1 a 6.1.3 del citado Reglamento.
- 12.6. A partir de las fechas que figuran a continuación, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán no permitir vender o poner en servicio un neumático que no cumpla los requisitos de este Reglamento, modificado por la serie 02 de modificaciones, ni los requisitos relativos al ruido de rodadura de la fase 1 establecidos en el punto 6.3.1 del citado Reglamento:

Clase de neumático	Fecha
C1, C2	1 de noviembre de 2014
C3	1 de noviembre de 2016

- 12.7. A partir de las fechas que figuran a continuación, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán no permitir vender o poner en servicio un neumático que no cumpla los requisitos de este Reglamento, modificado por la serie 02 de modificaciones, los requisitos relativos al ruido de rodadura de la fase 2 establecidos en el punto 6.3.2 del citado Reglamento, ni los requisitos de adherencia en suelo mojado que figuran en sus puntos 6.2.2 y 6.2.3:

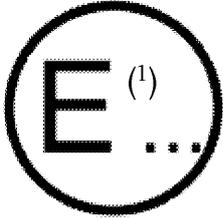
Clase de neumático	Fecha
C1 y C2	1 de noviembre de 2018
C3	1 de noviembre de 2020

- 12.8. Hasta el 13 de febrero de 2019 (60 meses después de la entrada en vigor del suplemento 4 de la serie 02 de modificaciones de este Reglamento), las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán seguir concediendo homologaciones de tipo conforme a la serie 02 de modificaciones del mencionado Reglamento, basándose en las disposiciones del anexo 4 del mismo.

ANEXO 1

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 neumático en virtud del Reglamento n.º 117, en lo que se refiere al «nivel de emisión de ruido de rodadura» y/o a la «adherencia en superficie mojada» y/o a la «resistencia a la rodadura».

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

1. Nombre y dirección(es) del fabricante:
2. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante:
3. «Clase de neumático» y «categoría de utilización» del tipo de neumático:
- 3.1. Neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve (sí/no) ⁽²⁾
- 3.2. Neumático de tracción (sí/no) ⁽²⁾
4. Marca(s) comercial(es) y/o denominación(es) comerciales del tipo de neumático:
5. Servicio técnico y, dado el caso, laboratorio de ensayo autorizado a efectos de homologación o comprobación de los ensayos de conformidad:
6. Prestaciones homologadas: nivel de ruido en (fase 1 / fase 2) ⁽²⁾, nivel de adherencia en superficie mojada, nivel de resistencia a la rodadura (fase 1 / fase 2) ⁽²⁾
- 6.1. Nivel de emisión de ruido del tamaño representativo del neumático, véase el punto 2.5 del presente Reglamento, conforme al punto 7 del acta de ensayo que figura en el apéndice 1 del anexo 3:dB(A) a la velocidad de referencia de 70/80 km/h ⁽²⁾
- 6.2. Nivel de adherencia en superficie mojada del tamaño representativo del neumático, véase el punto 2.5 del presente Reglamento, conforme al punto 7 del acta de ensayo que figura en el apéndice del anexo 5: (G) mediante el método del vehículo o del remolque ⁽²⁾
- 6.3. Nivel de resistencia a la rodadura del tamaño representativo del neumático, véase el punto 2.5 del presente Reglamento, conforme al punto 7 del acta de ensayo que figura en el apéndice 1 del anexo 6
- 6.4. Nivel de adherencia en nieve del tamaño representativo del neumático, véase el punto 2.5 del Reglamento n.º 117, conforme al punto 7 del acta de ensayo que figura en el apéndice del anexo 7: (Índice de adherencia en nieve) utilizando el método de frenado en nieve ⁽²⁾, el método de tracción por giro ⁽²⁾ o el método de aceleración ⁽²⁾.
7. Número del acta de ensayo expedida por el servicio técnico:
8. Fecha del acta expedida por dicho servicio:
9. Motivo o motivos de la extensión (en su caso):

10. Observaciones:
11. Lugar:
12. Fecha:
13. Firma:
14. Se adjunta a la presente notificación:
- 14.1. La lista de documentos que figuran en el expediente de homologación depositado en las autoridades de homologación de tipo que hayan expedido la homologación y que podrá obtenerse previa petición ⁽¹⁾.
- 14.2. Una lista de designaciones de los dibujos de las bandas de rodadura: especifíquese la lista de designaciones de tamaño del neumático de cada marca registrada o marca comercial y denominación comercial y añádase, para los neumáticos de clase C1, el marcado «Reinforced» o «Extra Load» o el símbolo de velocidad de los neumáticos de nieve o, para los neumáticos de las clases C2 y C3, el marcado «traction», en caso de ser necesario en virtud de lo previsto en el punto 3.1 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 neumático de nieve para uso en condiciones extremas de nieve, se presentará un acta de ensayo con arreglo al apéndice 2 del anexo 7.

ANEXO 2

Apéndice 1

Ejemplos de marcas de homologación

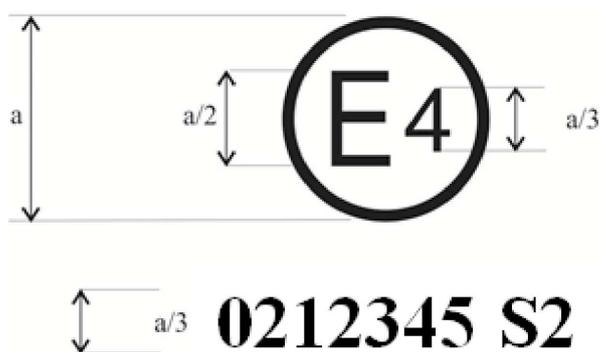
Disposición de las marcas de homologación

(véase el punto 5.4 del presente Reglamento)

Homologación de conformidad con el Reglamento n.º 117

Ejemplo 1

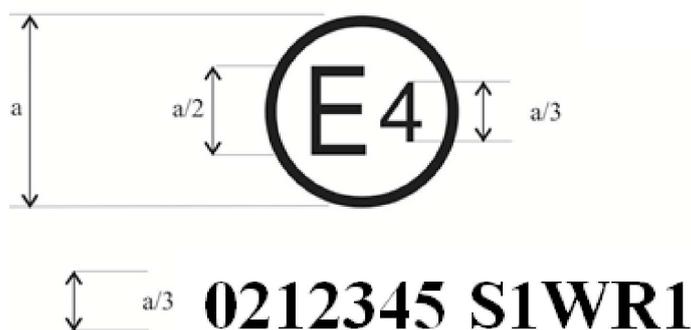
$a \geq 12 \text{ mm}$



Esta marca de homologación, colocada en un neumático, indica que dicho neumático fue homologado en los Países Bajos (E 4) con arreglo al Reglamento n.º 117 (marcado solo por S2 [fase 2 del ruido de rodadura]), con el número de homologación 0212345. Los dos primeros dígitos del número de homologación (02) indican que esta se concedió con arreglo a los requisitos de la serie 02 de modificaciones del presente Reglamento.

Ejemplo 2

$a \geq 12 \text{ mm}$

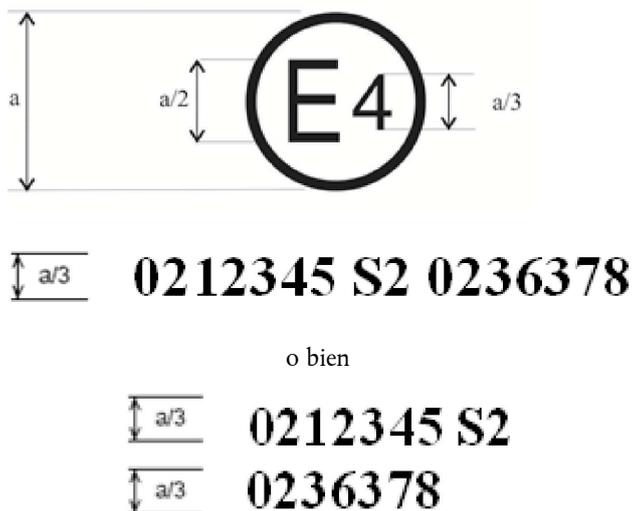


Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado en los Países Bajos (E 4) con arreglo al Reglamento n.º 117 (marcado por S1 [la fase 1 del ruido de rodadura]), W (adherencia en superficie mojada) y R1 (fase 1 de la resistencia a la rodadura), con el número de homologación 0212345. Así se indica que la homologación corresponde a S1WR1. Los dos primeros dígitos del número de homologación (02) indican que esta se concedió con arreglo a los requisitos de la serie 02 de modificaciones del presente Reglamento.

Apéndice 2

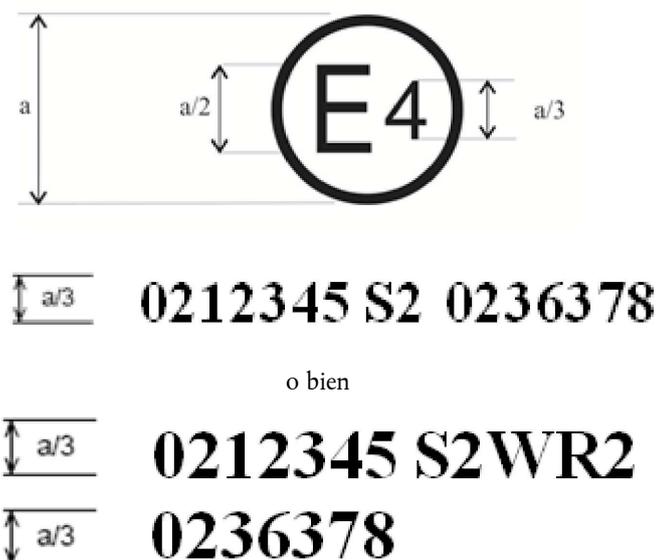
Homologación conforme al Reglamento n.º 117 y también conforme a los Reglamentos n.º 30 o n.º 54 ⁽¹⁾

Ejemplo 1

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado en los Países Bajos (E 4) con arreglo al Reglamento n.º 117 (marcado por S2 [fase 2 del ruido de rodadura]), con el número de homologación 0212345, y al Reglamento n.º 30 con el número de homologación 0236378. Los dos primeros dígitos del número de homologación (02) indican que esta se concedió con arreglo a la serie 02 de modificaciones y que el Reglamento n.º 30 incluía la serie 02 de modificaciones.

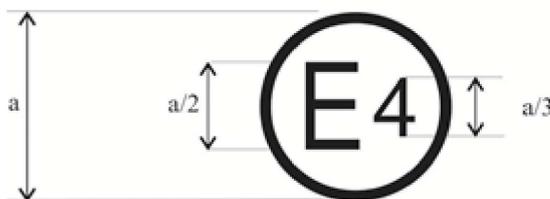
Ejemplo 2

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado en los Países Bajos (E 4) con arreglo al Reglamento n.º 117 (marcado por S2WR2 [la fase 2 del ruido de rodadura, adherencia en superficie mojada y fase 2 de la resistencia a la rodadura]), con el número de homologación 0212345, y al Reglamento n.º 30 con el número de homologación 0236378. Los dos primeros dígitos del número de homologación (02) indican que esta se concedió con arreglo a la serie 02 de modificaciones y que el Reglamento n.º 30 incluía la serie 02 de modificaciones.

⁽¹⁾ Las homologaciones conforme al Reglamento n.º 117 de neumáticos pertenecientes al ámbito de aplicación del Reglamento n.º 54 actualmente no incluyen prescripciones sobre adhesión en superficie mojada.

Ejemplo 3

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

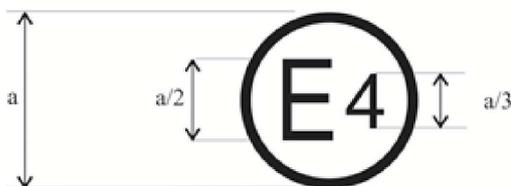
\updownarrow $a/3$ **0212345 S2 0236378**

o bien

\updownarrow $a/3$ **0212345 S2**
 \updownarrow $a/3$ **0054321**

Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado en los Países Bajos (E 4) con arreglo al Reglamento n.º 117 y la serie 02 de modificaciones, con el número de homologación 0212345 (marcado por S2), y con arreglo al Reglamento n.º 54. Así se indica que la homologación corresponde a la fase 2 del ruido de rodadura (S2). Las dos primeras cifras (02) del número de homologación correspondiente al Reglamento n.º 117, junto con «S2», indican que la homologación inicial fue concedida de conformidad con el Reglamento n.º 117, que incluía la serie 02 de modificaciones. Las dos primeras cifras (00) correspondientes al Reglamento n.º 54 indican que se trata de la forma inicial de dicho Reglamento.

Ejemplo 4

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

\updownarrow $a/3$ **0212345 S2 0236378**

o bien

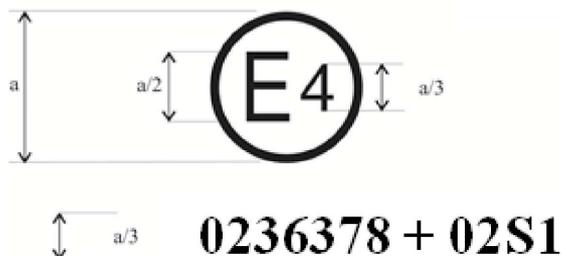
\updownarrow $a/3$ **0212345 S2R2**
 \updownarrow $a/3$ **0054321**

Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado en los Países Bajos (E 4) con arreglo al Reglamento n.º 117 y la serie 02 de modificaciones, con el número de homologación 0212345 (marcado por S2 R2), y con arreglo al Reglamento n.º 54. Así se indica que la homologación corresponde a la fase 2 del ruido de rodadura (S2) y a la fase 2 de la resistencia a la rodadura. Las dos primeras cifras (02) del número de homologación correspondiente al Reglamento n.º 117, junto con «S2R2», indican que la homologación inicial fue concedida de conformidad con el Reglamento n.º 117, que incluía la serie 02 de modificaciones. Las dos primeras cifras (00) correspondientes al Reglamento n.º 54 indican que se trata de la forma inicial de dicho Reglamento.

Apéndice 3

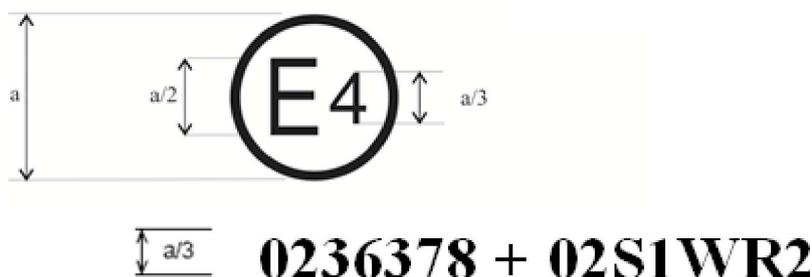
Extensiones que permiten combinar homologaciones expedidas con arreglo a los Reglamentos n.º 117, n.º 30 o n.º 54 ⁽¹⁾

Ejemplo 1

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado inicialmente en los Países Bajos (E 4) con arreglo al Reglamento n.º 30 y la serie 02 de modificaciones, con el número de homologación 0236378. También figura la marca + 02S1 (fase 1 del ruido de rodadura), que indica que la homologación se extiende conforme a lo dispuesto en el Reglamento n.º 117 (serie 02 de modificaciones). Los dos primeros dígitos del número de homologación (02) indican que esta se concedió con arreglo al Reglamento n.º 30 (serie 02 de modificaciones). El signo de la suma (+) indica que la primera homologación se concedió conforme al Reglamento n.º 30 y que ha sido extendida para incluir las homologaciones concedidas con arreglo al Reglamento n.º 117 (serie 02 de modificaciones) a efectos de la fase 1 del ruido de rodadura.

Ejemplo 2

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

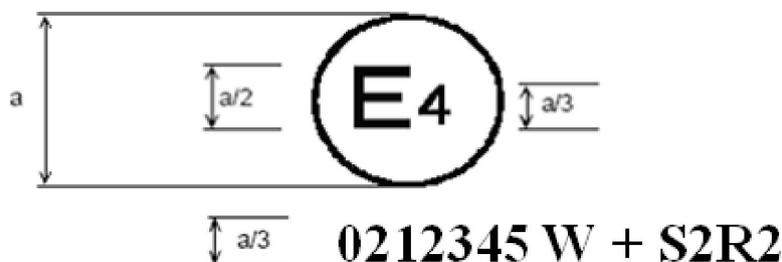
Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado inicialmente en los Países Bajos (E 4) con arreglo al Reglamento n.º 30 y la serie 02 de modificaciones, con el número de homologación 0236378. Así se indica que la homologación corresponde a S1 (fase 1 del ruido de rodadura), W (adherencia en superficie mojada) y R2 (fase 2 de la resistencia a la rodadura). «S1WR2» precedido de (02) indica que la homologación del neumático fue extendida conforme al Reglamento n.º 117, que incluía la serie 02 de modificaciones. Los dos primeros dígitos del número de homologación (02) indican que esta se concedió con arreglo al Reglamento n.º 30 (serie 02 de modificaciones). El signo de la suma (+) indica que la primera homologación se concedió conforme al Reglamento n.º 30 y que ha sido extendida para incluir las homologaciones correspondientes al Reglamento n.º 117 (serie 02 de modificaciones).

⁽¹⁾ Las homologaciones conforme al Reglamento n.º 117 de neumáticos pertenecientes al ámbito de aplicación del Reglamento n.º 54 actualmente no incluyen prescripciones sobre adhesión en superficie mojada.

Apéndice 4

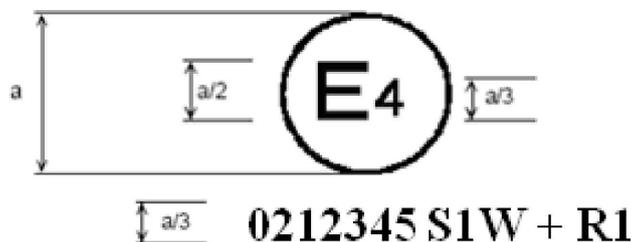
Extensiones que permiten combinar homologaciones expedidas con arreglo al Reglamento n.º 117 ⁽¹⁾

Ejemplo 1

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

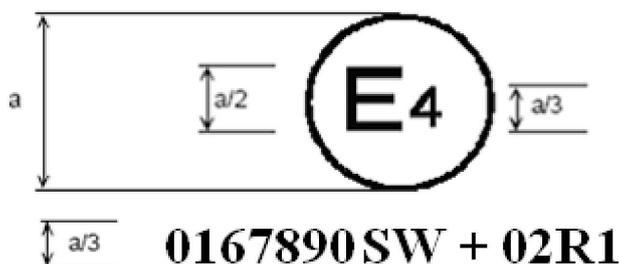
Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado inicialmente en los Países Bajos (E 4) con arreglo al Reglamento n.º 117 y la serie 02 de modificaciones, con el número de homologación 0212345. Así se indica que la homologación corresponde a W (adherencia en superficie mojada). «S2R2» precedido de «+» indica que la homologación del neumático fue extendida conforme al Reglamento n.º 117 a efectos de la fase 2 del ruido de rodadura y la fase 2 de la resistencia a la rodadura a partir de certificados independientes.

Ejemplo 2

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado inicialmente en los Países Bajos (E 4) con arreglo al Reglamento n.º 117 y la serie 02 de modificaciones, con el número de homologación 0212345. Con ello se indica que la homologación corresponde a S1 (fase 1 del ruido de rodadura) y W (adherencia en superficie mojada). «R1» precedido de «+» indica que la homologación del neumático fue extendida conforme al Reglamento n.º 117 a efectos de la fase 1 de la resistencia a la rodadura a partir de certificados independientes.

Ejemplo 3

 $a \geq 12 \text{ mm}$ 

⁽¹⁾ Las homologaciones conforme al Reglamento n.º 117 de neumáticos pertenecientes al ámbito de aplicación del Reglamento n.º 54 actualmente no incluyen prescripciones sobre adhesión en superficie mojada.

Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado inicialmente en los Países Bajos (E 4) con arreglo al Reglamento n.º 117 y la serie 01 de modificaciones, con el número de homologación 0167890. Con ello se indica que la homologación corresponde a S (fase 1 del ruido de rodadura) y W (adherencia en superficie mojada). «02R1» precedido de «+» indica que la homologación del neumático fue extendida conforme al Reglamento n.º 117, y la serie 02 de modificaciones, a efectos de la fase 1 de la resistencia a la rodadura a partir de certificados independientes.

ANEXO 3

MÉTODO DE ENSAYO CON PUNTO MUERTO PARA LA MEDICIÓN DE LA EMISIÓN DEL RUIDO DE RODADURA

Introducción

El presente método incluye especificaciones sobre los instrumentos de medida, las condiciones de medición y el método de medición con el fin de obtener el nivel de ruido de un juego de neumáticos montados en un vehículo de ensayo que rueda por una determinada superficie de calzada. El nivel máximo de presión del ruido se registrará, mediante micrófonos situados a distancia, cuando el vehículo transite en punto muerto; el resultado final se obtiene mediante un análisis de regresión lineal para una velocidad de referencia. Los resultados de esta prueba no podrán relacionarse con el ruido de rodadura medido durante una aceleración producida por la potencia del motor o durante una deceleración producida por frenado.

1. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

1.1. Mediciones acústicas

El sonómetro o el sistema de medida equivalente, incluido el cortaviento recomendado por el fabricante, deberán reunir, como mínimo, los requisitos de los instrumentos de tipo 1 de la norma CEI 60651:1979/A1:1993, segunda edición.

Las mediciones deberán efectuarse utilizando la ponderación frecuencial A y la ponderación temporal F.

Cuando se utilice un sistema que incluya un control periódico del sistema de ruido ponderado A deberá efectuarse una lectura con un intervalo de tiempo no superior a 30 ms.

1.1.1. Calibración

Al comienzo y al final de cada sesión de mediciones deberá comprobarse todo el sistema de medición mediante un calibrador de sonido que cumpla los requisitos relativos a los calibradores de sonido con una precisión como mínimo de la clase 1 con arreglo a la norma CEI n.º 60942:1988. Sin ningún otro ajuste, la diferencia entre las mediciones de dos controles consecutivos deberá ser inferior o igual a 0,5 dB. Si se supera este valor, los resultados de las mediciones obtenidas después del anterior control satisfactorio deberán desecharse.

1.1.2. Cumplimiento de los requisitos

El cumplimiento por parte del dispositivo de calibración del sonido de los requisitos de la norma CEI 60942:1988 se comprobará una vez al año y el cumplimiento por parte del sistema de instrumentos de los requisitos de la norma CEI 60651:1979/A1:1993, segunda edición, se comprobará por lo menos cada dos años por un laboratorio que esté autorizado a realizar calibraciones trazables con arreglo a las normas apropiadas.

1.1.3. Colocación del micrófono

El micrófono (o los micrófonos) estará(n) situado(s) a una distancia de $7,5 \pm 0,05$ m de la línea de referencia CC' (figura 1) de la pista y a $1,2 \pm 0,02$ m del suelo. Su eje de mayor sensibilidad debe ser horizontal y perpendicular a la trayectoria del vehículo (línea CC').

1.2. Mediciones de la velocidad

La velocidad del vehículo se medirá con instrumentos con una precisión mínima de ± 1 km/h cuando la delantera del vehículo haya alcanzado la línea PP' (figura 1).

1.3. Mediciones de la temperatura

Se deberá tomar la temperatura del aire y del pavimento de ensayo.

Los dispositivos de medición de la temperatura deberán tener una precisión de ± 1 °C.

1.3.1. Temperatura del aire

El sensor de temperatura deberá colocarse en un lugar en el que no haya ninguna obstrucción, cerca del micrófono, de modo que esté expuesto a la corriente de aire y protegido de la radiación solar directa. Esto último puede lograrse mediante una pantalla o un dispositivo similar. El sensor deberá colocarse a una altura de $1,2 \pm 0,1$ m por encima del pavimento de ensayo a fin de reducir al mínimo la influencia de la radiación térmica del pavimento de ensayo cuando la corriente de aire sea pequeña.

1.3.2. Temperatura superficial de ensayo

El sensor de temperatura deberá colocarse en un lugar en que la temperatura sea representativa de la temperatura en la pista de rodaje, sin que interfiera con la medición del ruido.

Si se utiliza un instrumento con un sensor de temperatura por contacto, se aplicará una pasta termoconductor entre la superficie y el sensor para garantizar un contacto térmico adecuado.

Si se utiliza un termómetro de radiaciones (pirómetro), deberá elegirse una altura que garantice que se cubre una zona de medición de $\geq 0,1$ m de diámetro.

1.4. Medición del viento

El dispositivo deberá ser capaz de medir la velocidad del viento con una tolerancia de ± 1 m/s. El viento deberá medirse a la altura del micrófono. Se anotará la dirección del viento con respecto a la dirección de desplazamiento.

2. CONDICIONES DE MEDICIÓN

2.1. Lugar de ensayo

El lugar del ensayo constará de una sección central rodeada de una zona de ensayo plana. La sección de medida debe estar nivelada, el pavimento de ensayo estará seco y limpio en todas las mediciones. El pavimento del ensayo no se enfriará artificialmente durante el ensayo o antes del mismo.

La pista de ensayo estará dispuesta de manera que haya un campo libre de sonidos entre la fuente de ruido y el micrófono con una precisión de 1 dB(A). Se considerará que se reúnen las condiciones si no hay grandes objetos que reflejen el sonido, como vallas, rocas, puentes o edificios en un radio de 50 m alrededor del punto de medición. La superficie de la pista de ensayo y las dimensiones del lugar de ensayo se ajustarán a lo dispuesto en la norma ISO 10844:2014. Hasta el término del período indicado en el punto 12.8 del presente Reglamento, las especificaciones relativas al lugar de ensayo podrán ajustarse a lo dispuesto en el anexo 4 del mismo.

Una parte central, con un radio mínimo de 10 m, deberá estar libre de nieve en polvo, hierba alta, tierra suelta, cenizas o elementos semejantes. No habrá obstáculo alguno que pueda afectar al campo de sonido en las cercanías del micrófono y nadie se colocará entre este y la fuente de ruido. El operario que realice las mediciones y todo observador presente durante estas se situarán de manera que no afecten a las mediciones de los instrumentos.

2.2. Condiciones meteorológicas

Las mediciones no se realizarán en condiciones meteorológicas adversas. Se garantizará que los resultados no estén influidos por ráfagas de viento. No se efectuará el ensayo si la velocidad del viento a la altura del micrófono es superior a 5 m/s.

No se realizarán las mediciones si la temperatura ambiente es inferior a 5 °C o superior a 40 °C, o la del pavimento de ensayo es inferior a 5 °C o superior a 50 °C.

2.3. Ruido ambiente

2.3.1. El nivel de ruido de fondo (incluido el ruido del viento) será, por lo menos, 10 dB(A) inferior a la emisión de ruido de rodadura medida. Se podrá colocar una pantalla contra el viento en el micrófono siempre que se tengan en cuenta sus repercusiones en la sensibilidad y las características direccionales del micrófono.

2.3.2. No se tendrán en cuenta las mediciones que presenten un pico de sonido que parezca no estar relacionado con las características del nivel general de ruido de los neumáticos.

2.4. Requisitos del vehículo de ensayo

2.4.1. Generalidades

El vehículo de ensayo será un vehículo de motor equipado con cuatro neumáticos repartidos en dos ejes.

2.4.2. Carga del vehículo

El vehículo estará cargado de forma que se ajuste a cargas de los neumáticos de ensayo tal y como se especifica en el punto 2.5.2 del presente anexo.

2.4.3. Distancia entre los ejes

La distancia entre los dos ejes en los que se hayan colocado los neumáticos de ensayo será inferior a 3,50 m para los neumáticos de la clase C1 y a 5 m para los neumáticos de las clases C2 y C3.

2.4.4. Medidas para reducir al máximo la influencia del vehículo en las mediciones del ruido

Para garantizar que el ruido de rodadura del neumático no sea afectado de manera significativa por el diseño del vehículo, se observarán los siguientes requisitos y recomendaciones.

2.4.4.1. Requisitos:

- a) Se suprimirán las aletas antiproyección y cualquier dispositivo adicional antiproyección.
- b) No se podrán añadir ni mantener elementos en la proximidad inmediata de las llantas y neumáticos que puedan amortiguar el ruido emitido.
- c) La alineación de los neumáticos (convergencia, salida, avance) deberá ajustarse totalmente a las recomendaciones del fabricante del vehículo.
- d) No estará montado ningún material adicional absorbente del ruido en el alojamiento de la rueda ni en la parte inferior de la carrocería.
- e) La suspensión estará en tan buenas condiciones que no produzca una disminución anormal de la distancia al suelo cuando el vehículo esté cargado de conformidad con el requisito de ensayo. Si los hubiera, los sistemas de reglaje de la altura de la carrocería se ajustarán de forma que la distancia al suelo durante el ensayo sea la normal para el vehículo descargado.

2.4.4.2. Recomendaciones para evitar el ruido parásito

- a) Se recomienda retirar o modificar los componentes del vehículo que puedan contribuir al ruido de fondo del vehículo. Todas las supresiones o modificaciones de componentes deberán anotarse en el acta de ensayo.
- b) Durante el ensayo será necesario cerciorarse de que los frenos no estén insuficientemente liberados causando ruido de frenado.
- c) Se comprobará que los ventiladores eléctricos de refrigeración no estén en funcionamiento.
- d) Las ventanas y el techo corredizo del vehículo deberán estar cerrados durante el ensayo.

2.5. Neumáticos

2.5.1. Generalidades

Se instalarán en el vehículo de ensayo cuatro neumáticos idénticos. En el caso de neumáticos con un índice de capacidad de carga superior a 121 y sin una indicación de montaje en gemelo, dos de estos neumáticos del mismo tipo y gama se montarán en el eje trasero del vehículo de ensayo. En el eje delantero se montarán neumáticos de un tamaño adecuado a la carga del eje y desgastados hasta la profundidad mínima para reducir al máximo la influencia del ruido de rodadura a la vez que se mantiene un nivel de seguridad suficiente. Los neumáticos de invierno, que en determinadas Partes Contratantes pueden estar equipados con clavos diseñados para incrementar la fricción, se ensayarán sin clavos. Los neumáticos con requisitos especiales de instalación se ensayarán de acuerdo con esos requisitos (p. ej.: sentido de rotación). La banda de rodadura del neumático tendrá la máxima profundidad antes del rodaje.

Los neumáticos se ensayarán en las llantas autorizadas por el fabricante del neumático.

2.5.2. Cargas de los neumáticos

Para cada neumático del vehículo de ensayo, la carga de ensayo Q_t será del 50 al 90 % de la carga de referencia Q_r , pero la carga media de prueba $Q_{t,avr}$ de todos los neumáticos será el 75 ± 5 % de la carga de referencia Q_r .

En todos los neumáticos, la carga de referencia Q_r corresponderá a la masa máxima asociada con el índice de capacidad de carga del neumático. En caso de que el índice de la capacidad de carga se componga de dos números separados por una barra (/), se hará referencia al primer número.

2.5.3. Presión de inflado del neumático

Los neumáticos instalados en el vehículo de ensayo tendrán una presión P_t , no superior a la presión de referencia P_r , que estará situada dentro del intervalo:

$$P_r \cdot \left(\frac{Q_t}{Q_r}\right)^{1,25} \leq P_t \leq 1,1P_r \cdot \left(\frac{Q_t}{Q_r}\right)^{1,25}$$

En el caso de las clases C2 y C3, la presión de referencia P_r corresponde al índice de presión marcado en el flanco.

En el caso de la clase C1, la presión de referencia será $P_r = 250$ kPa para los neumáticos «normales» y de 290 kPa para los neumáticos «reforzados» o «de carga extra»; la presión mínima de ensayo deberá ser $P_t = 150$ kPa.

2.5.4. Preparativos antes del ensayo

Los neumáticos deberán haber sido rodados antes de los ensayos para eliminar nódulos compuestos u otras características resultantes del proceso de moldeo. Para ello suele ser necesario el equivalente a 100 km de uso normal en carretera.

Los neumáticos se instalarán en el vehículo en el mismo sentido de rotación utilizado para el rodaje.

Antes del ensayo se calentarán los neumáticos mediante rodaje en las condiciones de ensayo.

3. MÉTODO DE ENSAYO

3.1. Condiciones generales

En todas las mediciones el vehículo será conducido en línea recta en la zona de medición (AA' a BB') de manera que el plano longitudinal medio del vehículo esté lo más cercano posible a la línea CC'.

Cuando el extremo delantero del vehículo de ensayo haya llegado a la línea AA', el conductor del vehículo pondrá la palanca de cambio en punto muerto y apagará el motor. Si se produce algún ruido anormal emitido por el vehículo de ensayo durante la medición (p. ej. el ventilador, autoencendido), el ensayo no se tomará en consideración.

3.2. Número de mediciones y naturaleza de las mismas

El máximo nivel de ruido expresado en decibelios ponderados A [dB(A)] se medirá hasta el primer decimal cuando el vehículo transite en punto muerto entre las líneas AA' y BB' (figura 1 — delantera del vehículo en la línea AA' y trasera del vehículo en la línea BB'). Ese valor será el resultado de la medición.

Se efectuarán al menos cuatro mediciones en cada lado del vehículo de ensayo a una velocidad de ensayo más baja que la velocidad de referencia mencionada en el punto 4.1 siguiente y al menos cuatro mediciones a una velocidad de ensayo más alta que la velocidad de referencia. Las velocidades estarán regularmente espaciadas dentro del rango de velocidades especificado en el punto 3.3 siguiente.

3.3. Rango de velocidades de ensayo

Las velocidades del vehículo de ensayo estarán dentro de la gama:

- a) de 70 a 90 km/h en el caso de los neumáticos de las clases C1 y C2;
- b) de 60 a 80 km/h en el caso de los neumáticos de la clase C3.

4. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

La medición no será válida si se registra una discrepancia anormal entre los valores (véase el punto 2.3.2 del presente anexo).

4.1. Determinación del resultado del ensayo

La velocidad de referencia V_{ref} para determinar el resultado final será:

- a) 80 km/h para los neumáticos de las clases C1 y C2;
- b) 70 km/h para los neumáticos de la clase C3.

4.2. Análisis de regresión de las mediciones del ruido de rodadura

El nivel de ruido de rodadura L_R en dB(A) se determinará mediante el análisis de regresión aplicando la fórmula:

$$L_R = \bar{L} - a \cdot \bar{v}$$

Donde:

\bar{L} es el valor medio de los niveles de ruido de rodadura L_i medidos en dB(A):

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i$$

n es el número de mediciones ($n \geq 16$),

\bar{v} es el valor medio de las velocidades logarítmicas V_i :

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \text{ donde } v_i = \lg \frac{V_i}{V_{\text{ref}}}$$

a es la pendiente de la línea de regresión en dB(A):

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})(L_i - \bar{L})}{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}$$

4.3. Corrección de la temperatura

En los neumáticos de las clases C1 y C2, el resultado final se normalizará a una temperatura de referencia de la superficie de la calzada ϑ_{ref} aplicando la siguiente fórmula de corrección de la temperatura:

$$L_R(\vartheta_{\text{ref}}) = L_R(\vartheta) + K(\vartheta_{\text{ref}} - \vartheta)$$

Donde:

ϑ = la temperatura medida en la superficie de la calzada,

ϑ_{ref} = 20 °C,

Para los neumáticos de la clase C1, el coeficiente K es: - 0,03 dB(A)/°C, cuando $\vartheta > \vartheta_{\text{ref}}$ y - 0,06 dB(A)/°C cuando $\vartheta < \vartheta_{\text{ref}}$.

Para los neumáticos de la clase C2, el coeficiente K es de $-0,02 \text{ dB(A)/}^\circ\text{C}$.

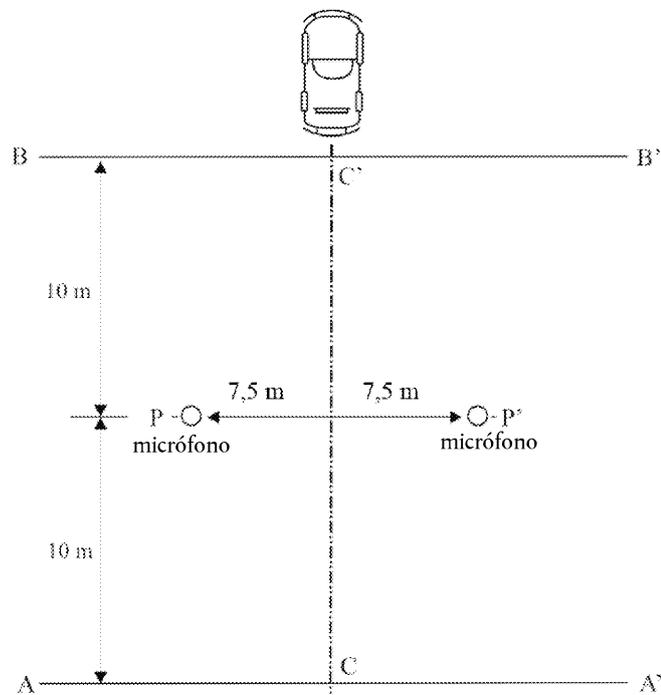
Si la temperatura del pavimento de ensayo medida no varía en más de 5°C en todas las mediciones necesarias para determinar el nivel del ruido de un juego de neumáticos, la corrección de la temperatura solo podrá efectuarse en el último nivel de ruido de rodadura determinado conforme se ha indicado más arriba, utilizando la media aritmética de las temperaturas medidas. En caso contrario, deberá corregirse cada nivel L_p , utilizando la temperatura en el momento de registrar el ruido.

No se aplicará la corrección de la temperatura a los neumáticos de la clase C3.

- 4.4. Con el fin de compensar la imprecisión de los instrumentos de medición, se restará 1 dB(A) a los resultados obtenidos con arreglo al punto 4.3 anterior.
- 4.5. El resultado final, el nivel de ruido de rodadura con corrección de la temperatura $L_{R(t_{ref})}$ en dB(A) , se redondeará hacia abajo al valor entero inferior más cercano.

Figura 1

Posiciones del micrófono para las mediciones



Apéndice 1

Acta de ensayo

PARTE 1 — ACTA

1. Autoridad de homologación de tipo o servicio técnico:
2. Nombre y dirección del solicitante:
3. N.º de acta de ensayo:
4. Fabricante y marca o denominación comercial:
5. Clase de neumático (C1, C2 o C3):
6. Categoría de utilización:
7. Nivel de ruido con arreglo a los puntos 4.4 y 4.5 del anexo 3: dB(A) a la velocidad de referencia de 70/80 km/h ⁽¹⁾
8. Observaciones (en su caso):
9. Fecha:
10. Firma:

PARTE 2 — DATOS DEL ENSAYO

1. Fecha del ensayo:
2. Vehículo de ensayo (marca, modelo, año, modificaciones, etc.):
- 2.1. Distancia entre los ejes del vehículo de ensayo: mm
3. Situación de la pista de ensayo:
- 3.1. Fecha de homologación de la pista conforme a ISO 10844:2014:
- 3.2. Expedida por:
- 3.3. Método de homologación:
4. Información sobre el ensayo de los neumáticos:
- 4.1. Designación del tamaño de los neumáticos:
- 4.2. Descripción del mantenimiento de los neumáticos:
- 4.3. Presión de inflado de referencia: kPa
- 4.4. Datos del ensayo:

	Delante izquierda	Delante derecha	Detrás izquierda	Detrás derecha
Masa (kg)				
Índice de carga del neumático (%)				
Presión de inflado (en frío) (kPa)				

- 4.5. Código de anchura de la llanta de ensayo:
- 4.6. Tipo de sensor de medición de la temperatura:

⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.

5. Resultados válidos de los ensayos:

N.º pasada	Velocidad de ensayo km/h	Sentido	Nivel de ruido izquierda ⁽¹⁾ medido dB(A)	Nivel de ruido derecha ⁽¹⁾ medido dB(A)	Temp. aire °C	Temp. pista °C	Nivel de ruido izquierda ⁽¹⁾ con corrección temp. dB(A)	Nivel de ruido derecha ⁽¹⁾ con corrección temp. dB(A)	Observaciones
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

⁽¹⁾ Respecto al vehículo.

5.1. Pendiente de la línea de regresión.

5.2. Nivel de ruido tras la corrección de temperatura, con arreglo al punto 4.3 del anexo 3: dB(A)

—

ANEXO 4

ESPECIFICACIONES DEL LUGAR DE ENSAYO ⁽¹⁾

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anexo se describen las especificaciones relativas a las características físicas y la construcción de la pista de ensayo. Estas especificaciones, basadas en una norma especial ⁽²⁾, describen las características físicas requeridas y los métodos de ensayo correspondientes a dichas características.

2. CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS DEL PAVIMENTO

Se considerará que un pavimento es conforme con dicha norma cuando se hayan medido la textura y el contenido en huecos, o el coeficiente de absorción acústica, y se haya comprobado que cumplen todos los requisitos de los puntos 2.1 a 2.4, y siempre que se hayan cumplido los requisitos de diseño (punto 3.2 siguiente).

2.1. Contenido en huecos residuales

El contenido en huecos residuales (VC) de la mezcla de pavimentación de la pista de ensayo no excederá del 8 %. Para el procedimiento de medición, véase el punto 4.1 del presente anexo.

2.2. Coeficiente de absorción acústica

Si el pavimento no cumple el requisito de contenido en huecos residuales, únicamente será aceptable si su coeficiente de absorción acústica $\alpha \leq 0,10$. Para el procedimiento de medición, véase el punto 4.2 del presente anexo. El requisito de los puntos 2.1 y 2.2 también se cumple si solo se ha medido la absorción acústica y se ha determinado que $\alpha \leq 0,10$.

Nota: La característica más relevante es la absorción acústica, si bien el contenido en huecos residuales resulta más familiar para los constructores de carreteras. No obstante, solo hay que medir la absorción acústica si el pavimento no cumple el requisito relativo a los huecos. Ello se debe a que este último parámetro presenta un grado relativamente alto de incertidumbre, en cuanto a mediciones y pertinencia, lo que hace que puedan rechazarse erróneamente algunos pavimentos si solo se toma como base la medición de huecos.

2.3. Profundidad de textura

La profundidad de textura (TD) medida con arreglo al método volumétrico (véase el punto 4.3) deberá ser:

$$TD \geq 0,4 \text{ mm}$$

2.4. Homogeneidad del pavimento

No se escatimarán esfuerzos para hacer que el pavimento sea lo más homogéneo posible dentro de la zona de ensayo. Ello incluye la textura y el contenido en huecos, pero conviene también observar que, si el proceso de rodadura hace que esta sea más eficaz en unos lugares que en otros, puede que la textura sea diferente y que la falta de uniformidad provoque baches.

⁽¹⁾ Las especificaciones del lugar de ensayo que figuran en el presente anexo son válidas hasta el final del período indicado en el punto 12.8 del presente Reglamento

⁽²⁾ ISO 10844:1994.

2.5. Período de ensayos

Con objeto de comprobar si el pavimento continúa ajustándose a los requisitos relativos a la textura y contenido en huecos o a los requisitos de absorción acústica establecidos en esta norma, se procederá a un ensayo periódico del mismo con los siguientes intervalos:

a) Para el contenido en huecos residuales (VC) o la absorción acústica (α):

cuando el pavimento sea nuevo:

si el pavimento cumple los requisitos cuando está nuevo, no es necesario ningún otro ensayo periódico; si no los cumple cuando está nuevo, puede que los cumpla más adelante, ya que los pavimentos tienden a obstruirse y a compactarse con el tiempo.

b) Para la profundidad de textura (TD):

cuando el pavimento sea nuevo:

cuando se inicie la prueba de ruido (*Nota:* al menos cuatro semanas después de la construcción);

después, cada doce meses.

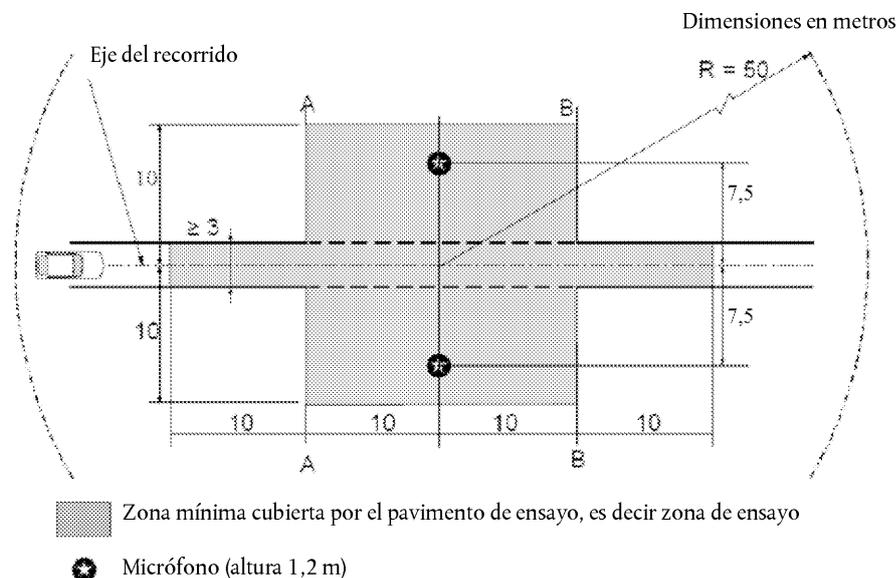
3. DISEÑO DEL PAVIMENTO DE ENSAYO

3.1. Zona

En el diseño del trazado de la pista de ensayo, es importante asegurarse de que, como requisito mínimo, la zona que atraviesan los vehículos que se desplazan por el tramo de ensayo esté cubierta con el material de ensayo especificado, con arcones adecuados para una conducción segura y práctica. Ello exige que la pista tenga una anchura mínima de 3 m y una longitud que sobrepase, como mínimo, 10 m las líneas AA y BB en cada extremo. La figura 1 muestra el plano de un lugar de ensayo apropiado, indicando la zona mínima que se cubrirá y compactará a máquina con el material de pavimento de ensayo especificado. De acuerdo con el anexo 3, punto 3.2, las mediciones han de efectuarse a cada lado del vehículo. Esto puede hacerse bien efectuando las mediciones con micrófonos colocados en dos ubicaciones (una a cada lado de la pista) y conduciendo en un sentido, bien efectuando la medición con un solo micrófono a un lado de la pista, pero conduciendo el vehículo en los dos sentidos. En caso de que se siga el segundo método, no se aplicarán los requisitos relativos al pavimento en el lado de la pista donde no haya micrófono.

Figura 1

Requisitos mínimos del pavimento de ensayo. La zona sombreada se denomina «zona de ensayo».



Nota: En este radio no deberá haber ningún objeto grande que refleje el sonido.

3.2. Diseño y preparación del pavimento

3.2.1. Requisitos básicos de diseño

El pavimento de ensayo debe cumplir cuatro requisitos de diseño:

3.2.1.1. Será de hormigón asfáltico denso.

3.2.1.2. La gravilla deberá ser como máximo de 8 mm (con tolerancias de 6,3 mm a 10 mm).

3.2.1.3. El espesor de la capa de rodadura deberá ser ≥ 30 mm.

3.2.1.4. El ligante será asfalto de penetración directa no modificado.

3.2.2. Directrices de diseño

Como guía para el constructor del pavimento, la figura 2 muestra la curva granulométrica del árido que ofrecerá las características deseadas. Además, el cuadro 1 proporciona algunas directrices para obtener la textura y la durabilidad requeridas. La curva granulométrica responde a la fórmula siguiente:

$$P (\% \text{ de exceso}) = 100 \cdot (d/d_{\text{máx}})^{1/2}$$

Donde:

d = dimensión en mm del tamiz de malla cuadrada

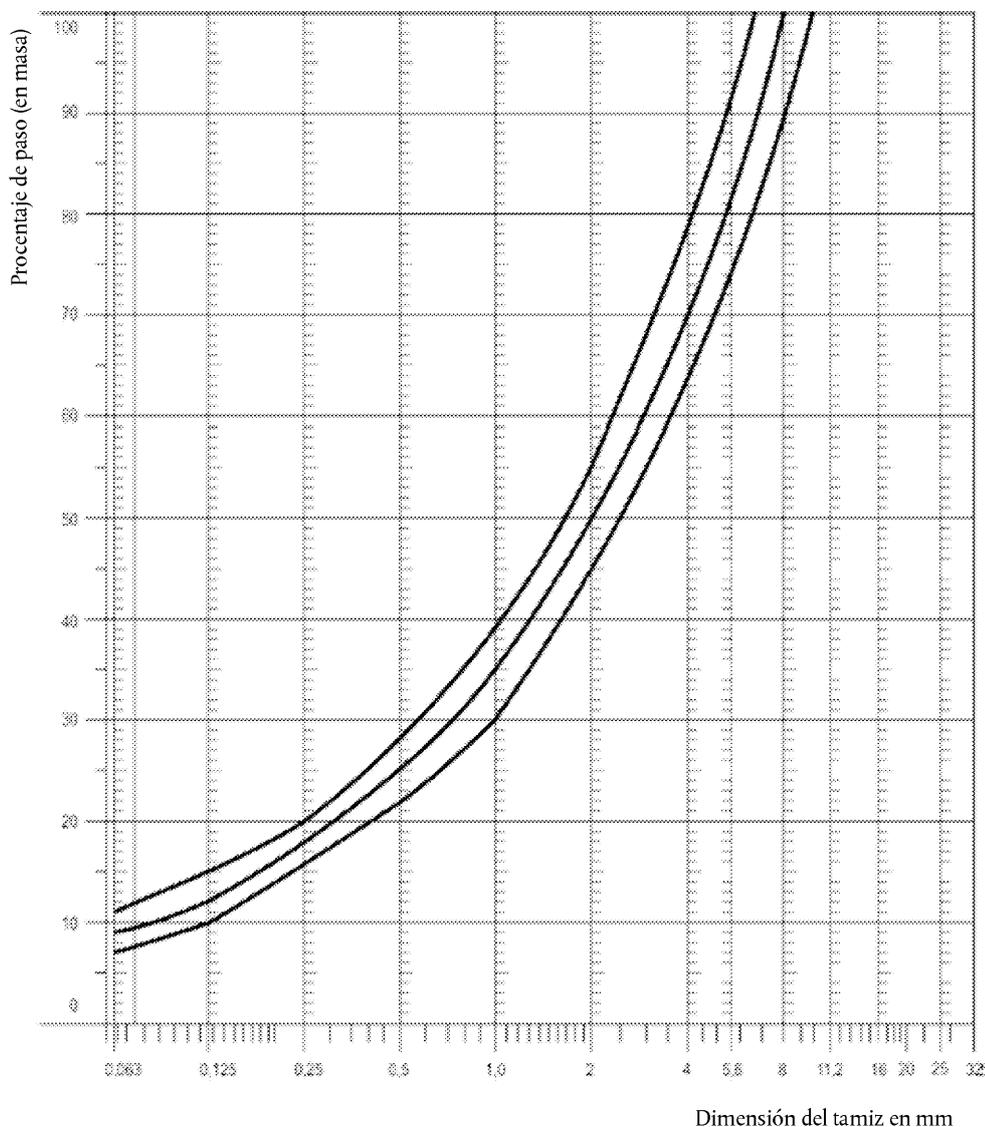
$d_{\text{máx}}$ = 8 mm para la curva media

= 10 mm para la curva de tolerancia inferior

= 6,3 mm para la curva de tolerancia superior.

Figura 2

Curva granulométrica del árido en la mezcla asfáltica, con tolerancias



Además de lo anterior, se recomienda lo siguiente:

- La fracción de arena ($0,063 \text{ mm} < \text{dimensión del tamiz de malla cuadrada} < 2 \text{ mm}$) no contendrá más de un 55 % de arena natural y deberá contener, como mínimo, un 45 % de arena machacada.
- La base y la subbase deberán ofrecer una estabilidad y uniformidad correctas, acordes con las mejores prácticas en la construcción de carreteras.
- La gravilla deberá estar machacada (100 % de caras machacadas) y ser de un material que ofrezca una elevada resistencia a la compresión.
- La gravilla empleada en la mezcla deberá estar lavada.
- No deberá añadirse a la superficie ninguna gravilla adicional.
- La consistencia del ligante, expresada en valores PEN, deberá ser de 40 — 60, 60 — 80 o incluso 80 — 100, según las condiciones climáticas del país de que se trate. Como regla general, deberá emplearse un ligante lo más consistente posible, siempre que ello se ajuste a la práctica común.

- g) La temperatura de la mezcla antes de la compactación deberá elegirse de manera que se obtenga el contenido de huecos requerido al proceder a la compactación. A fin de incrementar la probabilidad de cumplimiento de las especificaciones de los puntos 2.1 a 2.4, la compactación deberá estudiarse no solo eligiendo debidamente la temperatura de la mezcla, sino además realizando el debido número de pasadas y utilizando el vehículo apisonador adecuado.

Cuadro 1

Directrices de diseño

	Valores previstos		Tolerancias
	En masa total de la mezcla	En masa total del árido	
Masa de piedras, tamiz de malla cuadrada (SM) > 2 mm	47,6 %	50,5 %	± 5 %
Masa de arena 0,063 < SM < 2 mm	38,0 %	40,2 %	± 5 %
Masa de relleno SM < 0,063 mm	8,8 %	9,3 %	± 5 %
Masa de ligante (asfalto)	5,8 %	N.A.	± 0,5 %
Tamaño máximo de la gravilla	8 mm		6,3 - 10 mm
Consistencia del ligante	[véase el punto 3.2.2. f)]		
Coefficiente de pulimento acelerado (PSV)	> 50		
Compactación, en relación con la compactación Marshall	98 %		

4. MÉTODO DE ENSAYO

4.1. Medición del contenido en huecos residuales

Para efectuar esta medición, deben extraerse testigos de la pista en por lo menos cuatro puntos distintos, distribuidos uniformemente por la zona de ensayo entre las líneas AA y BB (véase la figura 1). Para evitar que el recorrido de las ruedas pierda homogeneidad y uniformidad, los testigos no deben extraerse en el propio recorrido, sino junto a él. Deben extraerse dos testigos (como mínimo) cerca del recorrido de las ruedas y otro (como mínimo) aproximadamente a medio camino entre el recorrido de las ruedas y cada ubicación de los micrófonos.

Si se sospecha que no se cumple la condición de homogeneidad (véase el punto 2.4 anterior), se extraerán testigos en más puntos de la zona de ensayo.

Debe determinarse el contenido en huecos residuales de cada testigo para, a continuación, calcular el valor medio de todos los testigos y compararlo con el requisito del punto 2.1 del presente anexo. Ningún testigo deberá presentar un valor de huecos superior al 10 %.

El constructor de la superficie de ensayo debe tener en cuenta el problema que puede surgir cuando la zona de ensayo se calienta por medio de conductos o cables eléctricos y se han de extraer testigos de esa zona. Ese tipo de instalaciones deben planearse meticulosamente teniendo presente dónde van a realizarse las perforaciones para extraer los testigos. Se recomienda dejar algunos espacios, de 200 × 300 mm aproximadamente, libres de cables o conductos, o en los que estos últimos estén instalados a una profundidad suficiente para que no resulten dañados al extraer los testigos del pavimento.

4.2. Coeficiente de absorción acústica

El coeficiente de absorción acústica (incidencia normal) deberá medirse por el método del tubo de impedancia, siguiendo el procedimiento especificado en las normas ISO 10534-1:1996 o ISO 10534-2:1998.

Por lo que se refiere a las muestras de ensayo, deberán observarse los mismos requisitos que con respecto al contenido en huecos residuales (véase el punto 4.1 anterior). La absorción acústica deberá medirse en el rango comprendido entre los 400 Hz y los 800 Hz y en el rango comprendido entre los 800 Hz y los 1 600 Hz (como mínimo, en las frecuencias centrales de las bandas de tercio de octava), debiendo identificarse los valores máximos correspondientes a ambos rangos de frecuencia. A continuación se promediarán dichos valores, en relación con todos los testigos de ensayo, a fin de obtener el resultado final.

4.3. Medición de la macrotextura volumétrica

A los efectos de la presente norma, deberán efectuarse mediciones de la profundidad de textura en al menos diez puntos espaciados uniformemente a lo largo del recorrido de las ruedas por el tramo de ensayo, tomándose el valor medio para compararlo con la profundidad de textura mínima especificada. Para la descripción del procedimiento, véase la norma ISO 10844:1994.

5. ESTABILIDAD EN EL TIEMPO Y MANTENIMIENTO

5.1. Influencia del envejecimiento

Como ocurre con otras superficies, se da por supuesto que el nivel de ruido de rodadura del neumático, medido en la superficie de ensayo, puede aumentar ligeramente en los primeros 6-12 meses posteriores a la construcción.

El pavimento no adquirirá las características debidas antes de cuatro semanas tras su construcción. El envejecimiento suele influir menos en el ruido emitido por los camiones que en el emitido por los coches.

La estabilidad en el tiempo viene determinada principalmente por el pulido y la compactación resultantes del paso de los vehículos por el pavimento. Dicha estabilidad deberá comprobarse periódicamente de acuerdo con lo enunciado en el punto 2.5 anterior.

5.2. Mantenimiento del pavimento

Deben retirarse del pavimento los fragmentos sueltos y el polvo que pudieran reducir de forma significativa la profundidad de textura efectiva. En los países de clima frío, a veces se utiliza sal para eliminar el hielo. La sal puede alterar el pavimento temporal o incluso permanentemente hasta el punto de aumentar el ruido y, por tanto, no es recomendable.

5.3. Repavimentación de la zona de ensayo

Si es necesario repavimentar la pista de ensayo, por lo general no es preciso repavimentar más que el tramo de ensayo (de una anchura de 3 m en la figura 1) por el que pasan los vehículos, siempre que, al medirla, la zona de ensayo exterior a dicho tramo haya cumplido el requisito de contenido en huecos residuales o absorción acústica.

6. DOCUMENTACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ENSAYO Y DE LOS ENSAYOS EFECTUADOS SOBRE LA MISMA

6.1. Documentación de la superficie de ensayo

En el documento de descripción de la superficie de ensayo se ofrecerán los siguientes datos:

6.1.1. Ubicación de la pista de ensayo.

6.1.2. Tipo de ligante, consistencia del mismo, tipo de áridos, densidad máxima teórica del hormigón (DR), espesor de la capa de rodadura y curva granulométrica determinada en base a los testigos extraídos de la pista de ensayo.

6.1.3. Método de compactación (por ejemplo, tipo de rodillo, masa del mismo, número de pasadas).

6.1.4. Temperatura de la mezcla, temperatura ambiente y velocidad del viento durante la construcción del pavimento.

6.1.5. Fecha de construcción del pavimento y nombre del contratista.

- 6.1.6. Totalidad de los resultados de los ensayos o, como mínimo, resultados del ensayo más reciente, que deberán incluir:
- 6.1.6.1. El contenido en huecos residuales de cada testigo.
 - 6.1.6.2. Los puntos de la zona de ensayo de donde se han extraído los testigos para la medición de los huecos.
 - 6.1.6.3. El coeficiente de absorción acústica de cada testigo (si se ha medido). Deben especificarse los resultados correspondientes a cada testigo y a cada rango de frecuencia, así como la media global.
 - 6.1.6.4. Los puntos de la zona de ensayo de donde se han extraído los testigos para la medición de la absorción.
 - 6.1.6.5. La profundidad de textura, incluidos el número de ensayos y la desviación típica.
 - 6.1.6.6. La institución encargada de los ensayos conforme a los puntos 6.1.6.1 y 6.1.6.2 anteriores y el tipo de equipo utilizado.
 - 6.1.6.7. La fecha de los ensayos y la fecha en que se han extraído los testigos de la pista de ensayo.
- 6.2. Documentación de los ensayos de ruido realizados sobre el pavimento

En el documento que describa los ensayos del ruido emitido por los vehículos deberá mencionarse si se han cumplido o no todos los requisitos de la presente norma. Deberá hacerse referencia a un documento conforme al punto 6.1 anterior en el que se describan los resultados que verifiquen tal cumplimiento.

ANEXO 5

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DE LA ADHERENCIA EN SUPERFICIE MOJADA**A) Neumáticos de categoría C 1**

1. NORMAS DE REFERENCIA

Son aplicables los documentos que figuran en la lista siguiente:

- 1.1. ASTM E 303-93 (Reapproved 2008), Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester; [norma ASTM E 303-93 (revisada en 2008), método de ensayo normalizado para la medición de las propiedades friccionales de la superficie utilizando el método del péndulo británico].
- 1.2. ASTM E 501-08, Standard Specification for Standard Rib Tire for Pavement Skid-Resistance Tests; [norma ASTM E 501-08, especificación normalizada para neumáticos acanalados normalizados para ensayos de adherencia del pavimento].
- 1.3. ASTM E 965-96 (Reapproved 2006), Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique [norma ASTM E 965-96 (revisada en 2006), método de ensayo normalizado de medición de la profundidad de la macrotextura del pavimento utilizando una técnica volumétrica].
- 1.4. ASTM E 1136-93 (Reapproved 2003), Standard Specification for a Radial Standard Reference Test Tire P195/75R14; [norma ASTM E 1136-93 (revisada en 2003), especificación normalizada para un neumático radial de referencia normalizado de ensayo P195/75R14].
- 1.5. ASTM F 2493-08, Standard Specification for a Radial Standard Reference Test Tire P225/60R16; [norma ASTM F 2493-08, especificación normalizada para un neumático radial de referencia normalizado de ensayo P225/60R16].

2. DEFINICIONES

A efectos de los ensayos de la adherencia en superficie mojada de los neumáticos C1, se aplican las siguientes definiciones:

- 2.1. «Ensayo», una única pasada de un neumático cargado sobre una pista de ensayo dada.
- 2.2. «Neumático(s) de ensayo», un neumático candidato, un neumático de referencia o un neumático de control o un juego de neumáticos que se utiliza en un ensayo.
- 2.3. «Neumático(s) candidato(s) (T)», un neumático o un juego de neumáticos que se someten a ensayo con el propósito de calcular su índice de adherencia en superficie mojada.
- 2.4. «Neumático(s) de referencia (R)», un neumático o un juego de neumáticos que tiene las características indicadas en la norma ASTM F 2493-08 y que se denomina neumático de referencia normalizado de ensayo de 16 pulgadas (SRTT 16);
- 2.5. «Neumático(s) de control (C)», un neumático intermedio o un juego de neumáticos intermedios que se utilizan cuando el neumático candidato y el neumático de referencia no pueden ser directamente comparados en el mismo vehículo.
- 2.6. «Fuerza de frenado de un neumático», la fuerza longitudinal, expresada en newtons, resultante de la aplicación del par de frenado.
- 2.7. «Coeficiente de fuerza de frenado de un neumático (BFC)», relación entre la fuerza de frenado y la carga vertical.
- 2.8. «Coeficiente máximo de fuerza de frenado de un neumático», el valor máximo del coeficiente de fuerza de frenado de un neumático que se produce antes del bloqueo de la rueda cuando se incrementa progresivamente el par de frenado.
- 2.9. «Bloqueo de una rueda», condición de una rueda que tiene una velocidad de rotación sobre su eje de rotación igual a cero y cuya rotación se impide en presencia de un par aplicado a la rueda.
- 2.10. «Carga vertical», la carga en newtons aplicada al neumático perpendicularmente a la superficie de la carretera.
- 2.11. «Vehículo de ensayo de neumáticos», un vehículo específico para dicho propósito que está dotado de instrumentos para la medición de las fuerzas verticales y longitudinales en un neumático de ensayo durante el frenado.
- 2.12. «SRTT14» designa la norma ASTM E 1136-93 (Reapproved 2003), Standard Specification for a Radial Standard Reference Test Tire P195/75R14; [norma ASTM E 1136-93 (revisada en 2003), especificación normalizada para un neumático radial de referencia normalizado de ensayo P195/75R14].
- 2.13. «SRTT16» designa la norma ASTM F 2493-08 (Reapproved 2003), Standard Specification for a Radial Standard Reference Test Tire P225/60R16; [norma ASTM E 1136-93 (revisada en 2003), especificación normalizada para un neumático radial de referencia normalizado de ensayo P225/60R16].

3. CONDICIONES GENERALES DE ENSAYO

3.1. Características de la pista

La pista de ensayo deberá presentar las siguientes características:

- 3.1.1. La superficie dispondrá de un revestimiento de asfalto denso con una pendiente uniforme de no más del 2 % y no deberá desviarse más de 6 mm cuando se someta a ensayo con una regla de 3 m.
- 3.1.2. El pavimento de la superficie de ensayo será uniforme en términos de antigüedad, composición y desgaste. La superficie de ensayo carecerá de materiales sueltos o de depósitos no pertenecientes a la misma.
- 3.1.3. El tamaño máximo de los áridos será de 10 mm (el margen de tolerancia estará entre 8 mm y 13 mm).
- 3.1.4. La profundidad de la textura medida mediante un círculo de arena será de $0,7 \pm 0,3$ mm. Deberán efectuarse mediciones conforme a la norma ASTM E 965-96 (revisada en 2006).
- 3.1.5. Las propiedades friccionales de la superficie mojada se medirán con el método a) o con el método b) del punto 3.2.

3.2. Métodos de medición de las propiedades friccionales de la superficie mojada del pavimento

3.2.1. Método a): método del número del péndulo británico (BPN)

El método del número del péndulo británico se realizará conforme a la definición de la norma ASTM E 303-93 (revisada en 2008).

La formulación de los componentes de la zapata de caucho y sus propiedades físicas serán las de la norma ASTM E 501-08.

El valor medio del número del péndulo británico (BPN) se situará entre 42 y 60 BPN tras la corrección de la temperatura descrita a continuación.

El BPN se corregirá en función de la temperatura de la superficie mojada del pavimento. Salvo en caso de recomendación explícita indicada por el fabricante del péndulo británico, para la corrección de los efectos de la temperatura se utilizará la fórmula siguiente:

$BPN = BPN \text{ (valor medido) } + \text{ corrección en función de la temperatura}$

$\text{Corrección en función de la temperatura} = -0,0018 t^2 + 0,34 t - 6,1$

donde «t» es la temperatura de la superficie mojada del pavimento en grados Celsius.

Efectos del desgaste de la zapata de deslizamiento: la zapata se sustituirá debido al desgaste máximo cuando el desgaste en el extremo de contacto del deslizador alcance 3,2 mm en el plano del deslizador o 1,6 mm en vertical con él, conforme al punto 5.2.2 y a la figura 3 de la norma ASTM E 303-93 (revisada en 2008).

A los fines de la verificación de la constancia del valor BPN de la superficie de la pista a efectos de la medición de la adherencia en superficie mojada con un vehículo de turismo provisto de instrumentos de medición, los valores BPN de la pista de ensayo no deben variar en toda la distancia de frenado, para disminuir la dispersión de los resultados del ensayo. Las propiedades friccionales de la superficie mojada del pavimento se medirán cinco veces en cada punto de la medición BPN cada 10 metros y el coeficiente de variación de las medias de BPN no superará el 10 %.

3.2.2. Método b): método del neumático de referencia normalizado de ensayo de la norma ASTM E 1136

No obstante lo dispuesto en el punto 2.4 anterior, este método utiliza el neumático de referencia cuyas características se indican en la norma ASTM E 1136-93 (revisada en 2003) y que se conoce como SRTT14.

El valor medio del coeficiente máximo de fuerza de frenado ($\mu_{\text{peak,ave}}$) del SRTT14 será de $0,7 \pm 0,1$ a 65 km/h.

El valor medio del coeficiente máximo de fuerza de frenado ($\mu_{\text{peak,ave}}$ del SRTT14 se corregirá en función de la temperatura de la superficie mojada del pavimento del siguiente modo:

Coeficiente máximo de fuerza de frenado ($\mu_{\text{peak,ave}}$) = coeficiente máximo de fuerza de frenado (medido) + corrección en función de la temperatura

Corrección en función de la temperatura = $0,0035 \times (t - 20)$

donde «t» es la temperatura de la superficie mojada del pavimento en grados Celsius.

3.3. Condiciones atmosféricas

El viento no debe interferir en el mojado del pavimento (se permiten pantallas contra el viento).

Tanto la temperatura de la superficie mojada del pavimento como la temperatura ambiente deberán situarse entre 2 °C y 20 °C para los neumáticos de nieve y entre 5 °C y 35 °C para los neumáticos normales.

La temperatura de la superficie mojada del pavimento no deberá variar durante la prueba en más de 10 °C.

La temperatura ambiente debe permanecer próxima a la temperatura de la superficie mojada del pavimento; la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura de la superficie mojada del pavimento debe ser inferior a 10 °C.

4. MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DE LA ADHERENCIA EN SUPERFICIE MOJADA

Para el cálculo del índice de adherencia en superficie mojada (G) de un neumático candidato, los resultados de la adherencia en superficie mojada durante el frenado del neumático candidato se comparan con los resultados de la adherencia en superficie mojada durante el frenado del neumático de referencia en un vehículo que se desplace en línea recta sobre una superficie pavimentada y mojada. El índice de adherencia en superficie mojada se medirá mediante uno de los siguientes métodos:

- a) método del vehículo, que consiste en someter a ensayo un juego de neumáticos montados en un vehículo de turismo provisto de instrumentos de medición;
- b) método de ensayo con un remolque arrastrado por un vehículo o un vehículo de ensayo de neumáticos, equipado con neumático(s) de ensayo.

4.1. Método de ensayo a) con un vehículo de turismo provisto de instrumentos de medición

4.1.1. Principio

Este método de ensayo se compone de un procedimiento para medir los resultados de la deceleración de los neumáticos C1 durante el frenado, utilizando un vehículo de turismo provisto de instrumentos de medición y equipado con un sistema de frenado antibloqueo (ABS), donde se entiende por «vehículo de turismo provisto de instrumentos de medición» un vehículo de turismo dotado del equipo de medición enumerado en el punto 4.1.2.2 siguiente a los fines del presente método de ensayo. A partir de una velocidad inicial definida, los frenos se aplican con suficiente fuerza sobre las cuatro ruedas al mismo tiempo para activar el ABS. Se calcula la deceleración media entre dos velocidades predefinidas.

4.1.2. Equipo

4.1.2.1. Vehículo

Se permiten las siguientes modificaciones en el vehículo de turismo:

- a) aquellas que permitan aumentar el número de tamaños de neumáticos que puedan montarse en el vehículo;
- b) aquellas que permitan instalar un dispositivo para la activación automática del frenado.
- c) Queda prohibida cualquier otra modificación del sistema de frenado.

4.1.2.2. Equipo de medición

El vehículo estará dotado de un sensor adecuado para la medición de la velocidad sobre una superficie mojada y de la distancia recorrida entre dos velocidades.

Para medir la velocidad del vehículo se utilizará una quinta rueda o un sistema de medición de la velocidad sin contacto.

4.1.3. Acondicionamiento de la pista de ensayo y condiciones de mojado

La superficie de la pista de ensayo se mojará como mínimo media hora antes del ensayo para igualar la temperatura de la superficie y la temperatura del agua. Durante el desarrollo del ensayo se seguirá mojando ininterrumpidamente el pavimento desde el exterior. La profundidad del agua será de $1,0 \pm 0,5$ mm en toda la superficie de ensayo, medida desde el punto más elevado del pavimento.

La pista de ensayo se acondicionará a continuación realizando como mínimo diez ensayos con neumáticos que no participen en el programa de ensayos a 90 km/h.

4.1.4. Neumáticos y llantas

4.1.4.1. Preparación y rodaje del neumático

Los neumáticos de ensayo se recortarán para eliminar cualquier protuberancia en la superficie de la rodadura causada por aberturas del molde o rebabas en las juntas del molde.

Los neumáticos de ensayo se montarán en llantas especificadas por una organización de normalización reconocida en materia de neumáticos y de llantas según la lista que figura en el apéndice 4 del anexo 6 del presente Reglamento.

4.1.4.2. Carga de los neumáticos

La carga estática de cada neumático del eje deberá estar comprendida entre el 60 % y el 90 % de la capacidad de carga del neumático sometido a ensayo. Las cargas de los neumáticos del mismo eje no deben diferir en más de un 10 %.

4.1.4.3. Presión de inflado del neumático

En los ejes delanteros y traseros, la presión de inflado será de 220 kPa [para neumáticos normales y neumáticos «Extra Load» (de carga extra)]. La presión del neumático debe comprobarse justo antes del ensayo a temperatura ambiente y ajustarse si fuera preciso.

4.1.5. Procedimiento

4.1.5.1. Desarrollo del ensayo

Para cada ensayo se aplicará el siguiente procedimiento:

4.1.5.1.1. El vehículo de turismo se conduce en línea recta hasta 85 ± 2 km/h.

4.1.5.1.2. Una vez que el vehículo de turismo ha alcanzado 85 ± 2 km/h, los frenos se activan siempre en el mismo lugar de la pista de ensayo, denominado «punto de inicio de frenado», con una tolerancia longitudinal de 5 m y una tolerancia transversal de 0,5 m.

4.1.5.1.3. Los frenos se activan automática o manualmente.

4.1.5.1.3.1. La activación automática de los frenos se realiza mediante un sistema de detección compuesto de dos partes, una fija a la pista de ensayo y otra a bordo del vehículo de turismo.

4.1.5.1.3.2. La activación manual de los frenos depende del tipo de transmisión, conforme a lo siguiente. En ambos casos, es necesario como mínimo un esfuerzo sobre el pedal de 600 N.

En el caso de la transmisión manual, el conductor ha de soltar el embrague y accionar el pedal del freno bruscamente, manteniéndolo apretado durante todo el tiempo necesario para realizar la medición.

En el caso de la transmisión automática, el conductor ha de seleccionar el punto muerto y entonces accionar el pedal del freno bruscamente, manteniéndolo apretado durante todo el tiempo necesario para realizar la medición.

- 4.1.5.1.4. Se calcula la deceleración media entre 80 km/h y 20 km/h.

Si no se cumple alguna de las especificaciones arriba citadas (como la tolerancia de velocidad, la tolerancia longitudinal y transversal del punto de inicio de frenado, y el tiempo de frenado) cuando se realiza un ensayo, la medición se descarta y se realiza un nuevo ensayo.

- 4.1.5.2. Ciclo de ensayo

Para medir el índice de adherencia en superficie mojada de un juego de neumáticos candidatos (T) se realiza según el procedimiento siguiente una serie de ensayos, en la que cada ensayo se realizará en la misma dirección y podrán medirse hasta tres juegos diferentes de neumáticos candidatos dentro del mismo ciclo de ensayos:

- 4.1.5.2.1. En primer lugar, se monta el juego de neumáticos de referencia en el vehículo de turismo provisto de instrumentos de medición.
- 4.1.5.2.2. Una vez realizadas como mínimo tres mediciones válidas, conforme al punto 4.1.5.1 anterior, el juego de neumáticos de referencia es sustituido por un juego de neumáticos candidatos.
- 4.1.5.2.3. Una vez realizadas seis mediciones válidas de los neumáticos candidatos, podrán medirse dos juegos más de neumáticos candidatos.
- 4.1.5.2.4. El ciclo de ensayos se cierra con tres mediciones válidas más del mismo juego de neumáticos de referencia que se utilizó al comienzo del ciclo de ensayos.

Ejemplos:

- a) El orden de ensayo para un ciclo de ensayos de tres juegos de neumáticos candidatos (T1 a T3) más un juego de neumáticos de referencia (R) será el siguiente:

R-T1-T2-T3-R

- b) El orden de ensayo para un ciclo de ensayos de cinco juegos de neumáticos candidatos (T1 a T5) más un juego de neumáticos de referencia (R) será el siguiente:

R-T1-T2-T3-R-T4-T5-R

- 4.1.6. Elaboración de los resultados de las mediciones

- 4.1.6.1. Cálculo de la deceleración media (AD)

La deceleración media (AD) se calcula en m/s² para cada ensayo válido, del siguiente modo:

$$AD = \left| \frac{S_f^2 - S_i^2}{2d} \right|$$

Donde:

S_f es la velocidad final en m/s; $S_f = 20 \text{ km/h} = 5,556 \text{ m/s}$

S_i es la velocidad inicial en m/s; $S_i = 80 \text{ km/h} = 22,222 \text{ m/s}$

d es la distancia recorrida entre S_i y S_f en metros.

4.1.6.2. Validación de resultados

El coeficiente de variación de la deceleración media AD se calcula del siguiente modo:

$$(\text{desviación típica} / \text{media}) \times 100.$$

En el caso de los neumáticos de referencia (R): si el coeficiente de variación de la deceleración media AD de cualesquiera dos grupos consecutivos de tres ensayos del juego de neumáticos de referencia es superior al 3 %, todos los datos serán descartados y se repetirá el ensayo para todos los neumáticos del ensayo (los neumáticos candidatos y los neumáticos de referencia).

En el caso de los neumáticos candidatos (T): los coeficientes de variación de la deceleración media AD se calculan para cada juego de neumáticos candidatos. Si un coeficiente de variación es superior al 3 %, los datos deben descartarse y el ensayo debe repetirse para ese juego de neumáticos candidatos.

4.1.6.3. Cálculo de la deceleración media ajustada (Ra)

La deceleración media (AD) del juego de neumáticos de referencia utilizado para el cálculo de su coeficiente de fuerza de frenado se ajusta de acuerdo con la posición de cada juego de neumáticos candidatos en un ciclo de ensayos dado.

Dicha deceleración media (AD) ajustada del neumático de referencia (Ra) se calcula en m/s^2 de conformidad con el cuadro 1, donde R_1 es la media de los valores de AD en el primer ensayo del juego de neumáticos de referencia (R) y R_2 es la media de los valores de AD en el segundo ensayo del mismo juego de neumáticos de referencia (R).

Cuadro 1

Número de juegos de neumáticos candidatos en un ciclo de ensayos	Juego de neumáticos candidatos	Ra
1 (R_1 -T1- R_2)	T1	$Ra = 1/2 (R_1 + R_2)$
2 (R_1 -T1-T2- R_2)	T1	$Ra = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$
	T2	$Ra = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$
3 (R_1 -T1-T2-T3- R_2)	T1	$Ra = 3/4 R_1 + 1/4 R_2$
	T2	$Ra = 1/2 (R_1 + R_2)$
	T3	$Ra = 1/4 R_1 + 3/4 R_2$

4.1.6.4. Cálculo del coeficiente de fuerza de frenado (BFC)

El coeficiente de fuerza de frenado (BFC) se calcula para una frenada en los dos ejes de conformidad con el cuadro 2, donde T_a ($a = 1, 2$ o 3) es la media de los valores de AD para cada juego de neumáticos candidatos (T) utilizado en un ciclo de ensayos.

Cuadro 2

Neumático de ensayo	Coficiente de fuerza de frenado
Neumático de referencia	$BFC(R) = Ra/ g $
Neumático candidato	$BFC(T) = Ta/ g $

g es la aceleración debida a la gravedad, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

4.1.6.5. Cálculo del índice de adherencia en superficie mojada del neumático candidato

El índice de adherencia en superficie mojada del neumático candidato ($G(T)$) se calcula del siguiente modo:

$$G(T) = \left[\frac{BFC(T)}{BFC(R)} \times 125 + a \times (t - t_0) + b \times \left(\frac{BFC(R)}{BFC(R_0)} - 1,0 \right) \right] \times 10^{-2}$$

Donde:

t es la temperatura de la superficie mojada, medida en grados Celsius, cuando se somete a ensayo el neumático candidato (T);

t_0 es la temperatura de referencia de la superficie mojada, $t_0 = 20 \text{ °C}$ para los neumáticos normales y $t_0 = 10 \text{ °C}$ para los neumáticos de nieve;

$BFC(R_0)$ es el coeficiente de fuerza de frenado para el neumático de referencia en las condiciones de referencia, $BFC(R_0) = 0,68$;

$a = -0,4232$ y $b = -8,297$ para neumáticos normales, $a = 0,7721$ y $b = 31,18$ para neumáticos de nieve [a se expresa como ($1/^\circ\text{C}$)].

4.1.7. Comparación entre los resultados de adherencia en superficie mojada de un neumático candidato y un neumático de referencia utilizando un neumático de control

4.1.7.1. Generalidades

Cuando el tamaño del neumático candidato difiere de forma significativa del tamaño del neumático de referencia, puede no ser posible realizar una comparación directa con el mismo vehículo de turismo provisto de instrumentos de medición. El presente método de ensayo requiere un neumático intermedio, en lo sucesivo denominado neumático de control, conforme a la definición del punto 2.5 anterior.

4.1.7.2. Principio del enfoque

El principio es el uso de un juego de neumáticos de control y de dos vehículos de turismo provistos de instrumentos de medición diferentes para comparar un juego de neumáticos candidatos con un juego de neumáticos de referencia en el ciclo de ensayos.

En un vehículo de turismo provisto de instrumentos de medición se monta el juego de neumáticos de referencia seguido por el juego de neumáticos de control, y en el otro el juego de neumáticos de control seguido por el juego de neumáticos candidatos.

Son aplicables las especificaciones enumeradas en los puntos 4.1.2 a 4.1.4 anteriores.

El primer ciclo de ensayos es una comparación entre el juego de neumáticos de control y el juego de neumáticos de referencia.

El segundo ciclo de ensayos es una comparación entre el juego de neumáticos candidatos y el juego de neumáticos de control. Se realiza en la misma pista de ensayo y en el mismo día que el primer ciclo de ensayos. La diferencia máxima de temperatura de la superficie mojada respecto a la temperatura del primer ciclo de ensayos será de ± 5 °C. Se utilizará el mismo juego de neumáticos de control para el primer y segundo ciclos de ensayos.

El índice de adherencia en superficie mojada del neumático candidato (G(T)) se calcula del siguiente modo:

$$G(T) = G_1 \times G_2$$

Donde:

G_1 es el índice relativo de adherencia en superficie mojada del neumático de control (C) comparado con el neumático de referencia (R), calculado del siguiente modo:

$$G_1 = \left[\frac{\text{BFC}(C)}{\text{BFC}(R)} \times 125 + a \times (t - t_0) + b \times \left(\frac{\text{BFC}(R)}{\text{BFC}(R_0)} - 1,0 \right) \right] \times 10^{-2}$$

G_2 es el índice relativo de adherencia en superficie mojada del neumático candidato (T) comparado con el neumático de control (C), calculado del siguiente modo:

$$G_2 = \frac{\text{BFG}(T)}{\text{BFC}(C)}$$

4.1.7.3. Almacenamiento y conservación

Es necesario que todos los neumáticos de un juego de neumáticos de control se hayan sido mantenidos en las mismas condiciones. Tan pronto como el juego de neumáticos de control haya sido ensayado para compararlo con el neumático de referencia, se aplicarán las condiciones de almacenamiento específicas definidas en la norma ASTM E 1136-93 (revisada en 2003).

4.1.7.4. Sustitución de los neumáticos de referencia y de los neumáticos de control

El neumático debe dejar de utilizarse cuando los ensayos hayan producido desgaste irregular o daños, o cuando el desgaste influya en los resultados de los ensayos.

4.2. Método de ensayo b) utilizando un remolque arrastrado por un vehículo o un vehículo de ensayo de neumáticos

4.2.1. Principio

Las mediciones se realizan en neumáticos de ensayo montados en un remolque arrastrado por un vehículo (en lo sucesivo denominado vehículo tractor) o en un vehículo de ensayo de neumáticos. El freno en la posición de ensayo se acciona con firmeza hasta que se genera un par de frenado suficiente para producir la fuerza máxima de frenado que se pueda producir antes del bloqueo de la rueda a una velocidad de ensayo de 65 km/h.

4.2.2. Equipo

4.2.2.1. Vehículo tractor y remolque o vehículo de ensayo de neumáticos

El vehículo tractor o el vehículo de ensayo de neumáticos podrán ser capaces de mantener la velocidad preestablecida de 65 ± 2 km/h, incluso sometidos a la fuerza de frenado máxima.

El remolque o el vehículo de ensayo de neumáticos estarán dotados de un lugar en donde el neumático pueda instalarse a efectos de la medición, en lo sucesivo denominado «posición de ensayo», y de los siguientes accesorios:

- a) un dispositivo para activar los frenos en la posición de ensayo;
- b) un depósito de agua que contenga agua suficiente para abastecer el sistema de mojado de la superficie, a menos que se recurra al mojado desde el exterior;
- c) un equipo de registro capaz de registrar las señales de los transductores instalados en la posición de ensayo y de supervisar la velocidad de aplicación del agua, si se utiliza la opción del automojado.

La variación máxima de los ajustes de la convergencia y del ángulo de la caída para la posición de ensayo es de $\pm 0,5^\circ$ con carga vertical máxima. Los brazos y bujes de suspensión deberán tener la rigidez necesaria para reducir al mínimo la vagación y asegurar que cumplen su función cuando se aplican las fuerzas de frenado máximas. El sistema de suspensión ofrecerá una capacidad de carga adecuada y estará diseñado para aislar la resonancia de la suspensión.

La posición de ensayo estará equipada con un sistema de frenado de automoción especial o clásico que pueda aplicar en par de frenado suficiente para producir el valor máximo de la fuerza longitudinal sobre la rueda de ensayo de frenado en las condiciones especificadas.

El sistema de accionamiento del frenado deberá ser capaz de controlar el intervalo de tiempo transcurrido entre el accionamiento inicial del freno y la fuerza longitudinal máxima, conforme se especifica en el punto 4.2.7.1 siguiente.

El remolque o el vehículo de ensayo de neumáticos estarán diseñados para adaptarse a la gama de tamaños de neumáticos candidatos que se vayan a ensayar.

El remolque o el vehículo de ensayos de neumáticos deberán estar previstos para el ajuste de la carga vertical conforme se especifica en el punto 4.2.5.2 siguiente.

4.2.2.2. Equipo de medición

La posición de la rueda de ensayo en el remolque o en el vehículo de ensayo de neumáticos estará dotada de un sistema de medición de la velocidad de rotación de la rueda y de transductores para la medición de la fuerza de frenado y de la carga vertical sobre la rueda de ensayo.

Requisitos generales para el sistema de medición: El sistema de instrumentación deberá ajustarse a los siguientes requisitos generales a temperaturas ambientes comprendidas entre 0 °C y 45 °C:

- a) Exactitud global del sistema, fuerza: $\pm 1,5$ % de la escala completa de la carga vertical o de la fuerza de frenado;
- b) Exactitud general del sistema, velocidad: $\pm 1,5$ % de la velocidad o $\pm 1,0$ km/h, la que sea mayor;

Velocidad del vehículo: para medir la velocidad del vehículo deberá utilizarse una quinta rueda o un sistema de medición de precisión de la velocidad sin contacto.

Fuerzas de frenado: los transductores que miden la fuerza de frenado medirán la fuerza longitudinal generada en la interfaz entre el neumático y la calzada como resultado de la aplicación de los frenos en una franja que oscila entre el 0 % y como mínimo el 125 % de la carga vertical aplicada. El diseño y ubicación del transductor deberán reducir al mínimo los efectos de la inercia y la resonancia mecánica inducida por la vibración.

Carga vertical: el transductor para la medición de la carga vertical medirá la carga vertical en la posición de ensayo durante el accionamiento del freno. El transductor deberá tener las mismas especificaciones descritas anteriormente.

Sistema de acondicionamiento y registro de la señal: Todos los equipos de acondicionamiento y registro de la señal deben proporcionar un resultado lineal con la ganancia y resolución de lectura de datos necesarias para cumplir los requisitos previamente especificados. Serán aplicables además los requisitos siguientes:

- a) La respuesta en frecuencia mínima será plana desde 0 Hz a 50 Hz (100 Hz) con una aproximación de $\pm 1 \%$ de la escala completa.
- b) La relación señal-ruido será como mínimo de 20/1.
- c) La ganancia debe ser suficiente para permitir la visualización a escala completa para el nivel de señal de entrada a escala completa.
- d) La impedancia de entrada será como mínimo diez veces superior a la impedancia de salida de la fuente de la señal.
- e) El equipo será insensible a las vibraciones, aceleración y cambios de la temperatura ambiente.

4.2.3. Acondicionamiento de la pista de ensayo

La pista de ensayo se acondicionará realizando como mínimo diez ensayos con neumáticos que no vayan a ser utilizados en el programa de ensayos, a 65 ± 2 km/h.

4.2.4. Condiciones de mojado

El vehículo tractor y su remolque o el vehículo de ensayo de neumáticos podrán estar equipados, facultativamente, con un sistema de mojado del pavimento, salvo el depósito de almacenamiento que, en el caso del remolque, está montado en el vehículo tractor. El agua que se aplica al pavimento por delante de los neumáticos de ensayo será suministrada mediante una boquilla convenientemente diseñada para asegurar que la capa de agua que se encuentra el neumático de ensayo tenga una sección transversal constante a la velocidad de velocidad con un mínimo salpicamiento y neblina de rociado.

La configuración y posición de la boquilla deberán garantizar que los chorros de agua están dirigidos hacia el neumático de ensayo y que apuntan hacia el pavimento con un ángulo entre 20° y 30° .

El agua se proyecta hacia el pavimento a una distancia de entre 250 mm y 450 mm por delante del centro de la zona de contacto del neumático. La boquilla se situará a 25 mm por encima del pavimento o a la mínima altura requerida para salvar los obstáculos que el vehículo de ensayo pueda encontrar, pero en cualquier caso a no más de 100 mm por encima del pavimento.

La capa de agua será como mínimo 25 mm más ancha que la banda de rodadura del neumático de ensayo y se aplicará de forma que el neumático se encuentre situado centrado entre los bordes. El caudal de suministro del agua garantizará una profundidad de agua de $1,0 \pm 0,5$ mm y se mantendrá constante a lo largo de todo el ensayo con una tolerancia de $\pm 10 \%$. El volumen de agua por unidad de anchura del pavimento mojado será directamente proporcional a la velocidad de ensayo. La cantidad de agua aplicada a 65 km/h será de 18 l/s por metro de anchura del pavimento mojado en el caso de una profundidad de agua de 1,0 mm.

4.2.5. Neumáticos y llantas

4.2.5.1. Preparación y rodaje del neumático

Los neumáticos de ensayo se recortarán para eliminar cualquier protuberancia en la superficie de la rodadura causada por aberturas del molde o rebabas en las juntas del molde.

El neumático de ensayo se montará en la llanta de ensayo indicada por el fabricante de neumáticos.

Debe lograrse un asiento del talón adecuado mediante el uso de un lubricante apropiado. Debe evitarse el uso excesivo de lubricante para evitar que el neumático resbale en la llanta de la rueda.

Los conjuntos de neumático y llanta de los ensayos deberán mantenerse durante dos horas como mínimo en un lugar tal que todos ellos tengan la misma temperatura ambiente antes de los ensayos. Deberán estar protegidos del sol para evitar el calor excesivo debido a la radiación solar.

Para el rodaje de los neumáticos, deberán realizarse dos frenados en las condiciones de carga, presión y velocidad especificadas en los puntos 4.2.5.2, 4.2.5.3 y 4.2.7.1, respectivamente.

4.2.5.2. Carga de los neumáticos

La carga de ensayo en el neumático de ensayo es del 75 ± 5 % de la capacidad de carga del neumático de ensayo.

4.2.5.3. Presión de inflado del neumático

La presión de inflado en frío del neumático de ensayo será de 180 kPa para los neumáticos para carga normal. En el caso de los neumáticos de carga extra («Extra Load»), la presión de inflado en frío será de 220 kPa.

La presión del neumático debe comprobarse justo antes del ensayo a temperatura ambiente y ajustarse si fuera preciso.

4.2.6. Preparación del vehículo tractor y su remolque o del vehículo de ensayo de neumáticos

4.2.6.1. Remolque

Para los remolques de un eje, la altura del enganche y la posición transversal deberán ajustarse una vez que el neumático de ensayo haya sido cargado hasta la carga de ensayo especificada con el fin de evitar cualquier perturbación de los resultados de la medición. La distancia longitudinal desde la línea media del punto de articulación del acoplamiento hasta la línea media transversal del eje del remolque será igual, como mínimo, a diez veces la «altura de enganche» o la «altura de acoplamiento (enganche)».

4.2.6.2. Equipo e instrumentación

La quinta rueda, cuando se utilice, ha de instalarse de conformidad con las especificaciones del fabricante y colocarse lo más cerca posible del centro de la pista del vehículo tractor o del vehículo de ensayo de neumáticos.

4.2.7. Procedimiento

4.2.7.1. Desarrollo del ensayo

Para cada ensayo se aplicará el siguiente procedimiento:

4.2.7.1.1. El vehículo tractor o el vehículo de ensayo de neumáticos se conduce en línea recta en la pista de ensayo a la velocidad especificada de 65 ± 2 km/h.

4.2.7.1.2. Se pone en marcha el sistema de registro.

4.2.7.1.3. Se suministra agua al pavimento por delante del neumático de ensayos aproximadamente 0,5 s antes de la activación del freno (en caso de sistema interno de mojado).

4.2.7.1.4. Los frenos del remolque se activan a una distancia máxima de 2 metros respecto a un punto de medición de las propiedades de fricción sobre superficie mojada y con una profundidad de arena conforme a los puntos 3.1.4 y 3.1.5 anteriores. La velocidad de accionamiento de los frenos es tal que el intervalo de tiempo entre la aplicación inicial de la fuerza y la fuerza longitudinal máxima está en la franja de 0,2 s a 0,5 s.

4.2.7.1.5. Se para el sistema de registro.

4.2.7.2. Ciclo de ensayo

Con el fin de medir el índice de adherencia en superficie mojada del neumático candidato (T), se realiza una serie de ensayos conforme al procedimiento siguiente, efectuándose cada ensayo a partir del mismo punto de la pista de ensayo y en la misma dirección. Dentro del mismo ciclo de ensayo se podrán medir hasta tres neumáticos candidatos, siempre que los ensayos se completen en un solo día.

4.2.7.2.1. En primer lugar, se somete a ensayo el neumático de referencia.

4.2.7.2.2. Una vez que se hayan realizado al menos seis mediciones válidas conforme al punto 4.2.7.1 anterior, el neumático de referencia se sustituye por el neumático candidato.

4.2.7.2.3. Una vez realizadas seis mediciones válidas del neumático candidato, podrán medirse dos neumáticos candidatos más.

4.2.7.2.4. El ciclo de ensayos se cerrará con seis mediciones válidas más del mismo neumático de referencia que se utilizó al comienzo del ciclo de ensayos.

Ejemplos:

a) El orden de ensayo para un ciclo de ensayos de tres neumáticos candidatos (T1 a T3) más el neumático de referencia (R) será el siguiente:

R-T1-T2-T3-R

b) El orden de ensayo para un ciclo de ensayos de cinco neumáticos candidatos (T1 a T5) más el neumático de referencia (R) será el siguiente:

R-T1-T2-T3-R-T4-T5-R

4.2.8. Elaboración de los resultados de las mediciones

4.2.8.1. Cálculo del coeficiente máximo de fuerza de frenado

El coeficiente máximo de fuerza de frenado (μ_{peak}) de un neumático es el valor máximo de $\mu(t)$ antes de que se produzca el bloqueo de la rueda, calculado como sigue para cada ensayo. Las señales analógicas deben filtrarse para eliminar el ruido. Las señales registradas digitalmente han de ser filtradas utilizando una técnica de media móvil.

$$\mu(t) = \frac{|f_h(t)|}{|f_v(t)|}$$

Donde:

$\mu(t)$ es el coeficiente de fuerza de frenado dinámica de un neumático en tiempo real;

$f_h(t)$ es la fuerza de frenado dinámica en tiempo real, en N;

$f_v(t)$ es la carga vertical dinámica en tiempo real, en N.

4.2.8.2. Validación de resultados

El coeficiente de variación de μ_{peak} se calcula del siguiente modo:

(desviación típica / media) \times 100.

En el caso del neumático de referencia (R): si el coeficiente de variación del coeficiente máximo de fuerza de frenado (μ_{peak}) del neumático de referencia es superior al 5 %, todos los datos serán descartados y se repetirá el ensayo para todos los neumáticos del ensayo (el neumático o neumáticos candidatos y el neumático de referencia).

En el caso del neumático o neumáticos candidatos (T): el coeficiente de variación del coeficiente máximo de fuerza de frenado (μ_{peak}) se calcula para cada neumático candidato. Si un coeficiente de variación es superior al 5 %, los datos deberán descartarse y el ensayo deberá repetirse para dicho neumático candidato.

4.2.8.3. Cálculo del valor medio ajustado del coeficiente máximo de fuerza de frenado

El valor medio del coeficiente máximo de fuerza de frenado del neumático de referencia utilizado para el cálculo de su coeficiente de fuerza de frenado se ajusta de acuerdo con la posición de cada neumático candidato en un ciclo de ensayos dado.

Dicho valor medio ajustado del coeficiente máximo de fuerza de frenado del neumático de referencia (R_a) se calcula de conformidad con el cuadro 3, donde R_1 es el valor medio del coeficiente máximo de fuerza de frenado del neumático en el primer ensayo del neumático de referencia (R) y R_2 es el valor medio del coeficiente máximo de fuerza de frenado del neumático en el segundo ensayo del mismo neumático de referencia (R).

Cuadro 3

Número de neumático(s) candidato(s) en un ciclo de ensayos	Neumático candidato	R_a
1 (R_1 -T1- R_2)	T1	$R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$
2 (R_1 -T1-T2- R_2)	T1	$R_a = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$
	T2	$R_a = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$
3 (R_1 -T1-T2-T3- R_2)	T1	$R_a = 3/4 R_1 + 1/4 R_2$
	T2	$R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$
	T3	$R_a = 1/4 R_1 + 3/4 R_2$

4.2.8.4 Cálculo del valor medio del coeficiente máximo de frenado ($\mu_{\text{peak,ave}}$)

El valor medio de los coeficientes máximos de frenado ($\mu_{\text{peak,ave}}$) se calcula de acuerdo con el cuadro 4, en el que T_a ($a= 1, 2$ o 3) es la media de los coeficientes máximos de fuerza de frenado medidos para un neumático candidato en un ciclo de ensayos.

Cuadro 4

Neumático de ensayo	$\mu_{\text{peak,ave}}$
Neumático de referencia	$\mu_{\text{peak,ave}}(R)=R_a$ como en el cuadro 3
Neumático candidato	$\mu_{\text{peak,ave}}(T) = T_a$

4.2.8.5. Cálculo del índice de adherencia en superficie mojada del neumático candidato

El índice de adherencia en superficie mojada del neumático candidato (G(T)) se calcula del siguiente modo:

$$G(T) = \left[\frac{\mu_{\text{peak,ave}}(T)}{\mu_{\text{peak,ave}}(R)} \times 125 + a \times (t - t_0) + b \times \left(\frac{\mu_{\text{peak,ave}}(R)}{\mu_{\text{peak,ave}}(R_0)} - 1,0 \right) \right] \times 10^{-2}$$

donde:

t es la temperatura de la superficie mojada, medida en grados Celsius, cuando se somete a ensayo el neumático candidato (T);

t₀ es la temperatura de referencia de la superficie mojada;

t₀ = 20 °C para los neumáticos normales t₀ = 10 °C para los neumáticos de nieve;

μ_{peak,ave}(R₀) = 0,85 es el coeficiente máximo de fuerza de frenado para el neumático de referencia en las condiciones de referencia;

a = - 0,4232 y b = - 8,297 para neumáticos normales, a = 0,7721 y b = 31,18 para neumáticos de nieve [a se expresa como (1/°C)].

B) Neumáticos de las categorías C2 y C3

1. CONDICIONES GENERALES DE ENSAYO

1.1. Características de la pista

La superficie dispondrá de un revestimiento de asfalto denso con una pendiente uniforme de no más del 2 % y no deberá desviarse más de 6 mm cuando se someta a ensayo con una regla de 3 m.

El pavimento de la superficie de ensayo será uniforme en términos de antigüedad, composición y desgaste. La superficie de ensayo carecerá de materiales sueltos o de depósitos no pertenecientes a la misma.

El tamaño máximo de la gravilla será de 8 mm a 13 mm.

La profundidad de la arena será de 0,7 ± 0,3 mm, medida conforme a las normas EN13036-1:2001 y ASTM E 965-96 (revisada en 2006).

El valor de la fricción del pavimento correspondiente a la pista mojada se establecerá mediante uno de los métodos siguientes, a discreción de la Parte Contratante.

1.1.1. Método del neumático de ensayo de referencia normalizado (SRTT)

El valor medio del coeficiente máximo de frenado (μ peak average) del neumático de referencia de la norma ASTM E1136-93 (revisada en 2003) (método de ensayo con un remolque o un vehículo de ensayo de neumáticos según lo especificado en el punto 2.1) será de 0,7 ± 0,1 a 65 km/h y 180 kPa). Los efectos de la temperatura en los valores medidos se corregirán como se indica a continuación:

$$pbfc = pbfc(\text{medido}) + 0,0035 \cdot (t - 20)$$

donde «t» es la temperatura de la superficie mojada en grados Celsius.

El ensayo se realizará utilizando los carriles y la longitud de la pista previstos para el ensayo de adherencia en superficie mojada.

Para el método de ensayo con un remolque, el ensayo se realizará de tal manera que el frenado se produzca a una distancia máxima de 10 metros del lugar en que se estudiaron las características de la superficie.

1.1.2. Método del número del péndulo británico (BPN)

La media del número del péndulo británico (BPN) medido conforme a la norma ASTM E 303-93 (revisada en 2008) con la zapata especificada en la norma ASTM E 501-08 será de (50 ± 10) BPN tras la corrección de la temperatura.

El BPN se corregirá en función de la temperatura de la superficie mojada del pavimento. Excepto en el caso de que el fabricante del péndulo británico indique sus recomendaciones sobre la corrección de los efectos de la temperatura, se podrá utilizar la fórmula siguiente:

$$\text{BPN} = \text{BPN (valor medido)} - (0,0018 \cdot t^2) + 0,34 \cdot t - 6,1$$

Donde: «t» es la temperatura de la superficie mojada del pavimento en grados Celsius.

Efectos del desgaste de la zapata de deslizamiento: la zapata se sustituirá debido al desgaste máximo cuando el desgaste en el extremo de contacto del deslizador alcance 3,2 mm en el plano del deslizador o 1,6 mm en vertical con él.

Ha de verificarse la constancia del valor BPN de la superficie de la pista a efectos de la medición de la adherencia en superficie mojada con un vehículo de serie.

En los carriles de la pista cuya utilización esté prevista para los ensayos de adherencia en superficie húmeda, el BPN se medirá a intervalos de 10 m en el sentido longitudinal de los carriles. El BPN se medirá 5 veces en cada punto y el coeficiente de variación de las medias del BPN no superará el 10 %.

1.1.3. En cuanto a las características de la pista, la autoridad de homologación de tipo deberá comprobar que son satisfactorias a partir de las pruebas contenidas en las actas de ensayo.

1.2. El pavimento podrá mojarse desde el lateral de la pista o mediante un sistema incorporado en el vehículo o remolque de ensayo.

Si se utiliza un sistema situado en el lateral de la pista, el pavimento de ensayo se mojará durante un mínimo de media hora antes del ensayo para igualar la temperatura del pavimento y la temperatura del agua. Se recomienda que se siga mojando la pista desde el lateral a lo largo de todo el ensayo.

La profundidad del agua se situará entre 0,5 y 2,0 mm.

1.3. El viento no deberá interferir en el mojado del pavimento (se permiten las pantallas contra el viento).

La temperatura ambiente y la del pavimento mojado se situará entre 5 °C y 35 °C y no variará más de 10 °C durante el ensayo.

1.4. A fin de abarcar la gama de tamaños de los neumáticos de vehículos comerciales, se utilizarán tres tamaños de neumático de referencia normalizados de ensayo (SRTT) para medir el índice relativo de adherencia en superficie mojada:

a) SRTT 315/70R22,5 LI=154/150, ASTM F2870

b) SRTT 245/70R19,5 LI=136/134, ASTM F2871

c) SRTT 225/75 R 16 C LI=116/114, ASTM F2872

Los tres tamaños de neumático de referencia normalizado de ensayo se utilizarán para medir el índice relativo de adherencia en superficie mojada como se muestra en el cuadro siguiente:

Neumáticos de la clase C3	
Familia estrecha $S_{\text{Nominal}} < 285 \text{ mm}$	Familia ancha $S_{\text{Nominal}} \geq 285 \text{ mm}$
SRTT 245/70R19,5 LI=136/134	SRTT 315/70R22,5 LI=154/150

Neumáticos de la clase C2

SRTT 225/75 R 16 C LI=116/114

S_{nominal} = anchura nominal de sección del neumático

2. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

La adherencia en superficie mojada comparativa se determinará mediante:

- a) bien un remolque o un vehículo especial para la evaluación de neumáticos; o bien
- b) un vehículo de serie (de categoría M_2 , M_3 , N_1 , N_2 o N_3) con arreglo a la definición de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos [R.E.3] que figura en el documento TRANS/WP.29/78/Rev.3/punto 2.

2.1. Procedimiento relativo al remolque o vehículo especial para la evaluación de neumáticos

2.1.1. Las mediciones se realizan en (un) neumático(s) montado(s) en un remolque arrastrado por un vehículo o en un vehículo de ensayo de neumáticos.

El freno en la posición de ensayo se acciona con firmeza hasta que se genera un par de frenado suficiente para producir la fuerza máxima de frenado que se pueda producir antes del bloqueo de la rueda a una velocidad de ensayo de 50 km/h. El remolque, así como su vehículo tractor, o el vehículo de evaluación de neumáticos reunirá los requisitos siguientes:

- 2.1.1.1. Ser capaz de superar el límite superior de la velocidad de ensayo de 50 km/h y de mantener el requisito sobre velocidad de ensayo de $(50 \pm 2 \text{ km/h})$ incluso en el momento de aplicación de la máxima fuerza de frenado.
- 2.1.1.2. Contará con un eje que proporcione una posición de ensayo, dotado de un freno hidráulico y de un sistema de accionamiento que pueda hacerse funcionar en la posición de ensayo desde el vehículo tractor, en su caso. El sistema de frenado será capaz de proporcionar un par de frenado suficiente para alcanzar el coeficiente de fuerza máxima de frenado en el caso de toda la gama de tamaños de neumático y de cargas de los neumáticos que vayan a someterse a ensayo.
- 2.1.1.3. Ser capaz de mantener la alineación longitudinal (convergencia) y la salida del conjunto de rueda y neumático sometido a ensayo dentro de $\pm 0,5^\circ$ de los valores conseguidos en carga en condición estática.

2.1.1.4. En el caso de que esté integrado un sistema de mojado de la pista:

El sistema será capaz de suministrar el agua de forma que el neumático y el pavimento de la pista situado delante del mismo estén mojados antes del inicio del frenado y a lo largo de toda la duración del ensayo. El dispositivo podrá estar equipado, facultativamente, con un sistema de mojado del pavimento, salvo el depósito de almacenamiento que, en el caso del remolque, está montado en el vehículo tractor. El agua que se aplica al pavimento por delante de los neumáticos de ensayo será suministrada mediante una boquilla convenientemente diseñada para asegurar que la capa de agua que se encuentra el neumático de ensayo tenga una sección transversal constante a la velocidad de velocidad con un mínimo salpicamiento y neblina de rociado.

La configuración y posición de la boquilla deberán garantizar que los chorros de agua están dirigidos hacia el neumático de ensayo y que apuntan hacia el pavimento con un ángulo entre 15° y 30°. El agua se proyecta hacia el pavimento a una distancia de entre 0,25 m y 0,5 m por delante del centro de la zona de contacto del neumático. La boquilla se situará a 100 mm por encima del pavimento o a la mínima altura requerida para salvar los obstáculos que el vehículo de ensayo pueda encontrar, pero en cualquier caso a no más de 200 mm por encima del pavimento. La capa de agua será como mínimo 25 mm más ancha que la banda de rodadura del neumático de ensayo y se aplicará de forma que el neumático se encuentre situado centrado entre los bordes. El volumen de agua por unidad de anchura del pavimento mojado será directamente proporcional a la velocidad de ensayo. La cantidad de agua aplicada a 50 km/h será de 14 l/s por metro de anchura de la superficie mojada. Los valores nominales del caudal de aplicación de agua deberán mantenerse con una tolerancia de $\pm 10\%$.

2.1.2. Procedimiento de ensayo

2.1.2.1. Los neumáticos de ensayo se montarán en llantas especificadas por una organización de normalización reconocida en materia de neumáticos y de llantas según la lista que figura en el apéndice 4 del anexo 6 del presente Reglamento. Debe garantizarse un asiento del talón adecuado mediante el uso de un lubricante apropiado. Debe evitarse el uso excesivo de lubricante para evitar que el neumático resbale en la llanta de la rueda.

Compruébese la presión de inflado especificada de los neumáticos de ensayo a temperatura ambiente (en frío), justo antes del ensayo. A efectos de la presente norma, la presión de inflado en frío de los neumáticos de ensayo P_t se calculará de la manera siguiente:

$$P_t = P_r \times \left(\frac{Q_t}{Q_r} \right)^{1,25}$$

Donde:

P_r = presión de inflado marcada en el flanco. Si P_r no está marcada en el flanco, remítase a la presión especificada en los manuales de las normas para neumáticos aplicables correspondientes a la capacidad máxima de carga para utilización simple

Q_t = la carga estática de ensayo del neumático

Q_r = la masa máxima asociada con el índice de capacidad de carga del neumático

2.1.2.2. Para el rodaje de los neumáticos, deberán realizarse dos frenados. El neumático se acondicionará un mínimo de dos horas junto a la pista de ensayo de forma que se establezca a la temperatura ambiente de la zona de la pista de ensayo. El/los neumático(s) no estará(n) expuesto(s) a la luz solar directa durante el acondicionamiento.

2.1.2.3. Las condiciones de carga para el ensayo serán el $75 \pm 5\%$ del valor correspondiente al índice de carga.

2.1.2.4. Poco antes del ensayo, se acondicionará la pista realizando un mínimo de diez ensayos de frenado a 50 km/h sobre la parte de esta que vaya a emplearse para el programa de ensayo de las prestaciones, pero utilizando un neumático que no participe en dicho programa.

2.1.2.5. Inmediatamente antes del ensayo se comprobará la presión de inflado, que se reajustará en caso necesario a los valores previstos en el punto 2.1.2.1.

2.1.2.6. La velocidad del ensayo será de 50 ± 2 km/h y se mantendrá entre ambos límites a lo largo del ensayo.

- 2.1.2.7. El sentido del ensayo será el mismo para cada grupo de ensayos y, en el caso del neumático sometido a ensayo, será el mismo que para el SRTT con el que se vayan a comparar sus prestaciones.
- 2.1.2.8. Se suministrará agua al pavimento por delante del neumático de ensayos aproximadamente 0,5 s antes de la activación del freno (en caso de sistema interno de mojado). Los frenos de la rueda de ensayo se aplicarán de forma que se consiga la fuerza máxima de frenado en el intervalo situado entre 0,2 s y 1,0 s a partir de su aplicación.
- 2.1.2.9. En el caso de los neumáticos nuevos, los dos primeros frenazos sirven para rodarlos y no se tendrán en cuenta.
- 2.1.2.10. Para la evaluación de las prestaciones de cualquier neumático con respecto a las del SRTT, el ensayo de frenado se realizará en la misma zona de la pista de ensayo.
- 2.1.2.11. El orden del ensayo será el siguiente:

R1 — T — R2

Donde:

R1 = el primer ensayo del SRTT,

R2 = el segundo ensayo del SRTT y

T = el ensayo del neumático candidato que va a ser evaluado.

Antes de repetir el ensayo del SRTT podrán someterse a ensayo un máximo de tres neumáticos candidatos, por ejemplo:

R1 — T1 — T2 — T3 — R2

- 2.1.2.12. Calcúlese el coeficiente máximo de fuerza de frenado (μ_{peak}) para cada ensayo utilizando la siguiente ecuación:

$$\mu(t) = \frac{|f_h(t)|}{|f_v(t)|} \quad (1)$$

Donde:

$\mu(t)$ = el coeficiente de fuerza de frenado dinámica de un neumático en tiempo real,

$f_h(t)$ = la fuerza de frenado dinámica en tiempo real, en N,

$f_v(t)$ = la carga vertical dinámica en tiempo real, en N.

Mediante la ecuación (1) para el coeficiente de fuerza de frenado dinámica de un neumático, calcúlese el coeficiente máximo de fuerza de frenado de un neumático (μ_{peak}) determinando el valor máximo de $\mu(t)$ antes de que se produzca el bloqueo. Las señales analógicas deben filtrarse para eliminar el ruido. Las señales registradas digitalmente pueden ser filtradas utilizando una técnica de media móvil.

Calcúlense los valores medios de coeficiente máximo de frenado ($\mu_{\text{peak, ave}}$) promediando cuatro o más ensayos repetidos válidos para cada serie de ensayos y neumáticos de referencia en cada condición de ensayo, a condición de que los ensayos se concluyan en el mismo día.

2.1.2.13. Validación de resultados

En el caso del neumático de referencia:

Si el coeficiente de variación del coeficiente máximo de frenado, que se calcula mediante «desviación típica/media × 100» del neumático de referencia, es superior al 5 %, descártense todos los datos y repítase el ensayo correspondiente a dicho neumático de referencia.

En el caso de los neumáticos candidatos:

Los coeficientes de variación (desviación típica/media × 100) se calculan para todos los neumáticos candidatos. Si un coeficiente de variación es superior al 5 %, descártense los datos correspondientes a dicho neumático candidato y repítase el ensayo.

Siendo R1 la media del coeficiente máximo de frenado en el primer ensayo del neumático de referencia y siendo R2 la media del coeficiente máximo de frenado en el segundo ensayo de dicho neumático, realícense las siguientes operaciones con arreglo al cuadro siguiente:

Si el número de juegos de neumáticos candidatos entre dos ensayos sucesivos del neumático de referencia es:	y el juego de neumáticos candidatos que se va a controlar es:	entonces el valor de «Ra» se calcula como sigue:
1 ↓ R1 — T1 — R2	T1	Ra = 1/2 (R1 + R2)
2 ↓ R1 — T1 — T2 — R2	T1 T2	Ra = 2/3 R1 + 1/3 R2 Ra = 1/3 R1 + 2/3 R2
3 ↓ FR1 — T1 — T2 — T3 — R2	T1 T2 T3	Ra = 3/4 R1 + 1/4 R2 Ra = 1/2 (R1 + R2) Ra = 1/4 R1 + 3/4 R2

2.1.2.14. El índice de adherencia en superficie mojada (G) se calculará del siguiente modo:

$$\text{Índice de adherencia en superficie mojada (G)} = \mu_{\text{peak,ave}}(\text{T}) / \mu_{\text{peak,ave}}(\text{R})$$

Representa el índice relativo de adherencia en superficie mojada de los resultados del frenado del neumático candidato (T) comparados con el neumático de referencia (R).

2.2. Procedimiento con un vehículo de serie

2.2.1. El vehículo tendrá dos ejes y contará con un sistema antibloqueo de frenos (p. ej., un vehículo de serie de las categorías M₂, M₃, N₁, N₂ o N₃). El ABS seguirá cumpliendo los requisitos de adherencia establecidos en los Reglamentos, según corresponda, y será comparable y constante durante todos los ensayos con los diferentes neumáticos montados.

2.2.1.1. Equipo de medición

El vehículo estará dotado de un sensor adecuado para la medición de la velocidad sobre una superficie mojada y de la distancia recorrida entre dos velocidades.

Para medir la velocidad del vehículo se utilizará una quinta rueda o un sistema de medición de la velocidad sin contacto.

Deberán respetarse las siguientes tolerancias:

- a) Para las mediciones de la velocidad: $\pm 1\%$ o $\pm 0,5$ km/h, el valor que sea mayor;
- b) Para las mediciones de la distancia: $\pm 1 \times 10^{-1}$ m.

Para el ensayo se podrá utilizar dentro del vehículo un dispositivo que indique la velocidad medida o la diferencia entre esta y la velocidad de referencia, de forma que el conductor pueda ajustar la velocidad del vehículo.

También podrá utilizarse un sistema de adquisición de datos para almacenar las mediciones.

2.2.2. Procedimiento de ensayo

A partir de una velocidad inicial definida, los frenos se aplican con suficiente fuerza sobre los dos ejes al mismo tiempo para activar el sistema del ABS.

2.2.2.1. La deceleración media (AD) se calcula entre dos velocidades definidas, con una velocidad inicial de 60 km/h y una velocidad final de 20 km/h.

2.2.2.2. Equipo del vehículo

El eje trasero puede venir equipado con 2 o 4 neumáticos, indistintamente.

Para el ensayo del neumático de referencia, ambos ejes van equipados con neumáticos de referencia (un total de 4 o 6 neumáticos de referencia, dependiendo de la elección antes mencionada).

Para el ensayo del neumático candidato, hay tres posibilidades de configuración de la instalación:

- a) Configuración 1: neumáticos candidatos en los ejes delantero y trasero: es la configuración estándar que debe utilizarse cada vez que sea posible.
- b) Configuración 2: neumáticos candidatos en el eje delantero y neumático de referencia o de control en el eje trasero: autorizado en aquellos casos en que no sea posible instalar el neumático candidato en la posición trasera.
- c) Configuración 3: neumáticos candidatos en el eje trasero y neumático de control en el eje delantero: autorizado en aquellos casos en que no sea posible instalar el neumático candidato en la posición delantera.

2.2.2.3. Presión de inflado del neumático

- a) Para una carga vertical superior o igual al 75 % de la capacidad de carga del neumático, la presión de inflado de ensayo P_t se calculará como sigue:

$$P_t = P_r \cdot (Q_t/Q_r)^{1,25}$$

P_r = Presión de inflado marcada en el flanco. Si P_r no está marcada en el flanco, remítase a la presión especificada en los manuales de las normas para neumáticos aplicables correspondientes a la capacidad máxima de carga para utilización simple

Q_t = la carga estática de ensayo del neumático

Q_r = la masa máxima asociada con el índice de capacidad de carga del neumático

- b) Para una carga vertical inferior al 75 % de la capacidad de carga del neumático, la presión de inflado de ensayo P_t se calculará como sigue:

$$P_t = P_r \cdot (0,75)^{1,25} = (0,7) \cdot P_r$$

P_r = Presión de inflado marcada en el flanco.

Si P_r no está marcada en el flanco, remítase a la presión especificada en los manuales de las normas para neumáticos aplicables correspondientes a la capacidad máxima de carga para utilización simple

Compruébese la presión de los neumáticos justo antes del ensayo a temperatura ambiente.

2.2.2.4. Carga de los neumáticos

La carga estática de cada eje deberá seguir siendo la misma a lo largo de todo el procedimiento de ensayo. La carga estática de cada neumático del eje deberá estar comprendida entre el 60 % y el 100 % de la capacidad de carga del neumático candidato. Este valor no deberá exceder del 100 % de la capacidad de carga del neumático de referencia.

Las cargas de los neumáticos del mismo eje no deben diferir en más de un 10 %.

Al recurrirse al montaje de los neumáticos conforme a las configuraciones 2 y 3 deberán cumplirse los siguientes requisitos adicionales:

Configuración 2: carga del eje delantero > carga del eje trasero

El eje trasero puede venir equipado con 2 o 4 neumáticos, indistintamente.

Configuración 3: carga del eje trasero > carga del eje delantero \times 1,8

2.2.2.5. Preparación y rodaje del neumático

2.2.2.5.1. El neumático de ensayo se montará en la llanta de ensayo indicada por el fabricante de neumáticos.

Debe garantizarse un asiento del talón adecuado mediante el uso de un lubricante apropiado. Debe evitarse el uso excesivo de lubricante para evitar que el neumático resbale en la llanta de la rueda.

2.2.2.5.2. Colóquense los neumáticos de ensayo montados en un lugar durante un mínimo de dos horas de modo que todos ellos tengan la misma temperatura ambiente antes de los ensayos, y protéjaseles del sol para evitar el calor excesivo debido a la radiación solar. Para el rodaje de los neumáticos, realícese dos frenados.

2.2.2.5.3. Acondiciónese el pavimento efectuando diez ensayos, como mínimo, con neumáticos que no participen en el programa de ensayos a una velocidad inicial superior o igual a 65 km/h (que es superior a la velocidad inicial de ensayo para garantizar que se acondiciona una longitud suficiente de pista).

2.2.2.6. Procedimiento

2.2.2.6.1. En primer lugar, móntese el juego de neumáticos de referencia en el vehículo.

El vehículo acelera en la zona de partida hasta 65 ± 2 km/h.

Los frenos se activan siempre en el mismo lugar de la pista con una tolerancia de 5 metros en sentido longitudinal y 0,5 metros en sentido transversal.

2.2.2.6.2. Según el tipo de transmisión, caben dos posibilidades:

a) Transmisión manual

Tan pronto como el conductor se encuentre en la zona de medición y se hayan alcanzado 65 ± 2 km/h, desembragará y pisará bruscamente el pedal del freno, manteniéndolo pisado durante todo el tiempo necesario para realizar la medición.

b) Transmisión automática

Tan pronto como el conductor se encuentre en la zona de medición y se hayan alcanzado 65 ± 2 km/h, seleccionará el punto muerto y pisará bruscamente el pedal del freno, manteniéndolo pisado durante todo el tiempo necesario para realizar la medición.

La activación automática de los frenos puede realizarse mediante un sistema de detección compuesto de dos partes, una asociada a la pista y la otra situada a bordo del vehículo. En ese caso, el frenado se realiza de forma más rigurosa en la misma porción de la pista.

Si no se cumple alguna de las condiciones antes mencionadas al realizar una medición (la tolerancia de la velocidad, el tiempo de frenado, etc.), se descarta la medición y se realiza una nueva.

2.2.2.6.3. Orden de paso para los ensayos

Ejemplos:

El orden de paso para un ensayo de 3 juegos de neumáticos candidatos (T1 a T3) más 1 juego de neumáticos de referencia (R) sería el siguiente:

R — T1 — T2 — T3 — R

El orden de paso para un ensayo de 5 juegos de neumáticos candidatos (T1 a T5) más 1 juego de neumáticos de referencia (R) sería el siguiente:

R — T1 — T2 — T3 — R — T4 — T5 — R

2.2.2.6.4. El sentido del ensayo será el mismo para cada grupo de ensayos y, en el caso del neumático candidato sometido a ensayo, será el mismo que para el SRTT con el que se vayan a comparar sus prestaciones.

2.2.2.6.5. Para cada ensayo y para los nuevos neumáticos, se descartarán las 2 primeras mediciones.

2.2.2.6.6. Después de que se hayan efectuado un mínimo de 3 mediciones válidas en la misma dirección, los neumáticos de referencia se sustituirán por un juego de los neumáticos candidatos (una de las 3 configuraciones presentadas en el punto 2.2.2.2) y se realizarán al menos 6 mediciones válidas.

2.2.2.6.7. Se puede someter a ensayo un máximo de 3 juegos de neumáticos candidatos antes de volver a someter a ensayo el neumático de referencia.

2.2.2.7. Elaboración de los resultados de las mediciones

2.2.2.7.1. Cálculo de la deceleración media (AD)

Cada vez que se repita la medición, la deceleración media AD ($m \cdot s^{-2}$) se calcula como sigue:

$$AD = \frac{S_f^2 - S_i^2}{2d}$$

donde d (m) es la distancia recorrida entre la velocidad inicial S_i ($m \cdot s^{-1}$) y la velocidad final S_f ($m \cdot s^{-1}$).

2.2.2.7.2. Validación de resultados

En el caso del neumático de referencia:

Si el coeficiente de variación de la AD de cualesquiera 2 grupos consecutivos de 3 ensayos del neumático de referencia es superior al 3 %, todos los datos serán descartados y se repetirá el ensayo para todos los neumáticos (los neumáticos candidatos y el neumático de referencia). El coeficiente de variación se calcula mediante la relación siguiente:

$$\frac{\text{desviación típica}}{\text{media}} \times 100$$

En el caso de los neumáticos candidatos:

Los coeficientes de variación se calculan para todos los neumáticos candidatos.

$$\frac{\text{desviación típica}}{\text{media}} \times 100$$

Si un coeficiente de variación es superior al 3 %, descártense los datos correspondientes a dicho neumático candidato y repítase el ensayo.

2.2.2.7.3. Cálculo de la «AD media»

Siendo R1 la media de los valores de la AD en el primer ensayo del neumático de referencia y siendo R2 la media de los valores de la AD en el segundo ensayo de dicho neumático, realícense las siguientes operaciones con arreglo al cuadro 1.

Ra es la AD media ajustada del neumático de referencia.

Cuadro 1

N.º de juegos de neumáticos candidatos entre 2 ensayos sucesivos del neumático de referencia	Juego de neumáticos candidatos que se va a controlar	Ra
1 R1-T1-R2	T1	$Ra = 1/2 (R1 + R2)$
2 R1-T1-T2-R2	T1	$Ra = 2/3 R1 + 1/3 R2$
	T2	$Ra = 1/3 R1 + 2/3 R2$
3 R1-T1-T2-T3-R2	T1	$Ra = 3/4 R1 + 1/4 R2$
	T2	$Ra = 1/2 (R1 + R2)$
	T3	$Ra = 1/4 R1 + 3/4 R2$

2.2.2.7.4. Cálculo del coeficiente de fuerza de frenado (BFC)

BFC(R) y BFC(T) se calculan de acuerdo con el cuadro 2:

Cuadro 2

Tipo de neumático	Coefficiente de fuerza de frenado
Neumático de referencia	$BFC(R) = Ra/g$
Neumático candidato	$BFC(T) = Ta/g$

g es la aceleración debida a la gravedad (redondeada a $9,81 \text{ m/s}^{-2}$).

Ta ($a = 1, 2, \text{etc.}$) es la media de los valores de la AD para un ensayo de un neumático candidato.

2.2.2.7.5. Cálculo del índice de adherencia en superficie mojada del neumático

El índice de adherencia en superficie mojada representa las prestaciones relativas del neumático candidato en comparación con el neumático de referencia. La forma de obtenerlo depende de la configuración del ensayo, conforme al punto 2.2.2.2 del presente anexo. El índice de adherencia en superficie mojada del neumático se calculará como se indica en el cuadro 3:

Cuadro 3

Configuración C1: neumáticos candidatos en ambos ejes	$\text{Índice de adherencia en superficie mojada} = \frac{BFC(T)}{BFC(R)}$
Configuración C2: neumáticos candidatos en el eje delantero y neumáticos de referencia en el eje trasero	$\text{Índice de adherencia en superficie mojada} = \frac{BFC(T)[a + b + h \cdot BFC(R)] - a \cdot BFC(R)}{BFC(R)[b + h \cdot BFC(T)]}$
Configuración C3: neumáticos de referencia en el eje delantero y neumáticos candidatos en el eje trasero	$\text{Índice de adherencia en superficie mojada} = \frac{BFC(T)[-a - b + h \cdot BFC(R)] + B \cdot BFC(R)}{BFC(R)[-a + h \cdot BFC(T)]}$

Donde:

- G: centro de gravedad del vehículo cargado
- m: masa (en kg) del vehículo cargado
- a: distancia horizontal entre el eje delantero y el centro de gravedad del vehículo cargado (m)
- b: distancia horizontal entre el eje trasero y el centro de gravedad del vehículo cargado
- h: distancia vertical entre el nivel del suelo y el centro de gravedad del vehículo cargado (m).

Nota: cuando «h» no se conoce con precisión, se aplicarán los siguientes valores más desfavorables: 1,2 para la configuración C2 y 1,5 para la configuración C3.

γ : es la aceleración del vehículo cargado ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

g : es la aceleración debida a la gravedad ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

X1: es la reacción longitudinal (dirección X) de los neumáticos delanteros en la carretera

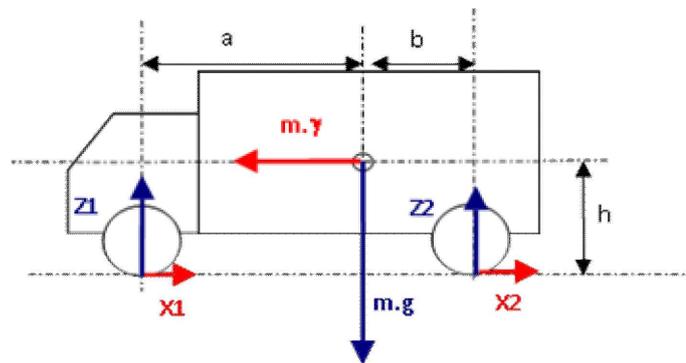
X2: es la reacción longitudinal (dirección X) de los neumáticos traseros en la carretera

Z1: es la reacción normal (dirección Z) de los neumáticos delanteros en la carretera

Z2: es la reacción normal (dirección Z) de los neumáticos traseros en la carretera

Figura 1

Explicación de la nomenclatura relativa al índice de adherencia del neumático



- 2.2.2.8. Comparación entre los resultados de adherencia en superficie mojada de un neumático candidato y un neumático de referencia utilizando un neumático de control

Cuando el tamaño del neumático candidato difiere de forma significativa del neumático de referencia, puede no ser posible realizar una comparación directa con el mismo vehículo. Este enfoque utiliza un neumático intermedio, en lo sucesivo denominado neumático de control.

- 2.2.2.8.1. El principio se basa en el uso de un neumático de control y 2 vehículos diferentes para evaluar un neumático candidato mediante comparación con un neumático de referencia.

Un vehículo puede llevar instalado el neumático de referencia y el neumático de control, y el otro vehículo, el neumático de control y el neumático candidato. Todas las condiciones deben ser conformes con los puntos 2.2.1.2 a 2.2.2.5 anteriores.

- 2.2.2.8.2. La primera evaluación es una comparación entre el neumático de control y el neumático de referencia. El resultado (índice de adherencia en superficie mojada 1) es la eficiencia relativa del neumático de control en comparación con el neumático de referencia.

- 2.2.2.8.3. La segunda evaluación consiste en una comparación entre el neumático candidato y el neumático de control. El resultado (índice de adherencia en superficie mojada 2) es la eficiencia relativa del neumático candidato en comparación con el neumático de control.

La segunda evaluación debe realizarse en la misma pista que la primera y en el plazo de una semana como máximo. La diferencia máxima de temperatura de la superficie mojada respecto a la temperatura de la primera evaluación será de ± 5 °C. El juego de neumáticos de control (4 o 6) será físicamente el mismo juego utilizado para la primera evaluación.

- 2.2.2.8.4. El índice de adherencia en superficie mojada del neumático candidato con respecto al neumático de referencia se deducirá multiplicando las eficiencias relativas calculadas anteriormente:

(Índice de adherencia en superficie mojada 1 · índice de adherencia en superficie mojada 2)

Nota: Cuando el experto encargado de los ensayos decida utilizar un neumático SRTT como neumático de control (es decir, en el procedimiento de ensayo se comparan dos SRTT directamente en lugar de un SRTT con un neumático de control) el resultado de la comparación entre los SRTT se denomina «factor de desplazamiento local».

Se permite utilizar una comparación anterior entre neumáticos SRTT.

Los resultados de la comparación se comprobarán periódicamente.

2.2.2.8.5. Selección de un juego de neumáticos como juego de neumáticos de control

Un «juego de neumáticos de control» es un grupo de neumáticos idénticos producidos en la misma fábrica durante un período de una semana.

2.2.2.8.6. Neumáticos de referencia y neumáticos de control

Antes de la primera evaluación (neumático de control / neumático de referencia) pueden aplicarse unas condiciones normales de almacenamiento. Es necesario que todos los neumáticos de un juego de neumáticos de control se hayan sido mantenidos en las mismas condiciones.

2.2.2.8.7. Almacenamiento de los neumáticos de control

Tan pronto como el juego de neumáticos de control haya sido evaluado para compararlo con el neumático de referencia, se aplicarán unas condiciones de mantenimiento específicas para la sustitución de los neumáticos de control.

2.2.2.8.8. Sustitución de los neumáticos de referencia y de los neumáticos de control

El neumático debe dejar de utilizarse cuando los ensayos hayan producido desgaste irregular o daños, o cuando el desgaste influya en los resultados de los ensayos.

N.º		1		2		3		4		5	
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
AD media (m/s ²)											
Desviación típica (m/s ²)											
Validación de resultados Coef. de variación (%) < 3 %											
AD media ajustada del neumático de referencia: R _a (m/s ²)											
BFC(R) neumático de re- ferencia (SRTT16)											
BFC(T) neumático candi- dato											
Índice de adherencia en superficie mojada (%)											

ANEXO 6

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA RODADURA

1. MÉTODOS DE ENSAYO

En el presente Reglamento se enumeran a continuación los métodos alternativos de medición. La elección del método corresponderá a la persona encargada de la realización del ensayo. Para cada método, las mediciones de ensayo se convertirán en una fuerza ejercida en la interfaz entre el neumático y el tambor. Se miden los parámetros siguientes:

- a) en el método de fuerza: la fuerza de reacción medida o convertida en el eje de la rueda ⁽¹⁾;
- b) en el método de par: el par aplicado, medido en el tambor de ensayo ⁽²⁾;
- c) en el método de deceleración: la medición de la deceleración del conjunto formado por el tambor de ensayo y el neumático ⁽²⁾;
- d) en el método de potencia: la medición de la potencia aplicada al tambor de ensayo ⁽²⁾.

2. EQUIPO DE ENSAYO

2.1. Especificaciones del tambor

2.1.1. Diámetro

El dinamómetro de ensayo tendrá un volante cilíndrico (tambor) de un diámetro mínimo de 1,7 m.

Los valores F_r y C_r se expresarán con respecto a un diámetro de tambor de 2,0 m. Si se utiliza un diámetro de tambor distinto de 2,0 m, se ajustará la correlación con arreglo al método del punto 6.3 del presente anexo.

2.1.2. Superficie

La superficie del tambor será de acero liso. Como alternativa, a fin de mejorar la exactitud de la medición con carga mínima, también podrá utilizarse una superficie texturada, que se conservará limpia.

Los valores F_r y C_r se expresarán con respecto a la superficie de tambor «lisa». Si se utiliza una superficie texturada, véase lo dispuesto en el apéndice 1, punto 7.

2.1.3. Anchura

La anchura de la superficie de ensayo del tambor será mayor que la anchura de la superficie de contacto del neumático de ensayo.

2.2. Llanta de medición (véase el apéndice 2)

El neumático estará montado en una llanta de acero o de aleación ligera, con arreglo a lo que a continuación se indica:

- a) para los neumáticos de la clase C1, la anchura de la llanta será la definida en la norma ISO 4000-1:2010.
- b) para los neumáticos de las clases C2 y C3, la anchura de la llanta será la definida en la norma ISO 4209 1:2001.

⁽¹⁾ Este valor medido también incluye las pérdidas aerodinámicas y por los cojinetes de la rueda y del neumático, que también se tienen en cuenta para una interpretación posterior de los datos.

⁽²⁾ Este valor medido en los métodos de par, deceleración y potencia también incluye las pérdidas aerodinámicas y por los cojinetes de la rueda, del neumático y del tambor, que también se tienen en cuenta para una interpretación posterior de los datos.

En los casos en que la anchura no esté definida en las normas ISO antes mencionadas, podrá utilizarse la anchura de la llanta de ensayo indicada por una de las organizaciones de normalización, conforme a lo dispuesto en el apéndice 4.

2.3. Exactitud de la carga, la alineación, el control y los instrumentos

La medición de estos parámetros será suficientemente exacta como para proporcionar los datos de ensayo requeridos. En el apéndice 1 figuran los valores respectivos específicos.

2.4. Ambiente térmico

2.4.1. Condiciones de referencia

La temperatura ambiente de referencia será de 25 °C, medida a una distancia comprendida entre 0,15 m y 1 m del flanco del neumático.

2.4.2. Otras condiciones posibles

Si la temperatura ambiente de ensayo es distinta de la de referencia, la medición de la resistencia a la rodadura se corregirá al nivel de la temperatura ambiente de referencia, con arreglo al punto 6.2 del presente anexo.

2.4.3. Temperatura de la superficie del tambor

Deberá prestarse atención para garantizar que la temperatura de la superficie del tambor de ensayo es la misma que la temperatura ambiente al inicio del ensayo.

3. CONDICIONES DE ENSAYO

3.1. Generalidades

El ensayo consiste en una medición de la resistencia a la rodadura en la que el neumático está inflado y se permite que la presión de inflado aumente («inflado con evolución libre de la presión»).

3.2. Velocidades de ensayo

El valor será el obtenido a la velocidad del tambor correspondiente, que se especifica en el cuadro 1.

Cuadro 1

Velocidades de ensayo (km/h)

Clase de neumático	C1	C2 y C3	C3	
Índice de carga	Todos	LI ≤ 121	LI > 121	
Símbolo de velocidad	Todos	Todos	J 100 km/h e inferior o neumáticos sin símbolo de velocidad	K 110 km/h y superior
Velocidad	80	80	60	80

3.3. Carga de ensayo

La carga de ensayo normalizada se calculará a partir de los valores del cuadro 2 y se mantendrá dentro de la tolerancia especificada en el apéndice 1.

3.4. Presión de inflado de ensayo

La presión de inflado corresponderá a la especificada en el cuadro 2 y evolucionará libremente dentro de los límites de exactitud especificados en el punto 4 del apéndice 1 del presente anexo.

Cuadro 2

Cargas de ensayo y presiones de inflado

Clase de neumático	C1 ^(a)		C2, C3
	Carga normal	Reforzado o carga extra	
Carga: % de la capacidad máxima de carga	80	80	85 ^(b) (% de carga simple)
Presión de inflado kPa	210	250	Correspondiente a la capacidad máxima de carga para utilización simple ^(c)

Nota: La presión de inflado evolucionará libremente dentro de los límites de exactitud especificados en el punto 4 del apéndice 1 del presente anexo.

^(a) Para los neumáticos de turismo de categorías no recogidas en la norma ISO 4000-1:2010, la presión de inflado será la recomendada por el fabricante del neumático, correspondiente a la capacidad máxima de carga del neumático, reducida en 30 kPa.

^(b) Como porcentaje de carga simple, o el 85 % de la capacidad máxima de carga para utilización simple especificada en los manuales de las normas para neumáticos aplicables si no figura en el neumático.

^(c) Presión de inflado marcada en el flanco o, en su defecto, la especificada en los manuales de las normas para neumáticos aplicables correspondientes a la capacidad máxima de carga para utilización simple.

3.5. Duración y velocidad

Cuando se seleccione el método de deceleración, se aplicarán los siguientes requisitos:

a) La deceleración se determinará de forma diferencial ($d\omega/dt$) o discreta ($\Delta\omega/\Delta t$), donde ω es la velocidad angular y t es el tiempo;

Si se utiliza la forma diferencial $d\omega/dt$, se aplicarán las recomendaciones del apéndice 5 del presente anexo;

b) Para la duración Δt , los incrementos de tiempo no superarán 0,5 s;

c) cualquier variación de la velocidad del tambor de ensayo no superará 1 km/h en un incremento de tiempo.

4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

4.1. Generalidades

Las fases del procedimiento de ensayo descritas a continuación se seguirán en la secuencia presentada.

4.2. Acondicionamiento térmico

Se colocará el neumático hinchado en el ambiente térmico del lugar del ensayo durante un mínimo de:

- a) 3 horas para los neumáticos de la clase C1;
- b) 6 horas para los neumáticos de las clases C2 y C3.

4.3. Ajuste de la presión

Tras el acondicionamiento térmico, la presión de inflado se ajustará a la presión de ensayo y se verificará 10 minutos después de que se haya hecho.

4.4. Calentamiento

En el cuadro 3 se especifica la duración del calentamiento.

Cuadro 3

Duración del calentamiento

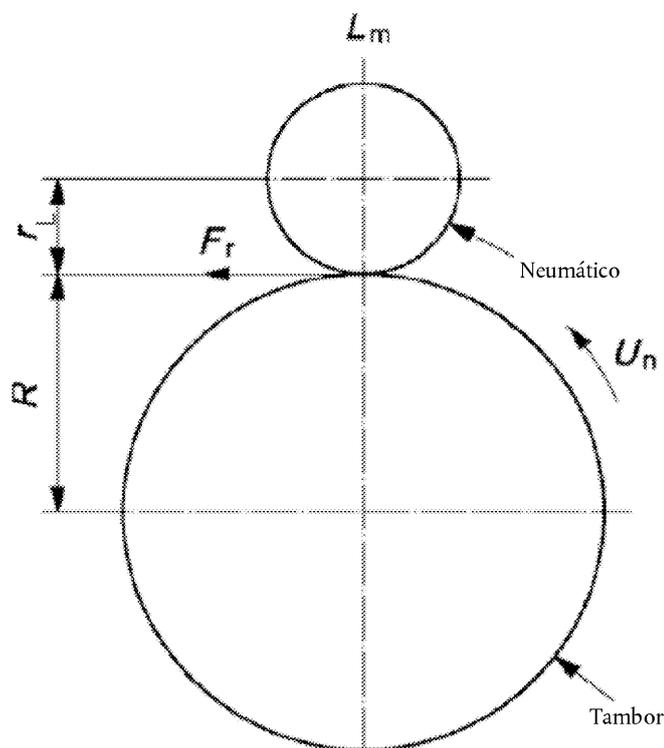
Clase de neumático	C1	C2 y C3 LI ≤ 121	C3 LI > 121	
			< 22,5	≥ 22,5
Diámetro nominal de la llanta	Todos	Todos	< 22,5	≥ 22,5
Duración del calentamiento	30 min	50 min	150 min	180 min

4.5. Mediciones y registro

Se medirán y registrarán los elementos siguientes (véase la figura 1):

- a) La velocidad de ensayo, U_n ;
- b) La carga soportada por el neumático, perpendicular a la superficie del tambor, L_m .
- c) La presión de inflado de ensayo inicial, definida en el punto 3.3 anterior;
- d) El coeficiente de resistencia a la rodadura que se ha medido, C_p y su valor corregido, $C_{p,c}$, a 25 °C y para un diámetro de tambor de 2 m;
- e) La distancia desde el eje del neumático a la superficie externa del tambor en condiciones estabilizadas, r_t .
- f) La temperatura ambiente, t_{amb} ;
- g) El radio del tambor de ensayo, R ;
- h) El método de ensayo elegido;
- i) La llanta de ensayo (tamaño y material);
- j) El tamaño, el fabricante, el tipo, el número de identificación (de existir), el símbolo de velocidad, el índice de carga y el número DOT (*Department of Transportation* — Ministerio de Transporte).

Figura 1



Todas las cantidades mecánicas (fuerzas, pares) se orientarán conforme a los sistemas de ejes especificados en ISO 8855:1991.

Los neumáticos direccionales rodarán en su sentido de rotación especificado.

4.6. Medición de las pérdidas parásitas

Las pérdidas parásitas se determinarán mediante uno de los procedimientos que figuran en los puntos 4.6.1 o 4.6.2 siguientes.

4.6.1. Medición con carga mínima

Para la medición con carga mínima se aplicará el procedimiento siguiente:

- a) Reducir la carga para mantener el neumático a la velocidad de ensayo sin deslizamiento ⁽¹⁾.

Los valores de la carga serán los siguientes:

- i) Neumáticos de la clase C1: valor recomendado de 100 N; no superará los 200 N.
 - ii) Neumáticos de la clase C2: valor recomendado de 150 N; no superará los 200 N cuando se trate de máquinas concebidas para la medición de neumáticos de clase C1 ni los 500 N en el caso de máquinas concebidas para neumáticos de las clases C2 y C3.
 - iii) Neumáticos de la clase C3: valor recomendado de 400 N; no superará los 500 N.
- b) Registrar la fuerza en el eje F_v , el par aplicado T_v , o la potencia, según corresponda ⁽¹⁾.
 - c) Registrar la carga soportada por el neumático, perpendicular a la superficie del tambor, L_m ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Con la excepción del método de fuerza, el valor medido incluye las pérdidas aerodinámicas y por los cojinetes de la rueda, del neumático y del tambor, que también es preciso tener en cuenta. Se sabe que la fricción en los cojinetes del eje y del tambor dependen de la carga aplicada. Por tanto, es diferente para la medición del sistema cargado y la medición con carga mínima. No obstante, por motivos prácticos, esta diferencia puede no tenerse en cuenta.

4.6.2. Método de deceleración

Para el método de deceleración se aplicará el procedimiento siguiente:

- a) Retirar el neumático de la superficie de ensayo.
- b) Registrar la deceleración del tambor de ensayo Dw_{Do}/Dt y la del neumático sin carga $\Delta w_{T0}/\Delta t$ ⁽¹⁾ o registrar la deceleración del tambor de ensayo j_{D0} y la del neumático sin carga j_{T0} de forma exacta o aproximada, de conformidad con el punto 3.5 anterior.

4.7. En el caso de máquinas que excedan el criterio σ_m

Las fases descritas en los puntos 4.3 a 4.5 anteriores se realizarán solo una vez, si la desviación típica de la medición, determinada conforme al punto 6.5 siguiente, es:

- a) no superior a 0,075 N/kN en el caso de los neumáticos de las clases C1 y C2;
- b) no superior a 0,06 N/kN en el caso de los neumáticos de la clase C3.

Si la desviación típica de la medición excede este criterio, el proceso de medición se repetirá n veces, con arreglo a lo previsto en el punto 6.5 siguiente. El valor de la resistencia a la rodadura comunicado será la media del número n de mediciones.

5. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

5.1. Determinación de las pérdidas parásitas

5.1.1. Generalidades

El laboratorio realizará las mediciones descritas en el punto 4.6.1 anterior correspondientes a los métodos de fuerza, par y potencia, o las contempladas en el punto 4.6.2 anterior correspondientes al método de deceleración, a fin de determinar con precisión en las condiciones de ensayo (carga, velocidad y temperatura), la fricción del eje de la rueda, las pérdidas aerodinámicas del neumático y la rueda, la fricción de los cojinetes del tambor (y, según proceda, del motor y/o del embrague) y las pérdidas aerodinámicas del tambor.

Las pérdidas parásitas relacionadas con interfaz entre el neumático y el tambor F_{pl} , expresadas en newtons, se calcularán a partir del par de fuerza F_t , la potencia o la deceleración, con arreglo a lo expuesto en los puntos 5.1.2 a 5.1.5 siguientes.

5.1.2. Método de fuerza en el eje de la rueda

Calcular: $F_{pl} = F_t (1 + r_l/R)$

Donde:

F_t es la fuerza en el eje de la rueda, en newtons (véase el punto 4.6.1 anterior);

r_l es la distancia desde el eje del neumático a la superficie externa del tambor en condiciones estabilizadas, en metros;

R es el radio del tambor de ensayo, en metros.

5.1.3. Método de par en el eje de la rueda

Calcular: $F_{pl} = T_t/R$

Donde:

T_t es el par aplicado en newtons-metro, según lo dispuesto en el punto 4.6.1.

R es el radio del tambor de ensayo, en metros.

⁽¹⁾ Con la excepción del método de fuerza, el valor medido incluye las pérdidas aerodinámicas y por los cojinetes de la rueda, del neumático y del tambor, que también es preciso tener en cuenta. Se sabe que la fricción en los cojinetes del eje y del tambor dependen de la carga aplicada. Por tanto, es diferente para la medición del sistema cargado y la medición con carga mínima. No obstante, por motivos prácticos, esta diferencia puede no tenerse en cuenta.

5.1.4. Método de potencia en el eje del tambor

$$\text{Calcular: } F_{pl} = \frac{3,6V \times A}{U_n}$$

Donde:

V es la tensión eléctrica aplicada al mecanismo impulsor de la máquina, en voltios;

A es la corriente eléctrica consumida por el mecanismo impulsor de la máquina, en amperios;

U_n es la velocidad del tambor de ensayo, en kilómetros por hora.

5.1.5. Método de deceleración

Calcular las pérdidas parásitas F_{pl} en newtons.

$$F_{pl} = \frac{I_D}{R} \left(\frac{\Delta\omega_{D0}}{\Delta t_0} \right) + \frac{I_T}{R_r} \left(\frac{\Delta\omega_{T0}}{\Delta t_0} \right)$$

Donde:

I_D es la inercia en rotación del tambor de ensayo, en kilogramos por metro cuadrado;

R es la superficie del tambor de ensayo, en metros;

w_{D0} es la velocidad angular del tambor de ensayo, sin neumático, en radianes por segundo;

Δt_0 es el incremento de tiempo elegido para la medición de las pérdidas parásitas sin neumático, en segundos;

I_T es la inercia en rotación del eje, el neumático y la rueda, en kilogramos por metro cuadrado;

R_r es el radio de rodadura del neumático, en metros.

w_{T0} es la velocidad angular del neumático sin carga, en radianes por segundo.

O bien

$$F_{pl} = \frac{I_D}{R} j_{D0} + \frac{I_T}{R_r} j_{T0}$$

Donde:

I_D es la inercia en rotación del tambor de ensayo, en kilogramos por metro cuadrado;

R es la superficie del tambor de ensayo, en metros;

j_{D0} es la deceleración del tambor de ensayo, sin neumático, en radianes por segundo al cuadrado;

I_T es la inercia en rotación del eje, el neumático y la rueda, en kilogramos por metro cuadrado;

R_r es el radio de rodadura del neumático, en metros;

j_{T0} es la deceleración del neumático sin carga, en radianes por segundo al cuadrado.

5.2. Cálculo de la resistencia a la rodadura

5.2.1. Generalidades

La resistencia a la rodadura F_r , expresada en newtons, se calcula mediante los valores obtenidos sometiendo a ensayo el neumático con arreglo a las condiciones especificadas en esta norma internacional y sustrayendo las pérdidas parásitas adecuadas F_{pl} obtenidas según lo dispuesto en el punto 5.1 anterior.

5.2.2. Método de fuerza en el eje de la rueda

La resistencia a la rodadura F_r , expresada en newtons, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$F_r = F_t[1 + (r_L/R)] - F_{pl}$$

Donde:

F_t es la fuerza en el eje de la rueda, en newtons;

F_{pl} representa las pérdidas parásitas calculadas conforme al punto 5.1.2 anterior;

r_L es la distancia desde el eje del neumático a la superficie externa del tambor en condiciones estabilizadas, en metros;

R es el radio del tambor de ensayo, en metros.

5.2.3. Método de par en el eje de la rueda

La resistencia a la rodadura F_r , expresada en newtons, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$F_r = \frac{T_t}{R} - F_{pl}$$

Donde:

T_t es el par ejercido, en newtons-metro;

F_{pl} representa las pérdidas parásitas calculadas conforme al punto 5.1.3 anterior;

R es el radio del tambor de ensayo, en metros.

5.2.4. Método de potencia en el eje del tambor

La resistencia a la rodadura F_r , expresada en newtons, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$F_r = \frac{3,6V \times A}{U_n} - F_{pl}$$

Donde:

V = es la tensión eléctrica aplicada al mecanismo impulsor de la máquina, en voltios;

A = es la corriente eléctrica consumida por el mecanismo impulsor de la máquina, en amperios;

U_n = es la velocidad del tambor de ensayo, en kilómetros por hora;

F_{pl} = representa las pérdidas parásitas calculadas conforme al punto 5.1.4 anterior.

5.2.5. Método de deceleración

La resistencia a la rodadura F_r , expresada en newtons, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$F_r = \frac{I_D}{R} \left(\frac{\Delta\omega_v}{\Delta t_v} \right) + \frac{RI_T}{R^2} \left(\frac{\Delta\omega_v}{\Delta t_v} \right) - F_{pl}$$

Donde:

I_D es la inercia en rotación del tambor de ensayo, en kilogramos por metro cuadrado;

R es la superficie del tambor de ensayo, en metros;

F_{pl} representa las pérdidas parásitas calculadas conforme al punto 5.1.5 anterior;

Δt_v es el incremento de tiempo elegido para la medición, en segundos;

$\Delta\omega_v$ es el incremento de la velocidad angular del tambor de ensayo, sin neumático, en radianes por segundo;

I_T es la inercia en rotación del eje, el neumático y la rueda, en kilogramos por metro cuadrado;

R_r es el radio de rodadura del neumático, en metros;

F_r es la resistencia a la rodadura, en newtons.

O bien

$$F_r = \frac{I_D}{R} j_v + \frac{R I_T}{R_r^2} j_v - F_{pl}$$

Donde:

I_D es la inercia en rotación del tambor de ensayo, en kilogramos por metro cuadrado;

R es la superficie del tambor de ensayo, en metros;

F_{pl} representa las pérdidas parásitas calculadas conforme al punto 5.1.5 anterior;

j_v es la deceleración del tambor de ensayo, en radianes por segundo al cuadrado;

I_T es la inercia en rotación del eje, el neumático y la rueda, en kilogramos por metro cuadrado;

R_r es el radio de rodadura del neumático, en metros;

F_r es la resistencia a la rodadura, en newtons.

6. ANÁLISIS DE LOS DATOS

6.1. Coeficiente de resistencia a la rodadura

El coeficiente de resistencia a la rodadura C_r se calcula dividiendo la resistencia a la rodadura por la carga soportada por el neumático:

$$C_r = \frac{F_r}{L_m}$$

Donde:

F_r es la resistencia a la rodadura, en newtons;

L_m es la carga de ensayo, en kN.

6.2. Corrección de la temperatura

Si no se puede evitar efectuar las mediciones a temperaturas distintas de 25 °C (solo son aceptables las temperaturas comprendidas entre los 20 °C y los 30 °C), se realizará una corrección de la temperatura mediante la ecuación siguiente, con:

F_{r25} es la resistencia a la rodadura a 25 °C, en newtons:

$$F_{r25} = F_r [1 + K(t_{amb} - 25)]$$

Donde:

F_r es la resistencia a la rodadura, en newtons;

t_{amb} es la temperatura ambiente, en grados Celsius;

K es igual a:

0,008 0,008 para los neumáticos de la clase C1

0,010 para los neumáticos de las clases C2 y C3 con un índice de carga igual o inferior a 121

0,006 para los neumáticos de la clase C3 con un índice de carga superior a 121

6.3. Corrección del diámetro del tambor

Los resultados obtenidos a partir de distintos diámetros de tambor se compararán mediante la siguiente fórmula:

$$F_{r02} \cong KF_{r01}$$

Con:

$$K = \sqrt{\frac{(R_1/R_2)(R_2 + r_T)}{(R_1 + r_T)}}$$

Donde:

R_1 es el radio del tambor 1, en metros;

R_2 es el radio del tambor 2, en metros;

r_T es la mitad del diámetro nominal del neumático por diseño, en metros;

F_{r01} es la resistencia a la rodadura medida en el tambor 1, en newtons.

F_{r02} es la resistencia a la rodadura medida en el tambor 2, en newtons.

6.4. Resultado de las mediciones

Cuando el número n de mediciones sea superior a 1, en caso de que así se requiera en el punto 4.6 anterior, el resultado de las mediciones será la media de los valores C_r obtenidos para las n mediciones, una vez efectuadas las correcciones descritas en los puntos 6.2 y 6.3 anteriores.

6.5. El laboratorio se asegurará de que, a partir de un mínimo de tres mediciones, la máquina mantenga los valores de σ_m siguientes, medidos en un único neumático:

$\sigma_m \leq 0,075$ N/kN para los neumáticos de las clases C1 y C2

$\sigma_m \leq 0,06$ N/kN para los neumáticos de la clase C3

Si no se cumple este requisito relativo a σ_m , se aplicará la fórmula siguiente para determinar el número mínimo de mediciones n (redondeado al valor entero inmediatamente superior) que la máquina necesita para conseguir la conformidad con los criterios del presente Reglamento.

$$n = (\sigma_m/x)^2$$

Donde:

$x = 0,075$ N/kN para los neumáticos de las clases C1 y C2

$x = 0,06$ N/kN para los neumáticos de la clase C3

Si es necesario medir un neumático varias veces, el conjunto de rueda y neumático se quitará de la máquina entre las sucesivas mediciones.

Si la operación de quitar y poner de nuevo el conjunto dura menos de 10 minutos, la duración del calentamiento indicada en el punto 4.3 anterior podrá reducirse a:

- 10 minutos para los neumáticos de la clase C1;
- 20 minutos para los neumáticos de la clase C2;
- 30 minutos para los neumáticos de la clase C3.

- 6.6. La inspección del neumático de control del laboratorio se realizará a intervalos no superiores a un mes. Dicha inspección incluirá un mínimo de 3 mediciones por separado efectuadas durante ese período de un mes. La media de las tres mediciones realizadas durante un período determinado de un mes se evaluará para detectar la deriva de una evaluación mensual a otra.
-

Apéndice 1

Tolerancias del equipo de ensayo

1. OBJETIVO

Los límites especificados en el presente anexo son necesarios para conseguir unos niveles adecuados de repetibilidad de los resultados de ensayo que también puedan ponerse en correlación entre varios laboratorios de ensayo. Estas tolerancias no pretenden ser un conjunto completo de especificaciones técnicas destinadas al equipo de ensayo; más bien deben utilizarse como orientaciones para conseguir resultados de ensayo fiables.

2. LLANTAS DE ENSAYO

2.1. Anchura

En el caso de las llantas de neumáticos de turismos (neumáticos C1), la anchura de las llantas de ensayo será la misma que la llanta de medición establecida en ISO 4000-1: 2010, punto 6.2.2.

En el caso de los neumáticos de camiones y autobuses (neumáticos C2 y C3), la anchura de la llanta de ensayo será la misma que la llanta de medición establecida en ISO 4209-1:2001, punto 5.1.3.

En los casos en que la anchura no esté definida en las normas ISO antes mencionadas, podrá utilizarse la anchura de la llanta de ensayo indicada por una de las organizaciones de normalización, conforme a lo dispuesto en el apéndice 4 del anexo 6.

2.2. Excentricidad radial y alabeo lateral

La excentricidad radial y el alabeo lateral se ajustarán a los criterios siguientes:

- a) excentricidad radial máxima: 0,5 mm;
- b) alabeo lateral máximo: 0,5 mm.

3. ALINEACIÓN TAMBOR/NEUMÁTICO

Generalidades:

Las desviaciones angulares son muy importantes para los resultados de los ensayos.

3.1. Aplicación de carga

La dirección de la aplicación de carga en el neumático permanecerá perpendicular a la superficie de ensayo y pasará por el centro de la rueda dentro de los límites de tolerancia siguientes:

- a) 1 mrad en el caso de los métodos de fuerza y deceleración;
- b) 5 mrad en el caso de los métodos de par y potencia.

3.2. Alineación del neumático

3.2.1. Ángulo de salida

El plano de la rueda será perpendicular a la superficie de ensayo, con una tolerancia de 2 mrad, para todos los métodos.

3.2.2. Ángulo de deriva

El plano del neumático será paralelo a la dirección del movimiento de la superficie de ensayo, con una tolerancia de 1 mrad, para todos los métodos.

4. EXACTITUD DE CONTROL

Las condiciones de ensayo se mantendrán en sus valores especificados, independientemente de las perturbaciones provocadas por la falta de uniformidad del neumático y de la llanta, de forma que se minimice la variabilidad general de la medición de la resistencia a la rodadura. Para cumplir este requisito, el promedio de las mediciones tomadas durante el período de recogida de datos sobre la resistencia a la rodadura se situará dentro de los límites de exactitud siguientes:

- a) cargas del neumático:
 - i) para $LI \leq 121 \pm 20 \text{ N}$ o $\pm 0,5$ per cent, el valor que sea mayor;
 - ii) para $LI > 121 \pm 45 \text{ N}$ o $\pm 0,5$ per cent, el valor que sea mayor;
- b) presión de inflado en frío: $\pm 3 \text{ kPa}$;
- c) velocidad de la superficie:
 - i) $\pm 0,2 \text{ km/h}$ para los métodos de potencia, par y deceleración;
 - ii) $\pm 0,5 \text{ km/h}$ para el método de fuerza;
- d) tiempo:
 - i) $\pm 0,02 \text{ s}$ en el caso de los incrementos de tiempo especificados en el anexo 6, punto 3.5, letra b), para la obtención de datos en el método de deceleración en la forma $\Delta\omega/\Delta t$;
 - ii) $\pm 0,2 \%$ en el caso de los incrementos de tiempo especificados en el anexo 6, punto 3.5, letra a), para la obtención de datos en el método de deceleración en la forma $d\omega/dt$;
 - iii) $\pm 5 \%$ para las demás duraciones especificadas en el anexo 6.

5. EXACTITUD DEL INSTRUMENTAL

La exactitud del instrumental utilizado para la lectura y el registro de los datos de los ensayos se ajustará a las tolerancias indicadas a continuación:

Parámetro	Índice de carga ≤ 121	Índice de carga > 121
Carga de los neumáticos	$\pm 10 \text{ N}$ o $\pm 0,5 \%$ ^(a)	$\pm 30 \text{ N}$ o $\pm 0,5 \%$ ^(a)
Presión de inflado	$\pm 1 \text{ kPa}$	$\pm 1,5 \text{ kPa}$
Fuerza en el eje	$\pm 0,5 \text{ N}$ o $\pm 0,5 \%$ ^(a)	$\pm 1,0 \text{ N}$ o $\pm 0,5 \%$ ^(a)
Par aplicado	$\pm 0,5 \text{ Nm}$ o $\pm 0,5 \%$ ^(a)	$\pm 1,0 \text{ Nm}$ o $\pm 0,5 \%$ ^(a)
Distancia	$\pm 1 \text{ mm}$	$\pm 1 \text{ mm}$
Potencia eléctrica	$\pm 10 \text{ W}$	$\pm 20 \text{ W}$
Temperatura	$\pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$	
Velocidad de la superficie	$\pm 0,1 \text{ km/h}$	
Tiempo	$\pm 0,01 \text{ s}$ — $\pm 0,1 \%$ — $\pm 10 \text{ s}$ ^(b)	
Velocidad angular	$\pm 0,1 \%$	

^(a) El valor que sea mayor.

^(b) $\pm 0,01 \text{ s}$ en el caso de los incrementos de tiempo especificados en el anexo 6, punto 3.5, letra b), para la obtención de datos en el método de deceleración en la forma $\Delta\omega/\Delta t$;
 $\pm 0,1 \%$ en el caso de los incrementos de tiempo especificados en el anexo 6, punto 3.5, letra a), para la obtención de datos en el método de deceleración en la forma $d\omega/dt$;
 $\pm 10 \text{ s}$ para las demás duraciones especificadas en el anexo 6.

6. COMPENSACIÓN PARA LA INTERACCIÓN ENTRE LA CARGA Y LA FUERZA EN EL EJE DE LA RUEDA Y DE LA DESALINEACIÓN DE LA CARGA (SOLO PARA EL MÉTODO DE FUERZA)

La compensación para la interacción entre la carga y la fuerza en el eje de la rueda y de la desalineación de la carga podrá obtenerse, bien registrando la fuerza en el eje de la rueda correspondiente a la rotación hacia delante y hacia atrás del neumático, bien mediante calibración dinámica de la máquina. Si se registra la fuerza en el eje en rotación hacia delante y hacia atrás (en cada condición de ensayo), se obtiene la compensación sustrayendo el valor correspondiente a la rotación hacia atrás del valor correspondiente a la rotación hacia delante y dividiendo el resultado por dos. Si se desea efectuar la calibración dinámica de la máquina, los términos de compensación pueden ser incorporados fácilmente en la reducción de los datos.

En aquellos casos en que la rotación hacia atrás siga inmediatamente a la terminación de la rotación hacia delante, el tiempo de calentamiento para la rotación hacia atrás será de 10 minutos, como mínimo, para los neumáticos de clase C1 y de 30 minutos para todos los demás tipos de neumático.

7. RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO DE ENSAYO

La rugosidad, medida lateralmente, de la superficie de acero liso del tambor tendrá una media aritmética del perfil de 6,3 mm, como máximo.

Nota: Cuando se utilice un tambor de superficie texturada en vez de lisa y de acero, se indicará esta circunstancia en el acta de ensayo. La textura de la superficie será entonces de 180 mm de profundidad (grano nominal de 80) y el laboratorio será responsable de conservar las características relativas a la rugosidad de la superficie. No se recomienda ningún factor de corrección específico en aquellos casos en que se utilice una superficie de tambor texturada.

Apéndice 2

Anchura de la llanta de medición

1. NEUMÁTICOS DE LA CLASE C1

La anchura de la llanta de medición R_m es igual al producto de la anchura de la sección nominal S_N y el coeficiente K_2 :

$$R_m = K_2 \times S_N$$

redondeado a la llanta normalizada más cercana, donde K_2 es el coeficiente de la relación de anchura entre la llanta y la sección. En el caso de los neumáticos instalados en llantas cónicas de 5° Con un diámetro nominal expresado por un código de dos cifras:

$K_2 = 0,7$ para relaciones de aspecto nominales de 95 a 75

$K_2 = 0,75$ para relaciones de aspecto nominales de 70 a 60

$K_2 = 0,8$ para las relaciones de aspecto nominales de 55 y de 50

$K_2 = 0,85$ para la relación de aspecto nominal de 45

$K_2 = 0,9$ para las relaciones de aspecto nominales de 40 a 30

$K_2 = 0,92$ para las relaciones de aspecto nominales de 20 y de 25

2. NEUMÁTICOS DE LAS CLASES C2 Y C3

La anchura de la llanta de medición R_m es igual al producto de la anchura de la sección nominal S_N y el coeficiente K_4 :

$R_m = K_4 \times S_N$ redondeado a la anchura de llanta normalizada más cercana.

Cuadro 1

Coefficientes para determinar la anchura de la llanta de medición

Código de la estructura de los neumáticos	Tipo de llanta	Relación de aspecto nominal H/S	Relación entre la llanta y la sección K_4
B, D, R	cónica de 5.°	100 a 75	0,70
		70 y 65	0,75
		60	0,75
		55	0,80
		50	0,80
		45	0,85
		40	0,90

Código de la estructura de los neumáticos	Tipo de llanta	Relación de aspecto nominal H/S	Relación entre la llanta y la sección K_4
	cónica de 15.° (base honda)	90 a 65	0,75
		60	0,80
		55	0,80
		50	0,80
		45	0,85
		40	0,85

Nota: podrán establecerse otros factores para nuevos conceptos (estructuras) de neumático.

Apéndice 3

Acta y datos de ensayo (resistencia a la rodadura)

PARTE 1: ACTA

1. Autoridad de homologación de tipo o servicio técnico:
2. Nombre y dirección del solicitante:
3. N.º de acta de ensayo:
4. Fabricante y marca o denominación comercial:
5. Clase de neumático (C1, C2 o C3):
6. Categoría de utilización:
7. Coeficiente de resistencia a la rodadura
(con corrección de la temperatura y del diámetro del tambor):
8. Observaciones (en su caso):
9. Fecha:
10. Firma:

PARTE 2: DATOS DEL ENSAYO

1. Fecha del ensayo:
2. Identificación de la máquina de ensayo y diámetro/superficie del tambor:
3. Información sobre los neumáticos sometidos a ensayo:
- 3.1. Designación del tamaño y descripción de servicio de los neumáticos:
- 3.2. Marca y denominación comercial de los neumáticos:
- 3.3. Presión de inflado de referencia: kPa
4. Datos del ensayo:
- 4.1. Método de medición:
- 4.2. Velocidad de ensayo: km/h
- 4.3. Carga: N
- 4.4. Presión de inflado de ensayo (inicial):
- 4.5. Distancia desde el eje del neumático a la superficie externa del tambor en condiciones estabilizadas, r_1 : m
- 4.6. Anchura y material de la llanta de ensayo:
- 4.7. Temperatura ambiente: °C
- 4.8. Carga del ensayo con carga mínima (excepto para el método de deceleración): N
5. Coeficiente de resistencia a la rodadura:
- 5.1. Valor inicial (o media en el caso de más de un valor): N/kN

- 5.2. Con corrección de la temperatura N/kN:
- 5.3. Con corrección de la temperatura y del diámetro del tambor: N/Kn

*Apéndice 4***Organizaciones de normalización reconocidas en materia de neumáticos**

1. The Tire and Rim Association, Inc. (TRA)
 2. The European Tyre and Rim Technical Organisation (ETRTO)
 3. The Japan Automobile Tyre Manufacturers' Association (JATMA)
 4. The Tyre and Rim Association of Australia (TRAA)
 5. South Africa Bureau of Standards (SABS)
 6. China Association for Standardization (CAS)
 7. Indian Tyre Technical Advisory Committee (ITTAC)
 8. Organización Internacional de Normalización (ISO)
-

Apéndice 5

Método de deceleración: mediciones y tratamiento de datos para obtener el valor de la deceleración con la forma diferencial do/dt

1. Regístrese de forma discreta (figura 1) la dependencia «distancia-tiempo» correspondiente al cuerpo en rotación sometido a deceleración desde la periferia con un rango de velocidades como de 82 a 78 km/h o de 62 a 58 km/h, en función de la clase de neumático (anexo 6, punto 3.2, cuadro 1):

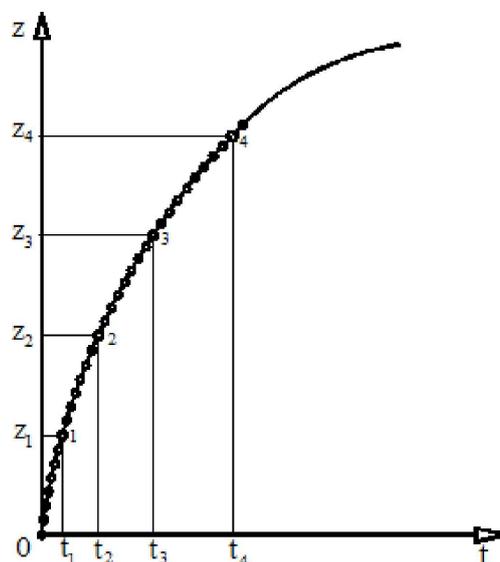
$$z = f(t_z)$$

donde:

z es un número de revoluciones del cuerpo durante la deceleración;

t_z es el instante en el cual termina el número de revoluciones z , registrado en segundos con 6 cifras después del cero.

Figura 1



Nota 1: La velocidad inferior del rango de registro podrá reducirse a 60 km/h si la velocidad de ensayo es de 80 km/h, y a 40 km/h cuando la velocidad de ensayo sea de 60 km/h.

2. Calcúlese por aproximación la dependencia registrada mediante una función diferencial, monótona y continua:
 - 2.1. Elijase el valor más cercano al máximo de z divisible por 4 y divídase en 4 partes iguales con los siguientes límites: 0, $z_1(t_1)$, $z_2(t_2)$, $z_3(t_3)$, $z_4(t_4)$.
 - 2.2. Elabórese el sistema de 4 ecuaciones, cada una de la forma siguiente:

$$z_m = A \ln \frac{\cos B(T_\Sigma - t_m)}{\cos B T_\Sigma}$$

donde las incógnitas son:

A es una constante adimensional,

B es una constante en revoluciones por segundo,

T_Σ es una constante en segundos,

m es el número de límites mostrados en la figura 1.

Insértense en estas 4 ecuaciones las coordenadas del 4.º límite que figura más arriba.

- 2.3. Tómonse las constantes A, B y T_{Σ} como la solución del sistema de ecuaciones del punto 2.2 anterior utilizando un proceso de iteración y calcúlese por aproximación los datos medidos mediante las fórmulas siguientes:

$$z(t) = A \ln \frac{\cos B(T_{\Sigma} - t)}{\cos B T_{\Sigma}}$$

donde:

$z(t)$ es la distancia angular continua actual en número de revoluciones (no solo valores enteros);

t es el tiempo en segundos.

Nota 2: Pueden utilizarse otras funciones de aproximación $z = f(t)$ si se ha demostrado su pertinencia.

3. Calcúlese la deceleración j en revoluciones por segundo al cuadrado (s^{-2}) mediante la fórmula siguiente:

$$j = AB^2 + \frac{\omega^2}{A}$$

donde:

ω es la velocidad angular en revoluciones por segundo (s^{-1}).

Si $U_n = 80$ km/h, $\omega = 22,222/R_r$ (o R).

Si $U_n = 60$ km/h, $\omega = 16,666/R_r$ (o R).

4. Evalúense la calidad de la aproximación de los datos medidos y su exactitud mediante los parámetros siguientes:

- 4.1. Desviación típica en porcentaje:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n \left[1 - \frac{z(t)}{z} \right]^2} \times 100 \%$$

- 4.2. Coeficiente de determinación

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_1^n [z - z(t)]^2}{\sum_1^n [z - \bar{z}]^2}$$

donde:

$$\bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{z=1}^n z = \frac{1}{n} (1 + 2 + \dots + n) = \frac{1+n}{2}$$

Nota 3: Los cálculos anteriores correspondientes a esta variante del método de deceleración para la medición de la resistencia a la rodadura de los neumáticos pueden realizarse mediante el programa informático «Deceleration Calculator», que puede descargarse en el sitio web del WP.29 ⁽¹⁾, así como cualquier otro programa informático que permita calcular la regresión no lineal

⁽¹⁾ Se indicará en el futuro.

ANEXO 7

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE LAS PRESTACIONES EN NIEVE PARA USO EN CONDICIONES EXTREMAS DE NIEVE

1. Definiciones específicas para el ensayo en nieve que se diferencian de las existentes
 - 1.1. «Ensayo»: una única pasada de un neumático cargado sobre una pista de ensayo dada.
 - 1.2. «Ensayo de frenado»: una serie de un número determinado de ensayos de frenado con ABS del mismo neumático repetidos en un plazo corto de tiempo.
 - 1.3. «Ensayo de tracción»: una serie de un número determinado de ensayos de tracción por giro del mismo neumático, conforme a la norma ASTM F1805-06, repetidos en un plazo corto de tiempo.
 - 1.4. «Ensayo de aceleración»: una serie de un número determinado de ensayos de aceleración con control de la tracción del mismo neumático repetidos en un plazo corto de tiempo.
2. Método de tracción por giro para las categorías de neumáticos C1 y C2 [ensayo de fuerza de tracción conforme al punto 6.4, letra b), del presente Reglamento]

Se utilizará el procedimiento establecido en la norma ASTM F1805-06 para evaluar las prestaciones en nieve mediante los valores de la tracción por giro en nieve medianamente compactada (El índice de compactación de la nieve, medido con un penetrómetro CTI ⁽¹⁾, se situará entre 70 y 80).

 - 2.1. La superficie de la pista de ensayo estará compuesta de una superficie de nieve medianamente compactada, descrita en el cuadro A2.1 de la norma ASTM F1805-06.
 - 2.2. La carga del neumático correspondiente al ensayo se determinará con arreglo a la opción 2 del punto 11.9.2 de la norma ASTM F1805-06.
3. Método de frenado en nieve para los neumáticos de las clases C1 y C2
 - 3.1. Condiciones generales
 - 3.1.1. Pista de ensayo

Los ensayos de frenado se realizarán en una superficie de ensayo plana con una longitud y una anchura suficientes, con una pendiente máxima del 2 %, cubierta con nieve compactada.

La superficie de nieve estará compuesta por una base de nieve muy compactada de un espesor mínimo de 3 cm y de una capa superficial de nieve medianamente compactada y nieve preparada de aproximadamente 2 cm de espesor.

La temperatura del aire, medida aproximadamente a un metro por encima del suelo, se situará entre - 2 °C y - 15 °C; La temperatura de la nieve, medida aproximadamente a una profundidad de un centímetro, estará comprendida entre - 4 °C y - 15 °C.

Se recomienda evitar la luz del sol directa, las grandes variaciones de luz del sol o de humedad, así como el viento.

El índice de compactación de la nieve, medido con un penetrómetro CTI, se situará entre 75 y 85.
 - 3.1.2. Vehículo

El ensayo se realizará con un vehículo de serie en buen estado de funcionamiento y equipado con un sistema ABS.

(¹) Véase el apéndice de la norma ASTM F1805-06 para obtener información complementaria.

El vehículo utilizado permitirá que las cargas sobre cada rueda sean las adecuadas a los neumáticos que vayan a someterse a ensayo. En el mismo vehículo podrán someterse a ensayo varios tamaños de neumático diferentes.

3.1.3. Neumáticos

Los neumáticos deberán haber sido rodados antes de los ensayos para eliminar el exceso de material, los nódulos compuestos y las rebabas resultantes del proceso de moldeo. Antes de realizar un ensayo se limpiará la superficie del neumático en contacto con la nieve.

Los neumáticos se acondicionarán a temperatura ambiente exterior al menos dos horas antes de su montaje para los ensayos. Entonces se ajustarán las presiones de los neumáticos a los valores especificados para el ensayo.

En caso de que en un vehículo no puedan instalarse los neumáticos de referencia ni los neumáticos candidatos, podrá utilizarse un tercer neumático (neumático «de control») intermedio. Primero se someterán a ensayo los neumáticos de control con respecto a los de referencia en otro vehículo y después se someterán a ensayo en el vehículo los neumáticos candidatos con respecto a los neumáticos de control.

3.1.4. Carga y presión

En el caso de los neumáticos C1, la carga del vehículo permitirá que las cargas resultantes sobre los neumáticos se sitúen entre el 60 % y el 90 % del valor de carga correspondiente al índice de carga del neumático.

La presión de inflado en frío será de 240 kPa.

3.1.4.1. En el caso de los neumáticos C1, la carga del vehículo permitirá que las cargas resultantes sobre los neumáticos se sitúen entre el 60 % y el 90 % del valor de carga correspondiente al índice de carga del neumático.

La presión de inflado en frío será de 240 kPa.

3.1.4.2. En el caso de los neumáticos C2, la carga del vehículo permitirá que las cargas resultantes sobre los neumáticos se sitúen entre el 60 % y el 100 % del valor de carga correspondiente al índice de carga del neumático.

La carga estática de los neumáticos del mismo eje no deben diferir en más de un 10 %.

La presión de inflado se calcula teniendo en cuenta una deformación permanente:

Para una carga vertical superior o igual al 75 % de la capacidad de carga del neumático, se aplica una deformación constante, por lo que la presión de inflado de ensayo P_t se calculará como sigue:

$$P_t = P_r \left(\frac{Q_t}{Q_r} \right)^{1,25}$$

Q_r es la carga máxima asociada con el índice de capacidad de carga del neumático marcado en el flanco

P_r es la presión de referencia correspondiente a la capacidad máxima de carga Q_r

Q_t es la carga estática de ensayo del neumático

Para una carga vertical inferior al 75 % de la capacidad de carga del neumático, se aplica una presión de inflado constante, por lo que la presión de inflado de ensayo P_t se calculará como sigue:

$$P_t = P_r(0,75)^{1,25} = (0,7)P_r$$

P_r es la presión de referencia correspondiente a la capacidad máxima de carga Q_r

Compruébese la presión de los neumáticos justo antes del ensayo a temperatura ambiente.

3.1.5. Instrumental

El vehículo estará equipado con sensores calibrados adecuados para mediciones en invierno. Habrá un sistema de adquisición de datos para almacenar las mediciones.

La exactitud de los sensores y sistemas de medición permitirá que la incertidumbre relativa de las deceleraciones medias plenamente desarrolladas, medidas o calculadas, sea inferior al 1 %.

3.2. Secuencias de ensayo

3.2.1. Para cada neumático candidato y neumático de referencia normalizado, se repetirá un mínimo de 6 veces el ensayo de frenado con ABS.

Las zonas en las que se aplica plenamente el frenado con ABS no se solaparán.

Cuando se someta a ensayo un nuevo juego de neumáticos, los ensayos se realizarán una vez trasladada a un lado la trayectoria del vehículo a fin de no frenar en el recorrido de los neumáticos anteriores.

Cuando ya no sea posible no solapar zonas en las que se aplica plenamente el frenado con ABS, se reacondicionará la pista de ensayo.

Secuencia requerida:

6 ensayos con el SRTT y después traslado a un lado para someter a ensayo al próximo neumático sobre una superficie sin utilizar

6 ensayos con el candidato 1 y después traslado a un lado

6 ensayos con el candidato 2 y después traslado a un lado

6 ensayos con el SRTT y después traslado a un lado

3.2.2. Orden del ensayo

Si solo se va a evaluar un neumático candidato, el orden del ensayo será el siguiente:

$$R1 - T - R2$$

Donde:

R1 es el primer ensayo del SRTT, R2 es el segundo ensayo del SRTT y T es el ensayo del neumático candidato que va a ser evaluado.

Antes de repetir el ensayo del SRTT podrán someterse a ensayo un máximo de dos neumáticos candidatos, por ejemplo:

$$R1 - T1 - T2 - T3 - R2$$

3.2.3. Los ensayos comparativos del SRTT y de los neumáticos candidatos se repetirán en dos días diferentes.

3.3. Procedimiento de ensayo

3.3.1. Conducir el vehículo a una velocidad no inferior a 28 km/h.

3.3.2. Al alcanzar la zona de medición, las marchas del vehículo se pondrán en punto muerto, se pisará el pedal del freno bruscamente mediante una fuerza constante suficiente para provocar el funcionamiento del ABS en todas las ruedas del vehículo y para causar una deceleración estable del vehículo; dicha fuerza se mantendrá hasta que la velocidad sea inferior a 8 km/h.

3.3.3. La deceleración media plenamente desarrollada entre 25 km/h y 10 km/h se calculará a partir de las mediciones del tiempo, la distancia, la velocidad o la aceleración.

3.4. Evaluación de los datos y presentación de los resultados

3.4.1. Parámetros que deben comunicarse

3.4.1.1. Se calculará y comunicará la media y la desviación típica de la mfdd correspondientes a cada tipo de neumático y cada ensayo de frenado.

El coeficiente de variación CV de un ensayo de frenado de un neumático se calculará del siguiente modo:

$$CV(\text{neumático}) = \frac{\text{Desv.típ.}(\text{neumático})}{\text{Media}(\text{neumático})}$$

3.4.1.2. Se calcularán las medias ponderadas de dos ensayos sucesivos del SRTT teniendo en cuenta el número de neumáticos candidatos entre los mismos:

Si el orden de los ensayos es R1 — T — R2, la media ponderada (wa) del SRTT que se empleará en la comparación de las prestaciones del neumático candidato se calculará del siguiente modo:

$$wa(\text{SRTT}) = (R1 + R2)/2$$

Donde:

R1 es el valor medio de la mfdd correspondiente al primer ensayo del SRTT y R2 es el valor medio de la mfdd del segundo ensayo del SRTT.

Si el orden de los ensayos es R1 — T1 — T2 — R2, la media ponderada (wa) del SRTT que se empleará en la comparación de las prestaciones del neumático candidato se calculará del siguiente modo:

wa (SRTT) = 2/3 R1 + 1/3 R2 para la comparación con el neumático candidato T1; y:

wa (SRTT) = 1/3 R1 + 2/3 R2 para la comparación con el neumático candidato T2.

3.4.1.3. El índice de adherencia en nieve, expresado en porcentaje, de un neumático candidato se calculará del modo siguiente:

$$\text{Índice de adherencia en nieve (candidato)} = \frac{\text{Media (candidato)}}{wa (\text{SRTT})}$$

3.4.2. Validaciones estadísticas

Se examinarán los grupos de ensayos de la mfdd medida o calculada para cada neumático con respecto a la normalidad, la deriva y los posibles datos aberrantes.

Se examinará la coherencia de las medias y las desviaciones típicas de los ensayos de frenado sucesivos del SRTT.

Las medias de dos ensayos de frenado del SRTT sucesivos no variarán más de un 5 %.

El coeficiente de variación de cualquier ensayo de frenado será inferior al 6 %.

En caso de no cumplirse estas condiciones, los ensayos se repetirán de nuevo una vez reacondicionada la pista de ensayo.

- 3.4.3. Si los neumáticos candidatos no pueden instalarse en el mismo vehículo que el SRTT debido, por ejemplo, al tamaño del neumático, la imposibilidad de alcanzar la carga exigida, etc., la comparación se realizará utilizando neumáticos intermedios, en adelante denominados «neumáticos de control», y dos vehículos distintos. Un vehículo deberá ser capaz de tener instalado el SRTT y el neumático de control, y el otro, el neumático de control y el neumático candidato.
- 3.4.3.1 El índice de adherencia en nieve del neumático de control con respecto al SRTT (SG1) y del neumático candidato con respecto al neumático de control (SG2) se determinarán mediante el procedimiento indicado en los puntos 3.1 a 3.4.2 anteriores.
- El índice de adherencia en nieve del neumático candidato con respecto al SRTT será el producto de los dos índices de adherencia en superficie mojada resultantes, es decir, $SG1 \times SG2$.
- 3.4.3.2. Las condiciones ambientales serán comparables. Todos los ensayos se realizarán el mismo día.
- 3.4.3.3. El mismo juego de neumáticos de control se utilizará para la comparación con el SRTT y con el neumático candidato, y se instalará en las mismas posiciones para las ruedas.
- 3.4.3.4. Los neumáticos de control que han sido utilizados para los ensayos se almacenarán en las mismas condiciones que las exigidas para el SRTT.
- 3.4.3.5. El SRTT y los neumáticos de control se desecharán si presentan un desgaste irregular o daños, o cuando parezca que las prestaciones se hayan deteriorado.

4. Método de aceleración para neumáticos de la clase C3

- 4.1. Con arreglo a la definición de los neumáticos de la clase C3 que figura en el punto 2.4.3 del presente Reglamento, la clasificación adicional a efectos del presente método de ensayo solo se aplica a los elementos siguientes:
- a) C3 Estrechos (*C3 Narrow*, C3N), cuando la anchura nominal de sección de los neumáticos C3 es inferior a 285 mm
 - b) C3 Anchos (*C3 Wide*, C3W), cuando la anchura nominal de sección de los neumáticos C3 es superior o igual a 285 mm

4.2. Métodos para medir el índice de adherencia en nieve

Las prestaciones en nieve se basan en un método de ensayo en el cual la aceleración media de un neumático candidato en un ensayo de aceleración se compara con la de un neumático de referencia normalizado.

Las prestaciones relativas se indicarán mediante un índice de adherencia en nieve (SG).

Cuando se someta a ensayo con el ensayo de aceleración del punto 4.7 siguiente, la aceleración media de un neumático de nieve candidato será, como mínimo, de 1,25 con respecto a uno de los dos SRTT equivalentes — ASTM F 2870 y ASTM F 2871.

4.3. Equipo de medición

- 4.3.1. Se utilizará un sensor adecuado para medir la velocidad y la distancia recorrida en superficie de nieve/hielo entre dos velocidades.

Para medir la velocidad del vehículo se empleará una quinta rueda o un sistema de medición de la velocidad sin contacto (como, por ejemplo, un radar, un GPS, ...).

4.3.2. Deberán respetarse las siguientes tolerancias:

- a) Para las mediciones de la velocidad: $\pm 1 \%$ (km/h) o $\pm 0,5$ km/h, el valor que sea mayor.
- b) Para las mediciones de la distancia: $\pm 1 \times 10^{-1}$ m

4.3.3. Para el ensayo se recomienda utilizar dentro del vehículo un dispositivo que indique la velocidad medida o la diferencia entre esta y la velocidad de referencia, de forma que el conductor pueda ajustar la velocidad del vehículo.

4.3.4. Para el ensayo de aceleración contemplado en el punto 4.7, se recomienda utilizar dentro del vehículo un dispositivo que indique la razón de deslizamiento de los neumáticos, el cual se utilizará en el caso particular del punto 4.7.2.1.1 siguiente.

La razón de deslizamiento se calcula así:

$$\text{Razón de deslizamiento \%} = \left[\frac{\text{Velocidad de la rueda} - \text{Velocidad del vehículo}}{\text{Velocidad del vehículo}} \right] \times 100$$

- a) La velocidad del vehículo se mide como se explica en el punto 4.3.1 anterior (m/s);
- b) La velocidad de la rueda se calcula sobre un neumático del eje motor midiendo su velocidad angular y su diámetro bajo carga

$$\text{Velocidad de la rueda} = \pi \times \text{diámetro bajo carga} \times \text{velocidad angular}$$

donde $\pi = 3,1416$ (m/360°), el diámetro bajo carga (m) y la velocidad angular (revoluciones por segundo = 360°/s).

4.3.5. Podrá utilizarse un sistema de adquisición de datos para almacenar las mediciones.

4.4. Condiciones generales

4.4.1. Pista de ensayo

Los ensayos se realizarán en una superficie de ensayo plana con una longitud y una anchura suficientes, con una pendiente máxima del 2 %, cubierta con nieve compactada.

4.4.1.1 La superficie de nieve estará compuesta por una base de nieve muy compactada de un espesor mínimo de 3 cm y de una capa superficial de nieve medianamente compactada y nieve preparada de aproximadamente 2 cm de espesor.

4.4.1.2. El índice de compactación de la nieve, medido con un penetrómetro CTI, se situará entre 80 y 90. Consúltese el apéndice de la norma ASTM F1805 para obtener información adicional sobre el método de medición.

4.4.1.3. La temperatura del aire, medida aproximadamente a un metro por encima del suelo, se situará entre -2 °C y -15 °C; la temperatura de la nieve, medida aproximadamente a una profundidad de un centímetro, estará comprendida entre -4 °C y -15 °C.

La temperatura del aire no variará más de 10 °C durante el ensayo.

4.5. Preparación y rodaje de los neumáticos

4.5.1. Montar los neumáticos de ensayo en llantas según la norma ISO 4209-1 utilizando métodos de montaje convencionales. Debe garantizarse un asiento del talón adecuado mediante el uso de un lubricante apropiado. Debe evitarse el uso excesivo de lubricante para evitar que el neumático resbale en la llanta de la rueda.

4.5.2. Los neumáticos deberán haber sido rodados antes de los ensayos para eliminar el exceso de material, los nódulos compuestos y las rebabas resultantes del proceso de moldeo.

4.5.3. Los neumáticos se acondicionarán a temperatura ambiente exterior al menos dos horas antes de su montaje para los ensayos.

Deberán ser colocados en un lugar de modo que todos ellos tengan la misma temperatura ambiente antes de los ensayos, y deberán estar protegidos del sol para evitar el calor excesivo debido a la radiación solar.

Antes de realizar un ensayo se limpiará la superficie del neumático en contacto con la nieve.

Entonces se ajustarán las presiones de los neumáticos a los valores especificados para el ensayo.

4.6. Secuencia de ensayo

Si solo se va a evaluar un neumático candidato, el orden del ensayo será el siguiente:

R1, T, R2

Donde:

R1 es el primer ensayo del SRTT, R2 es el segundo ensayo del SRTT y T es el ensayo del neumático candidato que va a ser evaluado.

Antes de repetir el ensayo del SRTT podrán someterse a ensayo un máximo de 3 neumáticos candidatos, por ejemplo: R1, T1, T2, T3, R2.

Se recomienda que las zonas en las que se acelere a fondo no se solapen sin haberlas reacondicionado antes.

Cuando se someta a ensayo un nuevo juego de neumáticos, los ensayos se realizarán una vez trasladada a un lado la trayectoria del vehículo a fin de no frenar en el recorrido de los neumáticos anteriores; cuando ya no sea posible no solapar zonas en las que se acelera a fondo, se reacondicionará la pista de ensayo.

4.7. Procedimiento de ensayo de aceleración en nieve para determinar el índice de adherencia en nieve de neumáticos de las clases C3N y C3W

4.7.1. Principio

El procedimiento consiste en medir la adherencia en nieve durante la aceleración de neumáticos de vehículo comercial utilizando un vehículo comercial que cuente con un sistema de control de tracción (TCS, ASR, etc.).

A partir de una velocidad inicial definida, se acelera a todo gas para activar el sistema de control de tracción y la aceleración media se calcula entre dos velocidades definidas.

4.7.2. Vehículo

4.7.2.1 El ensayo se realizará con un vehículo comercial de 2 ejes estándar en buen estado de funcionamiento con:

- a) Poco peso en el eje trasero y un motor lo suficientemente potente como para mantener el porcentaje medio de deslizamiento durante el ensayo, tal como se requiere en los puntos 4.7.5.1 y 4.7.5.2.1;
- b) Una caja de cambios manual (o una caja de cambios automática que permita el cambio manual) que tenga una relación de transmisión que abarque un rango de velocidades de, al menos, 19 km/h entre 4 km/h y 30 km/h;

- c) Se recomienda el bloqueo del diferencial sobre el eje motor para mejorar la repetibilidad;
- d) Un sistema comercial estándar que controle o limite el deslizamiento del eje motor durante la aceleración (control de la tracción, ASR, TCS, etc.).

4.7.2.1.1. En el caso particular de que no se disponga de un vehículo comercial de serie equipado con un sistema de control de tracción, se permitirá utilizar un vehículo sin control de la tracción/ASR/TCS a condición de que cuente con un sistema que muestre la razón de deslizamiento, como se indica en el punto 4.3.4 del presente anexo, y se aplique obligatoriamente un bloqueo del diferencial sobre el eje motor, utilizado de conformidad con el procedimiento descrito en el punto 4.7.5.2.1 siguiente. Si se dispone de un bloqueo del diferencial, deberá utilizarse; No obstante, si no se dispone de bloqueo del diferencial, se medirá la razón de deslizamiento media sobre las ruedas motrices izquierda y derecha.

4.7.2.2. Se permiten las siguientes modificaciones:

- a) aquellas que permitan aumentar el número de tamaños de neumáticos que puedan montarse en el vehículo;
- b) aquellas que permitan instalar una activación automática de la aceleración y de las mediciones.

Queda prohibida cualquier otra modificación del sistema de aceleración.

4.7.3. Instalación en el vehículo

El eje trasero motor podrá estar equipado indistintamente con 2 o 4 neumáticos de ensayo si se respeta la carga por neumático.

El eje delantero direccional no motor está equipado con 2 neumáticos de un tamaño adecuado para la carga del eje. Estos 2 neumáticos delanteros pueden conservarse durante todo el ensayo.

4.7.4. Carga y presión de inflado

4.7.4.1. La carga estática de cada neumático del eje trasero motor deberá estar comprendida entre el 20 % y el 55 % de la capacidad de carga del neumático sometido a ensayo marcada en el flanco.

La carga estática total del eje delantero direccional del vehículo se situará entre el 60 % y el 160 % de la carga total del eje trasero motor.

La carga estática de los neumáticos del mismo eje motor no diferirá en más de un 10 %.

4.7.4.2. La presión de inflado de los neumáticos del eje motor será el 70 % de la indicada en el flanco.

Los neumáticos del eje direccional estarán inflados a la presión nominal indicada en el flanco.

Si la presión no está marcada en el flanco, remítase a la presión especificada en los manuales de las normas para neumáticos aplicables correspondientes a la capacidad máxima de carga.

4.7.5. Desarrollo del ensayo

4.7.5.1. En primer lugar, se monta el juego de neumáticos de referencia en el vehículo en la zona de ensayo.

Se conducirá el vehículo a una velocidad constante comprendida entre 4 km/h y 11 km/h y con la relación de transmisión capaz de cubrir el rango de velocidades de, al menos, 19 km/h durante la totalidad del programa de ensayo (por ejemplo, R-T1-T2-T3-R).

La relación de transmisión recomendada es la tercera o la cuarta y proporcionará una razón de deslizamiento media del 10 %, como mínimo, en el rango de velocidades medido.

- 4.7.5.2. En el caso de vehículos dotados de sistemas de control de la tracción (ya activado antes del ensayo) acelérese a todo gas hasta que el vehículo haya alcanzado la velocidad final.

$$\text{Velocidad final} = \text{velocidad inicial} + 15 \text{ km/h}$$

No se aplicará al vehículo de ensayo ninguna fuerza de retención hacia atrás.

- 4.7.5.2.1. En el caso particular del punto 4.7.2.1.1 del presente anexo, si no se dispone de un vehículo comercial de serie equipado con un sistema de control de la tracción, el conductor mantendrá manualmente la razón de deslizamiento media entre el 10 y el 40 % (procedimiento de deslizamiento controlado en lugar de deslizamiento pleno) dentro del rango de velocidades prescrito. En caso de que no se disponga de un diferencial de bloqueo, la diferencia de la razón de deslizamiento promediada entre las ruedas motrices izquierda y derecha no será superior al 8 % en cada ensayo. El procedimiento de deslizamiento controlado se aplicará a todos los neumáticos y a todos los ensayos de la sesión de ensayos.

- 4.7.5.3. Mídase la distancia entre la velocidad inicial y la velocidad final.

- 4.7.5.4. Para cada neumático candidato y para el neumático de referencia normalizado, se repetirá un mínimo de 6 veces el ensayo de aceleración, y los coeficientes de variación (desviación típica/media*100) calculados para un mínimo de 6 ensayos válidos en la distancia deberán ser inferiores o iguales al 6 %.

- 4.7.5.5. En el caso de un vehículo equipado de un sistema de control de la tracción, la razón de deslizamiento media estará en el rango del 10 al 40 % (calculado conforme al punto 4.3.4 del presente anexo).

- 4.7.5.6. Aplíquese la secuencia de ensayo establecida en el punto 4.6 anterior.

- 4.8. Elaboración de los resultados de las mediciones

- 4.8.1. Cálculo de la aceleración media AA

Cada vez que se repita la medición, la aceleración media AA ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$) se calcula como sigue:

$$AA = \frac{S_f^2 - S_i^2}{2D}$$

donde D (m) es la distancia recorrida entre la velocidad inicial S_i ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) y la velocidad final S_f ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

- 4.8.2. Validación de resultados

En el caso de los neumáticos candidatos:

El coeficiente de variación de la aceleración media se calcula para todos los neumáticos candidatos. Si un coeficiente de variación es superior al 6 %, descártense los datos correspondientes a dicho neumático candidato y repítase el ensayo.

$$\text{coeficiente de variación} = \frac{\text{desv. est.}}{\text{media}} \times 100$$

En el caso del neumático de referencia:

Si el coeficiente de variación de la aceleración media AA de cada grupo de, como mínimo, 6 ensayos del neumático de referencia es superior al 6 %, todos los datos serán descartados y se repetirá el ensayo para todos los neumáticos (los neumáticos candidatos y el neumático de referencia).

Además, y a fin de tener en cuenta la posible evolución de ensayo, el coeficiente de validación se calculará sobre la base de los valores medios de cualesquiera 2 grupos consecutivos de, como mínimo, 6 ensayos del neumático de referencia. Si el coeficiente de variación es superior al 6 %, descártense los datos correspondientes a todos los neumáticos candidatos y repítase el ensayo.

$$\text{coeficiente de validación} = \left| \frac{\text{Media2} - \text{Media1}}{\text{Media1}} \right| \times 100$$

4.8.3. Cálculo de la «AA media»

Siendo R1 la media de los valores de la AA en el primer ensayo del neumático de referencia y siendo R2 la media de los valores de la AA en el segundo ensayo de dicho neumático, realícense las siguientes operaciones con arreglo al cuadro 1.

Cuadro 1

Si el número de juegos de neumáticos candidatos entre dos ensayos sucesivos del neumático de referencia es:	y el juego de neumáticos candidatos que se va a controlar es:	entonces el valor de «Ra» se calcula como sigue:
1 ↓ R — T1 — R	T1	Ra = 1/2 (R1 + R2)
2 ↓ R — T1 — T2 — R	T1 T2	Ra = 2/3 R1 + 1/3 R2 Ra = 1/3 R1 + 2/3 R2
3 ↓ R — T1 — T2 — T3 — R	T1 T2 T3	Ra = 3/4 R1 + 1/4 R2 Ra = 1/2 (R1 + R2) Ra = 1/4 R1 + 3/4 R2

Ta (a = 1, 2, ...) es la media de los valores de la AA para un ensayo de un neumático candidato.

4.8.4. Cálculo del coeficiente de la fuerza de aceleración (AFC),

también llamado coeficiente de fuerza de aceleración AFC

Cálculo de AFC(Ta) and AFC(Ra) conforme a lo dispuesto en el cuadro 2:

Cuadro 2

	El coeficiente de la fuerza de aceleración AFC es:
Neumático de referencia	$\text{AFC(R)} = \frac{\text{Ra}}{g}$
Neumático candidato	$\text{AFC(T)} = \frac{\text{Ta}}{g}$

Ra y Ta se expresan en m/s²

g = aceleración de la gravedad (redondeado a 9,81 m/s²)

4.8.5. Cálculo del índice de adherencia en nieve del neumático

El índice de adherencia en nieve representa las prestaciones relativas del neumático candidato en comparación con el neumático de referencia.

$$\text{Índice de adherencia en nieve} = \frac{\text{AFC(T)}}{\text{AFC(R)}}$$

4.8.6. Cálculo de la razón de deslizamiento

La razón de deslizamiento puede calcularse como la media de la razón de deslizamiento, según se indica en el punto 4.3.4 del presente anexo, o comparando la distancia media mencionada en el punto 4.7.5.3 del presente anexo correspondiente al mínimo de 6 ensayos con la distancia de un ensayo realizado sin deslizamiento (aceleración muy baja).

$$\text{Razón de deslizamiento \%} = \left[\frac{\text{Distancia media} - \text{Distancia sin deslizamiento}}{\text{Distancia sin deslizamiento}} \right] \times 100$$

Se entiende por distancia sin deslizamiento la distancia que recorre una rueda calculada en un ensayo efectuado a una velocidad constante o una aceleración continua baja.

4.9. Comparación entre los resultados de adherencia en nieve de un neumático candidato y un neumático de referencia utilizando un neumático de control

4.9.1. Ámbito de aplicación

Cuando el tamaño del neumático candidato difiere de forma significativa del neumático de referencia, puede no ser posible realizar una comparación directa con el mismo vehículo. Este enfoque utiliza un neumático intermedio, en lo sucesivo denominado neumático de control.

4.9.2. Principio del enfoque

El principio se basa en el uso de un neumático de control y 2 vehículos diferentes para evaluar un neumático candidato mediante comparación con un neumático de referencia.

Un vehículo puede llevar instalado el neumático de referencia y el neumático de control, y el otro vehículo, el neumático de control y el neumático candidato. Todas las condiciones deben ser conformes con el punto 4.7 anterior.

La primera evaluación es una comparación entre el neumático de control y el neumático de referencia. El resultado (índice de adherencia en nieve 1) es la eficiencia relativa del neumático de control en comparación con el neumático de referencia.

La segunda evaluación consiste en una comparación entre el neumático candidato y el neumático de control. El resultado (índice de adherencia en nieve 2) es la eficiencia relativa del neumático candidato en comparación con el neumático de control.

La segunda evaluación debe realizarse en la misma pista que la primera. La diferencia máxima de temperatura del aire respecto a la temperatura de la primera evaluación será de ± 5 °C. El juego de neumáticos de control será el mismo utilizado para la primera evaluación.

El índice de adherencia en nieve del neumático candidato con respecto al neumático de referencia se deducirá multiplicando las eficiencias relativas calculadas anteriormente:

$$\text{Índice de adherencia en nieve} \times \text{SG1} \times \text{SG2}$$

4.9.3. Selección de un juego de neumáticos como juego de neumáticos de control

Un juego de neumáticos de control es un grupo de neumáticos idénticos producidos en la misma fábrica durante un período de una semana.

4.10. Almacenamiento y conservación

Antes de la primera evaluación (neumático de control/neumático de referencia) pueden aplicarse unas condiciones normales de almacenamiento. Es necesario que todos los neumáticos de un juego de neumáticos de control se hayan sido mantenidos en las mismas condiciones.

Tan pronto como el juego de neumáticos de control haya sido evaluado para compararlo con el neumático de referencia, se aplicarán unas condiciones de mantenimiento específicas para la sustitución de los neumáticos de control.

El neumático debe dejar de utilizarse cuando los ensayos hayan producido desgaste irregular o daños, o cuando el desgaste influya en los resultados de los ensayos.

*Apéndice 1***Definición del pictograma del «símbolo alpino»**

Mínimo 15 mm de base y 15 mm de altura.

El dibujo anterior no está representado a escala.

—

Apéndice 2

Actas de ensayo y datos de ensayo de los neumáticos C1 y C2

PARTE 1 — ACTA

1. Autoridad de homologación de tipo o servicio técnico:
2. Nombre y dirección del solicitante:
3. N.º de acta de ensayo:
4. Fabricante y marca o denominación comercial:
5. Clase de neumático:
6. Categoría de utilización:
7. Índice de prestaciones en nieve con respecto al SRTT, conforme al punto 6.4.1.1.
- 7.1. Procedimiento de ensayo y SRTT utilizado
8. Observaciones (en su caso):
9. Fecha:
10. Firma:

PARTE 2 — DATOS DEL ENSAYO

1. Fecha del ensayo:
2. Situación de la pista de ensayo:
- 2.1. Características de la pista de ensayo

	Al inicio de los ensayos	Al término de los ensayos	Especificaciones
Condiciones meteorológicas			
Temperatura ambiente			- 2 °C a - 15 °C
Temperatura de la nieve			- 4 °C a - 15 °C
Índice CTI			75 a 85
Otro			

3. Vehículo de ensayo (marca, modelo y tipo, año):
4. Información sobre los neumáticos sometidos a ensayo
- 4.1. Designación del tamaño y descripción de servicio de los neumáticos:
- 4.2. Marca y denominación comercial de los neumáticos:

4.3. Datos del neumático de ensayo:

	SRTT _(1er ensayo)	Candidato	Candidato	SRTT _(2º ensayo)
Dimensiones del neumático				
Código de anchura de la llanta de ensayo				
Cargas neumáticos D/T (kg)				
Índice de carga D/T (%)				
Presión del neumático D/T (kPa)				

5. Resultados del ensayo: deceleraciones medias plenamente desarrolladas (m/s²)/coeficiente de tracción ⁽¹⁾.

N.º del ensayo	Especificaciones	SRTT _(1er ensayo)	Candidato	Candidato	SRTT _(2º ensayo)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Media					
Desv. típica					
CV (%)	< 6 %				
Validación SRTT	(SRTT) < 5 %				
Media del SRTT					
Índice de prestaciones en nieve		100			

⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.

Apéndice 3

Actas de ensayo y datos de ensayo de los neumáticos C3

PARTE 1 — ACTA

1. Autoridad de homologación de tipo o servicio técnico:
2. Nombre y dirección del solicitante:
3. N.º de acta de ensayo:
4. Fabricante y marca o denominación comercial:
5. Clase de neumático:
6. Categoría de utilización:
7. Índice de prestaciones en nieve con respecto al SRTT, conforme al punto 6.4.1.1
- 7.1. Procedimiento de ensayo y SRTT utilizado
8. Observaciones (en su caso):
9. Fecha:
10. Firma:

PARTE 2 — DATOS DEL ENSAYO

1. Fecha del ensayo:
2. Situación de la pista de ensayo:
- 2.1. Características de la pista de ensayo

	Al inicio de los ensayos	Al término de los ensayos	Especificaciones
Condiciones meteorológicas			
Temperatura ambiente			- 2 °C a - 15 °C
Temperatura de la nieve			- 4 °C a - 15 °C
Índice CTI			80 a 90
Otros			

3. Vehículo de ensayo (marca, modelo y tipo, año):
4. Información sobre los neumáticos sometidos a ensayo
- 4.1. Designación del tamaño y descripción de servicio de los neumáticos:
- 4.2. Marca y denominación comercial de los neumáticos:

4.3. Datos del neumático de ensayo:

	SRTT _(1er ensayo)	Candidato 1	Candidato 2	Candidato 3	SRTT _(2º ensayo)
Dimensiones del neumático					
Código de anchura de la llanta de ensayo					
Cargas neumáticos D/T (kg)					
Índice de carga D/T (%)					
Presión del neumático D/T (kPa)					

5. Resultados del ensayo: Deceleraciones medias (m/s²)

N.º del ensayo	Especificaciones	SRTT _(1er ensayo)	Candidato 1	Candidato 2	Candidato 3	SRTT _(2º ensayo)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Media						
Desv. típica						
Razón de deslizamiento (%)						
CV (%)	≤ 6 %					
Validación SRTT	(SRTT) ≤ 6 %					
Media del SRTT						
Índice de prestaciones en nieve		1,00				