



2025/1453

7.8.2025

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: <https://unece.org/status-1958-agreement-and-annexed-regulations>

Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas: 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 [2025/1453]

Incluye todos los textos válidos hasta:

El suplemento 2 de la serie 04 de modificaciones. Fecha de entrada en vigor: 10 de enero de 2025

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

ECE/TRANS/WP.29/2013/59
ECE/TRANS/WP.29/2014/4
ECE/TRANS/WP.29/2014/6
ECE/TRANS/WP.29/2013/66 (modificado por el apartado 56 del informe ECE/TRANS/WP.29/1108)
ECE/TRANS/WP.29/2015/5
ECE/TRANS/WP.29/2015/65 (modificado por el apartado 66 del informe ECE/TRANS/WP.29/1116)
ECE/TRANS/WP.29/2016/60
ECE/TRANS/WP.29/2019/54
ECE/TRANS/WP.29/2020/6 (modificado por el apartado 85 del informe ECE/TRANS/WP.29/1151)
ECE/TRANS/WP.29/2020/75
ECE/TRANS/WP.29/2021/8 (modificado por el apartado 78 del informe ECE/TRANS/WP.29/1157)
ECE/TRANS/WP.29/2022/8
ECE/TRANS/WP.29/2022/83
ECE/TRANS/WP.29/2023/6 (modificado por el apartado 88 del informe ECE/TRANS/WP.29/1171)
ECE/TRANS/WP.29/2023/8
ECE/TRANS/WP.29/2023/76
ECE/TRANS/WP.29/2024/65

Índice

Reglamento

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Inscripciones
5. Homologación
6. Requisitos
7. Modificación del 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 encargados de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
12. Disposiciones transitorias

Anexos

- 1 Comunicación
- 2 Disposición de las marcas de homologación
 - Apéndice 1 Ejemplos de marcas de homologación del Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas por separado
 - Apéndice 2 Homologación conforme al Reglamento n.º 117 y también conforme a los Reglamentos n.º 30 o n.º 54
 - Apéndice 3 Combinaciones de marcas de homologación expedidas conforme a los Reglamentos n.º 117, n.º 30 o n.º 54
 - Apéndice 4 Extensiones que permiten combinar homologaciones expedidas conforme 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 Reservado
- 5 Procedimientos de ensayo para la medición de la adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado nuevo
 - Apéndice Ejemplos de actas de ensayos del índice de adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado nuevo
- 6 Procedimiento de ensayo para la medición de la resistencia a la rodadura
 - Apéndice 1 Tolerancias del equipo de ensayo
 - Apéndice 2 (omitido)
 - 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: mediciones y tratamiento de datos para obtener el valor de la deceleración con la forma diferencial $d\omega/dt$
- 7 Procedimientos de ensayo de las prestaciones en nieve de los neumáticos para uso en condiciones extremas de nieve
 - Apéndice 1 Definición del pictograma del «símbolo alpino»
 - Apéndice 2 Actas y datos de ensayo de los neumáticos de las clases C1 y C2
 - Apéndice 3 Actas y datos de ensayo de los neumáticos de la clase C3
- 8 Procedimientos de ensayo de las prestaciones en hielo de los neumáticos de hielo de la clase C1
 - Apéndice 1 Definición del pictograma del «símbolo de adherencia en hielo»
 - Apéndice 2 Actas y datos de ensayo de los neumáticos de la clase C1
- 9 Procedimiento para la medición de la adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado
 - Apéndice 1 Ejemplo de informe de preparación de neumáticos desgastados
 - Apéndice 2 Ejemplos de actas de ensayos del índice de adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado
- 10 Procedimiento para la medición del comportamiento de abrasión de los neumáticos de la clase C1
 - Apéndice 1 Método de ensayo a): cálculo de aceleraciones
 - Apéndice 2 Método de ensayo a): ejemplo de acta de ensayo relativa al método del vehículo
 - Apéndice 3 Método de ensayo b): parámetros de entrada del ciclo de ensayos
 - Apéndice 4 Método de ensayo b): tolerancias de los equipos de ensayo
 - Apéndice 5 Método de ensayo b): sustitución de la superficie del papel de lija
 - Apéndice 6 Método de ensayo b): ejemplo de acta de ensayo relativa al método de ensayo del tambor en interior

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* de las clases C1, C2 y C3 en estado nuevo y a las prestaciones de adherencia en superficie mojada de los neumáticos de la clase C1 en estado desgastado. También se aplica a la abrasión de los neumáticos de la clase C1 en estado nuevo, tal como esta se define en el punto 1.3 del presente Reglamento de las Naciones Unidas. No obstante, quedarán excluidos del campo de aplicación del mismo:

* A efectos del presente Reglamento, se entenderá por «neumático» una cubierta neumática.

- 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 (código de categoría 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 2000.
- 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 de los neumáticos en estado nuevo o a la adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado y/o la resistencia a la rodadura.
- 1.3. En el caso de los neumáticos de la clase C1, excepto los neumáticos de hielo y los neumáticos cuya llanta tenga un código de diámetro nominal ≤ 13 , la homologación se complementará con información sobre el nivel de abrasión con arreglo a los puntos 5.7 a 5.9 del presente Reglamento.

2. Definiciones

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

- 2.1. «Tipo de neumático»: neumáticos que no se diferencian en características esenciales como:

- El nombre del fabricante.
- La clase del neumático (véase el punto 2.6).
- La estructura del neumático.
- La categoría de utilización: neumático de uso normal, neumático de nieve y neumático de uso especial.
- Si se trata de neumáticos para uso en condiciones extremas de nieve o no.
- En el caso de los neumáticos de la clase C1, si son neumáticos de hielo o no.
- En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, si son neumáticos de tracción o no.
- El dibujo de la banda de rodadura (véase el punto 3.2.1 del presente Reglamento).

⁽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.4, punto 2 (www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html).

- 2.2. «Fabricante»: persona u organismo responsable, ante la autoridad de homologación de tipo, de todos los aspectos de la homologación de tipo y de garantizar la conformidad de la producción.
- 2.3. «Marca comercial / marca registrada»: la identificación de la marca comercial o marca registrada en la forma definida por el fabricante del neumático y marcada en el flanco. La marca comercial o marca registrada puede ser la misma que la del fabricante.
- 2.4. «Denominación comercial / nombre comercial»: la identificación de una gama de neumáticos en la forma indicada por el fabricante del neumático. Puede coincidir con la marca comercial o marca registrada.
- 2.5. «Emisión de ruido de rodadura»: ruido producido por el contacto de los neumáticos en movimiento con la superficie de la calzada.
- 2.6. «Clase de neumático» se refiere a uno de los siguientes grupos:
- 2.6.1. *Neumáticos de la clase C1*: aquellos que se ajustan a lo dispuesto en el Reglamento n.º 30 de las Naciones Unidas.
- 2.6.2. *Neumáticos de la clase C2*: aquellos que se ajustan a lo dispuesto en el Reglamento n.º 54 de las Naciones Unidas 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».
- 2.6.3. *Neumáticos de la clase C3*: aquellos que se ajustan a lo dispuesto en el Reglamento n.º 54 de las Naciones Unidas y que cuentan con:
- a) un índice de capacidad de carga en utilización simple superior o igual a 122, o bien
 - b) 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».
- 2.7. «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, o en el anexo 9 en relación con la adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado para evaluar su conformidad con el tipo homologado, o en el anexo 7 con respecto a la medición de las prestaciones en nieve, o en el anexo 8 en relación con la medición de las prestaciones en hielo.
- 2.8. «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.
- 2.9. «Neumáticos diseñados para competición»: aquellos destinados a ser instalados en vehículos de competición deportiva y que no están destinados a ser utilizados de forma no competitiva en carretera.
- 2.10. «Neumático normal»: aquel destinado a ser utilizado en carretera de manera normal.
- 2.11. «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 4000-1:2021 ⁽²⁾.
- 2.12. «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.
- 2.13. «Neumático de nieve»: el neumático cuyo dibujo o composición de la banda de rodadura o cuya estructura han sido concebidos específicamente para proporcionar, en presencia de barro y/o nieve, mejores prestaciones que los neumáticos normales en cuanto a la capacidad de iniciar y controlar el desplazamiento del vehículo.

⁽²⁾ Los neumáticos de la clase C1 se corresponden con los «passenger car tyres» (neumáticos de turismos) de la norma ISO 4000-1:2021.

- 2.13.1. «Neumático para uso en condiciones extremas de nieve»: neumático de nieve o neumático de uso especial cuyo dibujo o 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 de los puntos 6.5 y 6.5.1 del presente Reglamento.
- 2.13.1.1. «Neumático de hielo»: neumático de nieve de la clase C1 clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve y diseñado además para ser utilizado en calzadas cubiertas de hielo y que cumple los requisitos del punto 6.5.2 del presente Reglamento.
- 2.14. «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.
- 2.15. «Neumático todoterreno profesional»: neumático de uso especial destinado primordialmente a un uso fuera de carretera en condiciones difíciles.
- 2.16. «Profundidad de la banda de rodadura»: profundidad de las ranuras principales.
- 2.16.1. «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.
- 2.17. «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.
- 2.18. «Neumático de ensayo de referencia normalizado» o «SRTT»: neumático producido, controlado y almacenado conforme a las siguientes normas de ASTM International:
- a) E1136-19 para el tamaño P195/75R14 y al que se hace referencia como «SRTT14».
 - b) F2493-23 para el tamaño P225/60R16 y al que se hace referencia como «SRTT16».
 - c) F3611-22e1 para el tamaño P225/60R16 en estado desgastado y al que se hace referencia como «SRTT16 moldeado en estado desgastado».
 - d) F2872-19 para el tamaño 225/75R16C y al que se hace referencia como «SRTT16C».
 - e) F2871-23 para el tamaño 245/70R19.5 y al que se hace referencia como «SRTT19.5».
 - f) F2870-23 para el tamaño 315/70R22.5 y al que se hace referencia como «SRTT22.5».
 - g) F3678-23 para el tamaño 245/70R19.5 y al que se hace referencia como «SRTT19.5 con entalladuras».
 - h) F3677-23 para el tamaño 315/70R22.5 y al que se hace referencia como «SRTT22.5 con entalladuras».
 - i) F3676-23 para el tamaño 225/45R17 y al que se hace referencia como «SRTT17S».
 - j) F3675-23 para el tamaño 225/45R17 y al que se hace referencia como «SRTT17W».
- 2.19. Mediciones de la adherencia en superficie mojada o de las prestaciones en nieve o de las prestaciones en hielo: definiciones específicas
- 2.19.1. «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 ensayo de referencia normalizado (SRTT).
- 2.19.2. «Neumático candidato» o «juego de neumáticos candidatos»: neumático o juego de neumáticos representativo del tipo que es sometido a homologación con arreglo al presente Reglamento y cuyas prestaciones se evalúan en relación con las de un neumático o juego de neumáticos de referencia.
- 2.19.3. «Neumático de referencia» o «juego de neumáticos de referencia»: neumático o juego de neumáticos de ensayo de referencia normalizados, según la definición recogida en el anexo correspondiente.

- 2.19.4. «Neumático de control» o «juego de neumáticos de control»: neumático o juego de neumáticos de fabricación normal utilizado para determinar el nivel de adherencia en superficie mojada o el nivel de prestaciones en nieve o en hielo de tamaños de neumático que no pueden instalarse en el mismo vehículo que el neumático o juego de neumáticos de referencia; véase el punto 2.2.2.8 del anexo 5, parte B, el punto 3.4.3 del anexo 7 y el punto 2.4.5.1.1 del anexo 8 del presente Reglamento.
- 2.19.5. «Neumático de ensayo»: neumático candidato, neumático de referencia o neumático de control.
- 2.19.6. «Índice de adherencia en superficie mojada» («G»): unidad adimensional que expresa el nivel de adherencia en superficie mojada de un neumático candidato en relación con el del SRTT aplicable.
- 2.19.7. «Índice de adherencia en nieve» («SG»): unidad adimensional que expresa el nivel de prestaciones en nieve de un neumático candidato en relación con las prestaciones del SRTT aplicable.
- 2.19.8. «Índice de adherencia en hielo» («G_I»): unidad adimensional que expresa el nivel de prestaciones en hielo de un neumático candidato en relación con las prestaciones del SRTT aplicable.
- 2.19.9. «Coeficiente máximo de fuerza 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.
- 2.19.10. «Deceleración media plenamente desarrollada» («mfdd»): deceleración media calculada a partir de la distancia medida y registrada al decelerar un vehículo entre dos velocidades especificadas.
- 2.19.11. «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.
- 2.19.12. «Pasada de ensayo»: única pasada de un neumático cargado sobre una pista de ensayo dada.
- 2.19.13. «Ensayo de frenado»: serie de un número determinado de pasadas de ensayo de frenado repetidas en un plazo corto de tiempo utilizando un mismo neumático.
- 2.19.14. «Ensayo de tracción»: serie de un número determinado de pasadas de ensayo de tracción de giro repetidas en un plazo corto de tiempo utilizando un mismo neumático.
- 2.19.15. «Ensayo de aceleración»: serie de un número determinado de pasadas de ensayo de aceleración con control de tracción repetidas en un plazo corto de tiempo utilizando un mismo neumático.
- 2.19.16. «Ciclo de ensayos»: serie de ensayos de frenado, ensayos de tracción o ensayos de aceleración que consisten en un ensayo inicial del neumático de referencia o del neumático de control, ensayos de neumáticos candidatos y/o neumáticos de control y un ensayo final del mismo neumático de referencia o neumático de control.
- 2.19.17. «Neumático en estado desgastado» o «neumático desgastado»: neumático que se encuentra en el estado definido en el anexo 9 del presente Reglamento.
- 2.19.18. «Neumático en estado nuevo»: neumático que se encuentra en el estado definido en el anexo 9 del presente Reglamento.
- 2.20. Mediciones de la resistencia a la rodadura: definiciones específicas
- 2.20.1. «Resistencia a la rodadura» («F_r»): pérdida de energía (o energía consumida) por unidad de distancia recorrida ⁽³⁾.

⁽³⁾ 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 expresada en newtons.

- 2.20.2. «Coeficiente de resistencia a la rodadura» («C_r»): relación entre la resistencia a la rodadura y la carga soportada por el neumático ⁽⁴⁾.
- 2.20.3. «Neumático de ensayo nuevo»: neumático que no se ha utilizado previamente en un ensayo de rodadura con carga que eleve 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 ⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾.
- 2.20.4. «Neumático de control de laboratorio»: neumático utilizado por un laboratorio para controlar el comportamiento de una máquina en función del tiempo ⁽⁷⁾.
- 2.20.5. «Inflado con evolución libre de la presión»: proceso de inflar el neumático hasta la presión de inflado en frío requerida y permitir que la presión de inflado aumente libremente debido a que el neumático se calienta al rodar.
- 2.20.6. «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, a la fricción de los cojinetes y a otras fuentes de pérdidas sistemáticas que pueden ser inherentes a las mediciones.
- 2.20.7. «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.
- 2.20.8. «Inercia» o «momento de inercia»: relación entre el par aplicado a un cuerpo en rotación, como un conjunto de rueda y neumático o un tambor de ensayo, y la aceleración angular de dicho cuerpo ⁽⁸⁾.
- 2.20.9. «Reproducibilidad de la medición» («σ_m»): capacidad de una máquina para medir la resistencia a la rodadura ⁽⁹⁾.
- 2.21. Comportamiento de abrasión: definiciones específicas
- 2.21.1. «Tasa de abrasión»: relación de la masa de material que pierde el neumático debido al proceso de abrasión por distancia recorrida, expresada en mg/km.
- 2.21.2. «Nivel de abrasión»: tasa de abrasión normalizada en función de la carga soportada por el neumático, expresada en mg/km/t.

⁽⁴⁾ La resistencia a la rodadura se expresa en newtons y la carga, en kilonewtons. El coeficiente de resistencia a la rodadura carece de magnitud.

⁽⁵⁾ 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.

⁽⁶⁾ Se permite repetir un procedimiento de ensayo autorizado.

⁽⁷⁾ La deriva constituye un ejemplo de comportamiento de una máquina.

⁽⁸⁾ El cuerpo en rotación puede ser, por ejemplo, un conjunto de rueda y neumático o un tambor de ensayo.

⁽⁹⁾ La reproducibilidad de la medición σ_m se calculará midiendo n veces (siendo n ≥ 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 ≥ 3).

- 2.21.3. «Índice de abrasión» del neumático candidato («AICT»): unidad adimensional para expresar el nivel de abrasión de un neumático en relación con el del neumático de ensayo de referencia normalizado (SRTT) aplicable.
- 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; el «nivel de emisiones de ruido de rodadura» o el «nivel de adherencia en superficie mojada de un neumático en estado nuevo» o el «nivel de adherencia en superficie mojada de un neumático en estado desgastado» y/o el «nivel de resistencia a la rodadura»; el «nivel de prestaciones en nieve» en el caso de un neumático para uso en condiciones extremas de nieve y, además, el «nivel de prestaciones en hielo» en el caso de un neumático de hielo.
 - 3.1.1.1. En el caso de los neumáticos de la clase C1, la información sobre el nivel de abrasión, si se notifica, se comunicará en el formato conforme al modelo de acta de ensayo del apéndice 2 o del apéndice 6 del anexo 10.
 - 3.1.2. Nombre y dirección del fabricante.
 - 3.1.3. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante.
 - 3.1.4. La clase de neumático (C1, C2 o C3) (véase el punto 2.6 del presente Reglamento).
 - 3.1.5. La categoría de utilización (normal, nieve o especial).
 - 3.1.5.1. Si se trata de neumáticos para uso en condiciones extremas de nieve o no.
 - 3.1.5.2. En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, si son neumáticos de tracción o no.
 - 3.1.5.3. En el caso de los neumáticos de la clase C1, si son neumáticos de hielo o no.
 - 3.1.6. La estructura de los neumáticos.
 - 3.1.7. Las marcas comerciales / marcas registradas, las denominaciones comerciales / nombres comerciales.
 - 3.1.8. Una lista de las designaciones del tamaño de los neumáticos a que se refiere la presente solicitud, en la que se especifiquen, por cada marca comercial / marca registrada y/o denominación comercial / nombre comercial, las designaciones del tamaño de los neumáticos y las descripciones de servicio aplicables, añadiendo, en el caso de los neumáticos de la clase C1, si son «reforzados» (o «de carga extra») o no.
 - 3.2. La solicitud irá acompañada (por triplicado) de:
 - 3.2.1. Información sobre las principales características, incluido el dibujo de la banda de rodadura, con respecto a los efectos en las prestaciones (a saber, el nivel de emisión de ruido de rodadura, la adherencia en superficie mojada, la resistencia a la rodadura, las prestaciones en nieve, las prestaciones en hielo y la abrasión) de los neumáticos pertenecientes a la gama de tamaños de neumáticos designada. Ello podrá efectuarse mediante descripciones acompañadas de datos técnicos, dibujos, fotografías o imágenes de tomografía computarizada, y deberán ser suficientes para que la autoridad de homologación de tipo o el servicio técnico puedan determinar 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 muestren las marcas de homologación a 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 de tipo.

- 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/lleño.
- 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 los servicios técnicos, comunicadas con arreglo al punto 11 del presente Reglamento.
- 3.4. Respecto a la solicitud, el ensayo puede limitarse a un tamaño representativo del tipo de neumático, a discreción de la autoridad de homologación de tipo.
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 ⁽¹⁰⁾:
- 4.2.1. El nombre del fabricante o la marca comercial / marca registrada.
- 4.2.2. La denominación comercial / nombre comercial (véase el punto 2.4 del presente Reglamento). No obstante, la denominación comercial no será necesaria cuando coincida con la marca comercial / 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» ⁽¹¹⁾ si el neumático está clasificado como de tracción.
- 4.2.6. El «símbolo alpino» («montaña de tres picos con un copo de nieve» conforme al pictograma descrito en el anexo 7, apéndice 1), si el neumático de nieve o neumático de uso especial está clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve.
- 4.2.6.1. El «símbolo de adherencia en hielo» (conforme al pictograma descrito en el anexo 8, apéndice 1), si el neumático para uso en condiciones extremas de nieve está clasificado además como neumático de hielo.
- 4.2.6.2. La indicación «M+S», «M.S» o «M&S», además del «símbolo alpino», si el neumático de uso especial está clasificado como neumático 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.
- 4.3.1. En caso de que la homologación de un neumático conforme al presente Reglamento haya sido concedida por la misma autoridad de homologación de tipo concedente de la homologación conforme al Reglamento n.º 30 o al Reglamento n.º 54, la marca de homologación conforme al Reglamento n.º 30 o al Reglamento n.º 54 podrá combinarse con una indicación de la serie de modificaciones aplicable con arreglo a la cual se homologó el neumático conforme al Reglamento n.º 117 en forma de dos dígitos (ejemplo: «04» para indicar que la homologación conforme al Reglamento n.º 117 se concedió con arreglo a la serie 04 de modificaciones) y con los sufijos indicados en el punto 5.2.2 utilizando el signo de la suma «+», según la descripción que figura en el anexo 2, apéndice 3, del presente Reglamento, por ejemplo «0236378 + 04S2W2R3B».

⁽¹⁰⁾ Algunos de estos requisitos podrán especificarse aparte en los Reglamentos n.º 30 o n.º 54.

⁽¹¹⁾ Altura mínima del marcado: remitirse a la dimensión C del anexo 3 del Reglamento n.º 54.

- 4.4. El marcado a que se refiere el punto 4.2 y la marca de homologación prescrita en el punto 5.4 del presente Reglamento deberán inscribirse en relieve elevado o relieve hundido en la superficie del neumático de forma claramente legible e indeleble.
- 4.4.1. La marca de homologación estará situada en la zona inferior del neumático al menos en uno de sus flancos. No obstante, en el caso de neumáticos que lleven el código «A» o «U» de «configuración de la instalación del neumático en la llanta», el marcado se podrá inscribir 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 al tipo de neumático homologado un número de homologación conforme al anexo 4 de la revisión 3 del Acuerdo de 1958. La misma Parte Contratante no podrá asignar el mismo número a otro tipo de neumático.
- 5.2.1. En lugar de conceder el número de homologación de tipo inicial conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas, a petición del fabricante, la autoridad de homologación de tipo podrá conceder el número de homologación de tipo que se hubiera concedido anteriormente a ese tipo de neumático conforme a los Reglamentos n.º 30 o n.º 54 de las Naciones Unidas con el número de extensión posterior.
- 5.2.2. El formulario de notificación mencionado en el punto 5.3 indicará los parámetros de funcionamiento específicos del Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas mediante los sufijos siguientes:
- S para identificar la conformidad adicional con los requisitos relativos a las emisiones de ruido de rodadura;
- W para determinar la conformidad adicional con los requisitos relativos a la adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado nuevo;
- R para determinar la conformidad adicional con los requisitos relativos a la resistencia a la rodadura;
- B para determinar la conformidad adicional con los requisitos relativos a la adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado desgastado.
- El sufijo «S» irá seguido del sufijo «2» para indicar la conformidad con la fase 2, mientras que, teniendo en cuenta que se definen dos fases con respecto a la adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado nuevo y a los requisitos de resistencia a la rodadura en los puntos 6.2 y 6.3, el sufijo «W» irá seguido del sufijo «1» para indicar la conformidad con la fase 1 o del sufijo «2» para indicar la conformidad con la fase 2, y el sufijo «R» irá seguido del sufijo «2» para indicar la conformidad con la fase 2 o del sufijo «3» para indicar la conformidad con la fase 3.
- 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. Con referencia al punto 5.2.1, 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. La extensión de las homologaciones será concedida 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 el anexo 1 del presente Reglamento) certificados de conformidad con arreglo a otros reglamentos, todos los números específicos de homologación de tipo y el Reglamento mismo se añadirán al punto 9 del anexo 1, «Comunicación».

- 5.3.1.2. Los sufijos mencionados en el punto 5.2.2 irán precedidos de los dos dígitos identificativos de la serie de modificaciones de la prescripción relativa a las prestaciones de los neumáticos para el Reglamento n.º 117, por ejemplo, 04S2 para identificar la cuarta serie de modificaciones sobre las emisiones de ruido de rodadura de los neumáticos en la fase 2 o 04S2W2R3B para identificar la cuarta serie de modificaciones sobre las emisiones de ruido de rodadura de los neumáticos en la fase 2, la adherencia en superficie mojada de un neumático en estado nuevo en la fase 2, la resistencia a la rodadura en la fase 3 y la adherencia en superficie mojada de un neumático en estado desgastado.
- 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. un círculo en torno a la letra «E» seguida del número distintivo del país que ha concedido la homologación ⁽¹²⁾; y
- 5.4.2. La parte del número de homologación especificada en el punto 3 de la sección 3 del anexo 4 de la revisión 3 del Acuerdo de 1958, que se colocará cerca del círculo prescrito en el punto 5.4.1 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.

S2	Nivel de emisiones de ruido de rodadura en la fase 2
W1	Nivel de adherencia en superficie mojada en estado nuevo en la fase 1
W2	Nivel de adherencia en superficie mojada en estado nuevo en la fase 2
R2	Nivel de resistencia a la rodadura en la fase 2
R3	Nivel de resistencia a la rodadura en la fase 3
B	Nivel de adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado

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 conforme a los Reglamentos n.º 30 o n.º 54 de las Naciones Unidas, se colocarán el signo de la suma «+» y la serie de modificaciones del Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas 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 conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas, se colocará el signo de la suma «+» entre el sufijo o cualquier combinación de sufijos de la homologación inicial y cualquier combinación de sufijos añadidos para indicar la extensión de la homologación.

- 5.4.4. La inscripción de los sufijos del número de homologación en los flancos del neumático dispensa de la obligación de que el neumático lleve cualquier otra inscripción del número de homologación de tipo específico en relación con la conformidad con los reglamentos a los que haga referencia el sufijo, con arreglo al punto 5.2.2.
- 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.

⁽¹²⁾ Los números distintivos de las Partes Contratantes del Acuerdo de 1958 figuran en el anexo 3 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev. 4, anexo 3, www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

- 5.6. En el anexo 2 del presente Reglamento figuran algunos ejemplos de disposición de las marcas de homologación.
- 5.7. Hasta el 6 de julio de 2026 y a petición del solicitante, durante la homologación de un nuevo tipo de neumáticos de la clase C1, será posible determinar el nivel de abrasión de un neumático de ese tipo de conformidad con el anexo 10 del presente Reglamento. Los resultados de los ensayos se comunicarán a la autoridad de homologación de tipo en el formato que se establece en el modelo de acta de ensayo que figura en el apéndice 2 o en el apéndice 6 del anexo 10.
- 5.8. Entre el 7 de julio y el 31 de diciembre de 2026 y a petición del solicitante, durante la homologación de un nuevo tipo de neumáticos de la clase C1, será posible determinar el nivel de abrasión de un neumático de ese tipo de conformidad con el anexo 10 del presente Reglamento. Los resultados de los ensayos se comunicarán a la autoridad de homologación de tipo en el formato que se establece en el modelo de acta de ensayo que figura en el apéndice 2 o en el apéndice 6 del anexo 10.
- 5.9. A partir del 1 de enero de 2027, el fabricante, durante la homologación de un nuevo tipo de neumáticos de la clase C1, comunicará el nivel de abrasión de los neumáticos de ese tipo de conformidad con el anexo 10 del presente Reglamento. Los resultados de los ensayos se comunicarán a la autoridad de homologación de tipo en el formato que se establece en el modelo de acta de ensayo que figura en el apéndice 2 o en el apéndice 6 del anexo 10.
- 5.10. No es obligatorio realizar ensayos de abrasión para las extensiones de homologaciones de tipo existentes conforme al presente Reglamento cuya fecha de concesión inicial sea anterior al 1 de enero de 2027.
6. Requisitos
- 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 la clase C1 no superará los valores que figuran a continuación. Dichos valores se refieren a la anchura nominal de sección definida en el Reglamento n.º 30 de las Naciones Unidas:

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 en 1 dB(A) en el caso de los neumáticos de nieve clasificados como neumáticos para uso en condiciones extremas de nieve, 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 la clase C2 con respecto a su categoría de utilización [véase el punto 2.1, letra d)] no superará los valores que figuran a continuación:

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

Fase 2		
Categoría de utilización	Límite dB(A)	
	Otro	Neumáticos de tracción
Neumático de uso especial	74	75
Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	74	75

- 6.1.3. El valor de la emisión de ruido de rodadura de los neumáticos de la clase C3 con respecto a su categoría de utilización [véase el punto 2.1, letra d)] no superará los valores que figuran a continuación:

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

- 6.2. La determinación de las prestaciones de adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado nuevo se basarán en un procedimiento que compara el coeficiente máximo de fuerza de frenado («pbf») o la deceleración media plenamente desarrollada («mfdd») con los valores conseguidos con 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. Los neumáticos de la clase C1 sometidos a ensayo conforme a uno de los procedimientos del anexo 5, parte A, del presente Reglamento cumplirán los requisitos siguientes:

Fase 1		
Categoría de utilización		Índice de adherencia en superficie mojada (G)
Neumático normal		≥ 1,1
Neumático de nieve		≥ 1,1
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve y con una categoría de velocidad superior a 160 km/h	≥ 1,0
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve y con una categoría de velocidad no superior a 160 km/h	≥ 0,9
Neumático de uso especial		Sin definir
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	Sin definir

Fase 2			
Categoría de utilización		Índice de adherencia en superficie mojada (G)	
Neumático normal		≥ 1,2	
Neumático de nieve		≥ 1,2	
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	Categoría de velocidad superior a 160 km/h	≥ 1,1
		Categoría de velocidad no superior a 160 km/h	≥ 1,0
		Neumáticos de hielo	≥ 1,0
Neumático de uso especial		≥ 1,1	
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	≥ 1,0	

- 6.2.2. Los neumáticos de la clase C2 sometidos a ensayo conforme a uno de los procedimientos del anexo 5, parte B, del presente Reglamento cumplirán los requisitos siguientes:

Fase 1		
Categoría de utilización	Índice de adherencia en superficie mojada (G)	
	Otro	Neumáticos de tracción
Neumático normal	$\geq 0,95$	$\geq 0,85$
Neumático de nieve	$\geq 0,95$	$\geq 0,85$
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	$\geq 0,85$
Neumático de uso especial	$\geq 0,85$	$\geq 0,85$
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	$\geq 0,85$

Fase 2		
Categoría de utilización	Índice de adherencia en superficie mojada (G)	
	Otro	Neumáticos de tracción
Neumático normal	$\geq 1,10$	$\geq 1,00$
Neumático de nieve	$\geq 1,10$	$\geq 1,00$
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	$\geq 1,00$
Neumático de uso especial	$\geq 1,00$	$\geq 1,00$
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	$\geq 1,00$

- 6.2.3. Los neumáticos de la clase C3 sometidos a ensayo conforme a uno de los procedimientos del anexo 5, parte B, del presente Reglamento cumplirán los requisitos siguientes:

Fase 1			
Categoría de utilización		Índice de adherencia en superficie mojada (G)	
		Otro	Neumáticos de tracción
Neumático normal		$\geq 0,80$	$\geq 0,65$
Neumático de nieve		$\geq 0,65$	$\geq 0,65$
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	$\geq 0,65$	$\geq 0,65$
Neumático de uso especial		$\geq 0,65$	$\geq 0,65$
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	$\geq 0,65$	$\geq 0,65$

Fase 2			
Categoría de utilización		Índice de adherencia en superficie mojada (G)	
		Otro	Neumáticos de tracción
Neumático normal		$\geq 0,95$	$\geq 0,80$
Neumático de nieve		$\geq 0,80$	$\geq 0,80$
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	$\geq 0,80$	$\geq 0,80$
Neumático de uso especial		$\geq 0,80$	$\geq 0,80$
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	$\geq 0,80$	$\geq 0,80$

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

El valor máximo del coeficiente de resistencia a la rodadura no superará los valores indicados a continuación (el valor expresado en N/kN equivale al valor indicado en kg/tonelada):

Fase 2	
Clase de neumático	Valor máximo de C_r (N/kN)
C1	10,5
C2	9,0
C3	6,5

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

Fase 3		
Clase de neumático		Valor máximo de C_r (N/kN)
C1	índice de capacidad de carga < 87	10,0
	índice de capacidad de carga ≥ 87	Neumáticos distintos de los neumáticos autoportantes o de los neumáticos de movilidad ampliada
		9,0
		Neumáticos con una relación de aspecto nominal ≤ 40 y adecuados para velocidades ≥ 300 km/h
		10,0
	Neumáticos autoportantes o neumáticos de movilidad ampliada	
	10,0	
Neumáticos de uso especial		10,0
C2	Neumáticos distintos de los neumáticos de tracción	
	8,5	
C3	Neumáticos de tracción	
	9,0	
C3	Neumáticos distintos de los marcados con «C», «CP» o «LT»	
	6,0	
C3	Neumáticos marcados con «C» o «CP» como sufijo de la designación del tamaño del neumático o con «LT» como prefijo o sufijo de la designación del tamaño del neumático o con «LT» después de la descripción de servicio.	
	6,5	

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

- 6.4. La adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado se basará en un procedimiento definido en el anexo 9 del presente Reglamento.
- 6.4.1. Los neumáticos de la clase C1 sometidos a ensayo conforme a uno de los procedimientos del anexo 9 del presente Reglamento cumplirán los requisitos siguientes:

Categoría de utilización		Índice de adherencia en superficie mojada (G_B)
Neumático normal		$\geq 0,88$
	Neumático con una relación de aspecto nominal igual o inferior a 40, una anchura de sección igual o superior a 235 mm y adecuado para velocidades iguales o superiores a 300 km/h	$\geq 0,80$
Neumático de nieve		$\geq 0,88$
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve y adecuado para velocidades superiores a 160 km/h	$\geq 0,80$
	Neumático de hielo	$\geq 0,70$
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve y adecuado para velocidades iguales o inferiores a 160 km/h	$\geq 0,70$
Neumático de uso especial	Neumático de hielo	$\geq 0,70$
		$\geq 0,80$
Neumático de uso especial		$\geq 0,80$
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	$\geq 0,80$

En el caso de los neumáticos normales con un símbolo de categoría de velocidad que indique una velocidad máxima admisible igual o superior a 300 km/h y una relación de aspecto igual o inferior a 40, el límite se reducirá en 0,08.

- 6.4.2. Los neumáticos de la clase C2 evaluados conforme al procedimiento recogido en el punto 3 del anexo 9 del presente Reglamento cumplirán los requisitos siguientes:

Categoría de utilización		Índice de adherencia en superficie mojada (G _B)	
		Otros	Neumáticos de tracción
Neumático normal		≥ 0,82	≥ 0,74
Neumático de nieve		≥ 0,82	≥ 0,74
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	≥ 0,74	≥ 0,74
Neumático de uso especial		≥ 0,74	≥ 0,74
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	≥ 0,74	≥ 0,74

- 6.4.3. Los neumáticos de la clase C3 evaluados conforme al procedimiento recogido en el punto 3 del anexo 9 del presente Reglamento cumplirán los requisitos siguientes:

Categoría de utilización		Índice de adherencia en superficie mojada (G _B)	
		Otros	Neumáticos de tracción
Neumático normal		≥ 0,66	≥ 0,54
Neumático de nieve		≥ 0,54	≥ 0,54
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	≥ 0,54	≥ 0,54
Neumático de uso especial		≥ 0,54	≥ 0,54
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	≥ 0,54	≥ 0,54

- 6.5. Para que se clasifique como neumático para uso en condiciones extremas de nieve, el neumático cumplirá los requisitos de funcionamiento establecidos en el punto 6.5.1. 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 ensayo de referencia normalizado (SRTT).

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

6.5.1. Requisitos de funcionamiento en nieve de los neumáticos de las clases C1, C2 y C3

A continuación figura el valor mínimo del índice de adherencia en nieve, calculado según el procedimiento descrito en el anexo 7 y comparado con el neumático de ensayo de referencia normalizado (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)
	<i>Ref.s</i> = SRTT14, SRTT16	<i>Ref.</i> = SRTT16C	<i>Ref.</i> = SRTT14, SRTT16	<i>Ref.s</i> = SRTT19.5, SRTT22.5, SRTT19.5 <i>siped</i> , SRTT22.5 <i>siped</i>
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.

6.5.2. Requisitos de funcionamiento en hielo para neumáticos de la clase C1 clasificados como neumáticos de hielo

Para que se clasifique como neumático de hielo, un neumático de uso en condiciones extremas de nieve deberá cumplir el valor mínimo del índice de adherencia en hielo que figura a continuación, calculado según el procedimiento descrito en el anexo 8 y comparado con el correspondiente neumático de ensayo de referencia normalizado (SRTT):

Clase de neumático	Índice de adherencia en hielo
	<i>Ref.</i> = SRTT16
C1	1,18

6.6. Para que se clasifique como «neumático de tracción», un neumático debe cumplir al menos una de las condiciones que se indican a continuación en los puntos 6.6.1 y 6.6.2.

6.6.1. El dibujo de la banda de rodadura del neumático tendrá un mínimo de dos nervaduras circunferenciales, cada una de ellas con al menos treinta elementos similares a un bloque separados por ranuras y/o entalladuras cuya profundidad mínima será la mitad de la profundidad de la banda de rodadura.

6.6.2. El dibujo de la banda de rodadura del neumático tendrá un número total de elementos de tracción (n_{TE}) igual o superior a un límite calculado sobre la base del potencial de deformación (P_{def}) de dicho dibujo con arreglo al punto 6.6.2.3.

6.6.2.1. Cálculo del potencial de deformación del dibujo de la banda de rodadura

El «potencial de deformación» (P_{def}) se calcula de la forma siguiente:

$$P_{def} = R_{void} \cdot d_{tr}^3$$

donde:

R_{void} es una cifra adimensional entre 0 y 1 que representa la relación vacío/lleño del dibujo de la banda de rodadura con arreglo a la definición del punto 2.17;

d_{tr} es la máxima de las profundidades de la banda de rodadura definidas en el punto 2.16 del presente Reglamento, expresada en milímetros.

El potencial de deformación P_{def} se expresa en mm³.

6.6.2.2. Cálculo del número de elementos de tracción

Los «elementos de tracción» (TE) son elementos del dibujo de la banda de rodadura que están completamente separados entre sí por ranuras y/o entalladuras, en todos sus bordes, en la superficie de la banda de rodadura.

El número total n_{TE} de elementos de tracción se calcula de la forma siguiente:

$$n_{TE} = \frac{1}{2} \cdot (n_{TE,50} + n_{TE,70})$$

donde:

$n_{TE,50}$ es el número de elementos de tracción separados por ranuras/entalladuras con una profundidad igual o superior al 50 % de la profundidad máxima de la banda de rodadura;

$n_{TE,70}$ es el número de elementos de tracción separados por ranuras/entalladuras con una profundidad igual o superior al 70 % de la profundidad máxima de la banda de rodadura.

Para evitar dudas, cada elemento de transición computado en $n_{TE,70}$ también se computa en $n_{TE,50}$.

6.6.2.3. Para que se clasifique como neumático de tracción, el número total de elementos de tracción que tenga el neumático en el dibujo de la banda de rodadura, en función de la clase de neumático de que se trate y, en el caso de los neumáticos de la clase C3, del diámetro nominal de la llanta, deberá cumplir la condición respectiva:

$$\text{En el caso de los neumáticos de la clase C2: } n_{TE} \geq -\frac{2}{25 \text{ mm}^3} \cdot P_{def} + 100$$

En el caso de los neumáticos de la clase C3 cuya llanta tenga un código de diámetro nominal inferior a 20:

$$n_{TE} \geq -\frac{1}{10 \text{ mm}^3} \cdot P_{def} + 200$$

En el caso de los neumáticos de la clase C3 cuya llanta tenga un código de diámetro nominal igual o superior a 20:

$$\text{Si } P_{def} < 1\,400 \text{ mm}^3: n_{TE} \geq -\frac{17}{70 \text{ mm}^3} \cdot P_{def} + 400$$

$$\text{Si } P_{def} \geq 1\,400 \text{ mm}^3: n_{TE} \geq -\frac{1}{10 \text{ mm}^3} \cdot P_{def} + 200$$

6.7. 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:

En el caso de los neumáticos de la clase C1: profundidad de la banda de rodadura $\geq 9 \text{ mm}$ y relación vacío/lleño $\geq 30 \%$

En el caso de los neumáticos de la clase C2: profundidad de la banda de rodadura $\geq 11 \text{ mm}$ y relación vacío/lleño $\geq 35 \%$

En el caso de los neumáticos de la clase C3: profundidad de la banda de rodadura $\geq 16 \text{ mm}$ y relación vacío/lleño $\geq 35 \%$

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

a) En el caso de los neumáticos de las clases C1 y C2:

- i) profundidad de la banda de rodadura $\geq 11 \text{ mm}$
- ii) relación vacío/lleño $\geq 35 \%$
- iii) símbolo de categoría de velocidad máxima de $\leq Q$.

b) En el caso de los neumáticos de la clase C3:

- i) profundidad de la banda de rodadura $\geq 16 \text{ mm}$
- ii) relación vacío/lleño $\geq 35 \%$
- iii) símbolo de categoría de velocidad máxima de $\leq K$.

7. Modificación del 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.
 - 7.2. 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.
 - 7.3. 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 anexo 1 del Acuerdo de 1958 (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.3) y cumplirán los requisitos que figuran a continuación:

 - 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. La autoridad que haya concedido la homologación de tipo podrá verificar en cualquier momento los métodos de control de la conformidad aplicados por el fabricante. En general, los métodos de control de la conformidad deben tener en cuenta los volúmenes de producción del tipo de neumático en cada instalación de fabricación. La frecuencia normal de esas verificaciones será como mínimo una vez cada dos años.
 - 8.3. Los ensayos de verificación se llevarán a cabo con muestras aleatorias de neumáticos que lleven la marca de homologación exigida por el presente Reglamento, tomados de la producción en serie. Cuando el procedimiento de ensayo suponga someter a ensayo varios neumáticos a la vez, por ejemplo la medición de la adherencia en superficie mojada de un juego de cuatro neumáticos conforme al procedimiento de vehículo de serie que figura en el anexo 5 del presente Reglamento, se considerará que el juego constituye una unidad a efectos de cálculo del número de neumáticos que deben someterse a ensayo. La autoridad de homologación de tipo se asegurará de que todos los neumáticos incluidos en un tipo homologado cumplen el requisito de homologación.
 - 8.3.1. En el caso de los ensayos de verificación relativos a homologaciones con arreglo al punto 6.2 del presente Reglamento, estos se llevarán a cabo utilizando el mismo método de ensayo (véase el anexo 5 del presente Reglamento) que se adoptase en la homologación inicial.
 - 8.3.2. En el caso de los ensayos de verificación relativos a homologaciones con arreglo al punto 6.5 del presente Reglamento, estos se llevarán a cabo utilizando el mismo método de ensayo (véase el anexo 7 del presente Reglamento) que se adoptase en la homologación inicial.
 - 8.3.2.1. En el caso de los ensayos de verificación relativos a homologaciones de neumáticos de la clase C3 con arreglo al punto 6.5.1 del presente Reglamento, estos podrán realizarse, a petición del fabricante del neumático, utilizando el mismo neumático de referencia (véase el anexo 7 del presente Reglamento) que se adoptase en la homologación inicial.
 - 8.3.3. En el caso de los ensayos de verificación relativos a homologaciones con arreglo al punto 6.4 del presente Reglamento, estos se llevarán a cabo utilizando el mismo método de ensayo (véase el anexo 9 del presente Reglamento) que se adoptase en la homologación inicial.

- 8.3.4. En el caso de los ensayos de verificación relativos a homologaciones con arreglo al punto 6.1 del presente Reglamento, estos podrán llevarse a cabo, a petición del fabricante del neumático, utilizando la misma fórmula de corrección de la temperatura (véase el anexo 3 del presente Reglamento) que se adoptase en la homologación inicial.
- 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 6.1 del presente Reglamento, con una tolerancia de + 1 dB(A) por posibles variaciones de la producción en serie.
- 8.5. 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 conforme al presente Reglamento podrá retirarse si no se cumplen los requisitos establecidos en el punto 8 o si cualquier neumático del tipo homologado supera los límites que figuran en los puntos 8.4 u 8.5.
- 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 notificación 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 la producción de un tipo de neumático homologado conforme 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 encargados de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
- 11.1. Las Partes Contratantes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de la Organización de las Naciones Unidas los nombres y las direcciones de los servicios técnicos encargados de realizar los ensayos de homologación y, en su caso, de los laboratorios de ensayo acreditados y de las autoridades de homologación de tipo que concedan la homologación y a quienes deberán enviarse los formularios que certifiquen la homologación o la extensión de la homologación o la denegación de la homologación o la retirada de la homologación, o el cese definitivo de la producción, expedidos en otros países.
- 11.2. Las Partes Contratantes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento podrán designar los laboratorios de los fabricantes de neumáticos como laboratorios de ensayo acreditados.
- 11.3. Cuando una Parte Contratante del Acuerdo de 1958 aplique el punto 11.2, podrá estar representada en los ensayos, si así lo desea, por una o varias personas de su elección.
12. Disposiciones transitorias
- 12.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 04 de modificaciones, ninguna Parte Contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión o la aceptación de homologaciones de tipo conforme al presente Reglamento en su versión modificada por la serie 04 de modificaciones.

- 12.2. A partir del 7 de julio de 2024, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo expedidas por primera vez después del 7 de julio de 2024 con arreglo a una serie anterior de modificaciones.
- 12.3. A partir del 7 de julio de 2024, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo expedidas por primera vez después del 7 de julio de 2024 con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento si no se cumplen los requisitos de la fase 2 relativos a la adherencia en superficie mojada en estado nuevo establecidos en el punto 6.2 y los requisitos de la fase 3 relativos a la resistencia a la rodadura establecidos en el punto 6.3.
- 12.4. Hasta el 6 de julio de 2026, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento aceptarán las homologaciones de tipo expedidas por primera vez antes del 7 de julio de 2024 con arreglo a la serie 02 o la serie 03 de modificaciones.
- 12.5. A partir del 7 de julio de 2026, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo expedidas con arreglo a una serie anterior de modificaciones del presente Reglamento.
- 12.6. Hasta las fechas que se indican a continuación, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento aceptarán las homologaciones de tipo expedidas por primera vez antes del 7 de julio de 2024 con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento si no se cumplen los requisitos de la fase 2 relativos a la adherencia en superficie mojada en estado nuevo establecidos en el punto 6.2 ni los requisitos de la fase 3 relativos a la resistencia a la rodadura establecidos en el punto 6.3.

Clase de neumático	Fecha
C1	6 de julio de 2026
C2 y C3	31 de agosto de 2028

- 12.7. A partir de las fechas que se indican a continuación, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo expedidas con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento si no se cumplen los requisitos de la fase 2 relativos a la adherencia en superficie mojada en estado nuevo establecidos en el punto 6.2 y los requisitos de la fase 3 relativos a la resistencia a la rodadura establecidos en el punto 6.3.

Clase de neumático	Fecha
C1	7 de julio de 2026
C2 y C3	1 de septiembre de 2028

- 12.8. Las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán conceder homologaciones de tipo con arreglo a cualquiera de las series de modificaciones anteriores del presente Reglamento.
- 12.8.1. Las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán concediendo extensiones de las homologaciones existentes con arreglo a cualquiera de las series anteriores de modificaciones del Reglamento.
- 12.9. Hasta el 1 de septiembre de 2024, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán seguir concediendo homologaciones de tipo con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento, sobre la base del ensayo de prestaciones en nieve descrito en el anexo 7 del presente Reglamento utilizando el SRTT14 como neumático de referencia ⁽¹³⁾.
- 12.10. Hasta el 1 de septiembre de 2024, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán seguir concediendo homologaciones de tipo con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento, sobre la base de los procedimientos de ensayo para medir la adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado nuevo descritos en el anexo 5 del presente Reglamento, sin tener en cuenta las disposiciones introducidas después del suplemento 12 de la serie 02 de modificaciones.

⁽¹³⁾ El proveedor tendrá SRTT14 disponibles hasta finales de octubre de 2021.

- 12.11. Hasta el 6 de julio de 2024, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán seguir concediendo homologaciones de tipo de neumáticos de la clase C1 con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento, sobre la base de los procedimientos de ensayo para medir la adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado descritos en el anexo 9 del presente Reglamento, utilizando el SRTT16 desgastado por cepillado como neumático de referencia.
- 12.12. No obstante lo dispuesto en el punto 12.11, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán concediendo extensiones de las homologaciones de tipo existentes de neumáticos de la clase C1 concedidas por primera vez antes del 7 de julio de 2024 con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento, sobre la base de los procedimientos de ensayo para medir la adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado descritos en el anexo 9 del presente Reglamento, utilizando el SRTT16 desgastado por cepillado como neumático de referencia. En caso de que deba realizarse un nuevo ensayo con un tamaño representativo del neumático diferente para una extensión que vaya a concederse después del 7 de julio de 2024, se utilizará el SRTT16 moldeado en estado desgastado.
- 12.13. Hasta sesenta meses después de la entrada en vigor del suplemento 15 de la serie 02 de modificaciones, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán concediendo homologaciones de tipo y extensiones de las homologaciones de tipo existentes con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento, sobre la base de ensayos de emisiones de ruido de rodadura de los neumáticos realizados en lugares de ensayo cuya superficie y dimensiones sean conformes con la norma ISO 10844:2014.
- 12.14. A partir del 7 de julio de 2024, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo expedidas por primera vez después del 7 de julio de 2024 con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento si, en el caso de los neumáticos de tracción de las clases C2 y C3, no se cumplen los requisitos de clasificación de tracción establecidos en el punto 6.6.2.
- 12.15. Hasta el 31 de agosto de 2030, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento aceptarán las homologaciones de tipo y concederán la extensión de las homologaciones de tipo expedidas por primera vez antes del 7 de julio de 2024 con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento si, en el caso de los neumáticos de tracción de las clases C2 y C3, no se cumplen los requisitos de clasificación de tracción establecidos en el punto 6.6.2.
- 12.16. A partir del 1 de septiembre de 2030, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo de neumáticos expedidas con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento si, en el caso de los neumáticos de tracción de las clases C2 y C3, no se cumplen los requisitos de clasificación de tracción establecidos en el punto 6.6.2.
- 12.17. Hasta el 6 de enero de 2029, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán permitiendo la instalación en un vehículo en uso de neumáticos nuevos fabricados antes de la fecha establecida en el punto 12.5 y homologados conforme al presente Reglamento en su versión modificada por la serie 02 o la serie 03 de modificaciones.
- 12.18. Hasta el 6 de julio de 2025, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán concediendo homologaciones de tipo sobre la base de las emisiones de ruido de rodadura de los neumáticos utilizando únicamente la fórmula de corrección de la temperatura especificada en el anexo 3, punto 4.2.1.
- 12.19. A partir del 7 de julio de 2025, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento concederán homologaciones de tipo sobre la base de las emisiones de ruido de rodadura de los neumáticos utilizando únicamente la fórmula de corrección de la temperatura especificada en el anexo 3, punto 4.2.2.
- 12.20. Las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán concediendo extensiones de las homologaciones de tipo existentes concedidas por primera vez antes del 7 de julio de 2025 sobre la base de las emisiones de ruido de rodadura de los neumáticos utilizando la fórmula de corrección de la temperatura especificada en el anexo 3, punto 4.2.1. En caso de que deba realizarse un nuevo ensayo con un tamaño representativo del neumático diferente para una extensión que vaya a concederse después del 6 de julio de 2025, se utilizará la fórmula de corrección de la temperatura especificada en el anexo 3, punto 4.2.2.

- 12.21. A partir del 1 de septiembre de 2028, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo expedidas por primera vez después del 31 de agosto de 2028 con arreglo al suplemento 2 de la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento, sobre la base de los procedimientos de ensayo para medir la adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado nuevo descritos en el anexo 5 del presente Reglamento, utilizando como neumático de referencia uno de los dos neumáticos de ensayo de referencia normalizados equivalentes SRTT19.5 y SRTT22.5.
- 12.22. A partir del 1 de septiembre de 2028, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo expedidas por primera vez después del 31 de agosto de 2028 con arreglo al suplemento 2 de la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento, sobre la base de los ensayos de prestaciones en nieve descritos en el anexo 7 del presente Reglamento, utilizando como neumático de referencia uno de los dos neumáticos de ensayo de referencia normalizados equivalentes SRTT19.5 y SRTT22.5.
- 12.23. No obstante lo dispuesto en el punto 12.21, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán concediendo extensiones de las homologaciones de tipo existentes de neumáticos de la clase C3 concedidas por primera vez antes del 1 de septiembre de 2028 con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento, sobre la base de los procedimientos de ensayo para medir la adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado nuevo descritos en el anexo 5 del presente Reglamento, utilizando como neumático de referencia uno de los dos neumáticos de ensayo de referencia normalizados equivalentes SRTT19.5 y SRTT22.5. En caso de que deba realizarse un nuevo ensayo con un tamaño representativo del neumático diferente para una extensión que vaya a concederse después del 1 de septiembre de 2028, se utilizará el SRTT19.5 con entalladuras o el SRTT22.5 con entalladuras.
- 12.24. No obstante lo dispuesto en el punto 12.22, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán concediendo extensiones de las homologaciones de tipo existentes de neumáticos de la clase C3 concedidas por primera vez antes del 1 de septiembre de 2028 con arreglo a la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento, sobre la base del ensayo de prestaciones en nieve descrito en el anexo 7 del presente Reglamento, utilizando el SRTT19.5 o el SRTT22.5 como neumático de referencia. En caso de que deba realizarse un nuevo ensayo con un tamaño representativo del neumático diferente para una extensión que vaya a concederse después del 1 de septiembre de 2028, se utilizará el SRTT19.5 con entalladuras o el SRTT22.5 con entalladuras.
- 12.25. A partir de la entrada en vigor de dicho suplemento y hasta el 31 de agosto de 2028, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento aceptarán las homologaciones de tipo expedidas por primera vez antes del 1 de septiembre de 2028 con arreglo al suplemento 2 de la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento si las características de la pista para medir la adherencia en superficie mojada del neumático en estado nuevo se establecen utilizando los siguientes neumáticos de referencia:

Clase de neumático	Neumáticos de referencia
C2	SRTT16 o SRTT 16C
C3	SRTT16 o SRTT19.5 o SRTT22.5 o SRTT19.5 con entalladuras o SRTT22.5 con entalladuras

- 12.26. A partir del 1 de septiembre de 2028, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo expedidas con arreglo al suplemento 2 de la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento si las características de la pista para medir la adherencia en superficie mojada del neumático en estado nuevo no se establecen utilizando los siguientes neumáticos de referencia:

Clase de neumático	Neumáticos de referencia
C2	SRTT16C
C3	SRTT19.5 con entalladuras o SRTT22.5 con entalladuras

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 de las Naciones Unidas, 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».

Homologación n.º ⁽³⁾ Sufijos ⁽⁴⁾

1. Nombre y dirección del fabricante:
2. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante:
3. «Clase de neumático» del tipo de neumático:
4. «Categoría de utilización» del tipo de neumático:
- 4.1. Neumático para uso en condiciones extremas de nieve (sí/no) ⁽²⁾
- 4.1.1. Neumático de hielo (sí/no) ⁽²⁾
- 4.2. Neumático de tracción (sí/no) ⁽²⁾
5. Estructura del neumático:
6. Designación del tipo de neumático:
- 6.1. Marcas comerciales / marcas registradas del tipo de neumático:
- 6.2. Denominaciones comerciales / nombres comerciales del tipo de neumático:

⁽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⁾ De conformidad con el anexo 4 de la revisión 3 del Acuerdo de 1958.

⁽⁴⁾ Con arreglo a los puntos 5.2.2 y 5.3.1.2 del presente Reglamento.

7. Servicio técnico y, en su caso, laboratorio de ensayo acreditado a efectos de homologación o verificación de los ensayos de conformidad:
8. Prestaciones homologadas: nivel de emisiones de ruido de rodadura en la fase 2, nivel de adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado nuevo en la (fase 1/fase 2) ⁽⁵⁾, nivel de resistencia a la rodadura en la (fase 2/fase 3) ⁽⁵⁾, nivel de adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado
 - 8.1. Nivel de emisión de ruido del tamaño representativo del neumático, véase el punto 2.7 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 km/h u 80 km/h ⁽⁵⁾
 - 8.2. Nivel de adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado nuevo de tamaño representativo; véase el punto 2.7 del presente Reglamento, conforme a los ejemplos de actas de ensayo que figuran en el apéndice del anexo 5: (G) utilizando el método del vehículo o del remolque ⁽⁵⁾
 - 8.3. Nivel de adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado de tamaño representativo; véase el punto 2.7 del presente Reglamento, conforme al acta de ensayo que figura en el apéndice del anexo 9 en el caso de los neumáticos de la clase C1 o conforme a la evaluación realizada con arreglo al punto 3 del anexo 9 en el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3 ⁽⁵⁾: (G_B) utilizando el método del vehículo o del remolque ⁽⁵⁾
 - 8.4. Nivel de resistencia a la rodadura del tamaño representativo del neumático; véase el punto 2.7 del presente Reglamento, conforme al punto 7 del acta de ensayo que figura en el apéndice 1 del anexo 6
 - 8.5. Nivel de prestaciones en nieve del tamaño representativo del neumático; véase el punto 2.7 del Reglamento n.º 117, conforme al punto 7 del acta de ensayo que figura en el apéndice ⁽⁶⁾ del anexo 7: (índice de adherencia en nieve) utilizando el método de frenado en nieve ⁽⁵⁾, el método de tracción por giro ⁽⁵⁾ o el método de aceleración ⁽⁵⁾
 - 8.5.1. Nivel de prestaciones en hielo del tamaño representativo del neumático; véase el punto 2.7 del Reglamento n.º 117, conforme al punto 7 del acta de ensayo que figura en el apéndice 2 del anexo 8: (índice de adherencia en hielo) utilizando el método de frenado en hielo ⁽⁵⁾
 - 8.6. Nivel de abrasión disponible en el caso de los neumáticos de la clase C1 (sí/no) ⁽⁵⁾
 - 8.6.1. Método de uso del vehículo en carreteras abiertas al público ⁽⁵⁾ o método del tambor en interior ⁽⁵⁾
9. Número del acta de ensayo expedida por el servicio técnico:
10. Fecha del acta expedida por dicho servicio:
11. Motivo o motivos de la extensión (en su caso):
12. Observaciones:
13. Lugar:
14. Fecha:
15. Firma:
16. Se adjunta a la presente notificación:

⁽⁵⁾ Táchese lo que no proceda.

⁽⁶⁾ Apéndice 2 para los neumáticos de las clases C1 y C2. Apéndice 3 para los neumáticos de la clase C3.

- 16.1. 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 ⁽⁷⁾.
 - 16.2. Una lista de las designaciones del tamaño de los neumáticos: se especificará, por cada marca comercial / marca registrada y/o denominación comercial / nombre comercial, la lista de designaciones del tamaño de los neumáticos y las descripciones de servicio, añadiendo, en el caso de los neumáticos de la clase C1, si son «reforzados» (o «de carga extra») o no.
-

⁽⁷⁾ En el caso de un neumático para uso en condiciones extremas de nieve, se presentará un acta de ensayo con arreglo al apéndice 2 o al apéndice 3, según proceda, del anexo 7. Además, en el caso de un neumático de hielo, se presentará un acta de ensayo con arreglo al apéndice 2 del anexo 8.

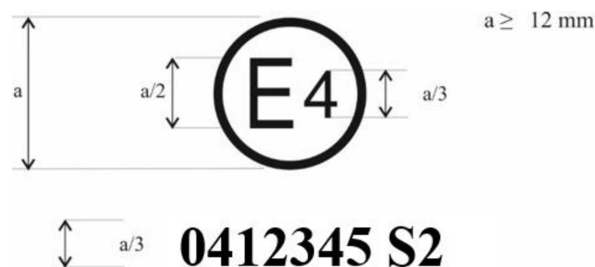
ANEXO 2

Disposición de las marcas de homologación

Anexo 2 - Apéndice 1

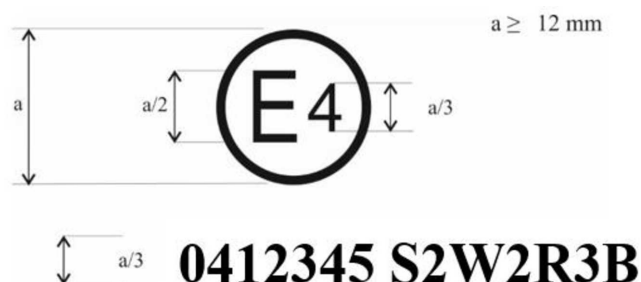
Ejemplos de marcas de homologación del Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas por separado

Ejemplo 1



Esta marca de homologación, colocada en un neumático, indica que dicho neumático fue homologado en los Países Bajos (E4) conforme al Reglamento n.º 117 [solo con la marca «S2» (ruido de rodadura en la fase 2)], con el número de homologación 0412345. Los dos primeros dígitos del número de homologación («04») indican que la homologación se concedió con arreglo a los requisitos de la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento.

Ejemplo 2

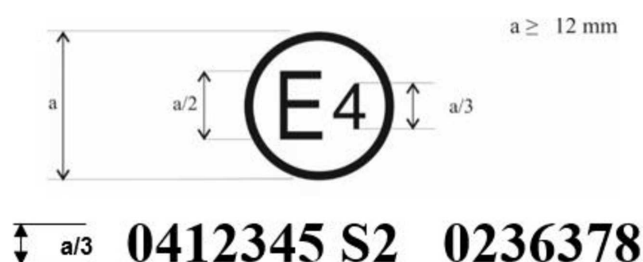


Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado en los Países Bajos (E4) conforme al Reglamento n.º 117 [con las marcas «S2» (ruido de rodadura en la fase 2), «W2» (adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado nuevo en la fase 2), «R3» (resistencia a la rodadura en la fase 3) y «B» (adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado desgastado)], con el número de homologación 0412345. Los dos primeros dígitos del número de homologación («04») indican que la homologación se concedió con arreglo a los requisitos de la serie 04 de modificaciones del presente Reglamento.

Anexo 2 - Apéndice 2

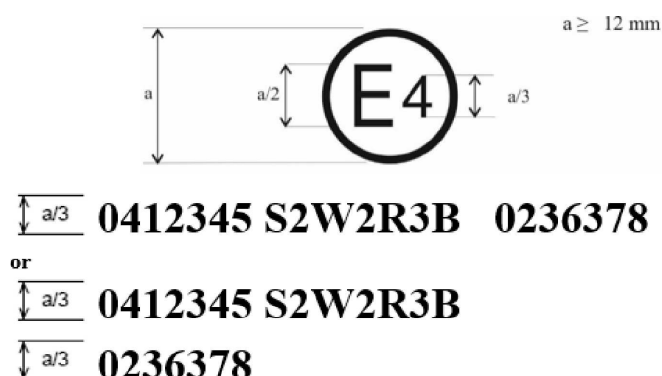
Homologación conforme al Reglamento n.º 117 y también conforme a los Reglamentos n.º 30 o n.º 54

Ejemplo 1



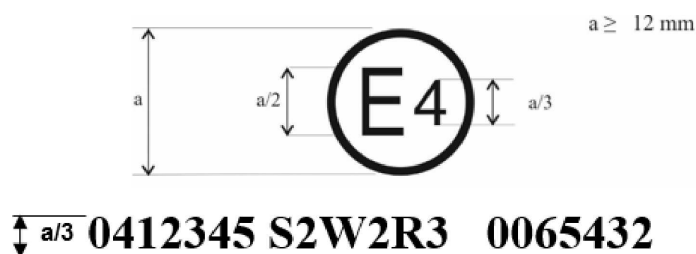
Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado en los Países Bajos (E4) conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas [con la marca «S2» (ruido de rodadura en la fase 2)], con el número de homologación 0412345, y conforme al Reglamento n.º 30 de las Naciones Unidas, con el número de homologación 0236378. Los dos primeros dígitos del número de homologación («04» y «02») indican que la homologación conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas se concedió con arreglo a la serie 04 de modificaciones y la homologación conforme al Reglamento n.º 30 de las Naciones Unidas con arreglo a la serie 02 de modificaciones.

Ejemplo 2



Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado en los Países Bajos (E4) conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas [con la marca «S2W2R3B» (emisión de ruido de rodadura en la fase 2, adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado nuevo en la fase 2, resistencia a la rodadura en la fase 3 y adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado desgastado)], con el número de homologación 0312345, y conforme al Reglamento n.º 30 de las Naciones Unidas, con el número de homologación 0236378. Los dos primeros dígitos de los números de homologación («04» y «02») indican que la homologación conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas se concedió con arreglo a la serie 04 de modificaciones y la homologación conforme al Reglamento n.º 30 de las Naciones Unidas con arreglo a la serie 02 de modificaciones.

Ejemplo 3

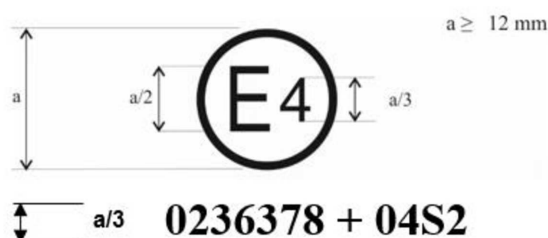


Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado en los Países Bajos (E4) conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas [con la marca «S2W2R3» (emisión de ruido de rodadura en la fase 2, adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado nuevo en la fase 2 y resistencia a la rodadura en la fase 3)], con el número de homologación 0412345, y conforme al Reglamento n.º 54 de las Naciones Unidas, con el número de homologación 0065432. Los dos primeros dígitos de los números de homologación («04» y «00») indican que la homologación conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas se concedió con arreglo a la serie 04 de modificaciones y la homologación conforme al Reglamento n.º 54 de las Naciones Unidas según su forma inicial.

Anexo 2 - Apéndice 3

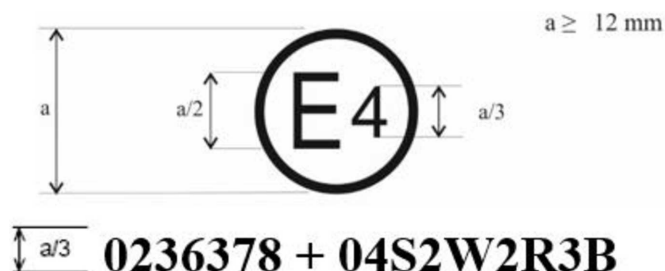
Combinaciones de marcas de homologación expedidas conforme a los Reglamentos n.º 117, n.º 30 o n.º 54

Ejemplo 1



Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado en los Países Bajos (E4) conforme al Reglamento n.º 30 de las Naciones Unidas con arreglo a la serie 02 de modificaciones (lo que se indica por medio de los dos primeros dígitos del número de homologación, «02»), con el número de homologación 0236378. También lleva la marca «+ 04S2», que indica que el neumático también fue homologado conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas (serie 04 de modificaciones) en relación con «S» (emisión de ruido de rodadura en la fase 2).

Ejemplo 2

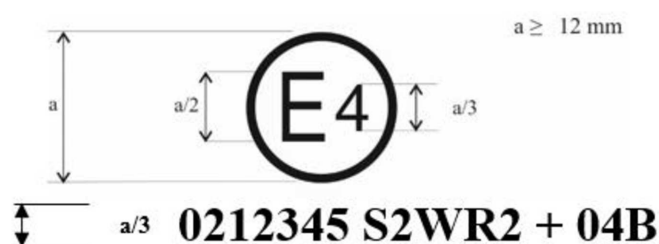


Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado en los Países Bajos (E4) conforme al Reglamento n.º 30 de las Naciones Unidas con arreglo a la serie 02 de modificaciones (lo que se indica por medio de los dos primeros dígitos del número de homologación, «02»), con el número de homologación 0236378. También lleva la marca «+ 04S2W2R3B», que indica que el neumático también fue homologado conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas (serie 04 de modificaciones) en relación con «S» (emisiones de ruido de rodadura en la fase 2), «W» (adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado nuevo en la fase 2), «R» (resistencia a la rodadura en la fase 3) y «B» (adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado desgastado).

Anexo 2 - Apéndice 4

Extensiones que permiten combinar homologaciones expedidas conforme al Reglamento n.º 117

Ejemplo 1



Esta marca de homologación indica que el neumático correspondiente fue homologado inicialmente en los Países Bajos (E4) conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas (serie 02 de modificaciones) con el número de homologación 0212345. El marcado se complementa con la indicación «S2WR2»: «S2» es la emisión de ruido de rodadura en la fase 2, «W» es la adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado nuevo y «R2» es la resistencia a la rodadura en la fase 2. La marca «04B» precedida del signo «+» indica que la homologación del neumático fue extendida conforme al Reglamento n.º 117 de las Naciones Unidas (serie 04 de modificaciones), en relación con la adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado desgastado, con un certificado independiente.

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 sistema de medida equivalente, incluido el cortaviento recomendado por el fabricante, deberá reunir, como mínimo, los requisitos de los instrumentos de tipo 1 conforme a la norma CEI 61672-1:2013.

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 mínima de la clase 1 con arreglo a la norma CEI 60942:2017. Sin ningún otro ajuste, la diferencia entre las mediciones de dos controles consecutivos deberá ser inferior o igual a 0,5 dB(A). 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 termoconductora 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 10844:2021.

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 e inferior 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 de la clase C3 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.

En el caso de los neumáticos de la clase C2 con un índice de capacidad de carga inferior o igual a 121, una anchura de sección superior a 200 mm, una relación de aspecto inferior a 55 y un código de diámetro de llanta inferior a 15, y sin indicación de montaje en gemelo, dos de estos neumáticos del mismo tipo y gama se instalarán 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 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:

$$P_r \times \left(\frac{Q_t}{Q_r}\right)^{1.25} \leq P_t \leq 1.1 P_r \times \left(\frac{Q_t}{Q_r}\right)^{1.25}$$

En relación con las clases C2 y C3, la presión de referencia P_r es la presión de inflado correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, tal como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.

En el caso de la clase C1, la presión de referencia es $P_r = 250$ kPa para los neumáticos «normales» y 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. Corrección de la temperatura

- 4.2.1. Hasta la fecha indicada en el punto 12.18 del presente Reglamento, en el caso de los neumáticos de las clases C1 y C2, los niveles de ruido de rodadura $L_i(\vartheta_i)$ obtenidos a la temperatura superficial de ensayo ϑ_i (donde i representa el número de la medición concreta) se normalizarán a una temperatura de referencia del pavimento de ensayo ϑ_{ref} mediante la aplicación de una corrección de temperatura, con arreglo a la fórmula siguiente:

$$L_i(\vartheta_{ref}) = L_i(\vartheta_i) + K(\vartheta_{ref} - \vartheta_i)$$

donde:

$$\vartheta_{ref} = 20\text{ °C},$$

En el caso de los neumáticos de la clase C1, el coeficiente K es:

- 0,03 dB(A)/°C cuando $\vartheta_i > \vartheta_{ref}$ y
- 0,06 dB(A)/°C cuando $\vartheta_i < \vartheta_{ref}$.

En el caso de los neumáticos de la clase C2, el coeficiente K es $-0,02$ dB(A)/°C.

- 4.2.2. Desde la fecha indicada en el punto 12.19, en el caso de los neumáticos de las clases C1 y C2, los niveles de ruido de rodadura $L_i(\vartheta_i)$ obtenidos a la temperatura superficial de ensayo ϑ_i (donde i representa el número de la medición concreta) se normalizarán a una temperatura de referencia del pavimento de ensayo ϑ_{ref} mediante la aplicación de una corrección de temperatura, con arreglo a la fórmula siguiente:

$$L_i(\vartheta_{ref}) = L_i(\vartheta_i) - K_1 \cdot \lg\left(\frac{\vartheta_{ref} + K_2}{\vartheta_i + K_2}\right)$$

donde:

$$\vartheta_{ref} = 20\text{ °C},$$

y los coeficientes K_1 y K_2 se indican en los cuadros que figuran a continuación.

Neumáticos de la clase C1	K_1 (°C)	K_2 (°C)
Neumáticos clasificados como neumáticos para uso en condiciones extremas de nieve	1,35	2,29
Otros neumáticos	2,25	0

Neumáticos de la clase C2	K ₁ (°C)	K ₂ (°C)
Neumáticos clasificados como neumáticos para uso en condiciones extremas de nieve	0	0
Otros neumáticos	1,22	0

- 4.2.3. No obstante el procedimiento anterior, la corrección de temperatura solo podrá aplicarse al nivel de ruido de rodadura final notificado L_R , utilizando la media aritmética de las temperaturas medidas, si la temperatura superficial de ensayo medida no varía en más de 5 °C en todas las mediciones necesarias para determinar el nivel de ruido de un juego de neumáticos. En este caso, el análisis de regresión que figura a continuación se basará en los niveles de ruido de rodadura $L_i(\vartheta_i)$ sin corrección.

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

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

El nivel de ruido de rodadura $L_R(\vartheta_{ref})$ en dB(A) se determinará mediante el análisis de regresión aplicando la fórmula:

$$L_R(\vartheta_{ref}) = \bar{L} - a \cdot \bar{\tau}$$

donde:

\bar{L} es el valor medio de los niveles de ruido de rodadura con corrección de temperatura $L_i(\vartheta_{ref})$, medidos en dB(A):

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i(\vartheta_{ref})$$

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

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

$$\bar{\tau} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_i \quad \text{with} \quad \tau_i = \log_{10} \left(\frac{V_i}{V_{ref}} \right)$$

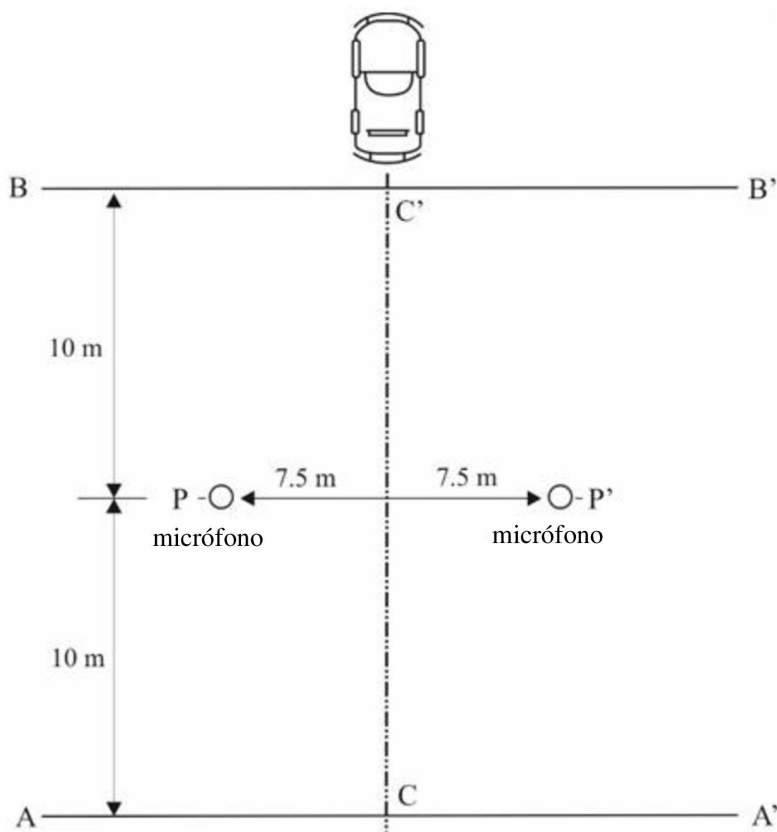
a es la pendiente de la línea de regresión en dB(A):

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n [(\tau_i - \bar{\tau})(L_i(\vartheta_{ref}) - \bar{L})]}{\sum_{i=1}^n (\tau_i - \bar{\tau})^2}$$

- 4.4. Para tener en cuenta las inexactitudes de los instrumentos de medida, el nivel de ruido de rodadura con corrección de temperatura $L_R(\vartheta_{ref})$ se reducirá en 1 dB(A) y se redondeará hacia abajo al valor entero inferior más cercano para obtener el resultado final.

Figura 1

Posiciones del micrófono para las mediciones



Anexo 3 - Apéndice 1

Acta de ensayo

Parte 1 - Acta

1. Autoridad de homologación de tipo o servicio técnico:
2. Nombre y dirección del fabricante:
.....
3. N.º de acta de ensayo:
4. Marca comercial y denominación comercial:
5. Clase de neumático (C1, C2 o C3):
6. Categoría de utilización:
- 6.1. Neumático para uso en condiciones extremas de nieve (sí/no)
- 6.2. Neumático de tracción (sí/no)

7. Nivel de ruido con arreglo al punto 4.4 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 la norma 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 ensayo) de referencia ⁽²⁾:kPa
- 4.4. Datos del ensayo:

	Delante izquierda	Delante derecha	Detrás izquierda	Detrás derecha
Masa (kg)				
Índice de capacidad 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.

⁽²⁾ En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.

5. Resultados válidos de los ensayos:

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

^(a) Respecto al vehículo.
^(b) Se omitirá si la regresión con arreglo al punto 4.3 del anexo 3 se realiza con los valores de nivel de ruido de rodadura sin corrección.

5.1. Pendiente de la línea de regresión

5.2. Nivel de ruido con arreglo al punto 4.3 del anexo 3:
..... dB(A)

ANEXO 4

Reservado

ANEXO 5

Procedimientos de ensayo para la medición de la adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado nuevo

A) Neumáticos de la clase C1

1. Normas de referencia

Son aplicables los documentos que figuran en la lista siguiente:

- 1.1. 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].

2. Definiciones

Además de las definiciones recogidas en el punto 2 del cuerpo principal del presente Reglamento, se aplican las siguientes a efectos de la medición de la adherencia en superficie mojada de los neumáticos de la clase C1:

- 2.1. «Neumático de referencia» o «juego de neumáticos de referencia»: un neumático o un juego de neumáticos de ensayo de referencia normalizados SRTT16.
- 2.2. «Fuerza de frenado»: la fuerza longitudinal, expresada en newtons, resultante de la aplicación del par de frenado.
- 2.3. «Coeficiente medio de fuerza de frenado» (BFC): en el método del vehículo, la relación entre la deceleración media en un ensayo de frenado y la aceleración debida a la gravedad (redondeada a $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$).
- 2.4. «Coeficiente de fuerza de frenado dinámica» [$\mu(t)$]: en el método del remolque (o vehículo de ensayo de neumáticos), la relación entre la fuerza de frenado y la carga vertical adquirida en tiempo real.
- 2.5. «Coeficiente máximo de fuerza de frenado» (μ_{peak}): en el método del remolque (o vehículo de ensayo de neumáticos), el valor máximo del coeficiente de fuerza de frenado dinámica que se produce antes del bloqueo de la rueda cuando se incrementa progresivamente el par de frenado.
- 2.6. «Bloqueo de una rueda»: estado de una rueda por el que su velocidad de rotación sobre su eje es igual a cero y se impide su rotación en presencia de un par aplicado.
- 2.7. «Carga vertical»: la fuerza normal, expresada en newtons, ejercida sobre la carretera como resultado de la masa soportada por el neumático.
- 2.8. «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.
- 2.9. «Juego de neumáticos»: en el método del remolque (o vehículo de ensayo de neumáticos), un (1) neumático y, en el método del vehículo, cuatro (4) neumáticos.
- 2.10. «Turismo provisto de instrumentos de medición»: vehículo de turismo comercializado que está provisto de un sistema de frenado antibloqueo (ABS) y del equipo de medición que figura en el punto 4.1.2.2 del presente anexo.

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 asfáltico denso con una pendiente uniforme no superior al 2 %, tanto en el sentido longitudinal como en el lateral, 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 media de la macrotextura del pavimento medida mediante un círculo de arena de conformidad con la norma ASTM E965-96 (revisada en 2006) será de $(0,7 \pm 0,3)$ mm. En el caso de que se utilice el método del vehículo, la profundidad media de la macrotextura del pavimento se determinará en ambos carriles en que los neumáticos vayan a frenar.
- 3.1.5. Las propiedades friccionales de la superficie mojada se medirán utilizando el SRTT16, bien con el método descrito en el punto 3.2.1 del presente anexo en caso de que se utilice el método del vehículo (conforme al punto 4.1), o bien con el método descrito en el punto 3.2.2 del presente anexo en caso de que se utilice el método del remolque (o vehículo de ensayo de neumáticos).

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

- 3.2.1. Siguiendo el procedimiento descrito en el punto 4.1 del presente anexo, se realizarán dos ensayos de frenado del neumático de referencia, cada uno de los cuales constará de al menos seis (6) pasadas de ensayo válidas en la misma dirección en segmentos alineados de la pista. Los ensayos de frenado cubrirán toda la posible zona de frenado, incluida la zona en que se haya medido la profundidad de la textura.

Se evaluarán los ensayos de frenado según se describe en los puntos 4.1.6.1 y 4.1.6.2 del presente anexo. Si el coeficiente de variación de un ensayo de frenado CV_{BFC} es superior al 4 %, se descartarán los resultados y se repetirán los ensayos de frenado.

En cada ensayo de frenado, la media aritmética $\overline{BFC_{ave}}$ de los coeficientes medios de la fuerza de frenado se corregirá en función de los efectos de la temperatura de la forma siguiente:

$$BFC_{ave,corr} = \overline{BFC_{ave}} + a \cdot (\vartheta - \vartheta_0)$$

donde

ϑ es la temperatura superficial del pavimento mojado en grados Celsius,

$$a = 0.002 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ y } \vartheta_0 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

En cada ensayo de frenado, el coeficiente medio de fuerza de frenado con corrección de temperatura ($BFC_{ave,corr}$) no deberá ser inferior a 0,57 ni superior a 0,79.

Las medias aritméticas de los coeficientes medios de fuerza de frenado con corrección de temperatura de los dos ensayos de frenado no deberán diferir en más del 10 % de la media de los dos valores:

$$CV_{al}(BFC_{ave,corr}) = 2 \cdot \left| \frac{BFC_{ave,corr,1} - BFC_{ave,corr,2}}{BFC_{ave,corr,1} + BFC_{ave,corr,2}} \right| \leq 10 \%$$

- 3.2.2. Siguiendo el procedimiento descrito en el punto 4.2 del presente anexo, en la misma zona en la que se haya medido la profundidad media de la macrotextura del pavimento, se realizará un ensayo de frenado del neumático de referencia, consistente en al menos seis (6) pasadas de ensayo válidas en la misma dirección.

Se evaluará el ensayo de frenado según se describe en los puntos 4.2.8.1 y 4.2.8.2 del presente anexo. Si el coeficiente de variación CV_μ es superior al 4 %, se descartarán los resultados y se repetirá el ensayo de frenado.

La media aritmética ($\overline{\mu_{peak}}$) de los coeficientes máximos de fuerza de frenado medidos se corregirá en función de los efectos de la temperatura de la forma siguiente:

$$\mu_{peak,corr} = \overline{\mu_{peak}} + a \cdot (\vartheta - \vartheta_0)$$

donde

ϑ es la temperatura superficial del pavimento mojado en grados Celsius,

$a = 0.002 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ y $\vartheta_0 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$.

El valor medio del coeficiente máximo de fuerza de frenado con corrección de temperatura ($\mu_{peak,corr}$) no deberá ser inferior a 0,65 ni superior a 0,90.

3.3. Condiciones atmosféricas

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

La temperatura superficial del pavimento mojado y la temperatura ambiente se situarán en los siguientes intervalos:

Categoría de utilización		Temperatura superficial del pavimento mojado	Temperatura ambiente
Neumático normal		12 °C-35 °C	12 °C-40 °C
Neumático de nieve		5 °C-35 °C	5 °C-40 °C
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	5 °C-20 °C	5 °C-20 °C
Neumático de uso especial		5 °C-35 °C	5 °C-40 °C
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	5 °C-20 °C	5 °C-20 °C

Además, la temperatura superficial del pavimento mojado no deberá variar durante el ensayo en más de 10 °C.

La temperatura ambiente permanecerá próxima a la temperatura superficial del pavimento mojado; la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura superficial del pavimento mojado deberá 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:

- método del vehículo, que consiste en someter a ensayo un juego de neumáticos montados en un vehículo de turismo provisto de instrumentos de medición;
- 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

El método de ensayo abarca un procedimiento para medir las prestaciones de deceleración de los neumáticos de la clase C1 durante el frenado, utilizando un vehículo de turismo provisto de instrumentos de medición.

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

Todo turismo comercializado, preferiblemente de una antigüedad no superior a cinco años y de un tipo homologado conforme al Reglamento n.º 13-H de las Naciones Unidas en lo que respecta a su sistema de frenado, que esté equipado con un sistema antibloqueo (ABS), se considerará adecuado para el ensayo siempre que las condiciones mecánicas del turismo cumplan las recomendaciones del fabricante del vehículo y que no aparezca ninguna advertencia del ABS (por ejemplo, luces de emergencia).

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) aquellas que permitan guiar o acelerar el vehículo en el exterior.

Queda prohibida cualquier otra modificación del vehículo y específicamente del sistema de frenado.

4.1.2.2. Equipo de medición

Las partes expuestas del sistema tolerarán el 100 % de humedad relativa (lluvia o proyección) y todas las demás condiciones, como polvo, sacudidas y vibraciones, que puedan encontrarse en el funcionamiento normal.

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 de precisión sin contacto (por ejemplo, radar, GPS, etcétera).

Deberán respetarse las siguientes tolerancias:

- a) Para la medición de la velocidad: $\pm 1 \%$ o $\pm 0,5$ km/h, la que sea mayor.
- b) Para la distancia: $\pm 1 \cdot 10^{-1}$ m.

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

La superficie de la pista de ensayo se mojará como mínimo durante 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 pasadas de ensayo con neumáticos que no formen parte del programa de ensayos a 90 km/h.

4.1.4. Neumáticos y llantas

4.1.4.1. Preparación y estabilización de los neumáticos, llantas y montaje en el vehículo

Los neumáticos de ensayo se recortarán para eliminar cualquier protuberancia en la superficie de la banda de rodadura causada por aberturas de purga 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. El código de anchura de la llanta no diferirá en más de 0,5 del código de anchura de la llanta de medición. 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.

Las prestaciones de los neumáticos deben haberse estabilizado antes del ensayo, lo que significa que no debe detectarse ninguna evolución del valor de BFC en las pasadas del ensayo; en cualquier caso, se realizará una verificación *ex post* con arreglo al punto 4.1.6.2 del presente anexo. En todos los casos, los valores de profundidad de la banda de rodadura del neumático y de integridad del bloque o nervadura conforme al diseño no cambiarán significativamente con el rodaje, lo que significa que el ritmo y la «severidad» del rodaje deben controlarse cuidadosamente para evitar tales cambios.

Los neumáticos de ensayo montados se colocarán en un lugar de modo que todos ellos tengan la misma temperatura ambiente antes de los ensayos, y se protegerán del sol para evitar que se calienten en exceso por la radiación solar.

La anchura máxima del separador (adaptador) permitida para montar neumáticos en el vehículo es de 60 mm.

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 %.

Está prohibido superar la carga máxima por eje del vehículo.

4.1.4.3. Presión de inflado del neumático

En el eje delantero, las presiones de inflado p se calcularán de la forma siguiente:

$$p = p_{ref} \cdot \left(1.3 \cdot \frac{Q}{Q_{ref}} \right)^{1.25}$$

donde

p_{ref} es la presión de inflado de referencia (250 kPa para carga normal y 290 kPa para versiones de carga extra, independientemente de la presión de referencia en la norma aplicable);

Q es la carga vertical media del neumático en el eje delantero;

Q_{ref} es la carga vertical de referencia asociada al índice de capacidad de carga.

En el eje trasero, la presión de inflado será de 220 kPa (para las versiones de carga normal y de carga extra). La presión del neumático deberá comprobarse justo antes del ensayo a temperatura ambiente y ajustarse si fuera preciso.

4.1.5. Procedimiento

4.1.5.1. Pasada de ensayo

Para cada pasada de ensayo se aplicará el siguiente procedimiento:

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

4.1.5.1.2. Una vez que el vehículo de turismo haya alcanzado (85 ± 2) km/h, los frenos se activarán 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. Los ensayos de frenado se realizarán en los mismos carriles y en la misma dirección que se haya utilizado para examinar el pavimento, incluida la zona en la que se haya medido la macrotextura, con arreglo a los puntos 3.1.4 y 3.1.5 (con 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, el esfuerzo sobre el pedal será lo suficientemente elevado como para activar el ABS.

En el caso de la transmisión manual, tan pronto como el conductor se encuentre en la zona de medición y haya alcanzado (85 ± 2) km/h, desembragará y pisará bruscamente el pedal del freno, manteniéndolo pisado durante todo el tiempo necesario para realizar la medición.

En el caso de la transmisión automática, tan pronto como el conductor se encuentre en la zona de medición y haya alcanzado (85 ± 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.

En cada ensayo de frenado y con neumáticos que no se hayan sometido a ensayo anteriormente, se descartarán las dos primeras pasadas.

- 4.1.5.1.4. Si no se cumple alguna de las especificaciones antes citadas (como la tolerancia de velocidad, la tolerancia longitudinal y transversal del punto de inicio de frenado, y el tiempo de frenado) al realizar una pasada de un ensayo, dicha pasada se descarta y se realiza una nueva.

4.1.5.2. Ensayo de frenado y ciclo de ensayos

En el mismo ciclo de ensayos, cada pasada de cada ensayo de frenado se realizará en la misma dirección y de conformidad con el punto 4.1.5.1 del presente anexo. Podrán realizarse consecutivamente varios ciclos de ensayos, de modo que el ensayo de frenado final del juego de neumáticos de referencia de un ciclo pueda servir como ensayo de frenado inicial del juego de neumáticos de ensayo de referencia en el siguiente ciclo.

Podrán medirse hasta tres juegos de neumáticos candidatos diferentes dentro del mismo ciclo de ensayos con arreglo al procedimiento siguiente:

- 4.1.5.2.1. Ensayo de frenado inicial del neumático de referencia (R_i): En primer lugar, se montará el juego de neumáticos de referencia en el turismo provisto de instrumentos de medición y se realizarán al menos cuatro (4) pasadas de ensayo válidas.
- 4.1.5.2.2. Ensayo de frenado de un juego de neumáticos candidatos (T_n): El juego de neumáticos de referencia se sustituirá por un juego de neumáticos candidatos (T_n) y se realizarán al menos seis (6) pasadas de ensayo válidas de los neumáticos candidatos.
- 4.1.5.2.3. Tras el ensayo de frenado del primer juego de neumáticos candidatos, podrán medirse hasta dos juegos de neumáticos candidatos más.
- 4.1.5.2.4. Ensayo de frenado final de los neumáticos de referencia (R_f): El ciclo de ensayos se cerrará con un mínimo de cuatro (4) pasadas de ensayo válidas del mismo juego de neumáticos de referencia que se utilizase al comienzo del ciclo.

Ejemplos:

- a) El orden de paso en un ciclo de ensayos de tres juegos de neumáticos candidatos (T_1 a T_3) sería el siguiente:
 $R_i - T_1 - T_2 - T_3 - R_f$
- b) El orden de paso en un ensayo de frenado (consistente en dos ciclos de ensayos) de cinco juegos de neumáticos candidatos (T_1 a T_5) sería el siguiente:
 $R_i - T_1 - T_2 - T_3 - R_f / R_i - T_4 - T_5 - R_f$

4.1.6. Elaboración de los resultados de las mediciones

4.1.6.1. Cálculo del coeficiente medio de fuerza de frenado

Por cada pasada de ensayo válida j , el coeficiente medio de fuerza de frenado $BFC_{ave,j}$ se calcula a partir de la distancia d_j recorrida a una velocidad de entre 80 km/h y 20 km/h de la forma siguiente:

$$BFC_{ave,j} = \frac{v_i^2 - v_f^2}{2 \cdot d_j \cdot g}$$

donde:

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

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

d_j es la distancia recorrida en la pasada de ensayo j entre v_i y v_f en metros;

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

4.1.6.2. Validación de resultados

El coeficiente de variación CV_{BFC} se calculará como se indica a continuación:

$$CV_{BFC} = 100\% \cdot \frac{\sigma_{BFC}}{\overline{BFC_{ave}}}$$

donde

$\sigma_{BFC} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (BFC_{ave,j} - \overline{BFC_{ave}})^2}$ representa la desviación típica de la muestra corregida y

$\overline{BFC_{ave}}$ la media aritmética de los coeficientes medios de fuerza de frenado $BFC_{ave,j}$ de N pasadas de ensayo.

En el caso del neumático de referencia:

- El coeficiente de variación CV_{BFC} de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado será inferior o igual al 4 %.
- Las medias aritméticas de los coeficientes medios de fuerza de frenado de los ensayos de frenado inicial y final no deberán diferir en más del 5 % de la media de los dos valores:

$$CVal(BFC_{ave}) = 100\% \cdot 2 \cdot \left| \frac{\overline{BFC_{ave}}(R_i) - \overline{BFC_{ave}}(R_f)}{\overline{BFC_{ave}}(R_i) + \overline{BFC_{ave}}(R_f)} \right| \leq 5\%$$

donde

$\overline{BFC_{ave}}(R_i) / \overline{BFC_{ave}}(R_f)$ es la media aritmética de los coeficientes medios de fuerza de frenado en el ensayo de frenado inicial/final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos.

- Los coeficientes medios de fuerza de frenado con corrección de temperatura ($BFC_{ave,corr}$; véase el punto 3.2.1 del presente anexo), calculados a partir de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado, no deberán ser inferiores a 0,57 ni superiores a 0,79.

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores, se volverá a realizar el ciclo de ensayos completo.

En el caso de los neumáticos candidatos (T):

El coeficiente de variación CV_{BFC} se calcula para cada juego de neumáticos candidatos. Si un coeficiente de variación es superior al 4 %, los datos deberán descartarse y el ensayo de frenado deberá repetirse para ese juego de neumáticos candidatos.

4.1.6.3. Cálculo del valor ajustado del coeficiente medio de fuerza de frenado

El coeficiente medio de fuerza de frenado del juego de neumáticos de referencia utilizado para el cálculo de su coeficiente de fuerza de frenado se ajusta de acuerdo con el posicionamiento de cada juego de neumáticos candidatos en un ciclo de ensayos dado.

Este valor ajustado del coeficiente medio de fuerza de frenado del neumático de referencia $BFC_{adj}(R)$ se calcula de acuerdo con el cuadro 1, donde $\overline{BFC_{ave}}(R_i)$ es la media aritmética de los coeficientes medios de fuerza de frenado en el ensayo de frenado inicial del juego de neumáticos de referencia (R_i) y $\overline{BFC_{ave}}(R_f)$ es la media aritmética de los coeficientes medios de fuerza de frenado en el ensayo de frenado final del mismo juego de neumáticos de referencia (R_f) dentro del ciclo de ensayos.

Cuadro 1:

Si el número y la secuencia de juegos de neumáticos candidatos en un ciclo de ensayos son:	y el juego de neumáticos candidatos que se cualifica en este ciclo de ensayos es:	el correspondiente valor ajustado del coeficiente medio de fuerza de frenado del neumático de referencia se calcula de la forma siguiente:
1 $R_i - T_1 - R_f$	T_1	$BFC_{adj}(R) = 1/2 \cdot [\overline{BFC_{ave}}(R_i) + \overline{BFC_{ave}}(R_f)]$
2 $R_i - T_1 - T_2 - R_f$	T_1	$BFC_{adj}(R) = 2/3 \cdot \overline{BFC_{ave}}(R_i) + 1/3 \cdot \overline{BFC_{ave}}(R_f)$
	T_2	$BFC_{adj}(R) = 1/3 \cdot \overline{BFC_{ave}}(R_i) + 2/3 \cdot \overline{BFC_{ave}}(R_f)$
3 $R_i - T_1 - T_2 - T_3 - R_f$	T_1	$BFC_{adj}(R) = 3/4 \cdot \overline{BFC_{ave}}(R_i) + 1/4 \cdot \overline{BFC_{ave}}(R_f)$
	T_2	$BFC_{adj}(R) = 1/2 \cdot [\overline{BFC_{ave}}(R_i) + \overline{BFC_{ave}}(R_f)]$
	T_3	$BFC_{adj}(R) = 1/4 \cdot \overline{BFC_{ave}}(R_i) + 3/4 \cdot \overline{BFC_{ave}}(R_f)$

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

El índice de adherencia en superficie mojada $G(T_n)$ del neumático candidato T_n ($n = 1, 2$ o 3) se calcula del siguiente modo:

$$G(T_n) = K_{vehicle} \cdot \{ \overline{BFC_{ave}}(T_n) - [a \cdot \Delta BFC(R) + b \cdot \Delta \vartheta + c \cdot (\Delta \vartheta)^2 + d \cdot \Delta MTD] \}$$

donde:

(T_n) es la media aritmética de los coeficientes medios de fuerza de frenado del neumático candidato T_n en un ensayo de frenado;

$$\Delta BFC(R) = BFC_{adj}(R) - BFC(R_0)$$

$BFC_{adj}(R)$ es el valor ajustado del coeficiente medio de fuerza de frenado de acuerdo con el cuadro 1;

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

$$\Delta \vartheta = \vartheta - \vartheta_0$$

ϑ es la temperatura superficial del pavimento mojado, medida en grados Celsius, cuando se somete a ensayo el neumático candidato T_n ;

ϑ_0 es el valor de referencia de temperatura superficial del pavimento mojado para el neumático candidato de acuerdo con la categoría de utilización que figura en el cuadro 2;

$$\Delta MTD = MTD - MTD_0$$

MTD = es la profundidad medida en mm de la macrotextura de la pista (véase el punto 3.1.4 del presente anexo);

$MTD_0 = 0,8 \text{ mm}$ = es la profundidad de la macrotextura de la pista de referencia;

$K_{\text{vehicle}} = 1,87$ = es un factor para mantener la coherencia entre el cálculo anterior del índice de adherencia en superficie mojada y este, y para garantizar la convergencia entre el método del vehículo y el método del remolque y

los coeficientes a , b , c y d figuran en el cuadro 2.

Cuadro 2

Categoría de utilización	ϑ_0 (°C)	a	b (°C ⁻¹)	c (°C ⁻²)	d (mm ⁻¹)
Neumático normal	20	+ 0,99382	+ 0,00269	- 0,00028	- 0,02472
Neumático de nieve	15	+ 0,92654	- 0,00121	- 0,00007	- 0,04279
Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	10	+ 0,72029	- 0,00539	+ 0,00022	- 0,03037
Neumático de uso especial	15	+ 0,92654	- 0,00121	- 0,00007	- 0,04279
Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	10	+ 0,72029	- 0,00539	+ 0,00022	- 0,03037

4.1.7. Cuando no sea posible realizar una comparación directa entre un neumático candidato y un neumático de referencia en el mismo vehículo, se utilizará el método de ensayo con un remolque o un vehículo de ensayo de neumáticos (punto 4.2 del presente anexo).

4.1.7.4. Sustitución de los neumáticos de referencia

El neumático de referencia deberá dejar de utilizarse cuando los ensayos hayan producido desgaste irregular o daños, o cuando el desgaste o el envejecimiento influyan 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 serán capaces de mantener la velocidad preestablecida de $(65 \pm 2) \text{ km/h}$, incluso sometidos a la fuerza de frenado máxima.

El remolque o el vehículo de ensayo de neumáticos estarán provistos de un espacio en el que 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.

En el caso del remolque mono eje, a fin de reducir la «perturbación de cabeceo», 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)».

A fin de reducir la «perturbación lateral», el remolque o el vehículo de ensayo de neumáticos deben estar diseñados técnicamente para minimizar el desplazamiento lateral durante la aplicación de la fuerza máxima de frenado. Debe evitarse el desplazamiento lateral visual durante la maniobra de frenado.

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 ensayo de neumáticos deberán disponer de medios para el ajuste de la carga vertical conforme se especifica en el punto 4.2.5.2.

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) La respuesta en frecuencia mínima será plana de 0 a 100 Hz con una aproximación de $\pm 1\%$ de la escala completa.
- 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 pasadas de ensayo con neumáticos que no formen parte del programa de ensayos, a (65 ± 2) km/h.

4.2.4. Condiciones de mojado

El pavimento podrá mojarse desde la pista («mojado exterior») o mediante un sistema incorporado en el remolque o vehículo de ensayo («automojado»).

4.2.4.1. Si se utiliza el «mojado exterior», la superficie de la pista de ensayo se mojará como mínimo durante 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. En los carriles de frenado utilizados, la profundidad del agua medida desde el punto más elevado del pavimento será de entre 0,5 y 1,5 mm.

4.2.4.2. En los sistemas de «automojado», 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 de agua garantizará que la profundidad del agua sea de $(1,0 \pm 0,5)$ mm y se mantenga 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 que la profundidad del agua sea de 1,0 mm.

4.2.5. Neumáticos y llantas

4.2.5.1. Preparación y estabilización de los neumáticos y montaje en llantas

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

El neumático de ensayo se montará en una llanta especificada 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. El código de anchura de la llanta no diferirá en más de 0,5 del código de anchura de la llanta de medición.

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.

Las prestaciones de los neumáticos deben haberse estabilizado antes del ensayo, lo que significa que no debe detectarse ninguna evolución del valor de μ_{peak} en las pasadas de ensayo; en cualquier caso, se realizará una verificación *ex post* con arreglo al punto 4.2.8.2 del presente anexo. En todos los casos, los valores de profundidad de la banda de rodadura del neumático y de integridad del bloque o nervadura conforme al diseño no cambiarán significativamente con el rodaje, lo que significa que el ritmo y la «severidad» del rodaje deben controlarse cuidadosamente para evitar tales cambios.

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.

4.2.5.2. Carga de los neumáticos

La carga de ensayo en el neumático de ensayo es del $(75 \pm 5 \%)$ de la capacidad de carga del neumático.

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. El juego de neumáticos de ensayo se instalará en el dispositivo de medición y se le aplicará la carga de ensayo especificada con arreglo al punto 4.2.5.2 del presente anexo.

En los remolques monoeje, la altura del enganche y la posición transversal deberán ajustarse con el fin de evitar cualquier perturbación de los resultados de la medición.

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. Pasada de ensayo

Para cada pasada de ensayo se aplicará el siguiente procedimiento:

4.2.7.1.1. El vehículo tractor o el vehículo de ensayo de neumáticos se conduce en la pista de ensayo en línea recta 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. Con el sistema de automojado, se aplica agua al pavimento por delante del neumático de ensayo aproximadamente 0,5 s antes de la activación del freno.

4.2.7.1.4. Los frenos se activan a una distancia máxima de seis (6) metros en dirección longitudinal y 0,5 metros en dirección transversal con respecto a un punto de medición de las propiedades friccionales de la superficie mojada y con una profundidad de arena conforme a los puntos 3.1.4 y 3.1.5. El ensayo se realizará en la misma dirección que en el punto 3.2.2 del presente anexo. 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

En el mismo ciclo de ensayos, cada pasada de cada ensayo de frenado se realizará en la misma dirección y de conformidad con el punto 4.2.7.1 del presente anexo. Podrán realizarse consecutivamente varios ciclos de ensayos, de modo que el ensayo de frenado final del juego de neumáticos de referencia de un ciclo pueda servir como ensayo de frenado inicial del juego de neumáticos de referencia en el siguiente ciclo.

Dentro del mismo ciclo de ensayos se podrán medir hasta tres juegos de neumáticos candidatos, siempre que los ensayos se completen en un solo día.

4.2.7.2.1. Ensayo de frenado inicial del juego de neumáticos de referencia (R_i): en primer lugar, se montará el juego de neumáticos de referencia y se realizarán al menos seis (6) pasadas de ensayo válidas de conformidad con el punto 4.2.7.1.

4.2.7.2.2. Ensayo de frenado de un juego de neumáticos candidatos (T_n): El juego de neumáticos de referencia se sustituirá por un juego de neumáticos candidatos y se realizarán al menos seis (6) pasadas de ensayo válidas con el juego de neumáticos candidatos.

4.2.7.2.3. Tras el ensayo de frenado del primer juego de neumáticos candidatos, podrán medirse hasta dos juegos de neumáticos candidatos más.

4.2.7.2.4. Ensayo de frenado final del juego de neumáticos de referencia (R_f): El ciclo de ensayos se cerrará realizando al menos otras seis (6) pasadas de ensayo válidas con el mismo juego de neumáticos de referencia utilizado al comienzo del ciclo.

Ejemplos:

a) El orden de paso en un ciclo de ensayos de tres juegos de neumáticos candidatos (T_1 a T_3) sería el siguiente:

$R_i - T_1 - T_2 - T_3 - R_f$

b) El orden de paso en un ensayo de frenado (consistente en dos ciclos de ensayos) de cinco juegos de neumáticos candidatos (T_1 a T_5) sería el siguiente:

$R_i - T_1 - T_2 - T_3 - R_f/R_i - T_4 - T_5 - R_f$

4.2.8. Elaboración de los resultados de las mediciones

4.2.8.1. Cálculo del coeficiente máximo de fuerza de frenado

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

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

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 CV_μ de μ_{peak} se calcula del siguiente modo:

$$CV_\mu = 100\% \cdot \frac{\sigma_\mu}{\overline{\mu_{peak}}}$$

donde

$$\sigma_\mu = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (\mu_{peak,j} - \overline{\mu_{peak}})^2}$$

representa la desviación típica de la muestra corregida y

$\overline{\mu_{peak}}$ es la media aritmética de los coeficientes máximos de fuerza de frenado ($\mu_{peak,j}$) de N pasadas de ensayo.

En el caso del neumático de referencia (R):

- Los coeficientes de variación CV_μ de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado serán inferiores o iguales al 4 %.
- La media aritmética de los coeficientes máximos de fuerza de frenado de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado no diferirá más del 5 % de la media de los dos valores:

$$CVal(\mu_{peak}) = 100\% \cdot 2 \cdot \left| \frac{\overline{\mu_{peak}}(R_i) - \overline{\mu_{peak}}(R_f)}{\overline{\mu_{peak}}(R_i) + \overline{\mu_{peak}}(R_f)} \right| \leq 5 \%$$

donde

$\overline{\mu_{peak}}(R_i)$ y $\overline{\mu_{peak}}(R_f)$ son las medias aritméticas de los coeficientes máximos de fuerza de frenado respectivos de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado.

- Los coeficientes máximos de fuerza de frenado con corrección de temperatura ($\mu_{peak,corr}$; véase el punto 3.2.2 del presente anexo), calculados a partir de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado, no deberán ser inferiores a 0,65 ni superiores a 0,90.

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores, se volverá a realizar el ciclo de ensayos completo.

En el caso de los neumáticos candidatos (T_n):

Se calcula el coeficiente de variación del coeficiente máximo de fuerza de frenado (CV_μ) correspondiente a cada neumático candidato. Si un coeficiente de variación es superior al 4 %, se descartarán los datos y se repetirá el ensayo de frenado de ese neumático candidato.

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

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.

Este valor medio ajustado del coeficiente máximo de fuerza de frenado del neumático de referencia $\mu_{peak,adj}(R)$ se calcula de acuerdo con el cuadro 3, donde $\overline{\mu_{peak}}(R_i)$ es la media aritmética de los coeficientes máximos de fuerza de frenado en el ensayo inicial del neumático de referencia (R_i) y $\overline{\mu_{peak}}(R_f)$ es la media aritmética de los coeficientes máximos de fuerza de frenado en el ensayo final del mismo neumático de referencia (R_f) en un ciclo de ensayos.

Cuadro 3:

Si el número y la secuencia de juegos de neumáticos candidatos en un ciclo de ensayos son:		y el juego de neumáticos candidatos que se cualifica en este ciclo de ensayos es:	el correspondiente valor ajustado de los coeficientes máximos de fuerza de frenado del neumático de referencia se calcula de la forma siguiente:
1	$R_i - T_1 - R_f$	T_1	$\mu_{peak,adj}(R) = 1/2 \cdot [\overline{\mu_{peak}}(R_i) + \overline{\mu_{peak}}(R_f)]$
2	$R_i - T_1 - T_2 - R_f$	T_1	$\mu_{peak,adj}(R) = 2/3 \cdot \overline{\mu_{peak}}(R_i) + 1/3 \cdot \overline{\mu_{peak}}(R_f)$
		T_2	$\mu_{peak,adj}(R) = 1/3 \cdot \overline{\mu_{peak}}(R_i) + 2/3 \cdot \overline{\mu_{peak}}(R_f)$
3	$R_i - T_1 - T_2 - T_3 - R_f$	T_1	$\mu_{peak,adj}(R) = 3/4 \cdot \overline{\mu_{peak}}(R_i) + 1/4 \cdot \overline{\mu_{peak}}(R_f)$
		T_2	$\mu_{peak,adj}(R) = 1/2 \cdot [\overline{\mu_{peak}}(R_i) + \overline{\mu_{peak}}(R_f)]$
		T_3	$\mu_{peak,adj}(R) = 1/4 \cdot \overline{\mu_{peak}}(R_i) + 3/4 \cdot \overline{\mu_{peak}}(R_f)$

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

El índice de adherencia en superficie mojada $G(T_n)$ del neumático candidato T_n ($n = 1, 2, 3$) se calcula del siguiente modo:

$$G(T_n) = K_{trailer} \cdot \{ \overline{\mu_{peak}}(T_n) - [a \cdot \Delta \mu_{peak}(R) + b \cdot \Delta \vartheta + c \cdot (\Delta \vartheta)^2 + d \cdot \Delta MTD] \}$$

donde:

$\overline{\mu_{peak}}(T_n)$ es la media aritmética de los coeficientes máximos de fuerza de frenado del neumático candidato T_n en un ensayo de frenado;

$$\Delta \mu_{peak}(R) = \mu_{peak,adj}(R) - \mu_{peak}(R_0)$$

$\mu_{peak,adj}(R)$ es el valor ajustado del coeficiente máximo de fuerza de frenado de acuerdo con el cuadro 3;

$\mu_{peak}(R_0) = 0,85$ es el valor fijado del coeficiente máximo de fuerza de frenado para el neumático de referencia en las condiciones de referencia;

$$\Delta \vartheta = \vartheta - \vartheta_0$$

ϑ es la temperatura superficial del pavimento mojado, medida en grados Celsius, cuando se somete a ensayo el neumático candidato T_n ;

ϑ_0 es el valor de referencia de temperatura superficial del pavimento mojado para el neumático candidato de acuerdo con el marcado del flanco que figura en el cuadro 4;

$$\Delta MTD = MTD - MTD_0$$

MTD es el valor medido de profundidad de la macrotextura de la pista

$MTD_0 = 0,8$ mm es el valor fijado de profundidad de la macrotextura de la pista de referencia;

$K_{trailer} = 1,50$ es un factor para mantener la coherencia entre el cálculo anterior del índice de adherencia en superficie mojada y este, y para garantizar la convergencia entre el método del vehículo y el método del remolque y

los coeficientes a , b , c y d figuran en el cuadro 4.

Cuadro 4:

Categoría de utilización	ϑ_0 (°C)	a	b (°C ⁻¹)	c (°C ⁻²)	d (mm ⁻¹)
Neumático normal	20	+ 0,99757	+ 0,00251	- 0,00028	+ 0,07759
Neumático de nieve	15	+ 0,87084	- 0,00025	+ 0,00004	- 0,01635
Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	10	+ 0,67929	+ 0,00115	- 0,00005	+ 0,03963
Neumático de uso especial	15	+ 0,87084	- 0,00025	+ 0,00004	- 0,01635
Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	10	+ 0,67929	+ 0,00115	- 0,00005	+ 0,03963

B) Neumáticos de las clases C2 y C3

1. Condiciones generales de ensayo

1.1. Características de la pista

La superficie será un revestimiento asfáltico denso con una pendiente uniforme no superior al 2 % y con una desviación máxima 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 media de la macrotextura del pavimento medida con arreglo a la norma ASTM E 965-96 (revisada en 2006) será de $(0,7 \pm 0,3)$ mm.

1.1.1. El valor friccional del pavimento correspondiente a la pista mojada se establecerá mediante uno de los métodos siguientes, según la clase del neumático candidato y el método utilizado (remolque o vehículo).

Clase de neumático	SRTT	Método del remolque Intervalo de μ_{peak}	Método del vehículo Intervalo de BFC
C2, C3	SRTT16	0,65 – 0,90	-
C2	SRTT16C	0,44 – 0,77	0,36 – 0,69
C3	SRTT19.5, SRTT22.5	0,51 – 0,67	0,35 – 0,61
C3	SRTT19.5 con entalladuras, SRTT22.5 con entalladuras	0,52 – 0,68	0,36 – 0,62

1.1.1.1. Método de ensayo con el neumático de ensayo de referencia normalizado SRTT16

Utilizando el método descrito en el punto 4.2 de la parte A del presente anexo, en la misma zona en la que se haya medido la profundidad media de la macrotextura del pavimento, se realizará un ensayo de frenado del neumático de referencia, consistente en al menos seis (6) pasadas de ensayo válidas en la misma dirección.

Se evaluará el ensayo de frenado según se describe en los puntos 4.2.8.1 y 4.2.8.2 de la parte A del presente anexo. Si el coeficiente de variación CV_μ es superior al 4 %, se descartarán los resultados y se repetirá el ensayo de frenado.

La media aritmética ($\overline{\mu_{peak}}$) de los coeficientes máximos de fuerza de frenado medidos se corregirá en función de los efectos de la temperatura de la forma siguiente:

$$\mu_{peak,corr} = \overline{\mu_{peak}} + a \cdot (\vartheta - \vartheta_0)$$

donde

ϑ es la temperatura superficial del pavimento mojado en grados Celsius

$$a = 0.002 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ y } \vartheta_0 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

El valor medio del coeficiente máximo de fuerza de frenado con corrección de temperatura ($\mu_{peak,corr}$) no deberá ser inferior a 0,65 ni superior a 0,90.

El ensayo se realizará utilizando los carriles y la longitud de la pista previstos para la medición de la 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.

1.1.1.2. Método de ensayo utilizando los neumáticos de ensayo de referencia normalizados SRTT16C, SRTT19.5, SRTT22.5, SRTT19.5 con entalladuras, SRTT22.5 con entalladuras.

1.1.1.2.1. Utilizando el método descrito en el punto 2.1 de la parte B del presente anexo, en la misma zona en la que se haya medido la profundidad media de la macrotextura del pavimento, se realizará un ensayo de frenado del neumático de referencia, consistente en al menos ocho (8) pasadas de ensayo válidas en la misma dirección en la misma sesión de ensayo.

Se evaluará el ensayo de frenado según se describe en los puntos 2.1.2.12 y 2.1.2.13 de la parte B del presente anexo. Si el coeficiente de variación CV_μ es superior al 5 %, se descartarán los resultados y se repetirá el ensayo de frenado.

No se aplica ninguna corrección de temperatura.

El valor medio del coeficiente máximo de fuerza de frenado ($\overline{\mu_{peak}}$) se situará dentro del intervalo indicado en el cuadro del punto 1.1.1.

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

1.1.1.2.2. Utilizando el método descrito en el punto 2.2 de la parte B del presente anexo, en la misma zona en la que se haya medido la profundidad media de la macrotextura del pavimento, se realizará un ensayo de frenado del neumático de referencia, consistente en al menos seis (6) pasadas de ensayo válidas en la misma dirección en la misma sesión de ensayo.

Se evaluará el ensayo de frenado según se describe en los puntos 2.2.2.7.1, 2.2.2.7.2 y 2.2.2.7.4 de la parte B del presente anexo. Si el coeficiente de variación CV_{BFC} es superior al 3 %, se descartarán los resultados y se repetirá el ensayo de frenado.

No se aplica ninguna corrección de temperatura.

El coeficiente de fuerza de frenado (\overline{BFC}) se situará dentro del intervalo indicado en el cuadro del punto 1.1.1.

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

- 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 neumáticos que se instalan en los vehículos comerciales, se utilizarán los neumáticos de ensayo de referencia normalizados (SRTT) para medir el índice de adherencia relativa en superficie mojada como se indica en el cuadro siguiente:

<i>En el caso de los neumáticos de la clase C3</i>	
SRTT19.5, SRTT22.5, SRTT19.5 con entalladuras o SRTT22.5 con entalladuras	
<i>En el caso de los neumáticos de la clase C2</i>	
SRTT16C	

2. Procedimiento de ensayo

El nivel comparativo de adherencia en superficie mojada se determinará utilizando:

- a) bien un remolque o un vehículo especial para la evaluación de neumáticos; o bien
- b) un vehículo de serie (de categoría M₂, M₃, N₁, N₂ o N₃) con arreglo a la definición que figura en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos [R.E.3].

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 ± 2 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 máximo de fuerza 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 ± 0,5° 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 ±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:

$$P_t = P_r \cdot \left(\frac{Q_t}{Q_r} \right)^{1.25}$$

Donde:

P_r = Presión de inflado correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.

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 ± 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 pasadas de ensayo 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 de la pasada de 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 de automojado). 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, los ensayos de frenado se realizarán 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. Se calculará el coeficiente máximo de fuerza de frenado (μ_{peak}) para cada ensayo utilizando la siguiente ecuación:

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

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.

Utilizando la ecuación (1) para el coeficiente de fuerza de frenado dinámica de un neumático, se calculará el coeficiente máximo de fuerza de frenado del 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.

Se calcularán los valores medios de los coeficientes máximos de fuerza de frenado ($\mu_{\text{peak,ave}}$) promediando cuatro o más pasadas repetidas válidas por cada juego de neumáticos de ensayo y 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:

- a) Si el coeficiente de variación del coeficiente máximo de fuerza de frenado CV_{μ} del neumático de referencia, que se calcula mediante la fórmula indicada en el punto 4.2.8.2 de la parte A del presente anexo, es superior al 5 %, se desearán todos los datos y se repetirá el ensayo correspondiente a ese neumático de referencia.

- b) El valor medio de los coeficientes máximos de fuerza de frenado ($\overline{\mu_{peak}}$; véase el punto 1.1.1.2.1 del presente anexo), calculado a partir de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado, deberá situarse dentro del intervalo indicado en el cuadro del punto 1.1.1.

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores, se volverá a realizar el ciclo de ensayos completo.

En el caso de los neumáticos candidatos:

Se calculan los coeficientes de variación CV_{μ} de todos los neumáticos candidatos con arreglo a la fórmula que figura en el punto 4.2.8.2 de la parte A del presente anexo. Si un coeficiente de variación es superior al 5 %, descártense los datos correspondientes a dicho neumático candidato y repítase el ensayo.

Siendo R_1 la media de los coeficientes máximos de fuerza de frenado en el primer ensayo del neumático de referencia y siendo R_2 la media de los coeficientes máximos de fuerza de frenado en el segundo ensayo de dicho neumático, se realizarán las siguientes operaciones con arreglo al cuadro que figura a continuación:

Si el número de juegos de neumáticos candidatos entre dos pasadas de ensayo sucesivas con el 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	$Ra = 1/2 (R_1 + R_2)$
2 R1 - T1 - T2 - R2	T1 T2	$Ra = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$ $Ra = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$
3 R1 - T1 - T2 - T3 - R2	T1 T2 T3	$Ra = 3/4 R_1 + 1/4 R_2$ $Ra = 1/2 (R_1 + R_2)$ $Ra = 1/4 R_1 + 3/4 R_2$

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

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

donde

En el caso de los neumáticos de la clase C2	
SRTT16C	
$f = 1$	
En el caso de los neumáticos de la clase C3	
SRTT19.5, SRTT22.5	SRTT19.5 con entalladuras, SRTT22.5 con entalladuras
$f = 1$	$f = 1,02$

f: factor de corrección en función del SRTT utilizado

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

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 de los neumáticos de referencia, se equipan ambos ejes con neumáticos de referencia (4 o 6 neumáticos de referencia en total, en función 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»: neumático candidato 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»: neumático candidato en el eje trasero y neumático de referencia o 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 correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.

Q_t = la carga estática de ensayo del neumático

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

- (a) 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 correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.

Se comprobará 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 sobre cada neumático, expresada en porcentaje de la carga estática nominal y redondeada al número entero más próximo, se situará entre el 60 y el 100 % del SRTT y la capacidad de carga del neumático candidato.

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 protéjase los del sol para evitar el calor excesivo debido a la radiación solar. Para el rodaje de los neumáticos, realícense dos frenados.

2.2.2.5.3. Acondiciónese el pavimento efectuando diez pasadas de ensayo, 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 (T1 a T5) más 1 neumático 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 repite la medición, se calcula la deceleración media AD [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$] de la forma siguiente:

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

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 [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$].

2.2.2.7.2. Validación de resultados

En el caso del neumático de referencia:

- a) 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:

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

- b) El valor medio de los coeficientes de fuerza de frenado (\overline{BFC} ; véase el punto 1.1.1.2.2 del presente anexo), calculado a partir de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos frenado, deberá situarse dentro del intervalo indicado en el cuadro del punto 1.1.1.

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores, se volverá a realizar el ciclo de ensayos completo.

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 R_1 la media de los valores de la AD en el primer ensayo del neumático de referencia y siendo R_2 la media de los valores de la AD en el segundo ensayo de dicho neumático, se realizarán las siguientes operaciones con arreglo al cuadro 5.

Ra es la AD media ajustada del neumático de referencia.

Cuadro 5:

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	$Ra = 1/2 (R_1 + R_2)$
2 R1-T1-T2-R2	T1	$Ra = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$
	T2	$Ra = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$
3 R1-T1-T2-T3-R2	T1	$Ra = 3/4 R_1 + 1/4 R_2$
	T2	$Ra = 1/2 (R_1 + R_2)$
	T3	$Ra = 1/4 R_1 + 3/4 R_2$

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 6:

Cuadro 6:

Neumático sometido a ensayo	Coeficiente de fuerza de frenado
Neumático de referencia	$BFC(R) = R_a/g$
Neumático candidato	$BFC(T) = T_a/g$

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

T_a ($a = 1, 2$, 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 relativa del neumático en superficie mojada

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 del neumático en superficie mojada G se calcula como se indica en el cuadro 7:

Cuadro 7:

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

donde

En el caso de los neumáticos de la clase C2 SRTT16C	
$f = 1$	
En el caso de los neumáticos de la clase C3	
SRTT19.5, SRTT22.5	SRTT19.5 con entalladuras, SRTT22.5 con entalladuras
$f = 1$	$f = 1,02$

Donde (véase también la figura 1):

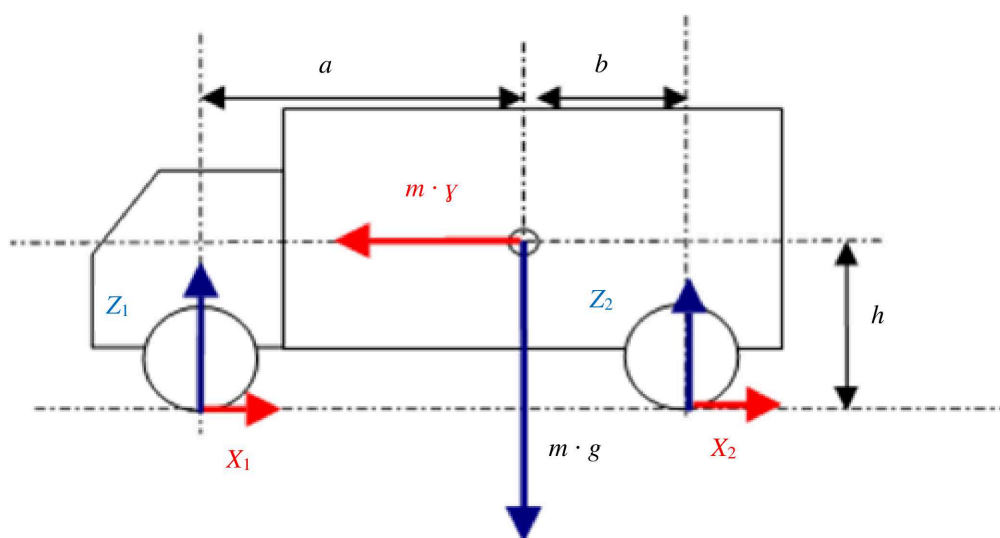
- f : factor de corrección en función del SRTT utilizado
 cog : centro de gravedad del vehículo cargado
 m : masa (en kg) del vehículo cargado
 a : distancia horizontal entre el eje delantero y el centro de gravedad del vehículo cargado (m)
 b : distancia horizontal entre el eje trasero y el centro de gravedad del vehículo cargado
 h : distancia vertical entre el nivel del suelo y el centro de gravedad del vehículo cargado (m).

Nota: cuando no se conozca el valor de h con precisión, se aplicarán los siguientes valores más desfavorables: 1,2 para la configuración C2 y 1,5 para la configuración C3.

- : aceleración del vehículo cargado [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]
 g : aceleración debida a la gravedad [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]
 X_1 : es la reacción longitudinal (dirección X) de los neumáticos delanteros en la carretera
 X_2 : es la reacción longitudinal (dirección X) de los neumáticos traseros en la carretera
 Z_1 : es la reacción normal (dirección Z) de los neumáticos delanteros en la carretera
 Z_2 : 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 de la adherencia en superficie mojada entre 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 a 2.2.2.5.

- 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 $\pm 5^\circ\text{C}$. 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.

Anexo 5 – Apéndice

Ejemplos de actas de ensayos del índice de adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado nuevo

Ejemplo 1: Acta de ensayo del índice de adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado nuevo utilizando el método del remolque o el método del vehículo de ensayo de neumáticos

Número del acta de ensayo:		Fecha del ensayo:		
Pista:			Mínima:	Máxima:
Profundidad de la textura (mm):		Temperatura de la superficie mojada (°C):		
$\mu_{\text{peak,corr}}^{(4)}$:		Temperatura ambiente (°C):		
Profundidad del agua (mm):				
Velocidad (km/h):				

N.º		1	2	3	4	5
Marca						
Dibujo / denominación comercial		SRTT...				SRTT...
Tamaño						
Descripción del servicio						
Presión de inflado (de ensayo) de referencia ⁽¹⁾ (kPa)						
Identificación del neumático						
Inscripción M + S (s/n)						
Inscripción 3PMSF (s/n)						
Llanta						
Carga (kg)						
Presión (kPa)						
μ_{peak}	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
$\overline{\mu_{peak}}$						
Desviación típica, σ_{μ}						
$CV_{\mu} \leq 4 \%^{(2)}$						
$CVal(\mu_{peak}) \leq 5 \%^{(3)}$						
$\mu_{peak,corr}(R)$						
$\mu_{peak,adj}(R)$						
f						
Índice de adherencia en superficie mojada						
Temperatura de la superficie mojada (°C)						
Temperatura ambiente (°C)						
Observaciones						

⁽¹⁾ En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento

⁽²⁾ En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, el límite es del 5 %.

⁽³⁾ En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, $CVal(\mu_{peak})$ ni se define ni se aplica.

⁽⁴⁾ En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, no se aplicará corrección de temperatura cuando se aplique el punto 1.1.1.2.

Ejemplo 2: Acta de ensayo del índice de adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado nuevo utilizando el método del vehículo

Número del acta de ensayo:		Fecha del ensayo:	
----------------------------	--	-------------------	--

Pista:			Mínima:	Máxima:	Vehículo	
Profundidad de la textura (mm):		Temperatura de la superficie mojada (°C):			Marca:	
$BFC_{ave,corr,1}^{(5)}$: o BFC_{ave} o $\mu_{peak,corr}^{(4)}$:		Temperatura ambiente (°C):			Modelo:	
$BFC_{ave,corr,2}^{(5)}$:					Tipo:	
$CVal(BFC_{ave,corr})$:					Año de matriculación:	
Profundidad del agua (mm):					Carga máxima por eje:	Delantero Trasero

Velocidad inicial (km/h):		Velocidad final (km/h):	
---------------------------	--	-------------------------	--

N.º	1	2	3	4	5
Marca					
Dibujo / denominación comercial	SRTT...				SRTT...
Tamaño					
Descripción del servicio					
Presión de inflado (de ensayo) de referencia ⁽¹⁾ (kPa)					
Identificación del neumático					
Inscripción M + S (s/n)					
Inscripción 3PMSF (s/n)					
Llanta					
Presión del eje delantero (kPa)	Izquierda: Derecha:	Izquierda: Derecha:	Izquierda: Derecha:	Izquierda: Derecha:	Izquierda: Derecha:

Presión del eje trasero (kPa)		Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:
Carga del eje delantero (kg)		Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:
Carga del eje trasero (kg)		Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:
		Distancia de frenado (m)	BFC _i	Distancia de frenado (m)	BFC _i	Distancia de frenado (m)	BFC _i	Distancia de frenado (m)	BFC _i	Distancia de frenado (m)	BFC _i
Medición	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
BFC_{ave}											
Desviación típica σ_{BFC}											
$CV_{BFC} \leq 4 \%^{(2)}$											
$CVal(BFC_{ave}) \leq 5 \%^{(3)}$											
$BFC_{ave,corr}(R)$											
$BFC_{adj}(R)$											
f											
Índice de adherencia en superficie mojada											
Temperatura de la superficie mojada (°C)											
Temperatura ambiente (°C)											
Observaciones											

⁽¹⁾ En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.

⁽²⁾ En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, el límite es del 3 %.

⁽³⁾ En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, $CVal(BFC_{ave})$ ni se define ni se aplica.

⁽⁴⁾ En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, dependiendo de si se aplica el punto 1.1.1.1 o el punto 1.1.1.2.

⁽⁵⁾ En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, $BFC_{ave,corr}$ ni se define ni se aplica.

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 tambor de ensayo y del conjunto de rueda y neumático²;
- d) en el método de potencia: la medición de la potencia aplicada al tambor de ensayo².

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 tambor de 2,0 m de diámetro. Si se utiliza un tambor de diámetro 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 un tambor de superficie «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

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

- a) En el caso de los neumáticos de la clase C1, la anchura de la llanta será la definida en la norma ISO 4000-1:2021.
- b) En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, la anchura de la llanta será la definida en la norma ISO 4209-1:2001.

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.

⁽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.

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 temperatura ambiente 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.

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 a la presión de inflado en frío requerida y se permite que la presión de inflado aumente («inflado con evolución libre de la presión»).

3.2. Velocidades de ensayo

El valor del coeficiente de resistencia a la rodadura 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 la categoría de velocidad	Todos	Todos	J (100 km/h) e inferior	K 110 km/h y superior
Velocidad de ensayo (km/h)	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		C2, C3
	Carga normal	Reforzado o carga extra	
Carga: porcentaje de la capacidad máxima de carga indicado por el índice de capacidad de carga	80	80	85 (Utilización simple)
Presión de inflado kPa	210	250	Presión de inflado de ensayo correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.

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

3.5. Duración y velocidad

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

- 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.
- Para la duración Δt , los incrementos de tiempo no superarán 0,5 s;
- 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:

- 3 horas para los neumáticos de la clase C1.
- 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

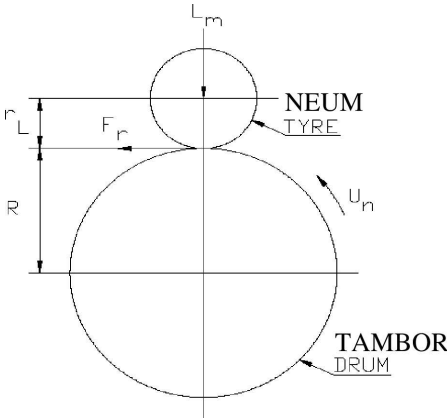
Clase de neumático	C1	C2 y C3 LI ≤ 121	C3 LI > 121	
			< 22,5	≥ 22,5
Diámetro nominal de la llanta	Todos	Todos	< 22,5	≥ 22,5
Duración del calentamiento	30 min	50 min	150 min	180 min

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_r , y su valor corregido, $C_{r,c}$, a 25 °C y para un tambor de 2 m de diámetro.
- e) La distancia desde el eje geométrico del neumático hasta la superficie externa del tambor en condiciones estabilizadas, r_L .
- 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 del neumático, el fabricante, el tipo, el número de identificación (de existir), el símbolo de categoría 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 la norma ISO 8855:2011.

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) Se reducirá la carga para mantener el neumático a la velocidad de ensayo sin deslizamiento ⁽³⁾. 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 la 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) Se registrará la fuerza en el eje F_x , el par aplicado T_x , o la potencia, según corresponda³.
- c) Se registrará la carga soportada por el neumático, perpendicular a la superficie del tambor, L_m ³.

4.6.2. Método de deceleración

Para el método de deceleración se aplicará el procedimiento siguiente:

- a) Se retirará el neumático del pavimento de ensayo mientras se circula a una velocidad superior a la velocidad de ensayo.
- b) Se registrará la deceleración del tambor de ensayo $\Delta\omega_{D0}/\Delta t$ y la del neumático sin carga $\Delta\omega_{T0}/\Delta t$ o se registrará 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.

El intervalo de velocidades para la medición es la velocidad de ensayo de ± 10 km/h.

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.

⁽³⁾ 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.

Las pérdidas parásitas relacionadas con la superficie de contacto 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.

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);

r_L es la distancia desde el eje geométrico del neumático hasta 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 del tambor

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.

5.1.4. Método de potencia en el eje del tambor

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

Se calcularán 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;

$\Delta\omega_{D0}$ es el incremento de 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;

$\Delta\omega_{T0}$ es el incremento de 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_r 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 el presente Reglamento y sustrayendo las correspondientes pérdidas parásitas F_{pl} obtenidas según lo dispuesto en el punto 5.1.

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 geométrico del neumático hasta 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 del tambor

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 aplicado, 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:

$$Fr = \frac{I_D}{R} \left(\frac{\Delta\omega_v}{\Delta t_v} \right) + \frac{R \times I_T}{R_r^2} \left(\frac{\Delta\omega_v}{\Delta t_v} \right) - F_{pl}$$

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;

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

$\Delta\omega_v$ es el incremento de 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

$$Fr = \frac{I_D}{R} j_V + \frac{R \times I_T}{R_r^2} j_V - F_{pl}$$

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;

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:

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

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	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 según el 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, el resultado de las mediciones será la media de los valores C_r obtenidos en las n mediciones, una vez efectuadas las correcciones descritas en los puntos 6.2 y 6.3. Según este método, los resultados finales de C_r se expresarán en N/kN y se redondearán al primer decimal con arreglo a la norma ISO 80000-1:2009, sección B.3, regla B.

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 que figura a continuación 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:

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

$x = 0,06 \text{ N/kN}$ 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:

- a) 10 minutos para los neumáticos de la clase C1;
- b) 20 minutos para los neumáticos de la clase C2;
- c) 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.

Anexo 6 - Apéndice 1

Tolerancias del equipo de ensayo

1. Objetivo

Los límites especificados en el presente apéndice son necesarios, pero pueden no ser suficientes, para conseguir unos niveles adecuados de repetibilidad de los resultados de los ensayos que también puedan ponerse en correlación entre varios laboratorios de ensayo.

2. Llantas de ensayo

2.1. Anchura

En el caso de las llantas de neumáticos de turismos (neumáticos de la clase C1), la llanta de ensayo tendrá la misma anchura que la llanta de medición establecida en la norma ISO 4000-1:2021, punto 6.2.2.

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

En los casos en que la anchura no esté definida en las normas ISO antes mencionadas, podrán utilizarse llantas de ensayo de la anchura indicada por una de las organizaciones de normalización especificadas en el apéndice 4 del anexo 6.

2.2. Excentricidad radial y alabeo lateral

En caso de que se utilicen llantas de vehículos, la excentricidad radial y el alabeo lateral se ajustarán a los criterios siguientes:

- i) para los neumáticos de la clase C1, los neumáticos de la clase C2 y los neumáticos de la clase C3 con $LI \leq 121$:
 - a) excentricidad radial máxima: 0,5 mm;
 - b) alabeo lateral máximo: 0,5 mm;

ii) para los neumáticos de la clase C3 con $LI \geq 122$:

a) excentricidad radial máxima: 2,0 mm;

b) alabeo lateral máximo: 2,0 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 del método de fuerza;

b) 5 mrad en el caso de los métodos de par, potencia y deceleración.

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 los neumáticos de la clase C1, los neumáticos de la clase C2 y los neumáticos de la clase C3 con $LI \leq 121$: ± 20 N o $\pm 0,5$ %, el valor que sea mayor;

ii) para los neumáticos de la clase C3 con $LI \geq 122$: ± 45 N o $\pm 0,5$ %, el valor que sea mayor;

b) presión de inflado en frío: ± 3 kPa;

c) velocidad de la superficie:

i) $\pm 0,2$ km/h para los métodos de potencia, par y deceleración;

ii) $\pm 0,5$ km/h para el método de fuerza;

d) tiempo:

i) $\pm 0,02$ 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) ± 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	neumáticos de la clase C1, neumáticos de la clase C2 y neumáticos de la clase C3 con LI ≤ 121	neumáticos de la clase C3 con LI ≥ 122
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, como mínimo, de 10 minutos para los neumáticos de la clase C1 y de 30 minutos para todos los demás tipos de neumáticos.

7. Rugosidad del pavimento de ensayo

La rugosidad, medida lateralmente, de la superficie lisa de acero del tambor nuevo tendrá una media aritmética del perfil de $6,3 \mu\text{m}$, como máximo. Este valor se reconfirmará en el caso de que se produzcan daños visibles.

Nota: En los casos en que se utilice un tambor de superficie texturada en lugar de una superficie de acero lisa, este hecho se señalará en el acta de ensayo. La textura de la superficie será entonces de $180 \mu\text{m}$ 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.

Anexo 6 - Apéndice 2

(omitido)

Anexo 6 - 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 fabricante:
3. N.º de acta de ensayo:
4. Marca comercial y denominación comercial:
5. Clase de neumático (C1, C2 o C3):
6. Categoría de utilización:
- 6.1. para uso en condiciones extremas de nieve (sí/no)²
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 ensayo) de referencia⁽¹⁾: 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): kPa
- 4.5. Distancia desde el eje geométrico del neumático hasta la superficie externa del tambor en condiciones estabilizadas, r_L : 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
⁽¹⁾ En el caso de los neumáticos de las clases C2 y C3, correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.
⁽²⁾ Táchese lo que no proceda.

Anexo 6 - 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)

Anexo 6 - Apéndice 5

Método de deceleración: mediciones y tratamiento de datos para obtener el valor de la deceleración con la forma diferencial $d\omega/dt$

1. Regístrese de forma discreta (figura 1) la dependencia «distancia-tiempo» correspondiente al cuerpo en rotación sometido a deceleración desde la periferia con un intervalo de velocidades, por ejemplo 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):

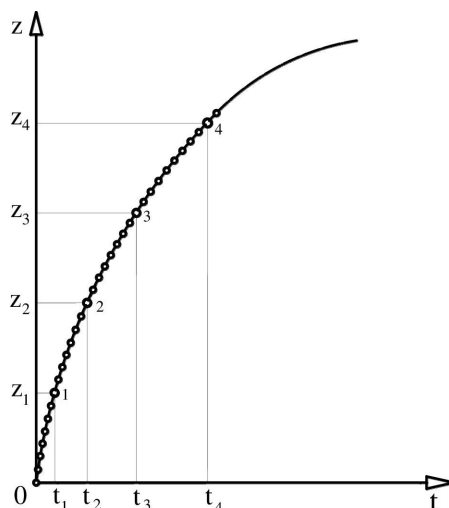
$$z = f(t_z)$$

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 seis cifras después del cero.

Figura 1



Nota 1: La velocidad inferior del intervalo de registro podrá reducirse a 60 km/h si la velocidad de ensayo es de 80 km/h, y a 40 km/h si la velocidad de ensayo es de 60 km/h.

2. Calcúlese por aproximación la dependencia registrada mediante una función diferencial, monótona y continua:
 - 2.1. Elíjase 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 cuatro ecuaciones, cada una de la forma siguiente:

$$z_m = A \ln \frac{\cos B(T_z - t_m)}{\cos B T_z}$$

donde las incógnitas se definen de la forma siguiente:

A es una constante adimensional,

B es una constante en revoluciones por segundo,

T_z es una constante en segundos,

m es el número de límites mostrados en la figura 1.

Insértense en estas cuatro ecuaciones las coordenadas del cuarto límite que figura más arriba.

- 2.3. Tómense las constantes A , B y T_z 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:

$$z(t) = A \ln \frac{\cos B(T_z - t)}{\cos B T_z}$$

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 $z = f(t_z)$ 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 ⁽⁴⁾, así como cualquier otro programa informático que permita calcular una regresión no lineal.

⁽⁴⁾ <https://unece.org/transport/vehicle-regulations/deceleration-calculator>.

ANEXO 7

Procedimientos de ensayo de las prestaciones en nieve de los neumáticos para uso en condiciones extremas de nieve

- 1.1. El ensayo de tracción se realizará con arreglo a la norma ASTM:
 - a) F1805-06 en caso de que se utilice el SRTT14 como neumático de referencia, o
 - b) F1805-20 en caso de que se utilice el SRTT16 como neumático de referencia.
2. Método de tracción por giro para neumáticos de las clases C1 y C2 [ensayo de fuerza de tracción conforme al punto 6.5, letra b), del presente Reglamento].

Se utilizará el procedimiento establecido en la norma ASTM F1805-06 o ASTM F1805-20, según proceda conforme al punto 1.3, para evaluar las prestaciones en nieve mediante el índice de prestaciones de tracción (TPI) 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 nieve medianamente compactada, descrita en el cuadro A2.1 de la norma ASTM F1805-06 o ASTM F1805-20, según proceda.
- 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 o ASTM F1805-20, según proceda. Cuando se utilice el SRTT16 como neumático de referencia, se someterá a ensayo con una carga de 531 kg a una presión de inflado de 240 kPa (en frío).
- 2.3. El índice de adherencia en nieve (SG) de un neumático candidato Tn se calculará del modo siguiente:

$$SG(Tn) = f \cdot \frac{TPI}{100}$$

donde

- a) $f = 1.000$ cuando se utilice el SRTT14 como neumático de referencia según la norma ASTM F1805-06, y
- b) $f = 0.987$ cuando se utilice el SRTT16 como neumático de referencia según la norma ASTM F1805-20, y

TPI es el índice de prestaciones de tracción definido en la norma ASTM F1805-06 o ASTM F1805-20, según proceda.

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 -15°C y -2°C ; la temperatura de la nieve, medida aproximadamente a una profundidad de un centímetro, estará comprendida entre -15°C y -4°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.

⁽¹⁾ Véase el apéndice de la norma ASTM F1805-06 para obtener información complementaria.

3.1.2. Vehículo

El ensayo se realizará con un vehículo de serie en buen estado de funcionamiento y equipado con un sistema ABS.

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

3.1.4.1. En el caso de los neumáticos de la clase 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 capacidad de carga del neumático.

La presión de inflado en frío será de 240 kPa.

3.1.4.2. En el caso de los neumáticos de la clase 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 capacidad 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:

$$P_t = P_r \cdot \left(\frac{Q_t}{Q_r} \right)^{1.25}$$

Q_r es la carga máxima asociada al índice de capacidad de carga del neumático marcado en el flanco.

P_r es la presión de inflado correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.

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:

$$P_t = P_r \times (0.75)^{1.25} = 0.7 P_r$$

P_r es la presión de inflado correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.

Se comprobará 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 %.

3.1.6. Para ejecutar este ensayo, se utilizarán los neumáticos de ensayo de referencia normalizados que se indican en el cuadro siguiente:

Neumáticos de la clase C1	Neumáticos de la clase C2
SRTT14 o SRTT16	SRTT16C

3.2. Secuencias de ensayo

3.2.1. Para cada neumático candidato y neumático de referencia normalizado, se repetirán un mínimo de seis veces las pasadas de 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 calcularán y comunicarán la media aritmética \bar{a} y la desviación típica de la muestra corregida σ_a de la mfdd correspondientes a cada tipo de neumático y cada ensayo de frenado.

El coeficiente de variación CV_a de un ensayo de frenado de un neumático se calculará del siguiente modo:

$$CV_a = 100\% \cdot \frac{\sigma_a}{\bar{a}}$$

donde

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (a_i - \bar{a})^2}$$

- 3.4.1.2. Se calcularán las medias ponderadas wa_{SRTT} de dos ensayos sucesivos del SRTT teniendo en cuenta el número de neumáticos candidatos entre ellos:

Si el orden de los ensayos es R1 - T - R2, la media ponderada del SRTT que se empleará en la comparación de las prestaciones del neumático candidato se calculará del siguiente modo:

$$wa_{SRTT} = \frac{1}{2} (\bar{a}_{R1} + \bar{a}_{R2})$$

Donde:

\bar{a}_{Rn} es la media aritmética de la mfdd para el n-ésimo ensayo del SRTT.

Si el orden de los ensayos es R1 - T1 - T2 - R2, las medias ponderadas wa_{SRTT} que se emplearán en la comparación de las prestaciones del neumático candidato se calcularán del siguiente modo:

$$wa_{SRTT} = \frac{2}{3} \bar{a}_{R1} + \frac{1}{3} \bar{a}_{R2} \text{ para la comparación con el neumático candidato T1 y}$$

$$wa_{SRTT} = \frac{1}{3} \bar{a}_{R1} + \frac{2}{3} \bar{a}_{R2} \text{ para la comparación con el neumático candidato T2.}$$

- 3.4.1.3. El índice de adherencia en nieve (SG) de un neumático candidato Tn se calculará a partir de la media aritmética \bar{a}_{Tn} de la mfdd del neumático Tn y la media ponderada wa_{SRTT} aplicable del SRTT, como se muestra en el cuadro:

$$SG(Tn) = f \cdot \frac{\bar{a}_{Tn}}{wa_{SRTT}}$$

donde f figura en el cuadro siguiente:

Clase de neumático	Neumático de referencia	Factor
C1	SRTT14	$f = 1,000$
	SRTT16	$f = 0.980$
C2	SRTT16C	$f = 1.000$

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 aritméticas \bar{a} y de las desviaciones típicas de las muestras corregidas σ_a de los ensayos de frenado sucesivos del SRTT.

Además, y a fin de tener en cuenta la posible evolución de ensayo, se calculará el coeficiente de validación $CVal_a(SRTT)$ sobre la base de los valores medios de cualesquiera dos grupos consecutivos de al menos seis pasadas con el neumático de ensayo de referencia normalizado de la forma siguiente:

$$CVal_a(SRTT) = 100\% \times \left| \frac{\overline{a_{R2}} - \overline{a_{R1}}}{\overline{a_{R1}}} \right|$$

El coeficiente de validación $CVal_a(SRTT)$ no superará el 5 %.

El coeficiente de variación CV_a , definido en el punto 3.4.1.1 del presente anexo, deberá ser inferior al 6 % en todos los ensayos de frenado.

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 C en relación con el SRTT (SG1) viene dado por

$$SG1 = SG(C) = f \cdot \frac{\overline{a_c}}{wa_{SRTT}}$$

donde f viene dado en el punto 3.4.1.3, y el índice de adherencia en nieve del neumático candidato Tn en relación con el neumático de control (SG2) viene dado por

$$SG2 = \frac{\overline{a_{Tn}}}{wa_c}$$

donde wa_c es la media ponderada aplicable del neumático de control, que se establecerá mediante el procedimiento descrito en los puntos 3.1 a 3.4.2.

El índice de adherencia en nieve del neumático candidato con respecto al SRTT $SG(Tn)$ será el producto de los dos índices de adherencia en nieve resultantes, que viene dado por

$$SG(Tn) = SG1 \cdot SG2.$$

- 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. (omitido)

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 al ensayo de aceleración del punto 4.7 siguiente, el neumático de nieve candidato registrará una aceleración media de 1,25, como mínimo, con respecto a uno de los dos neumáticos de ensayo de referencia normalizados equivalentes SRTT19.5 y SRTT22.5.

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: $\pm 1\%$ 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

$$\text{Wheel Speed} = \pi \times \text{loaded diameter} \times \text{angular speed}$$

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. Consúltase 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 -15°C y -2°C ; la temperatura de la nieve, medida aproximadamente a una profundidad de un centímetro, estará comprendida entre -15°C y -4°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. Se montarán los neumáticos de ensayo en llantas conforme a la norma ISO 4209-1:2001 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 tres 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 la clase C3

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 se calcula la aceleración media 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:

- 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;
- 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 tracción/ASR/TCS a condición de que cuente con un sistema que muestre la razón de deslizamiento indicada 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. 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. Pasadas de 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 marcha recomendada es tercera o cuarta y deberá alcanzar 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 un sistema de control de la tracción (ya activado antes de ejecutar el ensayo), se acelerará a todo gas hasta que el vehículo haya alcanzado la velocidad final.

Velocidad final = velocidad inicial + 15 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 todas las pasadas realizadas en la sesión de ensayo.

4.7.5.3. Mídase la distancia entre la velocidad inicial y la velocidad final.

4.7.5.4. Se realizarán al menos seis pasadas de ensayo de aceleración con cada neumático candidato y con el neumático de referencia normalizado, y los coeficientes de variación (CV_{AA}) deberán ser inferiores o iguales al 6 %. Se calculará el CV_{AA} para un mínimo de seis pasadas válidas de la forma siguiente:

$$CV_{AA} = 100\% \cdot \frac{\sigma_{AA}}{\overline{AA}}$$

donde

$$\sigma_{AA} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (AA_i - \overline{AA})^2}$$

representa la desviación típica de la muestra corregida y

\overline{AA} es la media aritmética de las aceleraciones medias (AA_i) de N pasadas de ensayo.

4.7.5.5. En el caso de un vehículo equipado con un sistema de control de la tracción, la razón de deslizamiento media se situará en el intervalo 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, se calculará la aceleración media AA ($m \cdot s^{-2}$) de la forma siguiente:

$$AA = \frac{S_f^2 - S_i^2}{2D}$$

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

4.8.2. Validación de resultados

En el caso de los neumáticos candidatos:

El coeficiente de variación CV_{AA} de la aceleración media se calcula con arreglo a la fórmula del punto 4.7.5.4 del presente anexo 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.

En el caso del neumático de referencia:

Si el coeficiente de variación CV_{AA} de la aceleración media del neumático de referencia, calculada conforme a la fórmula del punto 4.7.5.4 del presente anexo para cada grupo de al menos seis pasadas de ensayo, es superior al 6 %, se descartarán todos los datos 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, se calculará el coeficiente de validación $CVal_{AA}(SRTT)$ sobre la base de los valores medios de cualesquiera dos grupos consecutivos de al menos seis pasadas de ensayo del neumático de referencia de la forma siguiente:

$$CVal_{AA}(SRTT) = 100\% \times \left| \frac{\overline{AA_2} - \overline{AA_1}}{\overline{AA_1}} \right|$$

Si el coeficiente de variación es superior al 6 %, descártense los datos correspondientes a todos los neumáticos candidatos y repítase el ensayo.

4.8.3. Cálculo de las medias ponderadas

Las medias ponderadas wa_{SRTT} de las aceleraciones medias de dos ensayos sucesivos del SRTT se calculan de acuerdo con el 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 wa_{SRTT} se calcula como sigue:
1	R - T1 - R	T1	$wa_{SRTT} = \frac{1}{2} (\overline{AA_{R1}} + \overline{AA_{R2}})$
2	R - T1 - T2 - R	T1	$wa_{SRTT} = \frac{2}{3} \overline{AA_{R1}} + \frac{1}{3} \overline{AA_{R2}}$
		T2	$wa_{SRTT} = \frac{1}{3} \overline{AA_{R1}} + \frac{2}{3} \overline{AA_{R2}}$
3	R - T1 - T2 - T3 - R	T1	$wa_{SRTT} = \frac{3}{4} \overline{AA_{R1}} + \frac{1}{4} \overline{AA_{R2}}$
		T2	$wa_{SRTT} = \frac{1}{2} (\overline{AA_{R1}} + \overline{AA_{R2}})$
		T3	$wa_{SRTT} = \frac{1}{4} \overline{AA_{R1}} + \frac{3}{4} \overline{AA_{R2}}$

donde $\overline{AA_{Rn}}$ es la media aritmética de las aceleraciones medias en el n-ésimo ensayo del neumático de ensayo de referencia normalizado.

4.8.4. 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:

$$SG(Tn) = f \cdot \frac{\overline{AA_{Tn}}}{wa_{SRTT}}$$

donde $\overline{AA_{Tn}}$ es la media aritmética de las aceleraciones medias del n-ésimo neumático candidato

y f figura en el cuadro siguiente:

Neumático de referencia	Factor
SRTT19.5, SRTT22.5	$f = 1,000$
SRTT19.5 con entalladuras	$f = 1.570$
SRTT22.5 con entalladuras	$f = 1.680$

4.8.5. 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 pasadas de ensayo con la distancia de una pasada realizada 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.

La primera evaluación es una comparación entre el neumático de control C y el neumático de referencia. El resultado (índice de adherencia en nieve SG1) es la eficiencia relativa del neumático de control en comparación con el neumático de referencia.

$$SG1 = f \cdot \frac{\overline{AA_c}}{wa_{SRTT}}$$

La segunda evaluación es una comparación entre el neumático candidato Tn y el neumático de control C. El resultado (índice de adherencia en nieve SG2) es la eficiencia relativa del neumático candidato en comparación con el neumático de control.

$$SG2 = \frac{\overline{AA_{Tn}}}{\overline{AA_c}}$$

La segunda evaluación debe realizarse en la misma pista que la primera. La temperatura del aire debe situarse en el intervalo de $\pm 5^\circ\text{C}$ de la temperatura de la primera evaluación. El juego de neumáticos de control será el mismo utilizado para la primera evaluación.

El índice de adherencia en nieve SG del neumático candidato en comparación con el neumático de referencia se deducirá multiplicando las eficiencias relativas calculadas anteriormente:

$$SG = SG1 \cdot SG2$$

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.

Anexo 7 - 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.

Anexo 7 - Apéndice 2

Actas y datos de ensayo de los neumáticos de las clases C1 y C2

Parte 1 - Acta

1. Autoridad de homologación de tipo o servicio técnico:
2. Nombre y dirección del fabricante:
3. N.º de acta de ensayo:
4. Marca comercial y denominación comercial:
5. Clase de neumático:
6. Categoría de utilización:
7. Índice de adherencia en nieve SG
- 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			- 15 °C a - 2 °C
Temperatura de la nieve			- 15 °C a - 4 °C
Índice CTI			75 a 85
Otro			

3. Vehículo de ensayo (marca, modelo y tipo, año):

4. Detalles y datos de los neumáticos de ensayo

	SRTT _(1er ensayo)	Candidato 1	Candidato 2	SRTT _(2o ensayo)
Marca comercial				
Denominación comercial / nombre comercial				
Designación del tamaño de los neumáticos				
Descripción del servicio				
Código de anchura de la llanta de ensayo				
Presión de inflado (de ensayo) de referencia ⁽¹⁾ (kPa)				
Cargas neumáticos D/T (kg)				
Cargas neumáticos D/T [% de la carga asociada a LI ⁽²⁾]				
Presión del neumático D/T (kPa)				

5. Resultados del ensayo: deceleraciones medias plenamente desarrolladas ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$) / coeficiente de tracción⁽³⁾.

N.º de pasada de ensayo	Especificaciones	SRTT _(1er ensayo)	Candidato 1	Candidato 2	SRTT _(2o ensayo)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Media					

N.º de pasada de ensayo	Especificaciones	SRTT ^(1er ensayo)	Candidato 1	Candidato 2	SRTT ^(2o ensayo)
Desviación típica					
Coefficiente de variación	$CV_a \leq 6 \%$				
Coefficiente de validación	$CV_a - l_a(\text{SRTT}) \leq 5 \%$				
Media ponderada del SRTT					
Factor f					
Índice de adherencia en nieve		1,00			

⁽¹⁾ En el caso de los neumáticos de la clase C2, correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.
⁽²⁾ En el caso de los neumáticos de la clase C2, se refiere a una sola carga.
⁽³⁾ Táchese lo que no proceda.

Anexo 7 - Apéndice 3

Actas y datos de ensayo de los neumáticos de la clase C3

Parte 1 - Acta

1. Autoridad de homologación de tipo o servicio técnico:
2. Nombre y dirección del fabricante:
3. N.º de acta de ensayo:
4. Marca comercial y denominación comercial:
5. Clase de neumático:
6. Categoría de utilización:
7. Índice de adherencia en nieve con respecto al SRTT, conforme al punto 6.5.1
- 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			– 15 °C a – 2 °C
Temperatura de la nieve			– 15 °C a – 4 °C
Índice CTI			80 a 90
Otros			

3. Vehículo de ensayo (marca, modelo y tipo, año):

4. Detalles y datos de los neumáticos de ensayo:

	SRTT _(1er ensayo)	Candidato 1	Candidato 2	Candidato 3	SRTT _(2o ensayo)
Marca comercial					
Denominación comercial / nombre comercial					
Designación del tamaño de los neumáticos					
Descripción del servicio					
Código de anchura de la llanta de ensayo					
Presión de inflado (de ensayo) de referencia ⁽¹⁾ (kPa)					
Cargas neumáticos D/T (kg)					
Cargas neumáticos D/T [% de la carga asociada a LI ⁽²⁾]					
Presión del neumático D/T (kPa)					

5. Resultados del ensayo: deceleraciones medias ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

N.º de pasada de ensayo	Especificaciones	SRTT _(1er ensayo)	Candidato 1	Candidato 2	Candidato 3	SRTT _(2o ensayo)
1						
2						
3						
4						
5						
6						

N.º de pasada de ensayo	Especificaciones	SRTT ^(1er ensayo)	Candidato 1	Candidato 2	Candidato 3	SRTT ^(2o ensayo)
Media						
Desviación típica						
Razón de deslizamiento (%)						
Coefficiente de variación	$CV_{AA} \leq 6 \%$					
Coefficiente de validación	$CVa - I_a(SRTT) \leq 6 \%$					
Media ponderada del SRTT						
f						
Índice de adherencia en nieve		1,00				

⁽¹⁾ Correspondiente a la indicación de la presión de inflado marcada en el flanco, como se exige en el punto 4.1 del presente Reglamento.

⁽²⁾ Se refiere a una sola carga.

ANEXO 8

Procedimientos de ensayo de las prestaciones en hielo de los neumáticos de hielo de la clase C1

1. Definiciones específicas para el ensayo de prestaciones en hielo que se diferencian de las existentes
 - 1.1. «Ciclos de ensayos de frenado no consecutivos»: ciclos de ensayos de frenado realizados al menos después de una mínima renovación (o una nueva preparación) de la superficie de hielo, en un carril de ensayo diferente o en un día diferente.
 - 1.2. «Carga de referencia» (Q_{ref}): capacidad de carga teórica de un neumático a la presión de inflado de ensayo. Se expresa en kilogramos. Podrá superar la capacidad máxima de carga del neumático de ensayo indicada por su índice de carga.
 - 1.3. «Tasa de carga sobre el neumático» (R_{LOT}): carga estática real del neumático en el vehículo de ensayo dividida por la carga de referencia.
 - 1.4. «Juego de neumáticos»: conjunto de cuatro neumáticos.

2. Método de frenado en hielo para los neumáticos de la clase C1

Las prestaciones en hielo se determinan utilizando un método de ensayo en el que se compara la deceleración media plenamente desarrollada de un neumático candidato en un ensayo de frenado ABS sobre una superficie plana hecha de hielo con la de un neumático de referencia.

Para determinar las prestaciones en hielo, los ensayos de frenado de un neumático candidato se realizarán en tres (3) ciclos de ensayos de frenado no consecutivos.

Las prestaciones relativas se indicarán mediante un índice de adherencia en hielo (G_I).

- 2.1. Condiciones generales
 - 2.1.1. Pista de ensayo
 - 2.1.1.1. Los ensayos de frenado se realizarán sobre un pavimento de ensayo plano de longitud y anchura suficientes, cubierto de hielo y con una pendiente máxima del 2 %.
 - 2.1.1.2. La superficie de la pista de ensayo será de hielo plano, liso y pulido, y mojado con agua al menos una hora antes del ensayo. El agua utilizada para fabricar el hielo deberá estar limpia y libre de elementos sólidos. Antes de comenzar el ensayo, la línea de frenado debe acondicionarse realizando varias pasadas de frenado con un juego de neumáticos que no forme parte del programa de ensayos hasta que el nivel de fricción se estabilice. Se utilizará exactamente la misma línea de ensayo para todas las repeticiones de los ensayos de frenado.
 - 2.1.1.3. El nivel de adherencia en superficie se controlará realizando mediciones con el neumático de referencia. La deceleración media plenamente desarrollada del neumático de referencia no será inferior a $0,9 \text{ m/s}^2$ ni superior a $1,6 \text{ m/s}^2$ en cada ensayo de frenado.
 - 2.1.1.4. La temperatura del aire, medida aproximadamente a un metro por encima del suelo, se situará entre -15°C y $+4^\circ\text{C}$; la temperatura del hielo, medida en la superficie de la línea acondicionada, estará comprendida entre -15°C y -5°C . Se registrará la temperatura del aire y del hielo por cada neumático sometido a ensayo.
 - 2.1.1.5. El ensayo no puede realizarse durante precipitaciones de nieve o lluvia o cualquier otra precipitación atmosférica. Se recomienda evitar la luz del sol directa, las grandes variaciones de luz del sol o de humedad, así como el viento.
 - 2.1.1.6. Se aceptan pistas de hielo en instalaciones de interior o exterior siempre que se cumplan los requisitos anteriores.
 - 2.1.2. Vehículo

2.1.2.1. El ensayo se llevará a cabo con un turismo de modelo comercial equipado con un sistema ABS cuyo estado mecánico sea conforme con las recomendaciones del fabricante del vehículo. Las modificaciones permitidas son las siguientes: las que permiten aumentar el número de tamaños de neumáticos que pueden montarse en el vehículo y las que permiten la activación automática del dispositivo de frenado que se instale. Queda prohibida cualquier otra modificación del sistema de frenado. Se permite aumentar la carga soportada por el neumático añadiendo peso al vehículo. Los adaptadores de llantas o «separadores» para montar ruedas en el vehículo no excederán de 60 mm.

2.1.3. Neumáticos

2.1.3.1. Neumático de ensayo de referencia normalizado

Para evaluar las prestaciones en hielo de los neumáticos de la clase C1, se utilizará el neumático de ensayo de referencia normalizado SRTT16. El neumático de referencia no tendrá más de treinta meses de antigüedad desde la semana de producción y se almacenará de conformidad con la norma ASTM F2493-23.

2.1.3.2. Preparación de los neumáticos

2.1.3.2.1. Se montará cada neumático de ensayo en una llanta homologada conforme a la norma ISO 4000-1:2021 utilizando métodos de montaje convencionales. Cumpliéndose lo anterior, el código de anchura de la llanta no diferirá en más de 0,5 de la llanta de medición. Si no se dispone de una llanta comercializada para el vehículo de ensayo, será aceptable utilizar una llanta cuyo código de anchura difiera en 1,0 del código de anchura de la llanta de medición. 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.

2.1.3.2.2. Antes del ensayo (al menos 100 km en pistas secas o con un método equivalente), los neumáticos deben haber sido rodados para garantizar unas prestaciones estables y eliminar el exceso de material, los nódulos compuestos o las rebabas del proceso de moldeo. Los valores de profundidad de la banda de rodadura del neumático y de integridad del bloque o nervadura conforme al diseño no cambiarán significativamente con el rodaje, lo que significa que el ritmo y la «severidad» del rodaje deben controlarse cuidadosamente para evitar tales cambios.

2.1.3.2.3. Es aceptable reacondicionar un neumático de ensayo antes de realizar el ensayo de frenado para alcanzar un nivel de prestaciones estabilizado ⁽¹⁾.

2.1.3.2.4. Antes de realizar el ensayo, se limpiará la superficie del neumático en contacto con el hielo para eliminar nieve y suciedad.

2.1.3.2.5. Los conjuntos de rueda y neumático se acondicionarán a temperatura ambiente (exterior o interior, dependiendo de la instalación de ensayo) al menos dos horas antes de montarlos en el vehículo para los ensayos. Entonces se ajustarán las presiones de los neumáticos a los valores especificados para el ensayo.

2.1.3.2.6. En caso de que en un vehículo no puedan instalarse los neumáticos de referencia ni los neumáticos candidatos, podrá utilizarse un tercer neumático intermedio (neumático «de control»). En primer lugar, se ensayará el neumático de control con respecto a la referencia en un vehículo adecuado y, a continuación, se ensayará el neumático candidato con respecto al neumático de control en el vehículo seleccionado.

2.1.4. Carga y presión de inflado de los neumáticos

2.1.4.1. La carga y la presión de inflado de los neumáticos se ajustarán de acuerdo con el cuadro 1 (según se realice una comparación directa entre el neumático candidato y el neumático de referencia en el mismo vehículo, o una comparación indirecta utilizando un neumático de control y otro vehículo).

⁽¹⁾ Puede hacerse, por ejemplo, recorriendo una distancia de 5 a 10 km en carreteras de superficie rugosa o equivalentes.

Cuadro 1:
Carga y presión de inflado de los neumáticos

	Neumático de referencia	Neumático de control	Neumático candidato
Comparación directa	Presión de inflado: $230 \text{ kPa} \leq p_{\text{test}} \leq 260 \text{ kPa}$ Tasa de carga sobre el neumático: $65 \% \leq R_{\text{LoT}}(\text{R}) \leq 75 \%$		Presión de inflado: $190 \text{ kPa} \leq p_{\text{test}} \leq 270 \text{ kPa}$ Tasa de carga sobre el neumático: $R_{\text{LoT}}(\text{R}) - 15 \% \leq R_{\text{LoT}}(\text{T}) \leq R_{\text{LoT}}(\text{R}) + 15 \%$
Comparación indirecta	Vehículo 1: Presión de inflado: $230 \text{ kPa} \leq p_{\text{test}} \leq 260 \text{ kPa}$ Tasa de carga sobre el neumático: $65 \% \leq R_{\text{LoT},1}(\text{R}) \leq 75 \%$	Vehículo 1: Presión de inflado: $190 \text{ kPa} \leq p_{\text{test}} \leq 270 \text{ kPa}$ Tasa de carga sobre el neumático: $R_{\text{LoT},1}(\text{R}) - 15 \% \leq R_{\text{LoT},1}(\text{C}) \leq R_{\text{LoT},1}(\text{R}) + 15 \%$	
		Vehículo 2: Presión de inflado: $190 \text{ kPa} \leq p_{\text{test}} \leq 270 \text{ kPa}$ Tasa de carga sobre el neumático: $R_{\text{LoT},1}(\text{C}) - 15 \% \leq R_{\text{LoT},2}(\text{C}) \leq R_{\text{LoT},1}(\text{C}) + 15 \%$	Vehículo 2: Presión de inflado: $190 \text{ kPa} \leq p_{\text{test}} \leq 270 \text{ kPa}$ Tasa de carga sobre el neumático: $60 \% \leq R_{\text{LoT},2}(\text{T}) \leq 90 \%$

La tasa de carga sobre el neumático R_{LoT} viene dada por:

$$R_{\text{LoT}} = 100\% \cdot \frac{Q_{\text{tyre}}}{Q_{\text{ref}}}$$

donde

Q_{tyre} es la carga estática real del neumático en el vehículo de ensayo, y

Q_{ref} es la carga de referencia a la presión de inflado de ensayo que se determina a continuación.

- 2.1.4.2. La carga de referencia Q_{ref} a la presión de inflado de ensayo p_{test} se determina de la forma siguiente:

$$Q_{\text{ref}} = Q_{\text{LI}} \cdot \left(\frac{p_{\text{test}}}{p_{\text{ref}}} \right)^{0.8}$$

donde

Q_{LI} es la capacidad máxima de carga del neumático según su índice de carga,
y

p_{ref} es la presión de inflado de referencia definida en el cuadro 2.

Cuadro 2:
Presiones de inflado de referencia

Neumático	p_{ref} (kPa)
Neumático de referencia	250
Neumático normalizado	250
Neumático reforzado (o neumático de «carga extra»)	290

- 2.1.5. Instrumental

- 2.1.5.1. El vehículo estará equipado con sensores calibrados adecuados para realizar mediciones en condiciones de frío y hielo. Habrá un sistema de adquisición de datos para almacenar las mediciones.

- 2.1.5.2. La precisión de los sensores y sistemas de medición será tal que permita una incertidumbre relativa ⁽²⁾ inferior o igual al 1 % sobre el resultado de la medición o el cálculo de la deceleración media plenamente desarrollada ⁽³⁾.
- 2.2. Orden de ensayo y ciclos de ensayos de frenado
- 2.2.1. En cada ensayo de frenado de un neumático de ensayo, se realizarán al menos nueve (9) pasadas de ensayo válidas.
- 2.2.2. En un ciclo de ensayos de frenado, podrán someterse a ensayo hasta dos (2) neumáticos candidatos. Podrán combinarse varios ciclos de ensayos de frenado, y el ensayo de frenado final con el neumático de referencia de un ciclo podrá servir como ensayo de frenado inicial del siguiente ciclo.

EJEMPLO 1

En un ciclo de ensayos de frenado con dos neumáticos candidatos, el orden de ensayo es el siguiente:

$R_i - T_1 - T_2 - R_f$

donde

R_i/R_f es el ensayo de frenado inicial/final del neumático de referencia y

T_1 y T_2 son los ensayos de frenado de los dos neumáticos candidatos que han de evaluarse.

EJEMPLO 2

El orden de paso en una serie de ciclos de ensayos de frenado con un total de cuatro (4) juegos de neumáticos candidatos (T_1 a T_4) sería el siguiente:

$R_i - T_1 - T_2 - R_f/R_i - T_3 - T_4 - R_f$

donde el ensayo de frenado final con el juego de neumáticos de referencia (R_f) del primer ciclo sirve como ensayo de frenado inicial (R_i) del segundo ciclo.

Todo neumático candidato se someterá al menos a tres (3) ciclos de ensayos de frenado no consecutivos.

- 2.3. Procedimiento de ensayo
- 2.3.1. El vehículo se equipará en las cuatro posiciones con los mismos neumáticos.
- 2.3.2. Se conducirá el vehículo en línea recta a una velocidad aproximada de 5 km/h por encima del nivel superior de velocidad del intervalo de evaluación.

⁽²⁾ Pueden encontrarse métodos adecuados para determinar la incertidumbre relativa de medida, por ejemplo, en la Guía ISO/IEC 98-3, Incertidumbre de medida. Parte 3: Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (GUM:1995).

⁽³⁾ Por ejemplo, en caso de que la deceleración media plenamente desarrollada se calcule con arreglo al punto 2.4.1.1 del presente anexo, la precisión de los sensores o sistemas de medida utilizados para medir la distancia (s) y las velocidades (v_i y v_f) deberá ser tal que la composición de sus incertidumbres relativas, basada en el punto 2.4.1.1 del presente anexo, permita determinar la deceleración media plenamente desarrollada con una incertidumbre relativa inferior o igual al 1 %.

2.3.3. Al alcanzar la zona de medición, se pondrá el vehículo en punto muerto y se pisará el pedal del freno bruscamente con fuerza suficiente para provocar el funcionamiento del ABS en todas las ruedas y para causar una deceleración estable del vehículo; dicha fuerza se mantendrá aplicada hasta que la velocidad sea de 0 km/h.

2.3.4. La deceleración media plenamente desarrollada d_m se determinará entre 15 y 5 km/h o entre 20 y 5 km/h. Se calculará a partir de las mediciones de tiempo (expresado en s), distancia (expresada en m) o deceleración (expresada en $m \cdot s^{-2}$). Se utilizará el mismo intervalo de velocidad de evaluación en cada pasada de los ensayos de frenado (tres o cuatro) de un ciclo y con todos los neumáticos de ensayo.

2.4. Evaluación de los datos y presentación de los resultados

2.4.1. Evaluación de los datos

2.4.1.1. En una medición de distancia, la deceleración media plenamente desarrollada d_m en una pasada de ensayo se calculará como sigue:

$$d_m = \frac{v_i^2 - v_f^2}{2s}$$

donde

v_i es la velocidad inicial expresada en $m \cdot s^{-1}$

v_f es la velocidad final expresada en $m \cdot s^{-1}$, y

s es la distancia recorrida entre la velocidad inicial y la velocidad final, expresada en metros.

2.4.1.2. En la evaluación de cada ensayo de frenado no se tendrán en cuenta el valor más alto y el valor más bajo [en total, dos (2) pasadas] de las nueve pasadas de ensayo válidas que han de efectuarse como mínimo.

2.4.1.3. Por cada ensayo de frenado de un ciclo, se calcularán y se registrarán la media aritmética $d_{m,ave}$ y la desviación típica σ_d de la deceleración media plenamente desarrollada y el coeficiente de variación CV_d :

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{j=1}^N (d_{m,j} - d_{m,ave})^2}$$

y

$$CV_d = 100\% \cdot \frac{\sigma_d}{d_{m,ave}}$$

2.4.2. Cálculo del índice de adherencia en hielo en el ensayo de frenado

2.4.2.1. Para calcular el índice de adherencia en hielo $G_{I,k}(T_n)$ en un ensayo de frenado específico, la deceleración media plenamente desarrollada del neumático de referencia se ajustará en función de la posición de cada neumático candidato (T_n) en un ciclo de ensayos de frenado.

2.4.2.2. Este valor ajustado de la deceleración media plenamente desarrollada $d_{m,adj}(R)$ del neumático de referencia se calcula con arreglo al cuadro 3, donde $d_{m,ave}(R_i)$ y $d_{m,ave}(R_f)$ son las medias aritméticas de las deceleraciones medias plenamente desarrolladas en los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado.

Cuadro 3:

Cálculo de la deceleración media estabilizada $d_{m,adj}(R)$ del neumático de referencia

Si el número y la secuencia de los neumáticos candidatos en un ciclo de ensayos de frenado son		y el neumático candidato que se va a controlar es	el correspondiente valor ajustado de la deceleración media plenamente desarrollada $d_{m,adj}(R)$ del neumático de referencia se calcula como sigue:
1	$R_i - T_1 - R_f$	T_1	$d_{m,adj}(R) = 1/2 \cdot [d_{m,ave}(R_i) + d_{m,ave}(R_f)]$
2	$R_i - T_1 - T_2 - R_f$	T_1	$d_{m,adj}(R) = 2/3 \cdot d_{m,ave}(R_i) + 1/3 \cdot d_{m,ave}(R_f)$
		T_2	$d_{m,adj}(R) = 1/3 \cdot d_{m,ave}(R_i) + 2/3 \cdot d_{m,ave}(R_f)$

- 2.4.2.3. En un ensayo de frenado específico, el índice de adherencia en hielo $G_{I,k}(T_n)$ del neumático candidato T_n ($n = 1, 2$) en relación con el neumático de referencia se calcula de la forma siguiente:

$$G_{I,k}(T_n) = \frac{d_{m,ave}(T_n)}{d_{m,adj}(R)}$$

- 2.4.3. Índice de adherencia en hielo

El índice de adherencia en hielo $G_I(T_n)$ de un neumático candidato se calculará como la media aritmética de los índices de adherencia en hielo $G_{I,k}(T_n)$ para los distintos ensayos de los tres ciclos de ensayos de frenado no consecutivos de la forma siguiente:

$$G_I(T_n) = \frac{1}{3} \cdot [G_{I,1}(T_n) + G_{I,2}(T_n) + G_{I,3}(T_n)]$$

En el apéndice 2 figura un ejemplo de acta de ensayo completa.

- 2.4.4. Validación estadística

- 2.4.4.1. Se examinarán los conjuntos de deceleraciones medias plenamente desarrolladas d_m en cada ensayo de frenado para comprobar la normalidad, la deriva y los posibles valores atípicos.

- 2.4.4.2. Si el coeficiente de variación CV_d de un ensayo de frenado de un neumático candidato supera el 6 %, este ensayo deberá descartarse.

- 2.4.4.3. Si

- el coeficiente de variación CV_d de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado es superior al 6 %, o
- las medias aritméticas de las deceleraciones medias plenamente desarrolladas de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado no difieren en más del 5 % de la media de los dos valores:

$$CV_{val}(d_m) = 2 \cdot \left| \frac{d_{m,ave}(R_i) - d_{m,ave}(R_f)}{d_{m,ave}(R_i) + d_{m,ave}(R_f)} \right| \cdot 100\% \leq 5\%, \text{ o}$$

- la deceleración media plenamente desarrollada del neumático de referencia es inferior a $0,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ o superior a $1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ en el ensayo inicial o final de un ciclo de ensayos de frenado,

se descartará todo el ciclo de ensayos de frenado.

- 2.4.4.4. Para cada neumático candidato T_n , el coeficiente de variación CV_G de los índices de adherencia en hielo $G_{I,k}(T_n)$ de los distintos ensayos de los tres (3) ciclos de ensayos de frenado no consecutivos se calculará de la forma siguiente:

$$CV_G = 100\% \cdot \frac{\sigma_G}{G_I(T_n)}$$

donde

$$\sigma_G = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \sum_{k=1}^3 [G_{I,k}(T_n) - G_I(T_n)]^2}$$

y

$G_I(T_n)$ es el índice de adherencia en hielo del neumático candidato T_n .

- 2.4.4.5. Si el coeficiente de variación CV_G supera el 6 %, se realizarán ensayos de frenado adicionales con este neumático candidato T_n en ciclos de ensayos no consecutivos, hasta que el coeficiente de variación CV_G calculado a partir de cualesquiera tres ensayos de frenado de este neumático candidato cumpla el requisito.

- 2.4.4.6. El SRTT se desechará si presenta un desgaste irregular o daños, o cuando las prestaciones parezcan haberse deteriorado.

- 2.4.5. Comparación entre las prestaciones en hielo de un neumático candidato y un neumático de referencia utilizando un neumático de control

- 2.4.5.1. Generalidades

- 2.4.5.1.1. Si el neumático candidato no puede instalarse en el mismo vehículo que el neumático de referencia debido, por ejemplo, al tamaño del neumático y a la imposibilidad de alcanzar la tasa de carga sobre el neumático exigida y la presión de inflado de ensayo exigida, la comparación se realizará utilizando neumáticos intermedios, en adelante denominados «neumáticos de control», y dos vehículos distintos.

- 2.4.5.1.2. El neumático de control deberá superar el umbral del índice de adherencia en hielo definido en el punto 6.5.2 del presente Reglamento.

- 2.4.5.1.3. Un vehículo deberá poder equiparse con el neumático de referencia y el neumático de control, y el otro vehículo deberá poder equiparse con el neumático de control y el neumático candidato.

- 2.4.5.2. Cálculo del índice de adherencia en hielo en el caso de un neumático de control

- 2.4.5.2.1. En una primera serie de tres ciclos de ensayos de frenado no consecutivos, siguiendo el procedimiento descrito en los puntos 2.1.3.2 a 2.4.4.6 del presente anexo, en los que el neumático de control se tratará como un neumático candidato, se establecerá el índice de adherencia en hielo $G_{I,1}(C)$ del neumático de control en relación con el neumático de referencia. En una segunda serie de tres ciclos de ensayos de frenado no consecutivos, en los que el neumático de control sirve de neumático de referencia, se establecerá el índice de adherencia en hielo $G_{I,2}(T)$ del neumático candidato en relación con el neumático de control.

- 2.4.5.2.2. El índice de adherencia en hielo $G_I(T)$ del neumático candidato en relación con el neumático de referencia se calculará como el producto de los dos índices de adherencia en hielo:

$$G_I(T) = G_{I,1}(C) \cdot G_{I,2}(T)$$

- 2.4.5.3. Condiciones límite

- 2.4.5.3.1. Se utilizará el mismo juego de neumáticos de control para la comparación con el SRTT y con el neumático candidato, y se instalará en las mismas posiciones para las ruedas.

- 2.4.5.3.2. Los neumáticos de control que hayan sido utilizados en los ensayos se almacenarán en las mismas condiciones que las exigidas para el SRTT.

- 2.4.5.3.3. 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.

Anexo 8 - Apéndice 1

Definición del pictograma del «símbolo de adherencia en hielo»

Definición del pictograma del «símbolo de adherencia en hielo»

Mínimo 15 mm de base y 13 mm de altura.

El dibujo anterior no está representado a escala.

Anexo 8 - Apéndice 2

Actas de ensayo y datos de ensayo de los neumáticos C1

Parte 1 - Acta

1. Autoridad de homologación de tipo o servicio técnico:
2. Nombre y dirección del fabricante:
3. N.º de acta de ensayo:
4. Marca comercial y denominación comercial:
5. Clase de neumático:
6. Categoría de utilización:
7. Índice de adherencia en hielo en relación con el SRTT
- 7.1. Procedimiento de ensayo y SRTT utilizado
8. Observaciones (en su caso):
9. Fecha:
10. Firma:

Parte 2 - Datos del ensayo: Primer ciclo de ensayos de frenado

1. Fecha del ensayo:
2. Situación de la pista de ensayo:

2.1. Características de la pista de ensayo

	Al iniciar el ensayo	Al finalizar el ensayo	Especificaciones
Condiciones meteorológicas			
Temperatura ambiente			de -15°C a $+4^{\circ}\text{C}$
Temperatura del hielo			de -15°C a -5°C
Otros			

3. Vehículo de ensayo (marca, modelo y tipo, año):

4. Detalles y datos de los neumáticos de ensayo

	SRTT (ensayo de frenado inicial)	Candidato 1	Candidato 2	SRTT (ensayo de frenado final)
Marca comercial				
Denominación comercial / nombre comercial				
Designación del tamaño de los neumáticos				
Descripción del servicio				
Código de anchura de la llanta de ensayo				
Carga del neumático DI/DD/TI/TD (kg)				
Tasa de carga sobre el neumático (DI/DD/TI/TD) (%)				
Presión de los neumáticos (kPa)				

5. Resultados del ensayo: deceleraciones medias plenamente desarrolladas ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$).

N.º de pasada de ensayo	SRTT (ensayo de frenado inicial)	Candidato 1	Candidato 2	SRTT (ensayo de frenado final)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
$\bar{d}_{m,ave}$				
σ_d				
$CV_d (\leq 6 \%)$				

N.º de pasada de ensayo	SRTT (ensayo de frenado inicial)	Candidato 1	Candidato 2	SRTT (ensayo de frenado final)
$CVal(d_m) (\leq 5 \%)$				
$d_{m,adj}(R)$				
Índice de adherencia en hielo	1,00			

Parte 2 - Datos del ensayo: Segundo ciclo de ensayos de frenado

1. Fecha del ensayo:

2. Situación de la pista de ensayo:

2.1. Características de la pista de ensayo

	Al iniciar el ensayo	Al finalizar el ensayo	Especificaciones
Condiciones meteorológicas			
Temperatura ambiente			de -15 °C a $+4\text{ °C}$
Temperatura del hielo			de -15 °C a -5 °C
Otros			

3. Vehículo de ensayo (marca, modelo y tipo, año):

4. Detalles y datos de los neumáticos de ensayo

	SRTT (ensayo de frenado inicial)	Candidato 1	Candidato 2	SRTT (ensayo de frenado final)
Marca comercial				
Denominación comercial / nombre comercial				
Designación del tamaño de los neumáticos				
Descripción del servicio				
Código de anchura de la llanta de ensayo				
Carga del neumático DI/DD/TI/TD (kg)				
Tasa de carga sobre el neumático (DI/DD/TI/TD) (%)				
Presión de los neumáticos (kPa)				

5. Resultados del ensayo: deceleraciones medias plenamente desarrolladas ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$).

N.º de pasada de ensayo	SRTT (ensayo de frenado inicial)	Candidato 1	Candidato 2	SRTT (ensayo de frenado final)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
$\bar{d}_{m,ave}$				
σ_d				
$CV_d (\leq 6 \%)$				
$CVal(d_m) (\leq 5 \%)$				
$\bar{d}_{m,adj}(R)$				
Índice de adherencia en hielo	1,00			

Parte 2 - Datos del ensayo: Tercer ciclo de ensayos de frenado

1. Fecha del ensayo:

2. Situación de la pista de ensayo:

2.1. Características de la pista de ensayo

	Al iniciar el ensayo	Al finalizar el ensayo	Especificaciones
Condiciones meteorológicas			
Temperatura ambiente			de -15°C a $+4^\circ\text{C}$
Temperatura del hielo			de -15°C a -5°C
Otros			

3. Vehículo de ensayo (marca, modelo y tipo, año):

4. Detalles y datos de los neumáticos de ensayo

	SRTT (ensayo de frenado inicial)	Candidato 1	Candidato 2	SRTT (ensayo de frenado final)
Marca comercial				
Denominación comercial / nombre comercial				
Designación del tamaño de los neumáticos				
Descripción del servicio				
Código de anchura de la llanta de ensayo				
Carga del neumático DI/DD/TI/TD (kg)				
Tasa de carga sobre el neumático (DI/DD/TI/TD) (%)				
Presión de los neumáticos (kPa)				

5. Resultados del ensayo: deceleraciones medias plenamente desarrolladas ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$).

N.º de pasada de ensayo	SRTT (ensayo de frenado inicial)	Candidato 1	Candidato 2	SRTT (ensayo de frenado final)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
$\bar{d}_{m,ave}$				
σ_d				
$CV_d (\leq 6 \%)$				
$CVal(d_m) (\leq 5 \%)$				
$\bar{d}_{m,adj}(R)$				
Índice de adherencia en hielo	1,00			

ANEXO 9

Procedimiento para la medición de la adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado

1. Parte general (reservada)
2. Procedimiento de ensayo para neumáticos de la clase C1

Principio

Dos pasos:

 - 1) Preparación del neumático en estado desgastado
 - 2) Evaluación del índice de adherencia en superficie mojada del neumático en estado desgastado
- 2.1. Definiciones

A efectos del presente anexo, el «neumático candidato» o «juego de neumáticos candidatos» y el «neumático de referencia» o «juego de neumáticos de referencia» que se mencionan en los puntos 2.19.2 y 2.19.3 se entenderán respectivamente como «neumático candidato en estado desgastado» o «juego de neumáticos candidatos en estado desgastado» y «neumático de referencia en estado desgastado» o «juego de neumáticos de referencia en estado desgastado».

 - 2.1.1. «Neumático en estado desgastado» o «neumático desgastado»: a efectos del presente Reglamento, un neumático nuevo desgastado artificialmente mediante la reducción de la profundidad de la banda de rodadura o, con respecto al neumático de referencia en estado desgastado, moldeado con una profundidad de la banda de rodadura definida en el punto 2.2.1.2.4.1 del presente anexo.
 - 2.1.2. «Neumático en estado nuevo»: neumático nuevo antes de empezar a ser desgastado artificialmente.
 - 2.1.3. «Ranura»: el espacio entre dos nervaduras o bloques adyacentes en el dibujo de la banda de rodadura.
 - 2.1.4. «Profundidad de la ranura»: distancia perpendicular desde un plano de referencia real o calculado, definido por los bordes de dos nervaduras adyacentes, hasta el punto más bajo de la ranura.
 - 2.1.5. La «anchura de la banda de rodadura de referencia» (C) se calcula como sigue:

$$C = (1.075 - 0.005 \cdot Ra) \cdot S_1^{1.001}$$

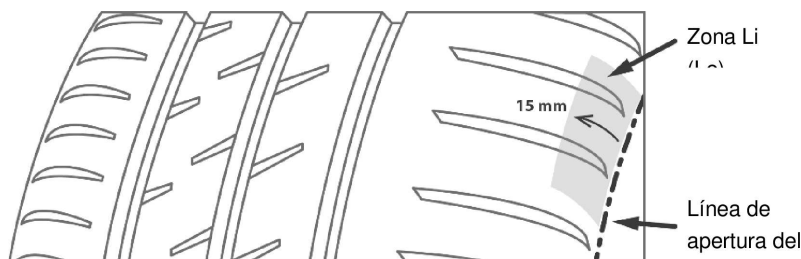
Donde:

Ra es la relación de aspecto nominal definida como parte de la designación del tamaño del neumático en el Reglamento n.º 30 de las Naciones Unidas, excepto en el caso de los tamaños enumerados en el anexo V de dicho Reglamento, en el que se considera que es 90, y

S₁ es la anchura de sección nominal conforme al Reglamento n.º 30 de las Naciones Unidas, excepto en el caso de los tamaños enumerados en el anexo V de dicho Reglamento, en el que es la anchura de sección del neumático que ahí se indica.
 - 2.1.6. «Indicadores de desgaste»: véase la definición recogida en el Reglamento n.º 30 de las Naciones Unidas.
 - 2.1.7. «Línea media»: línea que divide la anchura total del neumático en dos partes iguales.
 - 2.1.8. «Zona central»: el área sobre la anchura de la banda de rodadura definida por las tres cuartas partes (75 %) de la anchura de la banda de rodadura de referencia (C) medida simétricamente a partir de la línea media (véase la figura 4).
 - 2.1.9. «Zona del hombro»: la zona situada a ambos lados de la banda de rodadura fuera de la zona central.
 - 2.1.10. «Línea de apertura del molde»: circunferencia del borde en que los segmentos del dibujo de la banda de rodadura del molde se conectan con las placas de los flancos del molde. Si en el neumático no se aprecia ninguna línea de apertura del molde, se considerará una línea de apertura del molde virtual que será la línea circunferencial en la posición equivalente al final de las ranuras de los hombros (véase la figura 1).

- 2.1.11. «Puntos límite Li y Le del dibujo de la banda de rodadura»: los puntos situados en el perfil del neumático entre la línea de apertura del molde y el punto hipotético de hasta 15 mm en el perfil del neumático hacia la línea media (véase la figura 1).

Figura 1



- 2.1.12. «Cepillado»: todos los procesos de eliminación de material de la banda de rodadura con los que se prepara el neumático en estado desgastado para seguir el procedimiento del punto 2.2.1.
- 2.1.13. «Neumático de referencia en estado desgastado» o «juego de neumáticos de referencia en estado desgastado»: un neumático o un juego de neumáticos de ensayo de referencia normalizados del tipo «SRTT16 moldeado en estado desgastado».

2.2. Perfil objetivo teórico de un neumático en estado desgastado

El perfil objetivo teórico es la curva de perfil del neumático en estado desgastado, tal como se describe en el punto 2.2.1.2.2.

2.2.1. Preparación de neumáticos de la clase C1 en estado desgastado

En los apartados siguientes se describe la preparación de neumáticos desgastados de la clase C1 mediante la eliminación de una cantidad determinada de goma de la banda de rodadura (por ejemplo, mediante corte, amolado o acabado de superficie) para después realizar el ensayo del índice de adherencia en superficie mojada.

2.2.1.1. Aparatos

2.2.1.1.1. Galga de profundidad de la banda de rodadura.

Podrá utilizarse cualquier dispositivo mecánico, óptico o electrónico capaz de medir la profundidad (espacio vacío) de la ranura. La resolución de la galga será de al menos 0,02 mm. La precisión de la galga tendrá una tolerancia de $\pm 0,04$ mm.

2.2.1.1.2. Máquina de desgaste de la banda de rodadura, provista de herramientas para eliminar goma de la banda de rodadura de manera determinada. En concreto, el equipo deberá garantizar la exactitud y precisión del cepillado para obtener la profundidad final de la ranura, tal como se exige en el punto 2.2.1.2.4.1.

2.2.1.2. Procedimiento

Se elegirán cuatro posiciones separadas aproximadamente por igual alrededor de la circunferencia.

Figura 2



En cada una de las cuatro posiciones, se elegirán los puntos de medición en la dirección transversal:

- ☐ en la zona central con arreglo al procedimiento descrito en el punto 2.2.1.2.1, y
- ☐ en cada zona de hombro, al menos un punto de medición.

2.2.1.2.1. Elección de los puntos de medición de control de la zona central

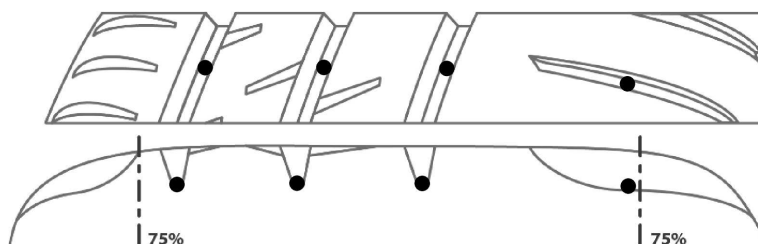
Para controlar la conformidad del proceso de preparación (véase el punto 2.2.1.2.3), se elegirán n puntos de medición en la zona central, en dirección transversal (véase la figura 3):

- ☐ el número de puntos de medición n será superior o igual a cuatro; */
- ☐ un punto de medición en cada ranura principal;
- ☐ los demás puntos de medición estarán situados en ranuras no principales:
 - o a la profundidad máxima de la ranura/zona correspondiente;
 - o con el fin de disponer de la distribución más regular de los n puntos.

*/ En caso de que el dibujo de la banda de rodadura del neumático no permita la medición en cuatro puntos de la zona central, la profundidad de la ranura podrá medirse en tres puntos de medición. En caso de que no se disponga de tres puntos de medición en dirección transversal, el número y la posición de los puntos de medición se acordarán con la autoridad de homologación de tipo.

Los puntos de medición de las ranuras principales se colocarán en lugares situados a la profundidad total de la ranura, por ejemplo, evitando los resaltes de goma, los tirantes, los indicadores de desgaste y otros elementos elevados.

Figura 3

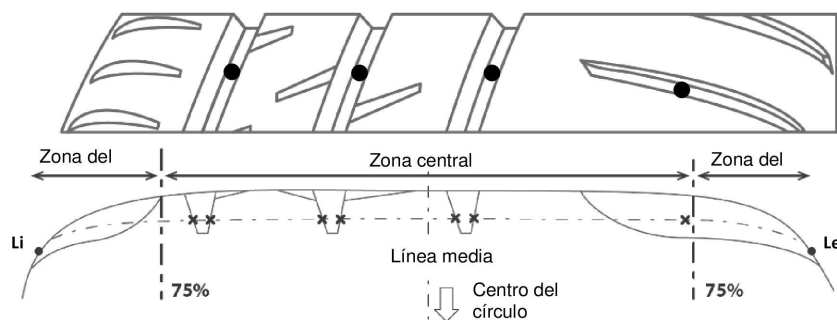


2.2.1.2.2. Descripción del perfil objetivo teórico desgastado

Zona central: curva construida sobre un círculo con su centro situado en el eje radial que pasa por la línea media y su radio construido sobre un ajuste de todos los puntos situados a 2 mm de altura en todos los puntos de control descritos en el punto 2.2.1.2.1. Otra opción, dependiendo de la especificidad de la geometría del dibujo de la banda de rodadura, es que la curva de ajuste sea el bombeo del perfil original del neumático.

Zona del hombro: los bordes del perfil desgastado artificialmente en la parte central de la banda de rodadura están conectados con los puntos Le y Li. Deberá garantizarse la regularidad de todo el perfil del neumático artificialmente desgastado (en la superficie de la zona central a los hombros) (por ejemplo, mediante un arco de circunferencia u otra curva).

Figura 4



2.2.1.2.3. Preparación del neumático desgastado.

Se inspeccionará el neumático para determinar que no existen defectos en la banda de rodadura que puedan afectar al neumático acabado. Si se observan tales defectos, no se utilizará el neumático para este procedimiento.

Según la técnica que se utilice para preparar el neumático desgastado, se puede eliminar goma atacando directamente el perfil objetivo del neumático desgastado, o mediante un control manual regular de la eliminación de goma, o por otros medios.

2.2.1.2.4. Validación del neumático preparado

2.2.1.2.4.1. Validación de la profundidad de la banda de rodadura

Al final del proceso de preparación, se medirá la profundidad de la ranura en los puntos de medición definidos en el punto 2.2.1.2.1.

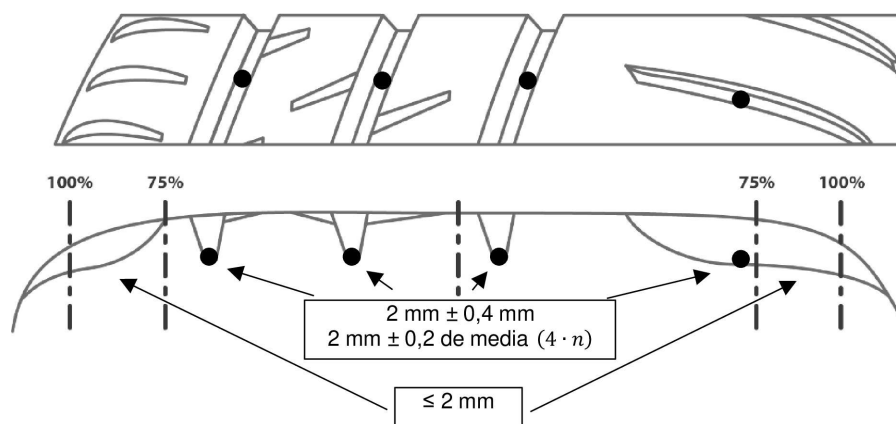
Para todos los puntos de medición definidos en la zona central:

- ☐ La profundidad final de la ranura en cada punto de medición de la zona central será de $2 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$.
- ☐ La profundidad media de la ranura en todos los puntos de medición de la zona central será de $2 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$.

Para cada punto de medición definido en la zona del hombro:

- ☐ La profundidad final de la ranura en la zona del hombro no será superior a 2 mm.

Figura 5



Si no se cumple una de las condiciones anteriores, se preparará otro neumático candidato.

2.2.1.2.4.1.1. La anchura de la llanta será la especificada por una organización de normalización reconocida en materia de neumáticos y llantas según la lista que figura en el apéndice 4 del anexo 6 del presente Reglamento. El código de anchura de la llanta no diferirá en más de 0,5 del código de anchura de la llanta de medición.

2.2.1.2.4.1.2. La presión de inflado para la medición de la profundidad de la banda de rodadura estará comprendida entre 180 kPa y 220 kPa.

2.2.1.2.4.2. Validación de la superficie del neumático desgastado

En la superficie final, la altura media aritmética de los valores absolutos del perfil de rugosidad, tal como se define en la norma ISO 21920-2:2021, se determinará en tres puntos de medición en dirección transversal separados aproximadamente por igual en la superficie preparada, y en cuatro posiciones circunferenciales separadas por igual.

El promedio de la altura media aritmética de los tres valores absolutos del perfil de rugosidad de la superficie final no será superior a 20 μm .

Si no se cumple la condición anterior, se preparará otro neumático candidato.

2.3. Condiciones generales de ensayo

2.3.1. Características de la pista

La pista de ensayo deberá presentar las siguientes características:

2.3.1.1. La superficie tendrá un revestimiento asfáltico denso con una pendiente uniforme no superior al 2 % en las direcciones longitudinal y lateral, y no deberá desviarse más de 6 mm cuando se someta a ensayo con una regla de 3 m.

2.3.1.2. 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.

2.3.1.3. El tamaño máximo de los áridos será de 10 mm (el margen de tolerancia estará entre 8 y 13 mm).

2.3.1.4. La profundidad media de la macrotextura del pavimento medida mediante un círculo de arena de conformidad con la norma ASTM E965-96 (revisada en 2006) será de $(0,7 \pm 0,3)$ mm. En el caso de que se utilice el método del vehículo, la profundidad media de la macrotextura del pavimento se determinará en ambos carriles en que los neumáticos vayan a frenar.

2.3.1.5. Las propiedades friccionales de la superficie mojada se medirán utilizando el neumático de ensayo de referencia normalizado SRTT16 moldeado en estado desgastado, bien con el método descrito en el punto 2.3.2.1 del presente anexo en caso de que se utilice el método del vehículo (conforme al punto 2.4.1), o bien con el método descrito en el punto 2.3.2.2 del presente anexo en caso de que se utilice el método del remolque (o vehículo de ensayo de neumáticos).

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

2.3.2.1. Siguiendo el procedimiento descrito en el punto 2.4.1 del presente anexo, se realizarán dos ensayos de frenado del neumático de referencia, cada uno de los cuales constará de al menos seis (6) pasadas de ensayo válidas en la misma dirección en segmentos alineados de la pista. Los ensayos de frenado cubrirán toda la posible zona de frenado, incluida la zona en que se haya medido la profundidad de la textura.

Se evaluarán los ensayos de frenado según se describe en los puntos 2.4.1.1.1 y 2.4.1.1.2 del presente anexo. Si el coeficiente de variación de un ensayo de frenado CV_{BFC} es superior al 4 %, se descartarán los resultados y se repetirán los ensayos de frenado.

En cada ensayo de frenado, la media aritmética $\overline{BFC_{ave}}$ de los coeficientes medios de la fuerza de frenado se corregirá en función de los efectos de la temperatura de la forma siguiente:

$$BFC_{ave,corr} = \overline{BFC_{ave}} + a \cdot (\vartheta - \vartheta_0)$$

donde

ϑ es la temperatura superficial del pavimento mojado en grados Celsius,

$$a = 0.002 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ y } \vartheta_0 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

En cada ensayo de frenado, el coeficiente medio de fuerza de frenado con corrección de temperatura ($BFC_{ave,corr}$) no deberá ser inferior a 0,4 ni superior a 0,65.

Las medias aritméticas de los coeficientes medios de fuerza de frenado con corrección de temperatura de los dos ensayos de frenado no deberán diferir en más del 10 % de la media de los dos valores:

$$CV_{val}(BFC_{ave,corr}) = 2 \cdot \left| \frac{BFC_{ave,corr,1} - BFC_{ave,corr,2}}{BFC_{ave,corr,1} + BFC_{ave,corr,2}} \right| \leq 10 \%$$

- 2.3.2.2. Siguiendo el procedimiento descrito en el punto 2.4.2 del presente anexo, en la misma zona en la que se haya medido la profundidad media de la macrotextura del pavimento, se realizará un ensayo de frenado del neumático de referencia, consistente en al menos seis (6) pasadas de ensayo en la misma dirección.

Se evaluará el ensayo de frenado según se describe en los puntos 2.4.2.1.1 y 2.4.2.1.2 del presente anexo. Si el coeficiente de variación CV_μ es superior al 4 %, se descartarán los resultados y se repetirá el ensayo de frenado.

La media aritmética ($\overline{\mu_{peak}}$) de los coeficientes máximos de fuerza de frenado medidos se corregirá en función de los efectos de la temperatura de la forma siguiente:

$$\mu_{peak,corr} = \overline{\mu_{peak}} + a \cdot (\vartheta - \vartheta_0)$$

donde

ϑ es la temperatura de la superficie mojada del pavimento en grados Celsius.

$$a = 0.002 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ y } \vartheta_0 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

El valor medio del coeficiente máximo de fuerza de frenado con corrección de temperatura ($\mu_{peak,corr}$) no deberá ser inferior a 0,45 ni superior a 0,80.

- 2.3.3. Condiciones atmosféricas

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

La temperatura superficial del pavimento mojado y la temperatura ambiente se situarán en los siguientes intervalos:

Categoría de utilización		Temperatura superficial del pavimento mojado	Temperatura ambiente
Neumático normal		12 °C-35 °C	12 °C-40 °C
Neumático de nieve		5 °C-35 °C	5 °C-40 °C
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	5 °C-20 °C	5 °C-20 °C
Neumático de uso especial		5 °C-35 °C	5 °C-40 °C
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	5 °C-20 °C	5 °C-20 °C

Además, la temperatura superficial del pavimento mojado no deberá variar durante el ensayo en más de 10 °C.

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

2.3.4. Sustitución de los neumáticos de referencia

El neumático de referencia deberá dejar de utilizarse cuando los ensayos hayan producido desgaste irregular o daños, o cuando el desgaste o el envejecimiento influyan en los resultados de los ensayos.

2.4. Métodos de ensayo para medir la adherencia en superficie mojada

Para el cálculo del índice de adherencia en superficie mojada (G_B) de un neumático candidato en estado desgastado, se comparan los resultados de la adherencia en superficie mojada durante el frenado del neumático candidato 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. Se mide con uno de los siguientes métodos:

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

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

Se aplican todas las disposiciones especificadas en el anexo 5, parte A, punto 4.1. «Método de ensayo a) con un vehículo de turismo provisto de instrumentos de medición» y sus apartados, con excepción del punto 4.1.6. «Elaboración de los resultados de las mediciones», al que se aplica el punto 2.4.1.1 del presente anexo.

2.4.1.1. Elaboración de los resultados de las mediciones

2.4.1.1.1. Cálculo del coeficiente medio de fuerza de frenado

Se aplican todas las disposiciones especificadas en el anexo 5, parte A, punto 4.1.6.1.

2.4.1.1.2. Validación de resultados

El coeficiente de variación CV_{BFC} se calculará como se indica a continuación:

$$CV_{BFC} = 100\% \cdot \frac{\sigma_{BFC}}{\overline{BFC_{ave}}}$$

donde

$$\sigma_{BFC} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (BFC_{ave,j} - \overline{BFC_{ave}})^2}$$

representa la desviación típica de la muestra corregida y

$\overline{BFC_{ave}}$ la media aritmética de los coeficientes medios de fuerza de frenado $BFC_{ave,j}$ de N pasadas de ensayo.

En el caso del neumático de referencia:

- El coeficiente de variación CV_{BFC} de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado será inferior o igual al 4 %.
- Las medias aritméticas de los coeficientes medios de fuerza de frenado de los ensayos de frenado inicial y final no deberán diferir en más del [5] % de la media de los dos valores:

$$CVal(BFC_{ave}) = 100\% \cdot 2 \cdot \left| \frac{\overline{BFC_{ave}}(R_i) - \overline{BFC_{ave}}(R_f)}{\overline{BFC_{ave}}(R_i) + \overline{BFC_{ave}}(R_f)} \right| \leq [5]\%$$

donde

$\overline{BFC_{ave}}(R_i)$ y $\overline{BFC_{ave}}(R_f)$ son las medias aritméticas de los coeficientes medios de fuerza de frenado respectivos de los ensayos de frenado inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos.

- Los coeficientes medios de fuerza de frenado con corrección de temperatura ($BFC_{ave,corr}$; véase el punto 2.3.2.1 del presente anexo), calculados a partir de los ensayos de frenado inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos, no deberán ser inferiores a 0,40 ni superiores a 0,65.

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores, se volverá a realizar el ciclo de ensayos completo.

En el caso de los neumáticos candidatos (T):

El coeficiente de variación CV_{BFC} se calcula para cada juego de neumáticos candidatos. Si un coeficiente de variación es superior al 4 %, los datos deberán descartarse y el ensayo de frenado deberá repetirse para ese juego de neumáticos candidatos.

2.4.1.1.3. Cálculo del valor ajustado del coeficiente medio de fuerza de frenado

Se aplican todas las disposiciones especificadas en el anexo 5, parte A, punto 4.1.6.3.

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

El índice de adherencia en superficie mojada $G_B(T_n)$ del neumático candidato T_n ($n = 1, 2$ o 3) se calcula del siguiente modo:

$$G_B(T_n) = K_{vehicle} \cdot \{ \overline{BFC_{ave}}(T_n) - [a \cdot \Delta BFC(R) + b \cdot \Delta \vartheta + c \cdot (\Delta \vartheta)^2 + d \cdot \Delta MTD] \}$$

donde:

$\overline{BFC_{ave}}(T_n)$ es la media aritmética de los coeficientes medios de fuerza de frenado del neumático candidato T_n en un ensayo de frenado;

$$\Delta BFC(R) = BFC_{adj}(R) - BFC(R_0)$$

$BFC_{adj}(R)$ es el valor ajustado del coeficiente medio de fuerza de frenado de acuerdo con el cuadro 1 del anexo 5;

$BFC(R_0) = 0,52$ es el valor fijado del coeficiente de fuerza de frenado para el neumático de referencia en las condiciones de referencia;

$$\Delta\vartheta = \vartheta - \vartheta_0$$

ϑ es la temperatura superficial del pavimento mojado, medida en grados Celsius, cuando se somete a ensayo el neumático candidato T_n ;

ϑ_0 es el valor de referencia de temperatura superficial del pavimento mojado para el neumático candidato de acuerdo con la categoría de utilización que figura en el cuadro 2;

$$\Delta MTD = MTD - MTD_0$$

$MTD =$ es la profundidad medida en mm de la macrotextura de la pista (véase el punto 3.1.4 del presente anexo);

$MTD_0 = 0,8$ mm es la profundidad de la macrotextura de la pista de referencia;

$K_{vehicle} = 1,95 =$ es un factor para mantener la coherencia entre el cálculo anterior del índice de adherencia en superficie mojada y este, y para garantizar la convergencia entre el método del vehículo y el método del remolque y

los coeficientes a , b , c y d figuran en el cuadro 2.

Cuadro 2

Categoría de utilización		ϑ_0 (°C)	a	b (°C ⁻¹)	c (°C ⁻²)	d (mm ⁻¹)
Neumático normal		20	+ 0,90996	– ,00179	– 0,00013	– 0,10313
Neumático de nieve		15	+ 0,81045	– 0,00004	– 0,00019	– 0,05093
	Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	10	+ 0,71094	+ 0,00172	– 0,00025	+ 0,00127
Neumático de uso especial		15	+ 0,81045	– 0,00004	– 0,00019	– 0,05093
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	10	+ 0,71094	+ 0,00172	– 0,00025	+ 0,00127

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

Se aplican todas las disposiciones especificadas en el anexo 5, parte A, punto 4.2 «Método de ensayo b) utilizando un remolque arrastrado por un vehículo o un vehículo de ensayo de neumáticos» y sus apartados con excepción del punto 4.2.8 «Elaboración de los resultados de las mediciones», al que se aplica el punto 2.4.2.1 del presente anexo.

2.4.2.1. Elaboración de los resultados de las mediciones

2.4.2.1.1. Cálculo del coeficiente máximo de fuerza de frenado

Se aplican todas las disposiciones especificadas en el anexo 5, parte A, punto 4.2.8.1.

2.4.2.1.2. Validación de resultados

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

$$CV_\mu = 100\% \cdot \frac{\sigma_\mu}{\overline{\mu_{peak}}}$$

donde

$$\sigma_\mu = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (\mu_{peak,j} - \overline{\mu_{peak}})^2}$$

representa la desviación típica de la muestra corregida y

$\overline{\mu_{peak}}$ es la media aritmética de los coeficientes máximos de fuerza de frenado ($\mu_{peak,j}$) de N pasadas de ensayo.

En el caso del neumático de referencia (R):

- Los coeficientes de variación CV_μ de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado serán inferiores o iguales al 4 %.
- La media aritmética de los coeficientes máximos de fuerza de frenado de los ensayos inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos de frenado no diferirá más del 5 % de la media de los dos valores:

$$CVal(\mu_{peak}) = 100\% \cdot 2 \cdot \left| \frac{\overline{\mu_{peak}}(R_i) - \overline{\mu_{peak}}(R_f)}{\overline{\mu_{peak}}(R_i) + \overline{\mu_{peak}}(R_f)} \right| \leq 5\%$$

donde

$\overline{\mu_{peak}}(R_i)$ y $\overline{\mu_{peak}}(R_f)$ son las medias aritméticas de los coeficientes máximos de fuerza de frenado respectivos de los ensayos de frenado inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos.

- Los coeficientes máximos de fuerza de frenado con corrección de temperatura ($\mu_{peak,corr}$; véase el punto 2.3.2.2 del presente anexo), calculados a partir de los ensayos de frenado inicial y final del neumático de referencia en un ciclo de ensayos, no deberán ser inferiores a 0,45 ni superiores a 0,80.

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores, se volverá a realizar el ciclo de ensayos completo.

En el caso de los neumáticos candidatos (T_n):

Se calcula el coeficiente de variación del coeficiente máximo de fuerza de frenado (CV_μ) correspondiente a cada neumático candidato. Si un coeficiente de variación es superior al 5 %, se descartarán los datos y se repetirá el ensayo de frenado para ese neumático candidato.

2.4.2.1.3. Cálculo del valor medio ajustado del coeficiente máximo de fuerza de frenado del neumático de referencia

Se aplican todas las disposiciones especificadas en el anexo 5, parte A, punto 4.2.8.3.

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

El índice de adherencia en superficie mojada $G_B(T_n)$ del neumático candidato T_n ($n = 1, 2$ o 3) se calcula del siguiente modo:

$$G_B(T_n) = K_{trailer} \cdot \{ \overline{\mu_{peak}}(T_n) - [a \cdot \Delta \mu_{peak}(R) + b \cdot \Delta \vartheta + c \cdot (\Delta \vartheta)^2 + d \cdot \Delta MTD] \}$$

donde:

$\overline{\mu_{peak}}(T_n)$ es la media aritmética de los coeficientes máximos de fuerza de frenado del neumático candidato T_n en un ensayo de frenado;

$$\Delta\mu_{peak}(R) = \mu_{peak,adj}(R) - \mu_{peak}(R_0)$$

$\mu_{peak,adj}(R)$ es el valor ajustado del coeficiente máximo de fuerza de frenado de acuerdo con el cuadro 3 del anexo 5;

$\mu_{peak}(R_0) =$ 0,71 es el valor fijado del coeficiente máximo de fuerza de frenado para el neumático de referencia en las condiciones de referencia;

$$\Delta\vartheta = \vartheta - \vartheta_0$$

ϑ es la temperatura superficial del pavimento mojado, medida en grados Celsius, cuando se somete a ensayo el neumático candidato T_n ;

ϑ_0 es el valor de referencia de temperatura superficial del pavimento mojado para el neumático candidato de acuerdo con el marcado del flanco que figura en el cuadro 4;

$$\Delta MTD = MTD - MTD_0$$

$MTD =$ es el valor medido de profundidad de la macrotextura de la pista

$MTD_0 =$ 0,8 mm es el valor fijado de profundidad de la macrotextura de la pista de referencia;

$K_{trailer} = 1,50 =$ es un factor para mantener la coherencia entre el cálculo anterior del índice de adherencia en superficie mojada y este, y para garantizar la convergencia entre el método del vehículo y el método del remolque y

los coeficientes a , b , c y d figuran en el cuadro 4.

Cuadro 4:

Categoría de utilización	ϑ_0 (°C)	a	b (°C ⁻¹)	c (°C ⁻²)	d (mm ⁻¹)
Neumático normal	20	+ 0,99655	− 0,00124	+ 0,00041	+ 0,06876
Neumático de nieve	15	+ 0,94572	− 0,00032	− 0,00020	+ 0,08047
Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	10	+ 0,89488	+ 0,00061	− 0,00080	+ 0,09217
Neumático de uso especial	15	+ 0,94572	− 0,00032	− 0,00020	+ 0,08047
Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve	10	+ 0,89488	+ 0,00061	− 0,00080	+ 0,09217

3. Evaluación de la adherencia de los neumáticos de las clases C2 y C3

Evaluación del índice de adherencia en superficie mojada del neumático en estado desgastado

Principio

Dos pasos:

- El índice de adherencia en superficie mojada G del neumático en estado nuevo se evaluará con arreglo a lo dispuesto en el anexo 5, parte B, «Neumáticos de las clases C2 y C3» y sus apartados.

- (b) El índice de adherencia en superficie mojada G_B de los neumáticos de las clases C2 y C3 en estado desgastado se evalúa utilizando las siguientes fórmulas:

$$G_B(C2) = K_{\text{worn}}(C2) \cdot G(C2)$$

$$G_B(C3) = K_{\text{worn}}(C3) \cdot G(C3)$$

K_{worn} es el factor de caída del rendimiento entre la adherencia en superficie mojada en estado nuevo y en estado desgastado:

$$K_{\text{worn}}(C2) = 0,87$$

$$K_{\text{worn}}(C3) = 0,83$$

Anexo 9 - Apéndice 1

Ejemplo de informe de preparación de neumáticos desgastados

Fecha del cepillado	
Fabricante	
Marca	
Denominación comercial / nombre comercial	
Tamaño	
Descripción del servicio	
Anchura de la llanta	
Presión de inflado (kPa)	
Semana de fabricación	
Código de identificación del neumático	

Medición de la profundidad de la ranura

Profundidad de la ranura Zona central: (2,0 ± 0,4) mm Zona del hombro: ≤ 2 mm		en la zona central (sí/no)	Ubicaciones circunferenciales			
			1	2	3	4
Ubicaciones transversales	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					

	Valores
Profundidad media de la ranura en la zona central (mm) Zona central: $(2,0 \pm 0,2)$ mm	

Medición de la rugosidad

Altura media aritmética de los valores absolutos del perfil de rugosidad (μm)		Secciones			
		1	2	3	4
Ubic. trans.	1 (derecha)				
	2 (centro)				
	3 (izquierda)				
Valor medio					

Anexo 9 - Apéndice 2

Ejemplos de actas de ensayos del índice de adherencia en superficie mojada de los neumáticos en estado desgastado

Ejemplo 1: Acta de ensayo del índice de adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado desgastado utilizando el método del remolque o el método del vehículo de ensayo de neumáticos

Número del acta de ensayo:		Fecha del ensayo:		
Pista:			Mínima:	Máxima:
Profundidad de la textura (mm):		Temperatura de la superficie mojada ($^{\circ}\text{C}$):		
$\mu_{\text{peak,corr}}$:		Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$):		
Profundidad del agua (mm):				
Velocidad (km/h):				

N.º	1	2	3	4	5
Marca					
Dibujo / denominación comercial	SRTT...				SRTT...
Tamaño					
Descripción del servicio					
Presión de inflado (de ensayo) de referencia (kPa)					

N.º		1	2	3	4	5
Identificación del neumático						
Inscripción M + S (s/n)						
Inscripción 3PMSF (s/n)						
Llanta						
Carga (kg)						
Presión (kPa)						
μ_{peak}	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
$\overline{\mu_{\text{peak}}}$						
Desviación típica, σ_{μ}						
$CV_{\mu} \leq 4 \%$						
$CV_{\text{val}}(\mu_{\text{peak}}) \leq 5 \%$						
$\mu_{\text{peak,corr}}(\text{R})$						
$\mu_{\text{peak,adj}}(\text{R})$						
Índice de adherencia en superficie mojada						
Temperatura de la superficie mojada (°C)						
Temperatura ambiente (°C)						
Observaciones						

Ejemplo 2: Acta de ensayo del índice de adherencia en superficie mojada de neumáticos en estado desgastado utilizando el método del vehículo

Número del acta de ensayo:		Fecha del ensayo:			
Pista:			Mínima:	Máxima:	Vehículo
Profundidad de la textura (mm):		Temperatura de la superficie mojada (°C):			Marca:
$BFC_{ave,corr,1}$:		Temperatura ambiente (°C):			Modelo:
$BFC_{ave,corr,2}$:					Tipo:
$CVal(BFC_{ave,corr})$:					Año de matriculación:
Profundidad del agua (mm):					Carga máxima por eje:
					Delantero
					Trasero
Velocidad inicial (km/h):		Velocidad final (km/h):			

N.º	1	2	3	4	5
Marca					
Dibujo / denominación comercial	SRTT...				SRTT...
Tamaño					
Descripción del servicio					
Presión de inflado (de ensayo) de referencia (kPa)					
Identificación del neumático					
Inscripción M + S (s/n)					
Inscripción 3PMSF (s/n)					
Llanta					
Presión del eje delantero (kPa)	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:
Presión del eje trasero (kPa)	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:

N.º		1		2		3		4		5	
Carga del eje delantero (kg)		Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:
Carga del eje trasero (kg)		Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:	Izquierda:	Derecha:
		Distancia de frenado (m)	BFC _i	Distancia de frenado (m)	BFC _i	Distancia de frenado (m)	BFC _i	Distancia de frenado (m)	BFC _i	Distancia de frenado (m)	BFC _i
Medición	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
BFC_{ave}											
Desviación típica σ_{BFC}											
$CV_{BFC} \leq 4 \%$											
$CVal(BFC_{ave}) \leq 5 \%$											
$BFC_{ave,corr}(R)$											
$BFC_{adj}(R)$											
Índice de adherencia en superficie mojada											
Temperatura de la superficie mojada (°C)											
Temperatura ambiente (°C)											
Observaciones											

ANEXO 10

Procedimiento para la medición del comportamiento de abrasión de los neumáticos de la clase C1

Introducción

Para el cálculo del índice de abrasión de un neumático candidato, se compara el nivel de abrasión de ese neumático con el nivel de abrasión de un neumático de ensayo de referencia normalizado. Se mide con uno de los siguientes métodos de ensayo:

- a) método de ensayo de vehículos en vías públicas abiertas;
- b) método de ensayo del tambor en interior.

1. Método de ensayo a) utilizando un vehículo en vías públicas abiertas

1.1. Ámbito de aplicación

El presente método se aplica a los neumáticos C1 incluidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento, excepto los neumáticos de hielo y los neumáticos con llanta de diámetro nominal ≤ 13 .

1.2. Definiciones

Además de las definiciones pertinentes establecidas en el punto 2 del presente Reglamento, se aplicarán las siguientes:

- 1.2.1. «Bucle»: la sección del circuito que tiene el mismo punto de partida y de llegada. Si se recorre el mismo bucle en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario, se considerará que son dos bucles.
- 1.2.2. «Circuito»: las carreteras que se utilizan para el ensayo de abrasión. El circuito puede consistir en uno o varios bucles, que pueden recorrerse en cualquier orden.
- 1.2.3. «Turno»: el período de tiempo necesario para recorrer el circuito (incluido el tiempo de pausa, el tiempo de rotación entre el vehículo en convoy o el tiempo de conducción en el vehículo).
- 1.2.4. «Distancia total»: distancia total recorrida por un neumático durante el ensayo.
- 1.2.5. «Máquina eléctrica»: convertidor de energía que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.
- 1.2.6. «Categoría de convertidor de la energía de propulsión»: i) un motor de combustión interna, ii) una máquina eléctrica, o iii) una pila de combustible.
- 1.2.7. «Vehículo eléctrico híbrido (VEH)»: vehículo híbrido en el que uno de los convertidores de la energía de propulsión es una máquina eléctrica.
- 1.2.8. «Vehículo híbrido»: vehículo equipado con un grupo motopropulsor que contiene como mínimo dos categorías diferentes de convertidores de la energía de propulsión y como mínimo dos categorías diferentes de sistemas de almacenamiento de la energía de propulsión.
- 1.2.9. «Vehículo eléctrico híbrido sin carga exterior (VEH-SCE)»: vehículo eléctrico híbrido que no puede cargarse desde una fuente externa.
- 1.2.10. «Vehículo eléctrico híbrido con carga exterior (VEH-CCE)»: vehículo eléctrico híbrido que puede cargarse desde una fuente externa.
- 1.2.11. «Vehículo eléctrico puro (VEP)»: vehículo equipado con un grupo motopropulsor que contiene exclusivamente máquinas eléctricas como convertidores de la energía de propulsión y exclusivamente sistemas de acumulación de energía eléctrica recargables (SAEER) como sistemas de almacenamiento de la energía de propulsión.

- 1.2.12. «Vehículo ICE puro»: vehículo en el que la totalidad de los convertidores de la energía de propulsión son motores de combustión interna.
- 1.2.13. «SAEER de tracción»: sistema de acumulación de energía eléctrica recargable que proporciona energía eléctrica para la propulsión eléctrica.
- 1.2.14. «Vehículo de tracción delantera»: vehículo en el que solo el eje delantero produce par de tracción.
- 1.2.15. «Vehículo de tracción trasera»: vehículo en el que solo el eje trasero produce par de tracción.
- 1.2.16. «Vehículo de tracción a las cuatro ruedas»: vehículo en el que el conductor puede desconectar el par de tracción de un eje.
- 1.2.17. «Vehículo de tracción en todas las ruedas»: vehículo con tracción a las cuatro ruedas permanente o controlada por el vehículo.
- 1.2.18. «Vehículo de referencia»: el vehículo que va a estar equipado con los neumáticos de referencia.
- 1.2.19. «Vehículo candidato»: el vehículo que va a estar equipado con los neumáticos candidatos.
- 1.2.20. «Coeficiente f_2 del vehículo» [medido en $N/(km/h)^2$]: coeficiente de resistencia al avance en carretera de segundo orden conforme al Reglamento n.º 154 de las Naciones Unidas. Se facilita en las condiciones de referencia.
- 1.2.21. «Aceleración longitudinal» (medida en m/s^2): aceleración en la dirección del movimiento del vehículo. La aceleración longitudinal se expresa con signo positivo cuando aumenta la velocidad y con signo negativo cuando disminuye (por ejemplo, durante el frenado).
- 1.2.22. «Aceleración lateral» (medida en m/s^2) es la aceleración perpendicular a la dirección de movimiento del vehículo. La aceleración lateral se expresa con un signo positivo al girar a la izquierda en la dirección de movimiento del vehículo y con un signo negativo al girar a la derecha en la dirección de movimiento del vehículo.
- 1.2.23. «Neumático de ensayo»: neumático candidato o neumático de referencia.
- 1.2.24. «Neumático candidato»: neumático cuyo comportamiento de abrasión se evalúa en relación con el de un neumático de referencia.
- 1.2.25. «Neumático de referencia»: neumático que se utilizará en cada convoy como referencia para la evaluación del comportamiento de abrasión del neumático candidato, de acuerdo con el cuadro siguiente:

	Neumático de referencia	
	SRTT17S	SRTT17W
Neumático candidato		
Neumático normal	X	
Neumático de nieve		X
Neumático de nieve clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve		X

		Neumático de referencia	
Neumático candidato		SRTT17S	SRTT17W
Neumático de uso especial		X	
	«M+S» o «M.S» o «M&S»		X
	Neumático de uso especial clasificado como neumático para uso en condiciones extremas de nieve		X

1,3 Símbolos y abreviaturas

Símbolo	Unidad	Designación
A_{ICT}	Sin dimensión	Índice de abrasión del neumático candidato
A_{LC}	mg/km/t	Nivel de abrasión del neumático candidato en las condiciones de ensayo
A_{LRT}	mg/km/t	Nivel de abrasión del neumático de referencia en las condiciones de ensayo
A_{RC}	mg/km	Tasa de abrasión del neumático candidato en las condiciones de ensayo
A_{RR}	mg/km	Tasa de abrasión del neumático de referencia en las condiciones de ensayo
D_{Ci}	km	Distancia total recorrida por el vehículo candidato durante el ensayo
D_{Ri}	km	Distancia total recorrida por el vehículo de referencia durante el ensayo
$MCTF_i$	g	Masa final del neumático candidato i
$MCTS_i$	g	Masa inicial del neumático candidato i
$MRTF_i$	g	Masa final del neumático de referencia i
$MRTS_i$	g	Masa inicial del neumático de referencia i
O_S	mg/km/t	Desviación de las líneas de regresión del nivel de abrasión del neumático de referencia SRTT17S
O_W	mg/km/t	Desviación de las líneas de regresión del nivel de abrasión del neumático de referencia SRTT17W
Q_{Ci}	kg	Carga de ensayo para cada neumático candidato
Q_{Ri}	kg	Carga de ensayo para cada neumático de referencia
S_S	mg/km/t/°C	Sensibilidad del SRTT17S a la variación de temperatura
S_W	mg/km/t/°C	Sensibilidad del SRTT17W a la variación de temperatura
T_i	°C	Temperatura media del ensayo
\bar{T}	°C	Temperatura media de los n ensayos

1.4. Instrumentación.

1.4.1. Instrumentos para la medición de la masa de los neumáticos.

La báscula de pesaje deberá ser capaz de medir la masa del neumático con una precisión de ± 2 g.

1.4.2. Instrumentos para la alineación y la medición del ángulo de caída de la rueda en el vehículo

El dispositivo tendrá una precisión de $\pm 0,033$ grados.

1.4.3. Instrumentos para la medición de la masa del vehículo por posición.

La báscula de pesaje deberá ser capaz de medir la masa del neumático con una precisión de $\pm 0,1$ %.

1.4.4. Instrumentos para la medición de la aceleración, la distancia y la velocidad.

Durante el ensayo, se realizará una evaluación continua de la velocidad y de la aceleración lateral y longitudinal, con una frecuencia de muestreo mínima y recomendada de 10 Hz. Se utilizará la medición GNSS (sistema mundial de navegación por satélite, tal como se define en la norma ISO 24245:2023) asociada al tratamiento numérico de las posiciones. Véase el tratamiento numérico de los datos del GNSS en el apéndice 1 del anexo 10 presente Reglamento.

La distancia recorrida por el neumático será igual a la distancia notificada por el GNSS más la distancia recorrida sin señal GNSS, a menos que esta última sea estimada por el propio sistema GNSS.

No se utilizarán acelerómetros.

1.4.5. Dispositivo de medición de la presión de los neumáticos.

Este dispositivo tendrá una precisión de ± 3 kPa.

1.4.6. Instrumentos de medición meteorológica (lluvia, nieve, hielo).

En el caso de la lluvia, los conductores del ensayo deberán notificar el kilometraje con el limpiaparabrisas en funcionamiento (es decir, efectivamente limpiando el parabrisas) correspondiente a cada turno.

En el caso de la nieve o el hielo, los conductores del ensayo notificarán el kilometraje con nieve o hielo en carretera correspondiente a cada turno.

1.4.7. Instrumentos para la medición de la temperatura.

Podrá utilizarse el termómetro externo del vehículo. Se registrarán los datos con indicación de hora y lugar en papel o en archivo informático. También es aceptable cualquier termómetro colocado para medir la temperatura exterior del aire. El termómetro tendrá una precisión de ± 1 °C. También es aceptable un dispositivo que registre la temperatura de manera continua, siempre que su precisión sea la anteriormente indicada.

Las mediciones inicial y final se realizarán utilizando un termómetro calibrado.

1.4.8. Instrumentos para la medición de la masa del conjunto de rueda y neumático

La báscula de pesaje deberá ser capaz de medir la masa del neumático con una precisión de ± 2 g.

1.5. Procedimiento de medición del neumático, del conjunto de rueda y neumático, y del vehículo

1.5.1. Medición de la masa del neumático

Se limpiará y secará el neumático antes de efectuar la medición de la masa, con un dispositivo o producto que no elimine goma del neumático (por ejemplo, un producto de limpieza no abrasivo a base de agua). Se retirará toda piedra visible en el dibujo antes de efectuar la medición de la masa. Se repetirá la medición tres veces y se obtendrá el promedio.

1.5.2. Medición de la masa del conjunto de rueda y neumático

Se limpiará y secará el conjunto de rueda y neumático antes de efectuar la medición de la masa, con un dispositivo o producto que no elimine goma del neumático (por ejemplo, un producto de limpieza no abrasivo a base de agua). Se retirará toda piedra visible en el dibujo antes de efectuar la medición de la masa, sin presión de aire y sin el núcleo de la válvula de inflado.

Se realizará la medición de la masa tras comprobar que todas las masas de equilibrado están presentes en el conjunto.

1.5.3. Procedimiento de medición de la masa del vehículo

Se limpiará y secará el vehículo antes de efectuar la medición, con el depósito de combustible lleno (vehículo ICE), con el lastre de ensayo descrito en el punto 1.6 del presente anexo, con los neumáticos que se someterán a ensayo, y con las ruedas utilizadas para el ensayo con el peso medio del conductor (es decir, 75 kg). Se medirá la carga Q en cada rueda.

1.5.4. Procedimiento de medición de la alineación de las ruedas

Se medirán las alineaciones de las ruedas, con el depósito de combustible lleno (vehículo ICE), con el lastre de ensayo descrito en el punto 1.6 del presente anexo, con los neumáticos que se someterán a ensayo, y con las ruedas utilizadas para el ensayo con el peso medio del conductor (es decir, 75 kg).

1.6. Requisitos del vehículo

1.6.1. Requisitos generales

Se ajustarán las alineaciones de la forma siguiente:

- a) Se medirán y registrarán los valores de alineación con los vehículos cargados como se explica en el punto 1.5.4.
- b) Los valores medidos con los vehículos cargados se observarán durante el ensayo y se utilizarán como valores de referencia que deberán respetarse durante los ensayos.

Se comprobarán las alineaciones (convergencia y caída) en ambos ejes del vehículo de referencia y de cada vehículo candidato, como mínimo:

- c) Al principio del ensayo. La alineación tendrá lugar tras recorrer como máximo 50 km de distancia antes de comenzar el ensayo.
- d) Como alternativa, a la mitad de la distancia.
- e) Si se produce un impacto que pueda afectar a la alineación (por ejemplo, contacto con el bordillo, etc.).
- f) Al final del ensayo. La alineación tendrá lugar tras recorrer como máximo 50 km de distancia después de finalizar el ensayo.
- g) No se recorrerá ninguna distancia adicional con neumáticos de referencia o candidatos para llegar a la instalación de medición de geometría.

Al final del ensayo, las alineaciones no variarán en más de $\pm 0,15$ grados de convergencia y $\pm 0,3$ grados de caída respecto de la medición inicial en las mismas condiciones.

1.6.2. Geometría de la suspensión aceptable y valores de ajuste estático para vehículos de tracción delantera

1.6.2.1. Vehículos utilizados para neumáticos candidatos, cargados como se describe en el punto 1.5.4:

- a) Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje delantero ajustado a $0 \pm 0,1$ grados.
- b) Ángulo de caída por rueda en el eje delantero ajustado entre $-1,2$ y 0 grados.
- c) Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje trasero entre $0,05$ y $0,15$ grados.
- d) Ángulo de caída por rueda en el eje trasero entre $-1,9$ y $-0,6$ grados.

1.6.2.2. Vehículo utilizado para los neumáticos de referencia, cargado como se describe en el punto 1.5.4:

- a) Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje delantero ajustado a $0 \pm 0,05$ grados.
- b) Ángulo de caída por rueda en el eje delantero ajustado entre $-1,2$ y 0 grados.

- c) Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje trasero entre 0,05 y 0,15 grados.
- d) Ángulo de caída por rueda en el eje trasero entre $-1,9$ y $-0,6$ grados.
- e) Además, el ángulo de convergencia/divergencia en valor absoluto será inferior o igual a los valores utilizados en los vehículos de ensayo para el eje delantero.

1.6.3. Geometría de la suspensión aceptable y valores de ajuste estático para los vehículos de tracción trasera

1.6.3.1. Vehículos utilizados para neumáticos candidatos, cargados como se describe en el punto 1.5.4:

- a) Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje delantero ajustado a $0 \pm 0,1$ grados.
- b) Ángulo de caída en el eje delantero ajustado a $0 \pm 0,1$ grados.
- c) Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje trasero ajustado a $0 \pm 0,1$ grados.
- d) Ángulo de caída en el eje trasero ajustado a $0 \pm 0,1$ grados.

1.6.3.2. Vehículo utilizado para los neumáticos de referencia cargado como se describe en el punto 1.5.4:

- a) Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje delantero ajustado a $0 \pm 0,05$ grados.
- b) Ángulo de caída en el eje delantero ajustado a $0 \pm 0,1$ grados.
- c) Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje trasero ajustado a $0 \pm 0,1$ grados.
- d) Ángulo de caída en el eje trasero ajustado a $0 \pm 0,1$ grados.
- e) Además, el ángulo de convergencia/divergencia en valor absoluto será inferior o igual a los valores utilizados en los vehículos candidatos para el eje delantero.

1.6.4. Geometría de la suspensión aceptable y valores de ajuste estático para vehículos de tracción a las cuatro ruedas

Se podrán utilizar vehículos de tracción a las cuatro ruedas si solo se aplica un eje como eje motor. En este caso, se consideran de tracción delantera o trasera según la configuración.

1.6.5. Suspensión aceptable de los vehículos y ajuste estático para vehículos de tracción en todas las ruedas

Si el vehículo incorpora tracción permanente a las cuatro ruedas, deberá respetar los ajustes de los vehículos de tracción trasera descritos en el punto 1.6.3 del presente anexo.

1.6.6. En caso de que ningún vehículo cumpla las condiciones descritas en los puntos 1.6.2, 1.6.3, 1.6.4 o 1.6.5, se seguirá el proceso descrito a continuación:

- a) La medición con al menos cuatro vehículos diferentes capaces de incorporar los neumáticos candidatos (si hay cuatro vehículos disponibles, o con todos los vehículos disponibles si son menos de cuatro) deberá demostrar que no pueden alcanzarse los límites de ajuste. Los vehículos deberán tener menos de dos años de antigüedad y haber sido fabricados por cuatro fabricantes diferentes.
- b) Se seleccionarán vehículos (tanto de referencia como candidatos) con arreglo a los siguientes criterios:
 - i) La convergencia delantera respetará las tolerancias anteriormente indicadas (tolerancia $\pm 0^\circ$).
 - ii) El ángulo de caída delantero no deberá diferir en más de $0,5^\circ$ entre el vehículo de referencia y el vehículo candidato. El vehículo de referencia tendrá un ángulo de caída delantero inferior o igual al valor respectivo del vehículo candidato, en valor absoluto.

- iii) El ángulo de caída trasero no deberá diferir en más de 0,6 ° entre el vehículo de referencia y el vehículo candidato. El vehículo de referencia tendrá un ángulo de caída trasero inferior o igual al valor respectivo del vehículo candidato, en valor absoluto.
- iv) El ángulo de convergencia trasero no deberá diferir en más de 0,1 ° entre el vehículo de referencia y el vehículo candidato. El vehículo de referencia tendrá un ángulo de convergencia trasero inferior o igual al valor respectivo del vehículo candidato, en valor absoluto.
- v) Además, se respetará el siguiente límite en el caso de los vehículos candidatos cargados como se describe en el punto 1.5.3:
 - a. Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje delantero ajustado a $0 \pm 0,1$ grados.
 - b. Ángulo de caída en el eje delantero ajustado entre - 1,7 y 0 grados.
 - c. Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje trasero ajustado entre 0,05 y 0,3 grados.
 - d. Ángulo de caída en el eje trasero ajustado entre - 2,7 y 0,3 grados.
- vi) Además, se respetará el siguiente límite en el caso de los vehículos de referencia cargados como se describe en el punto 1.5.3:
 - a. Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje delantero ajustado a $0 \pm 0,05$ grados.
 - b. Ángulo de caída en el eje delantero ajustado entre - 1,7 y 0 grados.
 - c. Ángulo de convergencia/divergencia por rueda en el eje trasero ajustado entre 0,05 y 0,3 grados.
 - d. Ángulo de caída en el eje trasero ajustado entre - 2,7 y 0,3 grados.

1.6.7. Convertidor de la energía de propulsión aceptable para el vehículo

Se permiten todos los tipos de convertidores de la energía de propulsión, siempre que sean homogéneos en el convoy. El convoy estará integrado por vehículos del mismo tipo en lo que respecta a su grado de electrificación (es decir, ICE o VEH-SCE, VEH-CCE o VEP).

1.6.8. Sistema de transmisión aceptable para el vehículo

El neumático del tamaño que se vaya a someter a ensayo se montará en un vehículo de tracción delantera cuando esté disponible.

Si el neumático de ese tamaño solo puede montarse en vehículos de tracción trasera, se utilizará un vehículo de este tipo, y también los neumáticos de referencia se instalarán en un vehículo de tracción trasera.

Si el neumático de ese tamaño solo puede montarse en vehículos con tracción en todas las ruedas, se utilizará un vehículo de este tipo, y también los neumáticos de referencia se instalarán en un vehículo con tracción en todas las ruedas. Si se dispone de él, se utilizará un vehículo con una distribución de par similar tanto para el neumático de referencia como para el neumático candidato. Si no está disponible, se utilizará el modo por defecto tanto para el vehículo de referencia como para el vehículo candidato.

Se permite utilizar vehículos con sistema de transmisión automática o manual en el mismo convoy.

1.6.9. Modo de conducción del vehículo

Si existen varios modos de conducción, se seleccionará el modo de conducción por defecto definido por el fabricante del vehículo, en su caso.

Si el fabricante del vehículo no ha definido un modo de conducción por defecto, se acordará el uso de un modo de conducción representativo con la autoridad responsable.

1.6.10. Frenado de recuperación

Los vehículos del convoy tendrán capacidades de frenado de recuperación similares. Esto se consigue seleccionando vehículos pertenecientes a una categoría de electrificación similar (véase el punto 1.6.7). Si la función de frenado de recuperación de un vehículo puede desactivarse, el conductor solo podrá hacerlo si todos los vehículos del convoy circulan en las mismas condiciones de frenado de recuperación.

1.6.11. Prestaciones aerodinámicas aceptables del vehículo

Las prestaciones aerodinámicas del vehículo equipado con neumáticos de referencia deberán cumplir la siguiente condición:

El valor f_2 del vehículo con neumáticos de referencia será inferior o igual a 1,2 veces el valor f_2 de los vehículos con neumáticos candidatos.

La disposición definida en el presente apartado no se aplicará cuando la instalación de ensayo no disponga del valor f_2 de los vehículos.

1.6.12. Masa aceptable del vehículo (en función del tamaño del neumático y del índice de capacidad de carga del neumático)

La masa total del vehículo permitirá aplicar al neumático una carga total del $(67 \pm 7) \%$ de la capacidad de carga nominal total de cuatro neumáticos.

Ejemplo de cálculo:

Supongamos que el índice de carga de los neumáticos de referencia sea 94, lo que corresponde a una carga máxima de 670 kg.

La carga nominal total de los cuatro neumáticos de referencia sería entonces: $670 \times 4 = 2\,680$ kg.

La masa del vehículo cargado será entonces de $2\,680 \times 67\% = 1\,796$ kg, con una tolerancia de $2\,680 \times 7\%$, que corresponde a ± 188 kg.

La distribución de la carga entre los ejes delantero y trasero será la siguiente:

- a) En vehículos de tracción delantera
 - Carga del eje delantero: $(56 \pm 7) \%$ de la carga total del vehículo.
 - Carga del eje trasero: $(44 \pm 7) \%$ de la carga total del vehículo.
- b) En vehículos de tracción trasera o tracción en todas las ruedas
 - Carga del eje delantero: $(50 \pm 7) \%$ de la carga total del vehículo.
 - Carga del eje trasero: $(50 \pm 7) \%$ de la carga total del vehículo.

Se autoriza un lastre que permita alcanzar las cargas mencionadas, siempre que no supere el 85 % de la carga útil máxima del vehículo. Se incluirá un lastre mínimo de 1,5 pasajeros, incluido el conductor.

1.6.13. Requisitos aplicables al circuito, la aceleración y la velocidad

El circuito será un bucle cerrado. Los vehículos deberán regresar al punto de partida sin ser transportados en un portavehículos.

1.6.13.1. Longitud mínima del circuito

El circuito estará integrado por uno o varios bucles cerrados. Los vehículos volverán al punto de partida. La longitud mínima será de 300 km de carreteras diferentes. El vehículo no se transportará en un portavehículos, excepto en caso de avería del vehículo o del neumático.

1.6.13.2. Distribución de estilos de conducción

El circuito respetará la siguiente distribución de aceleración/distancia para cada uno de los estilos de conducción representados:

- a) Carreteras representativas del estilo de conducción de alta velocidad:
 - i) más del 35 % de la distancia total;
 - ii) la desviación típica de aceleración longitudinal será de entre 0,10 y 0,45 m/s²;
 - iii) la desviación típica de aceleración lateral será de entre 0,15 y 1,00 m/s².
 - b) Carreteras representativas del estilo de conducción urbano:
 - i) más del 25 % de la distancia total;
 - ii) la desviación típica de aceleración longitudinal será de entre 0,45 y 0,90 m/s²;
 - iii) la desviación típica de aceleración lateral será de entre 0,40 y 1,20 m/s².
 - c) Las carreteras representativas del estilo de conducción regional corresponden a los puntos de datos no incluidos en uno de los grupos definidos en las letras a) y b) del presente apartado.
 - d) Además, la distribución de velocidad del circuito deberá respetar las siguientes condiciones:
 - i) la velocidad será inferior a 60 km/h durante al menos el 10 % de la distancia global;
 - ii) la velocidad será igual o superior a 60 km/h e inferior a 90 km/h durante al menos el 25 % de la distancia global;
 - iii) la velocidad será igual o superior a 90 km/h durante al menos el 35 % de la distancia global.
- El cálculo de la distribución de la velocidad se efectuará utilizando los datos de 10 Hz registrados en la distancia global.

1.6.13.3. Niveles globales de aceleración

Se aplicarán las siguientes disposiciones relativas a la desviación típica y los valores máximos de aceleración:

1.6.13.3.1. Desviación típica

- a) Aceleración longitudinal: 0,45 m/s² ± 10 %.
- b) Aceleración lateral: 0,93 m/s² ± 10 %.

Las desviaciones típicas de las aceleraciones longitudinales y laterales durante el ensayo no se desviarán en más de un 5 % entre vehículos del mismo convoy.

1.6.13.3.2. Aceleración máxima

- a) Aceleración longitudinal: ± 5 m/s² para una distancia que represente al menos el 99,98 % de la distancia total.
- b) Aceleración lateral: ± 5 m/s² para una distancia que represente al menos el 99,9 % de la distancia total.

1.6.14. Requisitos de velocidad

La velocidad, con una tolerancia de medición de 10 km/h, no superará los límites legales aplicables en el país respectivo en el que esté situado el circuito. Además, la velocidad no superará el valor de 140 km/h. La tolerancia máxima en distancia recorrida (incluida la tolerancia de medición de 10 km/h) es del 0,5 % (40 km en total para una distancia de conducción de 8 000 km).

1.6.15. Aceleración y supervisión de la velocidad durante el ensayo

La aceleración y la velocidad de cada vehículo del convoy se supervisarán constantemente durante el ensayo.

En el apéndice 1 del presente anexo se ofrecen detalles sobre el cálculo de la aceleración y la velocidad.

1.6.16. Nivel de abrasión del circuito

Para que sea utilizable para el ensayo, el circuito deberá respetar las siguientes especificaciones del nivel de abrasión para los neumáticos de referencia:

- a) SRTT17S: el nivel de abrasión del circuito a 20 °C estará comprendido entre 25 y 75 mg/km/t.
- b) SRTT17W: el nivel de abrasión del circuito a 10 °C estará comprendido entre 25 y 75 mg/km/t.

Si un circuito utiliza solo uno de los neumáticos de referencia (por ejemplo, solo el SRTT17S), solo se respetará una de las condiciones: la del neumático de referencia que se utilice en el circuito.

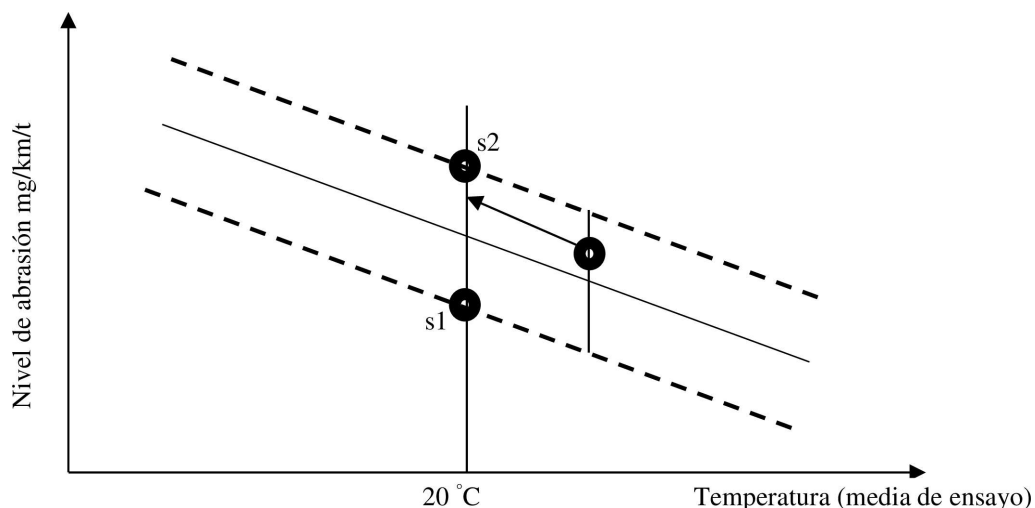


Figura 1: En el ensayo, el nivel de abrasión normalizado a 20 °C deberá estar dentro de los valores de s1 y s2.

El cálculo del nivel de abrasión del circuito se efectuará con arreglo al punto 1.6.16.1 del presente anexo.

1.6.16.1. Para medir el nivel de abrasión del neumático de referencia se aplicarán las disposiciones siguientes:

- a) Se seleccionará al menos un neumático de referencia (SRTT17S o SRTT17W). El neumático de referencia se medirá al menos a tres temperaturas que difieran entre sí en más de 5 °C.
- b) El valor del nivel de abrasión de los neumáticos de referencia a 20 °C (SRTT17S) o a 10 °C (SRTT17W) vendrá dado por una regresión lineal.
- c) En el caso del SRTT17S, al menos una medición se realizará entre 15 °C y 25 °C.
- d) En el caso del SRTT17W, al menos una medición se realizará entre 5 °C y 15 °C.

Para cada uno de los (al menos) tres juegos de neumáticos de referencia sometidos a ensayo, se dispone del nivel de abrasión $ALRT_i$ en mg/km/t a una temperatura T_i .

El cálculo se actualizará cada trimestre utilizando los resultados de todos los ensayos realizados en los cuatro trimestres anteriores, comenzando un año después de la acreditación inicial del circuito. Solo podrán actualizarse las pendientes y la desviación en origen si el intervalo de temperaturas se ajusta a lo dispuesto en el presente apartado.

La sensibilidad de los SRTT17S y SRTT17W a la variación de temperatura durante el ensayo (« S_S » y « S_W ») (es decir, la pendiente de la línea de regresión del nivel de abrasión del neumático de referencia con respecto a la temperatura media de ensayo) se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$S_S = \frac{\sum_{i=1}^n (ALRT_i - \overline{ALRT}) \times (T_i - \bar{T})}{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2} \quad \text{para SRTT17S}$$

$$S_W = \frac{\sum_{i=1}^n (ALRT_i - \overline{ALRT}) \times (T_i - \bar{T})}{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2} \quad \text{para SRTT17W}$$

Las desviaciones de las líneas de regresión del nivel de abrasión del neumático de referencia con respecto a la temperatura media durante el ensayo se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$O_S = \overline{ALRT} - S_S \cdot \bar{T} \quad \text{para SRTT17S}$$

$$O_W = \overline{ALRT} - S_W \cdot \bar{T} \quad \text{para SRTT17W}$$

Los niveles de abrasión del circuito a las temperaturas pertinentes se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$R_{ACS} = O_S + S_S \cdot 20 \quad \text{para SRTT17S}$$

$$R_{ACW} = O_W + S_W \cdot 10 \quad \text{para SRTT17W}$$

Donde:

S es la pendiente de la línea de regresión del nivel de abrasión del neumático de referencia con respecto a las temperaturas durante los ensayos;

$ALRT_i$ es el nivel de abrasión del neumático de referencia en las condiciones de ensayo en mg/kg/t;
es el nivel medio de abrasión de los n neumáticos de referencia a tres temperaturas en mg/kg/t;

T_i es la temperatura media del ensayo en °C;
es la temperatura media de los n ensayos en °C;

n es el número de ensayos realizados.

Si el circuito se utiliza tanto para el neumático SRTT17S como para el neumático SRTT17W, se calculará S para cada neumático de referencia, a fin de obtener los valores S_S y S_W .

1.7. Requisitos relativos a las condiciones meteorológicas y climáticas

1.7.1. Los neumáticos sometidos a ensayo con referencia al neumático SRTT17S con arreglo al cuadro del punto 1.2.25 del presente anexo deberán respetar las siguientes condiciones meteorológicas y climáticas:

- La temperatura media durante el ensayo se situará dentro del intervalo siguiente: de 7 °C a 35 °C.
- La temperatura mínima y máxima durante el ensayo se situará en el intervalo siguiente: de 2 °C a 40 °C durante al menos el 90 % de la distancia de ensayo.
- No se permite la conducción en condiciones de nieve o hielo.
- El porcentaje máximo permitido de la distancia total recorrida en superficie mojada es del 20 %.

1.7.2. Los neumáticos sometidos a ensayo con referencia al neumático SRTT17W con arreglo al cuadro del punto 1.2.25 del presente anexo deberán respetar las siguientes condiciones meteorológicas y climáticas:

1.7.2.1. Neumáticos para uso en condiciones extremas de nieve

- La temperatura media durante el ensayo se situará dentro del intervalo siguiente: de - 3 °C a 20 °C.
- La temperatura mínima y máxima durante el ensayo se situará en el intervalo siguiente: de - 7 °C a 25 °C durante al menos el 90 % de la distancia de ensayo.

- c) No se permite la conducción en condiciones de nieve o hielo durante más del 5 % de la distancia total recorrida.
- d) El porcentaje máximo permitido de la distancia total recorrida en superficie mojada es del 20 %.

1.7.2.2. Neumáticos que no sean para uso en condiciones extremas de nieve

- a) La temperatura media durante el ensayo se situará dentro del intervalo siguiente: de -3°C a 35°C .
- b) La temperatura mínima y máxima durante el ensayo se situará en el intervalo siguiente: de -7°C a 40°C durante al menos el 90 % de la distancia de ensayo.
- c) No se permite la conducción en condiciones de nieve o hielo durante más del 5 % de la distancia total recorrida.
- d) El porcentaje máximo permitido de la distancia total recorrida en superficie mojada es del 20 %.

1.7.3. Registro de datos meteorológicos

1.7.3.1 Medición de la distancia en superficie mojada

La distancia en superficie mojada, expresada en porcentaje de la distancia recorrida, corresponde a la distancia recorrida con los limpiaparabrisas en funcionamiento. Estos datos pueden recogerse manualmente en un vehículo del convoy. Otra opción es recoger los datos a partir de la información del vehículo, por ejemplo, el bus CAN (red de zona del controlador) o el sistema DAB (diagnóstico de a bordo), cuando estén disponibles.

1.7.3.2. Temperatura media

Para el cálculo de la temperatura media, se efectuarán como mínimo cinco mediciones por turno en el circuito. Las mediciones incluirán los puntos de partida y de llegada. Además, se medirá la temperatura a la máxima altitud alcanzada en el circuito. Las mediciones se efectuarán al menos en un vehículo del convoy.

La temperatura media del circuito se calculará como la media de todas las temperaturas medidas en los cinco puntos.

Al menos en los puntos de partida y de llegada, la medición se realizará con un dispositivo fijo que respete la precisión solicitada. El sensor de temperatura se colocará en el exterior en un lugar sin obstáculos, expuesto a la corriente de aire y protegido de la radiación solar directa. Esto último puede lograrse mediante una pantalla quitasol o dispositivo similar.

Para las mediciones en carretera, podrá utilizarse una estación meteorológica instalada en el vehículo con sensor de temperatura exterior. Es aceptable la medición continua de la temperatura a lo largo de todo el ensayo. En este caso, deberán indicarse los valores promedio, mínimo y máximo de las mediciones del ensayo completo. Los diez primeros minutos después de la salida y después de cada pausa del conductor se descartarán del cálculo de los valores mínimo, máximo y promedio. Son aceptables tanto las medias de temperatura basadas en el tiempo como las basadas en la distancia.

1.8. Requisitos de los neumáticos de ensayo de referencia normalizados

Los neumáticos de referencia SRTT17S y SRTT17W se almacenarán en las condiciones recomendadas en las normas F3676-23 y F3675-23, respectivamente.

Se utilizará el SRTT17S para evaluar los neumáticos candidatos de la categoría de uso normal y para los neumáticos de la categoría de uso «nieve» o «uso especial» no clasificados como neumáticos para uso en condiciones extremas de nieve y para los neumáticos de la categoría de «uso especial» no declarados «M+S».

Se utilizará el SRTT17W para evaluar neumáticos candidatos de la categoría de uso «nieve» y «uso especial» declarados «M+S», estén o no clasificados como neumáticos para uso en condiciones extremas de nieve.

1.9. Preparación y ajustes con respecto a los neumáticos

1.9.1. Montaje de los neumáticos en la llanta y en el vehículo

Los neumáticos candidatos nuevos se montarán y equilibrarán en una llanta autorizada por el fabricante del neumático.

En cada ensayo se instalarán neumáticos de referencia nuevos en una llanta de 7,5 pulgadas de anchura.

Se indicará la anchura de la llanta del neumático candidato en el acta de ensayo. Los neumáticos con requisitos especiales de montaje, como un diseño asimétrico o direccional, también se montarán de conformidad con estos requisitos: se respetará la dirección de rotación y se colocará el neumático adecuadamente del lado destinado a quedar orientado hacia el exterior del vehículo.

1.9.2. Medición del peso del neumático (sin llanta)

Se medirá el peso del neumático siguiendo el procedimiento descrito en el punto 1.5.1 del presente anexo.

No se eliminará goma (por ejemplo, aberturas de purga del molde) de ningún neumático (de ensayo o de referencia).

El peso de cada neumático se medirá:

- a) Antes de su instalación en la rueda, para obtener la masa inicial de los neumáticos de referencia (MRTSi) y de los neumáticos candidatos (MCTSi).
- b) Tras completar el ensayo y desmontar el neumático del conjunto de rueda y neumático, para obtener la masa final de los neumáticos de referencia (MRTFi) y de los neumáticos candidatos (MCTFi).

1.9.3. Medición de la masa del conjunto de rueda y neumático

Se medirá la masa del conjunto de rueda y neumático siguiendo el procedimiento descrito en el punto 1.5.2 del presente anexo.

Es opcional realizar mediciones intermedias de la masa del conjunto de rueda y neumático.

1.9.4. Presión de inflado del neumático

La presión de inflado de los neumáticos de referencia será de 290 kPa.

Los neumáticos candidatos se inflarán (en frío) a su presión nominal determinada por la norma a la que pertenezcan. En concreto:

- a) En el caso de los neumáticos de carga normal, la presión será de 250 kPa.
- b) En el caso de los neumáticos de carga reforzada (XL) y los neumáticos de alta capacidad de carga (HL), la presión será de 290 kPa.
- c) La presión nominal para la carga nominal determinada por la norma pertinente si es diferente de las letras a) y b).

1.10. Preparación y ajustes con respecto a los vehículos

Los vehículos para neumáticos candidatos y de referencia se seleccionarán con arreglo a las limitaciones del punto 1.6.

1.10.1. Medición de la masa del vehículo

Se medirá la masa del vehículo siguiendo el procedimiento descrito en el punto 1.5.3 del presente anexo. Se lastrará el vehículo siguiendo las especificaciones descritas en el punto 1.6.12 del presente anexo.

Es obligatorio medir la carga Q de cada neumático en el vehículo de referencia y el vehículo candidato.

1.10.2. Reglaje del vehículo

Se efectuará el reglaje de las alineaciones del vehículo con arreglo a lo dispuesto en los puntos 1.6.2 a 1.6.6 del presente anexo.

1.11. Método de ensayo y mediciones

1.11.1. Generalidades

El ensayo de abrasión de los neumáticos se realizará en carreteras abiertas. Se permite un máximo de cuatro vehículos en un convoy. Los vehículos conducirán aproximadamente 8 000 km por una selección de circuitos con una determinada intensidad de conducción con el fin de exponer cada neumático candidato a las mismas condiciones (por ejemplo, intensidad, conductores, posición en el convoy, condiciones meteorológicas).

Los neumáticos se evalúan en relación con un neumático de referencia. El neumático de referencia se instalará en un vehículo del convoy para absorber principalmente las variaciones de temperatura, pero también otros parámetros variables.

Los vehículos candidatos estarán equipados con los mismos neumáticos candidatos.

Las prestaciones medidas se calcularán con arreglo al punto 1.11.13 del presente anexo.

1.11.2. Distancia total del ensayo

La distancia total recorrida por cada vehículo del convoy será de $8\,000 \pm 300$ km. Si la distancia total está fuera de estos límites, el ensayo quedará invalidado.

1.11.3. Composición y gestión del convoy

El convoy será homogéneo en lo que respecta a los siguientes parámetros de los vehículos:

- a) Número y posición de las ruedas motrices (véase el punto 1.6 del presente anexo)
 - i) solo tracción delantera en el convoy;
 - ii) solo tracción trasera en el convoy;
 - iii) solo tracción en todas las ruedas (las cuatro ruedas son motrices permanentemente) en el convoy.
- b) Convertidores de la energía de propulsión (por ejemplo, vehículo ICE puro, solo VEH-SCE, solo VEH-CCE, o solo VEP) en el mismo convoy. En el caso de los vehículos híbridos, se aplicarán las disposiciones del punto 1.6.7 del presente anexo.

Se utilizarán vehículos del mismo modelo y con los mismos ajustes tanto para el neumático de referencia como para el neumático candidato, con las siguientes condiciones:

- c) El tamaño del neumático candidato debe poder instalarse en el mismo modelo de vehículo que el neumático de referencia.
- d) Los parámetros de carga y alineación deben ser válidos para el neumático candidato.

Por lo que se refiere a la distancia máxima entre los vehículos del convoy, cada conductor deberá poder tener contacto visual con el vehículo precedente y el posterior.

Cada vehículo circulará por el carril derecho (o el carril izquierdo en los países de conducción a la izquierda) cuando esté libre.

1.11.4. Rotación de vehículos en el convoy y rotación de conductores en los vehículos

Cada neumático candidato, incluidos los neumáticos sometidos a ensayo y los neumáticos de referencia, deberá recorrer partes iguales del ensayo:

- a) Con todos los conductores.
- b) En todas las posiciones del convoy.

Los cambios en las posiciones del conductor y del vehículo pueden producirse dentro de una tolerancia del 10 % de la distancia predefinida en el circuito.

1.11.5. Datos medidos antes, durante y después del ensayo

1.11.5.1. Antes y después del ensayo

Antes y después del ensayo, se realizarán las siguientes mediciones:

- a) Masa de cada neumático.
- b) Carga sobre cada neumático.
- c) Alineaciones de las ruedas (vehículo cargado).
- d) Presión de los neumáticos tras su montaje y antes del desmontaje.

1.11.5.2. Durante el ensayo

Durante el ensayo, se realizarán las siguientes mediciones:

- a) Registro continuo de los parámetros necesarios para el cálculo de las aceleraciones longitudinal y lateral en cada vehículo.
- b) Medición continua de la velocidad en cada vehículo.
- c) Medición de la temperatura (como se especifica en el punto 1.7.3 del presente anexo).
- d) Presión de los neumáticos cada día en frío. «En frío» significa al menos treinta minutos después de la última parada. El neumático nunca se desinflará.
- e) Alineación de las ruedas con el vehículo cargado, acompañada de una corrección del valor inicial, si procede, en el caso del vehículo utilizado para neumáticos de referencia. La medición de la alineación de las ruedas se realizará cuatro veces durante el ensayo, cada vez tras recorrer aproximadamente una cuarta parte de la distancia de ensayo.

En las paradas intermedias, se recomienda, pero no es obligatorio, realizar las siguientes mediciones:

- f) Masa del conjunto de rueda y neumático.
- g) Alineación de las ruedas con el vehículo cargado, acompañada de una corrección del valor inicial, si procede, en el caso del vehículo utilizado para neumáticos candidatos.

1.11.6. Tratamiento de datos para la temperatura media

Medición de la temperatura durante el ensayo:

La temperatura se medirá con arreglo al punto 1.7.3.

1.11.7. Tratamiento de datos para obtener la desviación típica de las aceleraciones longitudinales y laterales del ensayo

Durante cada turno, se llevará a cabo una evaluación continua de la velocidad y de la aceleración lateral y longitudinal. Se recomienda una frecuencia mínima de muestreo de 10 Hz. La tecnología más común es la medición GNSS (sistema mundial de navegación por satélite) asociada al tratamiento numérico de las posiciones.

El tratamiento de los datos de aceleración se define en el apéndice 1 del presente anexo.

1.11.8. Validación del ensayo

El ensayo se considerará válido cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Temperaturas: las temperaturas mínima, máxima y media calculadas en el punto 1.11.6 del presente anexo respetarán las especificaciones definidas en el punto 1.7 del presente anexo.
- b) Aceleraciones: los valores máximos y de desviación típica de las aceleraciones laterales y longitudinales calculadas como se especifica en el punto 1.11.7 del presente anexo deberán cumplir las especificaciones definidas en el punto 1.6.13.3 del presente anexo.
- c) Si faltan datos de aceleración del neumático candidato de más de 1 500 km del GNSS, el ensayo de este neumático candidato quedará invalidado.
- d) Si faltan datos de aceleración del neumático de referencia de más de 1 500 km del GNSS, todo el ensayo quedará invalidado.
- e) Las alineaciones de las ruedas al principio y al final del ensayo respetarán las especificaciones definidas en el punto 1.6 del presente anexo.

- f) En el caso de los neumáticos candidatos para uso en condiciones extremas de nieve, el nivel de abrasión del SRTT17W normalizado a 10 °C (ALRT₁₀) se situará en el intervalo definido en el punto 1.6.16 del presente anexo.
- g) En relación con otros neumáticos candidatos, el nivel de abrasión del SRTT17S normalizado a 20 °C (ALRT₂₀) se situará en el intervalo definido en el punto 1.6.16 del presente anexo.
- h) La inspección visual de los neumáticos de referencia no mostrará daños. Las inscripciones en los flancos de los neumáticos deberán seguir siendo legibles. Si un neumático de referencia pierde más de 1 cm² de superficie de la banda de rodadura por arrancamiento, el neumático se considerará destruido y será de aplicación el proceso para neumáticos destruidos descrito en el punto 1.11.11 del presente anexo.

1.11.9. Desviación del circuito nominal

El ensayo se considera válido cuando se cumplen las siguientes disposiciones completas:

- a) El circuito se modifica en menos de 10 km para todo el ensayo o en más de 10 y menos de 30 km para menos de ocho turnos.
- b) La distancia total recorrida se mantiene dentro de los límites de 8 000 ± 300 km.
- c) El nivel de abrasión del neumático de referencia a 20 °C está dentro de los intervalos especificados en el punto 1.6.16 del presente anexo.
- d) Los límites de aceleración están dentro de los intervalos especificados en los puntos 1.6.13.2 y 1.6.13.3 del presente anexo.

Si se cumplen todas las disposiciones, el circuito se considera válido y la distancia considerada para el cálculo debe corregirse en consecuencia.

Se aceptarán desviaciones accidentales si representan menos del 20 % de la distancia del circuito o menos de 100 km (si esta distancia es menor), a condición de que el nivel de abrasión del neumático de referencia a 20 °C se mantenga dentro de los límites autorizados y se respeten las desviaciones típicas de aceleración.

En todos los demás casos, el ensayo no se considera válido y debe revalidarse el circuito.

1.11.10. Gestión de problemas de los vehículos

En caso de daños en los vehículos del convoy, se aplicarán las siguientes disposiciones:

- a) Si un vehículo utilizado en el convoy está dañado y no puede seguir utilizándose (por ejemplo, debido a una avería mecánica grave o un accidente), se sustituirá por un vehículo idéntico cargado y ajustado del mismo modo. El vehículo de sustitución, equipado con los mismos neumáticos que hayan iniciado el ensayo, deberá recorrer en solitario, sin los demás vehículos del convoy, la distancia perdida a causa de la avería del vehículo en el segmento perdido del circuito.
- b) Si un vehículo utilizado en el convoy se avería y puede repararse, recorrerá la distancia perdida sin los demás vehículos de convoy en el segmento perdido del circuito de ensayo.
- c) Si la avería se produce en un vehículo candidato y no en el vehículo de referencia, el convoy podrá continuar el ensayo y se retirará del convoy el vehículo o neumático averiado. Se utilizará entonces un nuevo conjunto de neumáticos candidatos para un nuevo ensayo, que empezará de cero.

1.11.11. Gestión de problemas de los neumáticos

En caso de daños en los neumáticos del convoy, se aplicarán las siguientes disposiciones:

- a) Si un neumático utilizado durante el ensayo en el vehículo de referencia o en uno de los vehículos candidatos está dañado por un pinchazo que pueda repararse de modo que el neumático no circule sin presión, se registrará la masa de reparación añadida y se tendrá en cuenta en el cálculo final. Se permite el uso de un neumático de repuesto durante una distancia máxima de un bucle que represente el 7,5 % del ensayo. Se registrará el kilometraje recorrido con el neumático de repuesto y se tendrá en cuenta para calcular el nivel de abrasión del neumático.

- b) Si un neumático utilizado durante el ensayo queda destruido (o sufre un pinchazo irreparable o circula sin presión), se utilizará dos veces la pérdida de masa del otro neumático sometido a ensayo en el mismo eje para realizar el cálculo final. El neumático de repuesto utilizado para sustituir al neumático destruido debe tener el mismo tamaño y dibujo que el neumático sustituido.

1.11.12. Gestión de problemas del GNSS

Si el registro de la velocidad y la aceleración de un vehículo durante un turno falla durante más del 5 % de la distancia del circuito (debido a la pérdida de señal de los satélites o por fallo del dispositivo), los datos que falten se sustituirán por uno de los demás vehículos (preferiblemente el vehículo de referencia) del mismo convoy del mismo turno, si es válido.

1.11.13. Tratamiento de datos para el cálculo del nivel de abrasión.

1.11.13.1. Nivel de abrasión de los neumáticos de referencia a la temperatura media de ensayo (mg/km/t)

El nivel medio de abrasión a la temperatura media de ensayo del neumático de referencia durante el ensayo se calcula de la forma siguiente:

$$ALRT = \frac{1000 * \sum_{i=1}^N (MRTS_i - MRTF_i) / D_{Ri}}{\sum_{i=1}^N Q_{Ri} / 1000}$$

Donde:

$ALRT$ es el nivel de abrasión del neumático de referencia a la temperatura media de ensayo, en mg/km/t;

$MRTS_i$ es la masa del neumático de referencia al inicio del ensayo, en g;

$MRTF_i$ es la masa del neumático de referencia al final del ensayo, en g;

D_{Ri} es la distancia total del vehículo de referencia, en km;

Q_{Ri} es la carga de ensayo del neumático de referencia, en kg;

N es el número de neumáticos.

1.11.13.2. Cálculo del nivel de abrasión del SRTT17S a 20 °C

La corrección de temperatura determinada en el punto 1.6.16.1 del presente anexo se aplicará al nivel de abrasión de la forma siguiente:

$$ALTT_{20} = ALRT + S_S \cdot (20 - \bar{T})$$

donde \bar{T} es la temperatura media del ensayo

1.11.13.3. Cálculo del nivel de abrasión del SRTT17W a 10 °C

La corrección de temperatura determinada en el punto 1.6.16.1 del presente anexo se aplicará al nivel de abrasión del SRTT17W de la forma siguiente:

$$ALTT_{10} = ALRT + S_W \cdot (10 - \bar{T})$$

donde \bar{T} es la temperatura media del ensayo

1.11.13.4. Nivel de abrasión de los neumáticos candidatos a la temperatura media de ensayo (mg/km/t)

El nivel medio de abrasión a la temperatura media de ensayo del neumático candidato durante el ensayo se calcula de la forma siguiente:

$$ALCT = \frac{1000 * \sum_{i=1}^N (MCTS_i - MCTF_i) / D_{Ci}}{\sum_{i=1}^N Q_{Ci} / 1000}$$

Donde:

$ALCT$ es el nivel de abrasión del neumático candidato a la temperatura media de ensayo, en mg/km/t;

$MCTS_i$ es la masa del neumático candidato al inicio del ensayo, en g;

$MCTF_i$ es la masa del neumático candidato al final del ensayo, en g;

D_{Ci} es la distancia total del vehículo candidato, en km;

Q_{Ci} es la carga de ensayo del neumático candidato, en kg;

n es el número de neumáticos.

- 1.11.13.5. El índice de abrasión del neumático candidato será independiente de la temperatura media de ensayo y se calculará a partir de la siguiente ecuación:

$$AICT = \frac{ALCT}{ALRT}$$

Donde:

$AICT$ es el índice de abrasión del neumático candidato;

$ALCT$ es el nivel de abrasión del neumático candidato a la temperatura media de ensayo, en mg/km/t;

$ALRT$ es el nivel de abrasión del neumático de referencia a la temperatura media de ensayo, en mg/km/t.

1.12. Acta de ensayo

- 1.12.1. El acta del ensayo debe incluir la siguiente información:

- Temperatura media, mínima y máxima durante el ensayo.
- Porcentaje de la distancia recorrida en carreteras mojadas.
- Referencia del circuito utilizado para el ensayo, incluida la longitud del circuito, la distribución de estilos de conducción y la ubicación.
- Distancia total de desviación con respecto a la distancia nominal en km.
- Fechas de inicio y finalización del ensayo.

- 1.12.2. Por cada neumático de referencia, se registrará la siguiente información:

- Modelo de vehículo utilizado para el neumático de referencia.
- Datos del neumático, incluidos el fabricante, la marca comercial, el nombre comercial, el tamaño, el índice de carga (LI) y la capacidad de carga, el símbolo de velocidad, la presión de referencia y el número de serie del neumático.
- Reglaje del vehículo cargado (convergencia y caída del eje delantero, convergencia y caída del eje trasero) al comienzo del ensayo.
- Reglaje del vehículo cargado (convergencia y caída del eje delantero, convergencia y caída del eje trasero) en cada medición intermedia del ensayo.
- Reglaje del vehículo cargado (convergencia y caída del eje delantero, convergencia y caída del eje trasero) al final del ensayo.
- Anchura de la llanta (7,5").
- Presión de inflado en frío en el momento del montaje.
- Presión de inflado en frío al 50 % del ensayo.
- Presión de inflado en frío al final del ensayo.
- Masa de equilibrado al inicio del ensayo.
- Masa de equilibrado al final del ensayo.
- Masa inicial de cada neumático de referencia ($MRTSi$).
- Masa final de cada neumático de referencia ($MRTFi$).
- Nivel de abrasión en mg/km/t normalizado a 20 °C
- Distancia recorrida por cada neumático de referencia.
- Desviación típica de la aceleración longitudinal del vehículo equipado con el neumático de referencia.

- q) Desviación típica de la aceleración lateral del vehículo equipado con el neumático de referencia.
- r) Porcentaje de distancia recorrida a la aceleración longitudinal máxima por el vehículo equipado con el neumático de referencia.
- s) Porcentaje de distancia recorrida a la aceleración lateral máxima por el vehículo equipado con el neumático de referencia.
- t) Porcentaje de tiempo de conducción correspondiente a cada intervalo de velocidad (es decir, con estilo de conducción de tipo urbano o regional o de alta velocidad).
- u) Carga medida en cada neumático de referencia.
- v) Informe de inspección visual de los neumáticos de referencia.

1.12.3. Por cada neumático candidato, se registrará la siguiente información:

- a) Modelo de vehículo utilizado para el neumático candidato.
- b) Datos del neumático, incluidos el fabricante, la marca comercial, el nombre comercial, el tamaño, el índice de carga (LI) y la capacidad de carga, el símbolo de velocidad, la presión de referencia y el número de serie del neumático.
- c) Reglaje del vehículo cargado (convergencia y caída del eje delantero, convergencia y caída del eje trasero) al comienzo del ensayo.
- d) Reglaje del vehículo cargado (convergencia y caída del eje delantero, convergencia y caída del eje trasero) al final del ensayo.
- e) Anchura de la llanta.
- f) Presión de inflado en frío en el momento del montaje.
- g) Presión de inflado en frío al 50 % del ensayo.
- h) Presión de inflado en frío al final del ensayo.
- i) Masa de equilibrado al inicio del ensayo.
- j) Masa de equilibrado al final del ensayo.
- k) Masa inicial de cada neumático candidato (MCTSi).
- l) Masa final de cada neumático candidato (MCTFi).
- m) Carga medida en cada neumático candidato.
- n) Distancia recorrida por cada neumático candidato.
- o) Desviación típica de la aceleración longitudinal del vehículo equipado con el neumático candidato.
- p) Desviación típica de la aceleración lateral del vehículo equipado con el neumático candidato.
- q) Porcentaje de distancia recorrida a la aceleración longitudinal máxima por el vehículo equipado con el neumático candidato.
- r) Porcentaje de distancia recorrida a la aceleración lateral máxima del vehículo equipado con el neumático candidato.
- s) Porcentaje de tiempo de conducción correspondiente a cada intervalo de velocidad (es decir, con estilo de conducción de tipo urbano o regional o de alta velocidad).

1.12.4. Resultados finales de los ensayos

- a) El resultado medido del nivel de abrasión ALRT del neumático de referencia durante el ensayo a la temperatura media de ensayo descrita en el punto 1.11 del presente anexo.
- b) El resultado medido del nivel de abrasión ALCT del neumático candidato durante el ensayo a la temperatura media de ensayo descrita en el punto 1.11 del presente anexo.
- c) El resultado final del índice de abrasión de los neumáticos AICT descrito en el punto 1.11.13 del presente anexo.

2. Método de ensayo b) con el tambor en interior

2.1. Ámbito de aplicación

2.1.1. El presente método se aplica a los neumáticos C1 incluidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento, excepto los neumáticos de hielo y los neumáticos con llanta de diámetro nominal ≤ 13 .

2.2. Definiciones y términos

Además de las definiciones pertinentes establecidas en el punto 2 del presente Reglamento, se aplicarán las siguientes definiciones al método del tambor en interior.

2.2.1. «Abrasión del neumático»: desgaste del neumático observado en pérdida de masa durante el uso.

2.2.2. «Pérdida de masa»: cantidad de masa que se pierde debido a la abrasión del neumático.

Nota 1 de la entrada: Se expresa en gramos.

2.2.3. «Neumático de ensayo»: neumático utilizado para un programa de evaluación, que puede ser un neumático candidato o un neumático de referencia.

2.2.3.1. Neumático candidato

T neumático de ensayo que forma parte de un programa de evaluación y que se evalúa con el neumático de referencia utilizando el mismo método de ensayo.

2.2.3.2. Neumático de referencia

R neumático de ensayo especial que se utiliza como referencia comparativa en un programa de evaluación.

2.2.3.2.1. «Neumático de ensayo de referencia normalizado» o «SRTT»: neumático producido, controlado y almacenado conforme a las siguientes normas de ASTM International:

a) F3676-23 para el tamaño 225/45R17 y al que se hace referencia como «SRTT17S»;

b) F3675-23 para el tamaño 225/45R17 y al que se hace referencia como «SRTT17W».

El neumático de referencia normal (225/45R17 94 XL ASTM F3676-23) se utilizará para someter a ensayo neumáticos candidatos que no sean de uso en condiciones extremas de nieve, es decir, neumáticos normales, de nieve y especiales que no lleven las inscripciones M+S o 3PMSF.

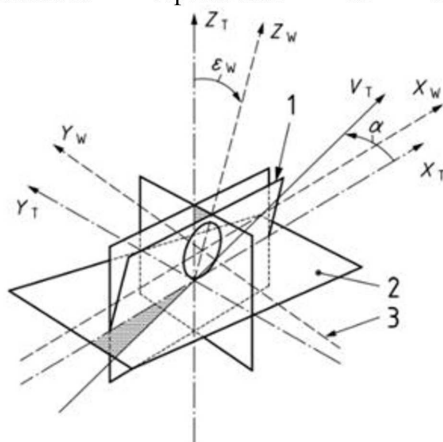
El neumático de referencia de invierno (225/45R17 94 XL ASTM F3675-23) se utilizará para someter a ensayo neumáticos candidatos que sean de uso en condiciones extremas de nieve (que lleven la inscripción 3PMSF) y neumáticos de uso especial que lleven las inscripciones M+S o 3PMSF.

2.2.4. «Profundidad media del perfil»: caracterización de la rugosidad de la superficie en macroescala y descrita en la norma ISO 13473-1.

2.2.5. «Microrrugosidad»: rugosidad superficial caracterizada en microescala y medida mediante condiciones de filtrado alteradas, definidas en la norma ISO 13473-1.

2.2.6. «Sistema de coordinación de neumáticos»: sistema de coordenadas de neumáticos especificado en la norma ISO 8855.

2.2.6. «Sistema de coordinación de neumáticos»: sistema de coordenadas de neumáticos especificado en la norma ISO 8855.



2.2.7. «Carga vertical»: la fuerza normal de un neumático ejercida sobre la carretera como resultado de la masa soportada por el neumático. La fuerza normal del neumático se especifica en la norma ISO 8855.

2.2.8. «Fuerza lateral»: la fuerza de un neumático generada en dirección lateral al tomar curvas. La fuerza lateral del neumático se especifica en la norma ISO 8855. Se expresa con un signo positivo al girar a la izquierda y con un signo negativo al girar a la derecha.

2.2.9. «Fuerza longitudinal»: la fuerza de un neumático generada en dirección longitudinal durante la aceleración o el frenado. La fuerza longitudinal del neumático se especifica en la norma ISO 8855. Se expresa con signo positivo cuando aumenta la velocidad y con signo negativo cuando disminuye (por ejemplo, durante el frenado).

2.2.10. «Radio cargado»: la distancia entre el eje geométrico del neumático y la superficie exterior del tambor en condiciones estabilizadas a 0 velocidad y 0 caída, mientras la carga de ensayo y la presión de inflado se aplican a temperatura ambiente y en referencia al acondicionamiento térmico del punto 2.6.2.

2.2.11. «Par del neumático»: fuerza que se aplica al eje que hace girar el neumático.

2.2.12. «Índice de carga»: código numérico asociado a la carga máxima que puede soportar un neumático a la velocidad indicada por su símbolo de velocidad en las condiciones de servicio especificadas por el fabricante del neumático.

2.3. Símbolos y abreviaturas

Además de los símbolos y abreviaturas pertinentes establecidos en el punto 1 del anexo 10 del presente Reglamento, se aplicarán los símbolos y abreviaturas siguientes al método del tambor en interior.

Símbolo	Unidad	Designación
T	Sin dimensión	Neumático candidato
R	Sin dimensión	Neumático de referencia
F _z	N	Carga vertical
F _y	N	Fuerza lateral
F _x	N	Fuerza longitudinal
r _L	m	Radio cargado

Símbolo	Unidad	Designación
My	Nm	Par del neumático
LI	Sin dimensión	Índice de carga
MPD	mm	Profundidad media del perfil

2.4. Método de ensayo

2.4.1. Generalidades

Este método de ensayo evalúa la pérdida de masa del neumático candidato en relación con el neumático de referencia.

Al medir el desgaste de la banda de rodadura del neumático por distancia recorrida, es necesario controlar la carga normal, la fuerza lateral y la fuerza longitudinal aplicadas a un neumático de ensayo.

Este método de ensayo utiliza un equipo de ensayo de desgaste de la banda de rodadura con un volante de inercia cilíndrico (tambor) con superficie exterior del tambor.

2.4.2. Especificaciones del tambor

2.4.2.1. Equipo de ensayo de desgaste del neumático

El equipo de ensayo de desgaste del neumático consistirá en un tambor, un dispositivo portante de neumáticos, un dispositivo de carga y un sistema de prevención de la adherencia. Puede haber uno o dos dispositivos portantes de neumáticos.

2.4.2.2. Diámetro del tambor

El dinamómetro de ensayo tendrá un volante cilíndrico (tambor) de un diámetro mínimo de 3 m.

2.4.2.3. Superficie de ensayo

La superficie de ensayo se aplicará a la superficie exterior del tambor cilíndrico. La superficie de ensayo del tambor cumplirá los siguientes requisitos mínimos:

- La DMP medida en la superficie de ensayo del tambor al inicio y al final del ensayo del tambor no deberá exceder de 2,0 mm, de conformidad con la norma ISO 13473-1.
- La microrrugosidad medida en la superficie de ensayo del tambor al inicio y al final del ensayo del tambor deberá situarse en el intervalo de 0,07 a 0,4 mm. El método de medición de la MPD descrito en la norma ISO 13473-1 se aplicará a la medición de microrrugosidad, excepto en relación con el intervalo de muestreo, el remuestreo, el filtrado de paso alto y paso bajo, y la longitud del segmento. El intervalo de muestreo no será superior a 0,033 mm y las muestras se tomarán en un intervalo fijo en dirección horizontal. La señal se remuestreará para una separación de 0,017 mm (preferiblemente) o 0,033 mm. En el filtrado de paso alto y de paso bajo, los filtros serán del tipo Butterworth, de segundo orden, y tendrán una línea de corte a 3,0 y 0,1 mm de longitud de onda de la textura, respectivamente. La longitud del segmento será de 3,33 mm \pm 0,33 mm.
- La superficie de ensayo del tambor estará texturada con arena, piedras o un material alternativo, por ejemplo, resina de óxido de aluminio.
- La superficie del tambor será de material rígido e indeformable.
- La superficie de ensayo, incluidos los espacios vacíos, deberá estar limpia y seca durante todo el procedimiento de medición y en todas las mediciones.
- El dispositivo de medición de la DMP deberá cumplir las especificaciones de la norma ISO 13473-3. El dispositivo de medición de la microrrugosidad deberá cumplir las especificaciones de la norma ISO 13473-3, excepto en relación con la resolución horizontal, que no será superior a 0,033 mm.

El nivel de abrasión del neumático de referencia SRTT17S para todos los tipos de superficie se situará entre 50 y 190 mg/km/t.

El nivel de abrasión del neumático de referencia SRTT17W para todos los tipos de superficie se situará entre 35 y 165 mg/km/t. El nivel de abrasión se calculará con arreglo al método descrito en el punto 2.8 del presente anexo. En el caso de que se utilice papel de lija como superficie, este se sustituirá como se especifica en el apéndice 5.

Cuando la superficie del tambor deje de cumplir las condiciones del período anterior, se sustituirá la superficie. Se recomienda una inspección intermedia de la tasa de abrasión del neumático de referencia.

2.4.2.4. Anchura

La anchura de la superficie de ensayo será siempre mayor que la anchura de la superficie de contacto del neumático de ensayo durante todo el ensayo.

2.4.3. Sistema portante y tractor de neumáticos

El sistema portante y tractor de neumáticos deberá ser capaz de proporcionar un control dinámico de:

- a) La fuerza lateral del neumático desarrollada por la fuerza de frenado producida por el ángulo de deriva del neumático durante la marcha.
- b) La fuerza longitudinal o par del neumático que se desarrolla por la fuerza de tracción ejercida por el neumático durante el frenado y la aceleración.

La desviación máxima permitida del valor nominal de carga (F_z), fuerza lateral (F_y), fuerza longitudinal (F_x) y par del neumático (M_y) durante el ensayo se define como sigue:

- c) F_z : ± 50 N o 1 %, lo que sea mayor.
- d) F_y : ± 100 N o 5 %, lo que sea mayor, para la diferencia entre los picos de entrada y los picos realmente generados.
- e) F_x : ± 100 N o 5 %, lo que sea mayor, para la diferencia entre los picos de entrada y los picos realmente generados.
- f) M_y : ± 40 N o 5 %, lo que sea mayor, para la diferencia entre los picos de entrada y los picos realmente generados.

2.4.4. Sistema de prevención de la adherencia

2.4.4.1. Distribución de polvo

El equipo de ensayo de desgaste de la banda de rodadura dispondrá de un sistema de distribución de polvo para pulverizar un volumen controlado de talco o sílice. No se permite la mezcla de talco y sílice. El tamaño típico de las partículas de polvo puede oscilar entre 0,1 y 100 μm .

El sistema de distribución rociará polvo en la superficie de ensayo cerca de la superficie de contacto del neumático de ensayo, de manera que los fragmentos generados por la abrasión no se adhieran a la superficie del neumático o del tambor de ensayo. El sistema de distribución de polvo y los materiales pulverizados serán idénticos para el neumático de referencia y para el neumático candidato durante un ensayo concreto y permanecerán constantes durante todo el ensayo. Se aplicará la misma tasa de distribución de polvo (medida en masa o en volumen) a los neumáticos de referencia y a los neumáticos candidatos, con una diferencia máxima de ± 10 % en cada ensayo.

2.4.4.2. Posición de la boquilla

La posición de la boquilla del sistema de distribución de polvo deberá ajustarse al menos a una de las especificaciones siguientes:

- a) Tipo de inyección: Si solo hay una boquilla, el centro de esta se colocará en un plano simétrico. La distancia entre las boquillas y el centro de la superficie de contacto será inferior a 35 cm desde el centro de la superficie de contacto.
Si hay varias boquillas, se colocarán en paralelo al eje Y y se distribuirán simétricamente con respecto al eje X. La distancia entre las boquillas y el centro de la superficie de contacto será inferior a 35 cm. Las boquillas estarán orientadas hacia la entrada de la superficie de contacto.

- b) Tipo de dispersión: El dispositivo de ensayo se cubrirá con el cerramiento. El polvo se dispersará de manera uniforme dentro del cerramiento. Las boquillas se colocarán en paralelo al eje Y y se distribuirán simétricamente con respecto al eje X.

2.4.5 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 4 del presente anexo figuran los valores específicos respectivos.

2.4.6 Báscula de masa

La báscula de masa de los neumáticos de ensayo deberá tener:

- a) Una capacidad de masa suficiente para pesar el neumático de ensayo.
b) Una exactitud de ± 2 g.

La báscula de masa se calibrará debidamente con arreglo a los requisitos definidos por el fabricante.

2.5. Condiciones de ensayo

2.5.1 Generalidades

El ensayo consiste en una medición de la pérdida de masa de un neumático inflado a la presión en frío especificada en el punto 2.5.3 del presente anexo, y se permitirá que la presión de inflado aumente (es decir, «inflado con evolución libre de la presión») y no estará regulada mecánicamente.

2.5.2 Carga de ensayo

La carga de ensayo estándar F_z sobre el neumático objeto de ensayo se calculará a partir de su carga LI , correspondiente a la masa máxima asociada al índice de carga (LI) del neumático.

La carga de ensayo estándar se calculará a partir de los valores del cuadro 1 y se mantendrá dentro de la tolerancia especificada en el apéndice 4 del presente anexo.

2.5.3 Presión de inflado de los neumáticos

La presión de inflado se establecerá con arreglo al cuadro 1 con la exactitud especificada en el apéndice 4 del presente anexo y será de evolución libre.

Cuadro 1:

Cargas de ensayo y presiones de inflado

Tipo de neumático	C1 ^(a)	
	Carga normal o carga ligera	Reforzado o carga extra
Carga: % de la capacidad máxima de carga	80	80
Presión de inflado ^(b) (kPa)	210	250

^(a) Para los neumáticos C1 de categorías no recogidas en la norma ISO 4000-1:2015, anexo B, 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) La presión de inflado evolucionará libremente dentro de los límites de exactitud especificados en el apéndice 4.

2.5.4 Condiciones de ensayo (fuerza longitudinal, fuerza lateral, velocidad de ensayo, distancia recorrida)

Para que un ensayo se considere válido, deberán cumplirse las siguientes condiciones de ensayo:

- a) La fuerza longitudinal y la fuerza lateral se calcularán a partir de los valores indicados en el apéndice 3 del presente anexo. La velocidad se ajustará a la indicada en el apéndice 4 del presente anexo.
- b) La distancia total recorrida en el ensayo será de 5 000 km. La distancia total de un ensayo real no deberá diferir en más de $\pm 5 \%$ de la distancia de entrada total.
- c) El neumático de referencia se montará en una llanta con un código de anchura de 7.5 pulgadas. Se montarán nuevos neumáticos candidatos en una llanta solicitada y autorizada por el fabricante del neumático.
- d) Se registrará la anchura de la llanta del neumático candidato. Los neumáticos con requisitos especiales de montaje, como un diseño asimétrico o direccional, también se montarán de conformidad con estos requisitos: deberá respetarse la dirección de rotación.
- e) El ensayo se realizará con una caída nula (0°).

2.6. Procedimiento de ensayo

2.6.1. Generalidades

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

- a) Al iniciar el ensayo, tanto los neumáticos de referencia como los candidatos serán nuevos.
- b) Los neumáticos de ensayo con una dirección de rotación especificada deberán rodar hacia adelante.
- c) La dirección de rodadura deberá ser la misma durante todo el ensayo.
- d) En el cálculo del nivel de abrasión se utilizará la distancia real recorrida en la pasada de ensayo.

2.6.2. Condiciones térmicas

Se colocará el neumático inflado en el ambiente térmico del lugar del ensayo durante un mínimo de tres horas.

2.6.3. Ajuste de la presión

Después del acondicionamiento térmico, la presión de inflado se ajustará a la presión de ensayo.

2.6.4. Ambiente térmico

Durante el ensayo, la temperatura ambiente se mantendrá a $25 \pm 5^\circ\text{C}$. La temperatura ambiente se medirá a una distancia del neumático comprendida entre 0,15 y 1 m.

La temperatura ambiente media de los neumáticos de referencia y neumáticos candidatos durante los ensayos no deberá diferir en más de 2° .

2.6.5. Medición de la masa

La masa de los neumáticos, tanto de referencia como candidatos, se medirá antes y después de los 5 000 km de recorrido, tal como se establece en el punto 2.6.6 del presente anexo.

2.6.6. Ciclo de ensayo

2.6.6.1. Condición de entrada

Tanto el neumático de referencia como el neumático candidato se someterán a ensayo con arreglo a las condiciones de entrada recogidas en el apéndice 3 del presente anexo. La condición de ensayo de 250 km recogida en el apéndice 3 se define como un ciclo de ensayo, y este se repetirá veinte veces hasta alcanzar los 5 000 km.

2.6.6.2. Programa de ensayo por defecto (tambor de dos posiciones)

Tanto el neumático de referencia como el neumático candidato se montarán en diferentes posiciones de un tambor. Los ensayos tanto del neumático de referencia como del neumático candidato se llevarán a cabo al mismo tiempo.

Los neumáticos montados en las dos posiciones se intercambiarán una vez completados 2 500 km. La dirección de rotación deberá permanecer constante a lo largo de todo el ensayo.

Se recomienda una inspección visual de los neumáticos una vez completados 2 500 km para comprobar que no se ha producido arrancamiento de la banda de rodadura.

2.6.6.3. Programa de ensayo alternativo (tambor de una posición)

En caso de que no sea posible realizar el ensayo del neumático de referencia y del neumático candidato al mismo tiempo, se podrá aplicar el programa de ensayo alternativo. Se seguirá el orden de ensayo que se indica a continuación para el neumático de referencia (R) y el neumático candidato (T):

R (1 000 km) - T (2 000 km) - R (2 000 km) - T (2 000 km) - R (2 000 km) - T (1 000 km)

Se repetirá un conjunto de las condiciones de entrada recogidas en el apéndice 3 cuatro veces durante 1 000 km y ocho veces durante 2 000 km.

Se recomienda una inspección visual del neumático cuando se completen 2 500 km para comprobar que no se ha producido arrancamiento de la banda de rodadura.

2.6.6.4. Fase de inicio del ensayo

Los neumáticos entrarán en contacto con el tambor a una velocidad igual a 0 km/h. A continuación se aplicará la carga de ensayo F_z a una velocidad igual a 0 km/h o a muy baja velocidad. Tras la aplicación de la carga, la velocidad podrá aumentarse hasta el valor de ensayo inicial de 60 km/h con una aceleración longitudinal máxima de 0,125 m/s² o una distancia recorrida máxima de 3,5 km. Esta fase de inicio tendrá lugar en condiciones de rodadura libre. La distancia recorrida durante la fase de inicio no se contabilizará.

2.6.7. Medición y registro

En el cuadro 2 se resumen los elementos que deben medirse y registrarse:

Cuadro 2:

Parámetros que deben medirse y registrarse durante el ensayo del tambor

Elemento	Requisitos
a) Velocidad de ensayo	Frecuencia de muestreo ≥ 1 Hz
b) Fuerza normal del neumático sobre la superficie del tambor	Frecuencia de muestreo ≥ 1 Hz
c) Presión de inflado de ensayo: al inicio y al final del ensayo, tal como se define en el punto 2.6.3	Se medirá: — Antes de comenzar el ensayo — 3 horas o más después del final del ensayo La medición intermedia durante el ensayo es opcional
d) Temperatura ambiente medida en °C, t_{amb}	Frecuencia de muestreo ≥ 1 Hz
e) Fuerza lateral aplicada al neumático de ensayo durante el ensayo	Frecuencia de muestreo ≥ 10 Hz
f) Fuerza longitudinal o par aplicado al neumático de ensayo durante el ensayo	Frecuencia de muestreo ≥ 10 Hz
g) Masa del neumático	Se medirá: — Antes de comenzar el ensayo — 3 horas o más después del final del ensayo La medición intermedia durante el ensayo es opcional

Elemento	Requisitos
h) MPD y microrrugosidad de la superficie de ensayo	Se medirá: — Antes de comenzar el ensayo — 3 horas o más después del final del ensayo La medición intermedia durante el ensayo es opcional
i) Fotografía de los neumáticos tras el programa de ensayo	Se fotografiarán los neumáticos después del ensayo para registrar la superficie como prueba de que el ensayo se ha completado de manera correcta.

Durante la medición de la fuerza o del par aplicado al neumático de ensayo, podrá utilizarse una media móvil de la revolución de una rueda para eliminar el primer y/o el segundo armónico del neumático.

Durante la medición de la fuerza o del par aplicados al neumático de ensayo, podrá utilizarse un filtro de paso bajo para eliminar el primer y/o el segundo armónico del neumático.

2.7. Validación

Cuando un neumático haya sido sometido al método de ensayo especificado en el punto 2.5 del presente anexo utilizando una llanta de ensayo y una válvula que no sufran ninguna deformación permanente y no permitan ninguna pérdida de aire, no habrá signos visuales de despegue de la banda de rodadura, de los flancos, de las lonas, de los cables, del forro interior, de los cinturones o de los talones, arrancamiento, empalmes abiertos, agrietamiento, cables rotos o adherencia de goma.

En la inspección visual de los neumáticos de referencia no se observará daño alguno en estos neumáticos. Si un neumático de referencia pierde más de 1 cm² de superficie de la banda de rodadura (por arrancamiento u otro mecanismo), el neumático se considerará destruido y el ensayo no será válido.

Los siguientes valores medidos a partir de cada parámetro se ajustarán a sus tolerancias, tal como se especifica en el cuadro 3. De lo contrario, se rechazarán los resultados de los ensayos.

Cuadro 3:

Validación de F_x, F_y, F_z

Parámetro	Medición	Valor que debe verificarse	Tolerancia
F _x	RMS (a) de G(x)	RMS _{G_x} = 0,059	± 5 %
F _y	RMS (a) de G(y)	RMS _{G_y} = 0,074	± 5 %
F _x y F _y	RMS (a) de G(x,y)	RMS _{G_{xy}} = 0,095	± 5 %
F _z	RMS de la F _z con filtro aplicado dividida por la F _z nominal	Media de F _z	± 50 N o ± 1 %, lo que sea mayor

Nota 1 de la entrada:

(a) Para todo el ensayo de un total de 5 000 km, se calculará la media cuadrática (RMS) de G(x) y G(y) utilizando las ecuaciones que figuran a continuación:

$$RMS_{G_x} = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N \left(\frac{F_{x_i}}{F_{z_i}} \right)^2}$$

$$RMS_{G_y} = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N \left(\frac{F_{y_i}}{F_{z_i}} \right)^2}$$

$$RMS_{G_{xy}} = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N \frac{(F_{x_i})^2 + (F_{y_i})^2}{(\text{Average of } F_z)^2}}$$

donde:

i es el número de datos adquiridos con una frecuencia de muestreo de 10 Hz;

N es el número total de datos adquiridos;

F_x, F_y y F_z pueden filtrarse con un filtro de paso bajo para eliminar el ruido del resultado;

F_z se filtrará como media móvil en un segundo.

2.8. Tratamiento de los resultados de las mediciones

En el método de cálculo del índice de abrasión y del nivel de abrasión se aplicarán las ecuaciones:

$$MIT = MT_b - MT_a$$

$$MIR = MR_b - MR_a$$

Donde:

MIT es la pérdida de masa del neumático candidato, en gramos

MIR es la pérdida de masa del neumático de referencia, en gramos

MT_b es la masa del neumático candidato antes del ciclo de ensayo, en gramos

MT_a es la masa del neumático candidato después del ciclo de ensayo, en gramos

MR_b es la masa del neumático de referencia antes del ciclo de ensayo, en gramos

MR_a es la masa del neumático de referencia después del ciclo de ensayo, en gramos

El índice de abrasión (AICT) se calculará con arreglo a la siguiente ecuación:

$$AICT = ArT/ArR$$

donde

ArT Tasa de abrasión normalizada (mg/km/t) del neumático candidato

$$ArT = MIT (g)/DT(km)/Fz,T(t) \times 1\,000 (mg/kg)$$

ArR Tasa de abrasión normalizada (mg/km/t) del neumático de referencia

$$ArR = MIR (g)/DR(km)/Fz,R(t) \times 1\,000 (mg/kg)$$

DT Kilometraje de ensayo del neumático candidato (km)

DR Kilometraje de ensayo del neumático de referencia (km)

Fz,T Carga de ensayo (t) del neumático candidato

Fz,R Carga de ensayo (t) del neumático de referencia

El neumático de referencia utilizado para calcular el índice de abrasión será uno de los neumáticos descritos en el punto 2.2.3.2.1 del presente anexo.

2.9. Acta de ensayo

2.9.1. El acta del ensayo debe incluir la siguiente información:

- a) Identificación de la máquina de ensayo
- b) Circunferencia del tambor (m)
- c) Ciclo de ensayo (2 posiciones / 1 posición)
- d) Tercer cuerpo (mineral/arcilla)
- e) MPD de la superficie de ensayo (mm): inicio/final del ensayo
- f) Clase de neumático
- g) Marca
- h) Dibujo/denominación comercial
- i) Designación del tamaño de los neumáticos
- j) Descripción del servicio

- k) Carga de ensayo (N)
- l) Presión de inflado de ensayo (kPa)
- m) Identificación del neumático
- n) Inscripción 3PMSF (s/n)
- o) Anchura de la llanta (pulgadas)
- p) Presión de inflado (kPa): inicio/final del ensayo
- q) Masa del neumático (g): antes/después del ensayo
- r) Distancia de ensayo (km)
- s) Tasa de abrasión (mg/km)
- t) Nivel de abrasión (mg/km/t)
- u) Índice de abrasión (aplicable únicamente al neumático candidato)
- v) Temperatura ambiente media (°C)
- w) RMS de G(x)
- x) RMS de G(y)
- y) Media de Fz

Anexo 10 - Apéndice 1

Método de ensayo a): cálculo de aceleraciones

1. Parámetros de entrada para el cálculo

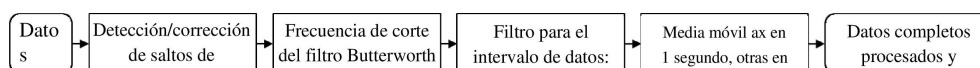
1.1. Parámetros exigidos

Para el cálculo de la aceleración longitudinal y lateral se requieren los siguientes parámetros:

- a) Velocidad del vehículo (v), [m/s]
- b) Aceleración longitudinal ($a_{\text{longitudinal}}$), [m/s²]
- c) Aceleración lateral (a_{lateral}), [m/s²]

Las aceleraciones se obtienen mediante la evaluación de las señales GNSS (sistema mundial de navegación por satélite, definido en la norma ISO 24245:2023). La frecuencia de muestreo recomendada es de 10 Hz o más. De lo contrario, el proceso de filtrado descrito a continuación no funciona.

Filtro de valores medidos



1.2. Detección y corrección de saltos de velocidad

Antes de iniciar el proceso de filtrado, se comprueban todos los valores medidos en relación con los saltos de velocidad. El término «saltos de velocidad» se refiere a mediciones que no son verosímiles. Para detectar saltos de velocidad, la velocidad se filtra utilizando un filtro Butterworth con una frecuencia de corte de 1 Hz. Se define un umbral de 9 m/s² para la aceleración longitudinal máxima. Esto significa que sigue siendo verosímil un cambio de velocidad máximo de 9 m/s² t_{sampling} .

Se detectará un salto de velocidad si existe una diferencia de velocidad de $2 \Delta \text{speed}_{\text{possible}}$. En caso de que se detecte un salto de velocidad, los valores de velocidad bruta pertinentes se sustituirán por un valor interpolado lineal.

1.3. Filtro Butterworth:

Para filtrar la medición, se utiliza un filtro Butterworth de segundo orden con una frecuencia de corte de 1 Hz. Después de este filtro, los valores se suavizan con una «media móvil» en 1 segundo para la aceleración longitudinal y todos los demás valores en 2 segundos.

Se excluyen todas las aceleraciones medidas a una velocidad inferior a 7 km/h.

Código Python:

```
from scipy.signal import butter, filtfilt
# Filter settings: n_order is the order of the filter,
# A scalar or length-2 sequence giving the critical frequencies
N = 2
Wn = 1 / (0.5 * round(data_inp['freq_sample'].mean()))
[b,a] = butter(N, Wn, 'lowpass')
data_filt = filtfilt(b, a, data_inp, padtype = 'odd')
data_inp = data_inp[(data_inp.speed_filt > speed_min)]
```

1.4. Media móvil:

Código Python:

```
# averaging over 1 second window
# make sure window is odd
if round(data_inp['freq_sample'].mean()) % 2 != 0:
    win = int(round(data_inp['freq_sample'].mean()))
else:
    win = int(round(data_inp['freq_sample'].mean()) - 1)
data_inp['accx_filt_movg'] = data_inp['accx_filt'].rolling(window=win,,
center=True, min_periods=1).mean()
# averaging over 2 second window
win = int(round(data_inp['freq_sample'].mean()) * 2 - 1)
data_inp['accy_filt_movg'] = data_inp['accy_filt'].rolling(window=win,
center=True, min_periods=1).mean()
data_inp['speed_filt_movg'] = data_inp['speed_filt'].rolling(window=win,
center=True, min_periods=1).mean()
```

1.5. Desviación típica basada en la distancia

Las aceleraciones calculadas (muestreadas con una frecuencia constante) se transfieren en valores basados en la distancia: un valor por metro. Para ello, se utiliza una interpolación simple. Con estas aceleraciones, la desviación típica puede calcularse con arreglo a fórmulas bien conocidas:

$$S_{longitudinal} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (a_{longitudinal,i} - \mu_{longitudinal})^2}$$

$$\text{con } \mu_{longitudinal} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_{longitudinal,i}$$

$$S_{lateral} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (a_{lateral,i} - \mu_{lateral})^2}$$

$$\text{con } \mu_{lateral} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_{lateral,i}$$

Código Python:

```
from scipy import interpolate
import numpy as np
data_inp['distance'] = data_inp['speed']/data_inp['fsample']
data_inp['distance'] = data_inp['distance'].cumsum()

# interpolate function for acc
f_accx = interpolate.interp1d(data_inp['distance'], data_inp['accx'])
f_accy = interpolate.interp1d(data_inp['distance'], data_inp['accy'])

# generate array of distance every 1m
distance_1m = np.array(data_inp['distance'].iloc[0], data_inp['distance'].iloc[-1], 1)

# create an interpolation every 1m for the accelerations - numpy array result
# len of the array same as len of distance_1m
accx_DB = f_accx(distance_1m)
accy_DB = f_accy(distance_1m)

# compute the stadx with ceiling accx_DB and accy_DB
stdax = np.std(accx_DB)
stday = np.std(accy_DB)
```

2. Cálculo de la distribución de los estilos de conducción

Para el cálculo de la distribución de los estilos de conducción se seguirán los pasos que se indican a continuación:

- a) Se acumularán 8 000 km de datos de aceleración en un vehículo en el circuito. Podrán utilizarse los datos de aceleraciones obtenidos en la cualificación de abrasividad del circuito. En cada ensayo de un convoy se respetarán las disposiciones relativas a la velocidad del vehículo definidas en el punto 1.6.13.2, letra d), del presente anexo.
- b) Se dividirán los datos en segmentos de 20 km.
- c) Se calcularán las desviaciones típicas de aceleración longitudinal y lateral ($S_{\text{longitudinal}}$ y S_{lateral}) correspondientes a cada segmento, siguiendo el método descrito en el punto 1 del presente apéndice.
- d) Con respecto a cada segmento con datos ($S_{\text{longitudinal}}$ y S_{lateral}), se computará a qué estilo de conducción pertenece (de los definidos en el punto 1.6.13.2). Esto se hará atribuyéndolo al estilo de conducción urbano si se cumplen los criterios correspondientes, al estilo de conducción de alta velocidad si se cumplen los criterios correspondientes, o al estilo de conducción regional si no se cumplen los criterios de los otros dos estilos.
- e) La proporción de puntos en un estilo de conducción es igual al número de puntos en el estilo de conducción dividido por el número total de segmentos. Esta proporción respetará las proporciones definidas en el punto 1.6.13.2.

Anexo 10 - Apéndice 2

Método de ensayo a): ejemplo de acta de ensayo relativa al método del vehículo

Acta del ensayo de la tasa de abrasión de los neumáticos								
Condiciones de ensayo								
Fecha de inicio del ensayo			Fecha de finalización del ensayo					
Temperaturas de ensayo: (grados Celsius)								
Media		Mínima		Máxima				
Porcentaje de distancia recorrida en carreteras mojadas:			(añadir nieve)					
Circuito utilizado para el ensayo:								
Referencia:			Ubicación					
Longitud nominal del circuito			Distancia total recorrida					
Distancia en estilo de conducción de alta velocidad:			Distancia en estilo de conducción regional:					
Distancia en estilo de conducción urbano:			Distancia total de desviación					
Pendiente de la sensibilidad del neumático de referencia a la temperatura:								
	Neumático/vehículo candidato				Neumático/vehículo de referencia			
	Delante izquierda	Delante derecha	Detrás izquierda	Detrás derecha	Delante izquierda	Delante derecha	Detrás izquierda	Detrás derecha
Información del vehículo								
Modelo de vehículo								
Desviación típica aceleración X								
% de la distancia recorrida a la aceleración longitudinal máxima								
Desviación típica aceleración Y								
% de la distancia recorrida a la aceleración lateral máxima								
Convergencia al inicio del ensayo								
Caída al inicio del ensayo								
Convergencia al final del ensayo								
Caída al final del ensayo								
Carga por posición								
Información del neumático								

	Neumático/vehículo candidato				Neumático/vehículo de referencia			
	Delante izquierda	Delante derecha	Detrás izquierda	Detrás derecha	Delante izquier- da	Delante derecha	Detrás izquierda	Detrás derecha
Marca del neumático								
Dibujo del neumático								
Designación del tamaño de los neumáticos								
Índice de capacidad de carga del neumático								
Categoría de velocidad								
Número de serie (si existe)								
Presión de inflado en frío (montaje)								
Presión de inflado en frío (50 % del ensayo)								
Presión de inflado en frío (final del ensayo)								
Masa de equilibrado (inicio del ensayo)								
Masa de equilibrado (final del ensayo)								
Anchura de la llanta					7,5"	7,5"	7,5"	7,5"
Masa inicial del neumático								
Masa final del neumático								
Distancia recorrida por cada neumático								
Nivel de abrasión del neumático de referencia en mg/km/t normalizado a 20 °C (o 10 °C)								
Informe de inspección visual de los neumáticos								
Resultados de los ensayos								
Nivel de abrasión del neumático en mg/km/t								
Índice de abrasión del neumático					No procede			

Anexo 10 - Apéndice 3

Método de ensayo b): parámetros de entrada del ciclo de ensayos

A fin de calcular las fuerzas de entrada F_x y F_y , se introducen los índices de aceleración longitudinal y lateral, expresados como $G(x)$ y $G(y)$ respectivamente, como se indica a continuación.

Para la máquina de ensayo de control de par, se calcula el par de los neumáticos (M_y) con la fuerza longitudinal (F_x) y el radio cargado (RL) con arreglo a las ecuaciones que figuran a continuación:

$$F_x = F_z \times G(x) \text{ o } M_y = \text{Carga de ensayo } (F_z) \times G(x) \times RL$$

$$F_y = F_z \times G(y)$$

F_z es la carga de ensayo definida en los puntos 2.2.8 y 2.5.2.

$G(x)$ y $G(y)$ representan el índice en comparación con la aceleración estándar debida a la gravedad terrestre ($g = 9,80665 \text{ m/s}^2$). Otra posibilidad es definir la gravedad terrestre local.

El cuadro A1 define los parámetros de tiempo, $G(x)$, $G(y)$ y velocidad del ciclo de ensayo. En el cuadro A1, T representa la duración total del ensayo desde su inicio. En un punto de duración del ensayo T, los valores de $G(x)$ y $G(y)$ serán iguales a los enumerados en el cuadro A1.

$G(x)$ y $G(y)$ cambiarán linealmente entre dos puntos adyacentes. Por lo tanto, los valores de F_x y F_y también cambiarán linealmente de un punto a otro. Los gráficos siguientes presentan muestras de cambio lineal de F_x o F_y con respecto a T.

T es el tiempo de conducción desde el inicio del ensayo.

Los valores de $G(x)$ y $G(y)$ en el tiempo de conducción T se mencionan en el cuadro A1.

$G(x)$ y $G(y)$ entre cada punto cambian linealmente a través de esos dos puntos.

Gráfico A.1

Ejemplo de F_x , con una carga de ensayo de 5 727 N

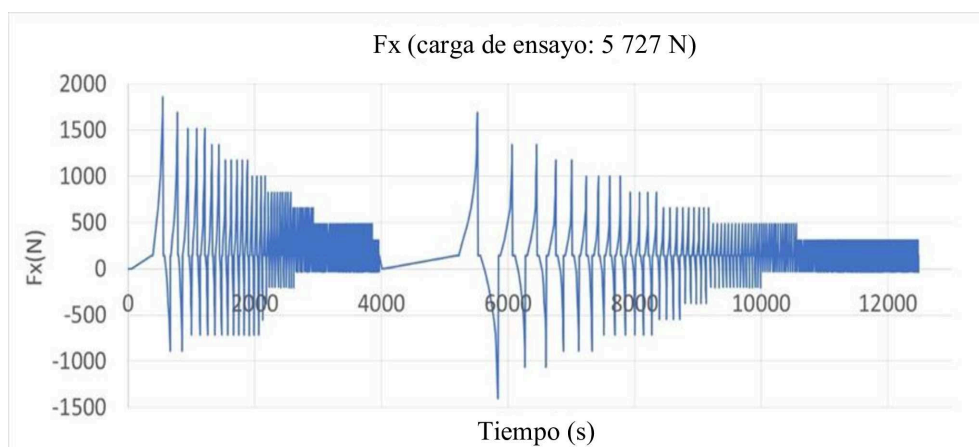
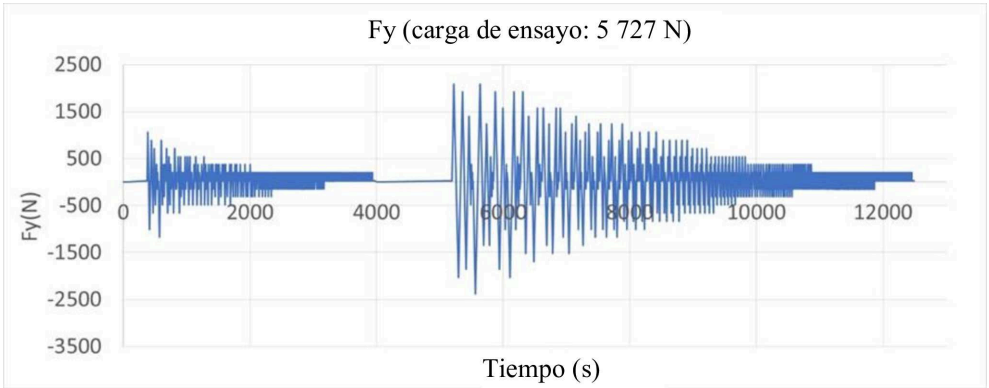


Gráfico A.2
Ejemplo de Fy, con una carga de ensayo de 5727 N



Cuadro A1:
Parámetros de entrada del ciclo de ensayo

T	v	G(x)	G(y)				
(s)	(km/h)						
0	60	0,000	0	719,3	100	0,085	0,095
50	100	0,000	0,000	737,0	100	0,115	-0,085
373,2	100	0,025	0,005	747,1	100	0,145	0,065
388,4	100	0,025	0,185	757,2	100	0,175	-0,025
418,7	100	0,055	-0,175	764,8	100	0,205	0,035
446,5	100	0,085	0,155	769,9	100	0,235	0,005
471,7	100	0,115	-0,115	774,9	100	0,265	0,035
491,9	100	0,145	0,125	777,4	100	0,295	0,005
509,6	100	0,175	-0,085	785,9	100	0,025	0,005
522,3	100	0,205	0,065	796,0	100	0,025	-0,115
532,4	100	0,235	-0,025	816,2	100	-0,005	0,125
540,0	100	0,265	0,035	826,3	100	-0,035	-0,025
545,0	100	0,295	0,005	833,9	100	-0,065	0,035
547,5	100	0,325	0,005	841,4	100	-0,095	-0,025
556,8	100	0,025	0,005	849,0	100	-0,125	0,035
574,5	100	0,025	-0,205	851,6	100	-0,155	0,005
602,3	100	-0,005	0,155	857,4	100	0,025	0,005
620,0	100	-0,035	-0,085				
632,6	100	-0,065	0,065				
645,2	100	-0,095	-0,055				
657,9	100	-0,125	0,065				
662,9	100	-0,155	0,005				
668,8	100	0,025	0,005				
678,9	100	0,025	0,125				
699,1	100	0,055	-0,115				

865,0	100	0,025	0,095
885,2	100	0,055	−0,115
902,9	100	0,085	0,095
915,6	100	0,115	−0,055
923,1	100	0,145	0,035
930,7	100	0,175	−0,025
935,8	100	0,205	0,035
940,8	100	0,235	0,005
945,9	100	0,265	0,035
953,5	100	0,025	0,005
961,0	100	0,025	−0,085
978,7	100	−0,005	0,095
986,3	100	−0,035	−0,025
991,3	100	−0,065	0,035
996,4	100	−0,095	0,005
1 001,5	100	−0,125	0,035
1 006,5	100	0,025	0,005
1 014,1	100	0,025	0,095
1 031,8	100	0,055	−0,085
1 049,5	100	0,085	0,095
1 059,6	100	0,115	−0,025
1 067,1	100	0,145	0,035
1 072,2	100	0,175	0,005
1 077,2	100	0,205	0,035
1 082,3	100	0,235	0,005
1 084,8	100	0,265	0,005
1 092,4	100	0,025	0,005
1 100,0	100	0,025	−0,085
1 112,6	100	−0,005	0,065
1 120,2	100	−0,035	−0,025
1 125,3	100	−0,065	0,035
1 130,3	100	−0,095	0,005
1 135,4	100	−0,125	0,035
1 140,4	100	0,025	0,005
1 148,0	100	0,025	0,095
1 165,7	100	0,055	−0,085
1 180,8	100	0,085	0,065
1 188,4	100	0,115	−0,025
1 193,5	100	0,145	0,035
1 198,5	100	0,175	0,005

1 203,6	100	0,205	0,035
1 206,1	100	0,235	0,005
1 208,6	100	0,265	0,005
1 216,2	100	0,025	0,005
1 223,8	100	0,025	−0,085
1 236,4	100	−0,005	0,065
1 241,5	100	−0,035	0,005
1 246,5	100	−0,065	0,035
1 251,6	100	−0,095	0,005
1 256,6	100	−0,125	0,035
1 261,7	100	0,025	0,005
1 269,3	100	0,025	0,095
1 284,4	100	0,055	−0,085
1 299,6	100	0,085	0,065
1 307,2	100	0,115	−0,025
1 312,2	100	0,145	0,035
1 317,3	100	0,175	0,005
1 322,3	100	0,205	0,035
1 324,8	100	0,235	0,005
1 331,6	100	0,025	0,005
1 339,2	100	0,025	−0,085
1 351,8	100	−0,005	0,065
1 356,8	100	−0,035	0,005
1 361,9	100	−0,065	0,035
1 366,9	100	−0,095	0,005
1 372,0	100	−0,125	0,035
1 377,1	100	0,025	0,005
1 382,1	100	0,025	0,065
1 397,3	100	0,055	−0,085
1 409,9	100	0,085	0,065
1 417,5	100	0,115	−0,025
1 422,5	100	0,145	0,035
1 427,6	100	0,175	0,005
1 432,6	100	0,205	0,035
1 435,2	100	0,235	0,005
1 441,9	100	0,025	0,005
1 447,0	100	0,025	−0,055
1 457,1	100	−0,005	0,065
1 462,1	100	−0,035	0,005
1 467,2	100	−0,065	0,035

1 472,2	100	-0,095	0,005
1 477,3	100	-0,125	0,035
1 482,3	100	0,025	0,005
1 487,4	100	0,025	0,065
1 502,5	100	0,055	-0,085
1 515,2	100	0,085	0,065
1 522,7	100	0,115	-0,025
1 527,8	100	0,145	0,035
1 532,9	100	0,175	0,005
1 535,4	100	0,205	0,005
1 541,3	100	0,025	0,005
1 546,3	100	0,025	-0,055
1 556,4	100	-0,005	0,065
1 561,5	100	-0,035	0,005
1 566,5	100	-0,065	0,035
1 571,6	100	-0,095	0,005
1 576,6	100	-0,125	0,035
1 581,7	100	0,025	0,005
1 586,8	100	0,025	0,065
1 601,9	100	0,055	-0,085
1 614,5	100	0,085	0,065
1 619,6	100	0,115	0,005
1 624,6	100	0,145	0,035
1 629,7	100	0,175	0,005
1 632,2	100	0,205	0,005
1 638,1	100	0,025	0,005
1 643,2	100	0,025	-0,055
1 650,8	100	-0,005	0,035
1 655,8	100	-0,035	0,005
1 660,9	100	-0,065	0,035
1 663,4	100	-0,095	0,005
1 665,9	100	-0,125	0,005
1 671,0	100	0,025	0,005
1 676,0	100	0,025	0,065
1 691,2	100	0,055	-0,085
1 703,8	100	0,085	0,065
1 708,9	100	0,115	0,005
1 713,9	100	0,145	0,035
1 719,0	100	0,175	0,005
1 721,5	100	0,205	0,005

1 727,4	100	0,025	0,005
1 732,4	100	0,025	-0,055
1 740,0	100	-0,005	0,035
1 745,1	100	-0,035	0,005
1 747,6	100	-0,065	0,005
1 750,1	100	-0,095	0,005
1 752,7	100	-0,125	0,005
1 757,7	100	0,025	0,005
1 762,8	100	0,025	0,065
1 775,4	100	0,055	-0,055
1 788,0	100	0,085	0,065
1 793,1	100	0,115	0,005
1 798,1	100	0,145	0,035
1 800,7	100	0,175	0,005
1 803,2	100	0,205	0,005
1 809,1	100	0,025	0,005
1 814,1	100	0,025	-0,055
1 821,7	100	-0,005	0,035
1 826,8	100	-0,035	0,005
1 829,3	100	-0,065	0,005
1 831,8	100	-0,095	0,005
1 834,3	100	-0,125	0,005
1 839,4	100	0,025	0,005
1 844,5	100	0,025	0,065
1 857,1	100	0,055	-0,055
1 867,2	100	0,085	0,035
1 872,2	100	0,115	0,005
1 877,3	100	0,145	0,035
1 879,8	100	0,175	0,005
1 882,3	100	0,205	0,005
1 888,2	100	0,025	0,005
1 893,3	100	0,025	-0,055
1 900,9	100	-0,005	0,035
1 905,9	100	-0,035	0,005
1 908,5	100	-0,065	0,005
1 911,0	100	-0,095	0,005
1 913,5	100	-0,125	0,005
1 918,6	100	0,025	0,005
1 923,6	100	0,025	0,065
1 936,2	100	0,055	-0,055

1 946,4	100	0,085	0,035
1 951,4	100	0,115	0,005
1 956,5	100	0,145	0,035
1 959,0	100	0,175	0,005
1 964,0	100	0,025	0,005
1 969,1	100	0,025	−0,055
1 976,7	100	−0,005	0,035
1 981,7	100	−0,035	0,005
1 984,2	100	−0,065	0,005
1 986,8	100	−0,095	0,005
1 989,3	100	−0,125	0,005
1 994,4	100	0,025	0,005
1 999,4	100	0,025	0,065
2 009,5	100	0,055	−0,055
2 019,6	100	0,085	0,035
2 024,7	100	0,115	0,005
2 029,7	100	0,145	0,035
2 032,3	100	0,175	0,005
2 037,3	100	0,025	0,005
2 042,4	100	0,025	−0,055
2 049,9	100	−0,005	0,035
2 055,0	100	−0,035	0,005
2 057,5	100	−0,065	0,005
2 060,0	100	−0,095	0,005
2 062,6	100	−0,125	0,005
2 067,6	100	0,025	0,005
2 070,1	100	0,025	0,035
2 080,3	100	0,055	−0,055
2 087,8	100	0,085	0,035
2 092,9	100	0,115	0,005
2 097,9	100	0,145	0,035
2 100,5	100	0,175	0,005
2 105,5	100	0,025	0,005
2 108,0	100	0,025	−0,025
2 115,6	100	−0,005	0,035
2 120,7	100	−0,035	0,005
2 123,2	100	−0,065	0,005
2 125,7	100	−0,095	0,005
2 129,9	100	0,025	0,005
2 132,5	100	0,025	0,035

2 142,6	100	0,055	−0,055
2 150,2	100	0,085	0,035
2 155,2	100	0,115	0,005
2 160,3	100	0,145	0,035
2 162,8	100	0,175	0,005
2 167,8	100	0,025	0,005
2 170,4	100	0,025	−0,025
2 177,9	100	−0,005	0,035
2 180,5	100	−0,035	0,005
2 183,0	100	−0,065	0,005
2 186,4	100	0,025	0,005
2 188,9	100	0,025	0,035
2 199,0	100	0,055	−0,055
2 206,6	100	0,085	0,035
2 211,6	100	0,115	0,005
2 214,2	100	0,145	0,005
2 218,4	100	0,025	0,005
2 220,9	100	0,025	−0,025
2 228,5	100	−0,005	0,035
2 231,0	100	−0,035	0,005
2 233,5	100	0,025	0,005
2 236,1	100	0,025	0,035
2 246,2	100	0,055	−0,055
2 253,7	100	0,085	0,035
2 258,8	100	0,115	0,005
2 261,3	100	0,145	0,005
2 265,5	100	0,025	0,005
2 268,1	100	0,025	−0,025
2 275,6	100	−0,005	0,035
2 278,2	100	−0,035	0,005
2 280,7	100	0,025	0,005
2 283,2	100	0,025	0,035
2 293,3	100	0,055	−0,055
2 300,9	100	0,085	0,035
2 306,0	100	0,115	0,005
2 308,5	100	0,145	0,005
2 312,7	100	0,025	0,005
2 315,2	100	0,025	−0,025
2 322,8	100	−0,005	0,035
2 325,3	100	−0,035	0,005

2 327,8	100	0,025	0,005
2 330,4	100	0,025	0,035
2 340,5	100	0,055	–0,055
2 348,1	100	0,085	0,035
2 353,1	100	0,115	0,005
2 355,6	100	0,145	0,005
2 359,9	100	0,025	0,005
2 362,4	100	0,025	–0,025
2 370,0	100	–0,005	0,035
2 372,5	100	–0,035	0,005
2 375,0	100	0,025	0,005
2 377,5	100	0,025	0,035
2 385,1	100	0,055	–0,025
2 392,7	100	0,085	0,035
2 397,7	100	0,115	0,005
2 400,3	100	0,145	0,005
2 404,5	100	0,025	0,005
2 407,0	100	0,025	–0,025
2 412,1	100	–0,005	0,035
2 414,6	100	–0,035	0,005
2 417,1	100	0,025	0,005
2 419,6	100	0,025	0,035
2 427,2	100	0,055	–0,025
2 434,8	100	0,085	0,035
2 439,9	100	0,115	0,005
2 442,4	100	0,145	0,005
2 446,6	100	0,025	0,005
2 449,1	100	0,025	–0,025
2 454,2	100	–0,005	0,035
2 456,7	100	–0,035	0,005
2 459,2	100	0,025	0,005
2 461,8	100	0,025	0,035
2 469,3	100	0,055	–0,025
2 476,9	100	0,085	0,035
2 482,0	100	0,115	0,005
2 484,5	100	0,145	0,005
2 488,7	100	0,025	0,005
2 491,2	100	0,025	–0,025
2 496,3	100	–0,005	0,035
2 498,8	100	–0,035	0,005

2 501,3	100	0,025	0,005
2 503,9	100	0,025	0,035
2 511,4	100	0,055	–0,025
2 519,0	100	0,085	0,035
2 524,1	100	0,115	0,005
2 526,6	100	0,145	0,005
2 530,8	100	0,025	0,005
2 533,3	100	0,025	–0,025
2 538,4	100	–0,005	0,035
2 540,9	100	–0,035	0,005
2 543,4	100	0,025	0,005
2 546,0	100	0,025	0,035
2 553,5	100	0,055	–0,025
2 561,1	100	0,085	0,035
2 563,7	100	0,115	0,005
2 566,2	100	0,145	0,005
2 570,4	100	0,025	0,005
2 572,9	100	0,025	–0,025
2 578,0	100	–0,005	0,035
2 580,5	100	–0,035	0,005
2 583,0	100	0,025	0,005
2 585,5	100	0,025	0,035
2 593,1	100	0,055	–0,025
2 600,7	100	0,085	0,035
2 603,2	100	0,115	0,005
2 606,6	100	0,025	0,005
2 609,1	100	0,025	–0,025
2 614,2	100	–0,005	0,035
2 616,7	100	–0,035	0,005
2 619,2	100	0,025	0,005
2 621,8	100	0,025	0,035
2 629,3	100	0,055	–0,025
2 636,9	100	0,085	0,035
2 639,4	100	0,115	0,005
2 642,8	100	0,025	0,005
2 645,3	100	0,025	–0,025
2 650,4	100	–0,005	0,035
2 652,1	100	0,025	0,005
2 654,6	100	0,025	0,035
2 662,2	100	0,055	–0,025

2 669,8	100	0,085	0,035
2 672,3	100	0,115	0,005
2 675,7	100	0,025	0,005
2 678,2	100	0,025	-0,025
2 683,2	100	-0,005	0,035
2 684,9	100	0,025	0,005
2 687,4	100	0,025	0,035
2 695,0	100	0,055	-0,025
2 702,6	100	0,085	0,035
2 705,1	100	0,115	0,005
2 708,5	100	0,025	0,005
2 711,0	100	0,025	-0,025
2 716,1	100	-0,005	0,035
2 717,8	100	0,025	0,005
2 720,3	100	0,025	0,035
2 727,9	100	0,055	-0,025
2 735,5	100	0,085	0,035
2 738,0	100	0,115	0,005
2 741,3	100	0,025	0,005
2 743,9	100	0,025	-0,025
2 748,9	100	-0,005	0,035
2 750,6	100	0,025	0,005
2 753,1	100	0,025	0,035
2 760,7	100	0,055	-0,025
2 765,8	100	0,085	0,035
2 768,3	100	0,115	0,005
2 771,7	100	0,025	0,005
2 774,2	100	0,025	-0,025
2 779,2	100	-0,005	0,035
2 780,9	100	0,025	0,005
2 783,5	100	0,025	0,035
2 791,0	100	0,055	-0,025
2 796,1	100	0,085	0,035
2 798,6	100	0,115	0,005
2 802,0	100	0,025	0,005
2 804,5	100	0,025	-0,025
2 809,6	100	-0,005	0,035
2 811,2	100	0,025	0,005
2 813,8	100	0,025	0,035
2 821,4	100	0,055	-0,025

2 826,4	100	0,085	0,035
2 828,9	100	0,115	0,005
2 832,3	100	0,025	0,005
2 834,8	100	0,025	-0,025
2 839,9	100	-0,005	0,035
2 841,6	100	0,025	0,005
2 844,1	100	0,025	0,035
2 851,7	100	0,055	-0,025
2 856,7	100	0,085	0,035
2 859,2	100	0,115	0,005
2 862,6	100	0,025	0,005
2 865,1	100	0,025	-0,025
2 870,2	100	-0,005	0,035
2 871,9	100	0,025	0,005
2 874,4	100	0,025	0,035
2 882,0	100	0,055	-0,025
2 887,0	100	0,085	0,035
2 889,6	100	0,115	0,005
2 892,9	100	0,025	0,005
2 895,5	100	0,025	-0,025
2 900,5	100	-0,005	0,035
2 902,2	100	0,025	0,005
2 904,7	100	0,025	0,035
2 912,3	100	0,055	-0,025
2 917,4	100	0,085	0,035
2 919,9	100	0,115	0,005
2 923,3	100	0,025	0,005
2 925,8	100	0,025	-0,025
2 930,8	100	-0,005	0,035
2 932,5	100	0,025	0,005
2 935,0	100	0,025	0,035
2 942,6	100	0,055	-0,025
2 947,7	100	0,085	0,035
2 950,2	100	0,025	0,005
2 952,7	100	0,025	-0,025
2 957,8	100	-0,005	0,035
2 959,5	100	0,025	0,005
2 962,0	100	0,025	0,035
2 969,6	100	0,055	-0,025
2 974,6	100	0,085	0,035

2 977,2	100	0,025	0,005
2 979,7	100	0,025	-0,025
2 984,7	100	-0,005	0,035
2 986,4	100	0,025	0,005
2 988,9	100	0,025	0,035
2 996,5	100	0,055	-0,025
3 001,6	100	0,085	0,035
3 004,1	100	0,025	0,005
3 006,6	100	0,025	-0,025
3 011,7	100	-0,005	0,035
3 013,4	100	0,025	0,005
3 015,9	100	0,025	0,035
3 023,5	100	0,055	-0,025
3 028,5	100	0,085	0,035
3 031,0	100	0,025	0,005
3 036,1	100	0,025	0,005
3 041,2	100	-0,005	0,035
3 042,8	100	0,025	0,005
3 045,4	100	0,025	0,035
3 052,9	100	0,055	-0,025
3 058,0	100	0,085	0,035
3 060,5	100	0,025	0,005
3 065,6	100	0,025	0,005
3 070,6	100	-0,005	0,035
3 072,3	100	0,025	0,005
3 074,8	100	0,025	0,035
3 082,4	100	0,055	-0,025
3 087,5	100	0,085	0,035
3 090,0	100	0,025	0,005
3 095,1	100	0,025	0,005
3 100,1	100	-0,005	0,035
3 101,8	100	0,025	0,005
3 104,3	100	0,025	0,035
3 111,9	100	0,055	-0,025
3 116,9	100	0,085	0,035
3 119,5	100	0,025	0,005
3 124,5	100	0,025	0,005
3 129,6	100	-0,005	0,035
3 131,3	100	0,025	0,005
3 133,8	100	0,025	0,035

3 141,4	100	0,055	-0,025
3 146,4	100	0,085	0,035
3 149,0	100	0,025	0,005
3 154,0	100	0,025	0,005
3 159,1	100	-0,005	0,035
3 160,7	100	0,025	0,005
3 163,3	100	0,025	0,035
3 170,8	100	0,055	-0,025
3 175,9	100	0,085	0,035
3 178,4	100	0,025	0,005
3 183,5	100	0,025	0,005
3 188,5	100	-0,005	0,035
3 190,2	100	0,025	0,005
3 192,7	100	0,025	0,035
3 197,8	100	0,055	0,005
3 202,8	100	0,085	0,035
3 205,4	100	0,025	0,005
3 210,4	100	0,025	0,005
3 215,5	100	-0,005	0,035
3 217,2	100	0,025	0,005
3 219,7	100	0,025	0,035
3 224,7	100	0,055	0,005
3 229,8	100	0,085	0,035
3 232,3	100	0,025	0,005
3 237,4	100	0,025	0,005
3 242,4	100	-0,005	0,035
3 244,1	100	0,025	0,005
3 246,6	100	0,025	0,035
3 251,7	100	0,055	0,005
3 256,7	100	0,085	0,035
3 259,3	100	0,025	0,005
3 264,3	100	0,025	0,005
3 269,4	100	-0,005	0,035
3 271,1	100	0,025	0,005
3 273,6	100	0,025	0,035
3 278,6	100	0,055	0,005
3 283,7	100	0,085	0,035
3 286,2	100	0,025	0,005
3 291,3	100	0,025	0,005
3 296,3	100	-0,005	0,035

3 298,0	100	0,025	0,005
3 300,5	100	0,025	0,035
3 305,6	100	0,055	0,005
3 310,6	100	0,085	0,035
3 313,2	100	0,025	0,005
3 318,2	100	0,025	0,005
3 323,3	100	-0,005	0,035
3 325,0	100	0,025	0,005
3 327,5	100	0,025	0,035
3 332,5	100	0,055	0,005
3 335,1	100	0,085	0,005
3 337,6	100	0,025	0,005
3 342,6	100	0,025	0,005
3 347,7	100	-0,005	0,035
3 349,4	100	0,025	0,005
3 351,9	100	0,025	0,035
3 357,0	100	0,055	0,005
3 359,5	100	0,085	0,005
3 362,0	100	0,025	0,005
3 367,1	100	0,025	0,005
3 372,1	100	-0,005	0,035
3 373,8	100	0,025	0,005
3 376,3	100	0,025	0,035
3 381,4	100	0,055	0,005
3 383,9	100	0,085	0,005
3 386,4	100	0,025	0,005
3 391,5	100	0,025	0,005
3 394,0	100	-0,005	0,005
3 395,7	100	0,025	0,005
3 398,2	100	0,025	0,035
3 403,3	100	0,055	0,005
3 405,8	100	0,085	0,005
3 408,3	100	0,025	0,005
3 413,4	100	0,025	0,005
3 415,9	100	-0,005	0,005
3 417,6	100	0,025	0,005
3 420,1	100	0,025	0,035
3 425,2	100	0,055	0,005
3 427,7	100	0,085	0,005
3 430,2	100	0,025	0,005

3 435,3	100	0,025	0,005
3 437,8	100	-0,005	0,005
3 439,5	100	0,025	0,005
3 442,0	100	0,025	0,035
3 447,1	100	0,055	0,005
3 449,6	100	0,085	0,005
3 452,1	100	0,025	0,005
3 457,2	100	0,025	0,005
3 459,7	100	-0,005	0,005
3 461,4	100	0,025	0,005
3 463,9	100	0,025	0,035
3 469,0	100	0,055	0,005
3 471,5	100	0,085	0,005
3 474,0	100	0,025	0,005
3 479,1	100	0,025	0,005
3 481,6	100	-0,005	0,005
3 483,3	100	0,025	0,005
3 485,8	100	0,025	0,035
3 490,9	100	0,055	0,005
3 493,4	100	0,085	0,005
3 495,9	100	0,025	0,005
3 501,0	100	0,025	0,005
3 503,5	100	-0,005	0,005
3 505,2	100	0,025	0,005
3 507,7	100	0,025	0,035
3 512,8	100	0,055	0,005
3 515,3	100	0,085	0,005
3 517,8	100	0,025	0,005
3 522,9	100	0,025	0,005
3 525,4	100	-0,005	0,005
3 527,1	100	0,025	0,005
3 529,6	100	0,025	0,035
3 534,7	100	0,055	0,005
3 537,2	100	0,085	0,005
3 539,7	100	0,025	0,005
3 544,8	100	0,025	0,005
3 547,3	100	-0,005	0,005
3 549,0	100	0,025	0,005
3 551,5	100	0,025	0,035
3 556,6	100	0,055	0,005

3 559,1	100	0,085	0,005
3 561,6	100	0,025	0,005
3 566,7	100	0,025	0,005
3 569,2	100	- 0,005	0,005
3 570,9	100	0,025	0,005
3 573,4	100	0,025	0,035
3 578,5	100	0,055	0,005
3 581,0	100	0,085	0,005
3 583,5	100	0,025	0,005
3 588,6	100	0,025	0,005
3 591,1	100	- 0,005	0,005
3 592,8	100	0,025	0,005
3 595,3	100	0,025	0,035
3 600,3	100	0,055	0,005
3 602,9	100	0,085	0,005
3 605,4	100	0,025	0,005
3 610,5	100	0,025	0,005
3 613,0	100	- 0,005	0,005
3 614,7	100	0,025	0,005
3 617,2	100	0,025	0,035
3 619,7	100	0,055	0,005
3 622,2	100	0,085	0,005
3 624,8	100	0,025	0,005
3 629,8	100	0,025	0,005
3 632,3	100	- 0,005	0,005
3 634,0	100	0,025	0,005
3 636,6	100	0,025	0,035
3 639,1	100	0,055	0,005
3 641,6	100	0,085	0,005
3 644,1	100	0,025	0,005
3 649,2	100	0,025	0,005
3 651,7	100	- 0,005	0,005
3 653,4	100	0,025	0,005
3 655,9	100	0,025	0,035
3 658,5	100	0,055	0,005
3 661,0	100	0,085	0,005
3 663,5	100	0,025	0,005
3 668,6	100	0,025	0,005
3 671,1	100	- 0,005	0,005
3 672,8	100	0,025	0,005

3 675,3	100	0,025	0,035
3 677,8	100	0,055	0,005
3 680,4	100	0,085	0,005
3 682,9	100	0,025	0,005
3 687,9	100	0,025	0,005
3 690,5	100	- 0,005	0,005
3 692,1	100	0,025	0,005
3 694,7	100	0,025	0,035
3 697,2	100	0,055	0,005
3 699,7	100	0,085	0,005
3 702,2	100	0,025	0,005
3 707,3	100	0,025	0,005
3 709,8	100	- 0,005	0,005
3 711,5	100	0,025	0,005
3 714,0	100	0,025	0,035
3 716,6	100	0,055	0,005
3 719,1	100	0,085	0,005
3 721,6	100	0,025	0,005
3 726,7	100	0,025	0,005
3 729,2	100	- 0,005	0,005
3 730,9	100	0,025	0,005
3 733,4	100	0,025	0,035
3 735,9	100	0,055	0,005
3 738,5	100	0,085	0,005
3 741,0	100	0,025	0,005
3 746,0	100	0,025	0,005
3 748,6	100	- 0,005	0,005
3 750,3	100	0,025	0,005
3 752,8	100	0,025	0,035
3 755,3	100	0,055	0,005
3 757,8	100	0,085	0,005
3 760,4	100	0,025	0,005
3 765,4	100	0,025	0,005
3 767,9	100	- 0,005	0,005
3 769,6	100	0,025	0,005
3 772,1	100	0,025	0,035
3 774,7	100	0,055	0,005
3 777,2	100	0,085	0,005
3 779,7	100	0,025	0,005
3 784,8	100	0,025	0,005

3 787,3	100	– 0,005	0,005
3 789,0	100	0,025	0,005
3 791,5	100	0,025	0,035
3 794,0	100	0,055	0,005
3 796,6	100	0,085	0,005
3 799,1	100	0,025	0,005
3 804,1	100	0,025	0,005
3 806,7	100	– 0,005	0,005
3 808,4	100	0,025	0,005
3 810,9	100	0,025	0,035
3 813,4	100	0,055	0,005
3 815,9	100	0,085	0,005
3 818,5	100	0,025	0,005
3 823,5	100	0,025	0,005
3 826,0	100	– 0,005	0,005
3 827,7	100	0,025	0,005
3 830,3	100	0,025	0,035
3 832,8	100	0,055	0,005
3 835,3	100	0,085	0,005
3 837,8	100	0,025	0,005
3 842,9	100	0,025	0,005
3 845,4	100	– 0,005	0,005
3 847,1	100	0,025	0,005
3 849,6	100	0,025	0,035
3 852,2	100	0,055	0,005
3 854,7	100	0,085	0,005
3 857,2	100	0,025	0,005
3 862,3	100	0,025	0,005
3 864,8	100	– 0,005	0,005
3 866,5	100	0,025	0,005
3 869,0	100	0,025	0,035
3 871,5	100	0,055	0,005
3 873,2	100	0,025	0,005
3 878,3	100	0,025	0,005
3 880,8	100	– 0,005	0,005
3 882,5	100	0,025	0,005
3 885,0	100	0,025	0,035
3 887,5	100	0,055	0,005
3 889,2	100	0,025	0,005
3 894,3	100	0,025	0,005

3 896,8	100	– 0,005	0,005
3 898,5	100	0,025	0,005
3 901,0	100	0,025	0,035
3 903,5	100	0,055	0,005
3 905,2	100	0,025	0,005
3 910,3	100	0,025	0,005
3 912,8	100	– 0,005	0,005
3 914,5	100	0,025	0,005
3 917,0	100	0,025	0,035
3 919,5	100	0,055	0,005
3 921,2	100	0,025	0,005
3 926,3	100	0,025	0,005
3 928,8	100	– 0,005	0,005
3 930,5	100	0,025	0,005
3 933,0	100	0,025	0,035
3 935,5	100	0,055	0,005
3 937,2	100	0,025	0,005
3 942,3	100	0,025	0,005
3 944,8	100	– 0,005	0,005
3 946,5	100	0,025	0,005
3 951,5	100	0,025	0,005
3 954,1	100	0,055	0,005
3 955,7	100	0,025	0,005
3 960,8	100	0,025	0,005
3 963,3	100	– 0,005	0,005
3 965,0	100	0,025	0,005
4 015,0	60	0,000	0,000
5 188,3	60	0,025	0,005
5 221,7	60	0,025	0,365
5 291,3	60	0,055	– 0,355
5 358,1	60	0,085	0,335
5 416,6	60	0,115	– 0,325
5 458,3	60	0,145	0,245
5 486,2	60	0,175	– 0,085
5 497,3	60	0,205	0,065
5 505,6	60	0,235	– 0,025
5 511,2	60	0,265	0,035
5 514,0	60	0,295	0,005
5 523,3	60	0,025	0,005
5 562,2	60	0,025	– 0,415

5 637,4	60	-0,005	0,365
5 693,1	60	-0,035	-0,235
5 737,6	60	-0,065	0,215
5 779,3	60	-0,095	-0,235
5 801,6	60	-0,125	0,095
5 818,3	60	-0,155	-0,055
5 826,7	60	-0,185	0,035
5 835,0	60	-0,215	-0,025
5 837,8	60	-0,245	0,005
5 847,1	60	0,025	0,005
5 877,7	60	0,025	0,335
5 941,7	60	0,055	-0,325
5 991,8	60	0,085	0,275
6 033,6	60	0,115	-0,175
6 047,5	60	0,145	0,065
6 055,8	60	0,175	-0,025
6 061,4	60	0,205	0,035
6 067,0	60	0,235	0,005
6 074,4	60	0,025	0,005
6 107,8	60	0,025	-0,355
6 169,0	60	-0,005	0,335
6 202,4	60	-0,035	-0,175
6 227,5	60	-0,065	0,095
6 246,9	60	-0,095	-0,085
6 258,1	60	-0,125	0,065
6 266,4	60	-0,155	-0,025
6 269,2	60	-0,185	0,005
6 276,6	60	0,025	0,005
6 307,3	60	0,025	0,335
6 360,1	60	0,055	-0,265
6 404,7	60	0,085	0,245
6 429,7	60	0,115	-0,085
6 440,9	60	0,145	0,035
6 446,4	60	0,175	0,005
6 452,0	60	0,205	0,035
6 454,8	60	0,235	0,005
6 462,2	60	0,025	0,005
6 490,0	60	0,025	-0,295
6 542,9	60	-0,005	0,275
6 562,4	60	-0,035	-0,085

6 576,3	60	-0,065	0,065
6 587,4	60	-0,095	-0,055
6 595,8	60	-0,125	0,035
6 601,4	60	-0,155	0,005
6 604,1	60	-0,185	0,005
6 611,6	60	0,025	0,005
6 636,6	60	0,025	0,275
6 686,7	60	0,055	-0,235
6 725,7	60	0,085	0,215
6 739,6	60	0,115	-0,055
6 745,2	60	0,145	0,035
6 750,7	60	0,175	0,005
6 753,5	60	0,205	0,005
6 760,0	60	0,025	0,005
6 785,1	60	0,025	-0,265
6 835,2	60	-0,005	0,275
6 849,1	60	-0,035	-0,055
6 857,4	60	-0,065	0,035
6 865,8	60	-0,095	-0,025
6 871,3	60	-0,125	0,035
6 874,1	60	-0,155	0,005
6 880,6	60	0,025	0,005
6 905,7	60	0,025	0,275
6 950,2	60	0,055	-0,205
6 983,6	60	0,085	0,185
6 994,7	60	0,115	-0,025
7 000,3	60	0,145	0,035
7 005,9	60	0,175	0,005
7 008,7	60	0,205	0,005
7 015,2	60	0,025	0,005
7 040,2	60	0,025	-0,265
7 082,0	60	-0,005	0,215
7 093,1	60	-0,035	-0,025
7 101,4	60	-0,065	0,035
7 109,8	60	-0,095	-0,025
7 115,4	60	-0,125	0,035
7 118,1	60	-0,155	0,005
7 124,6	60	0,025	0,005
7 146,9	60	0,025	0,245
7 185,9	60	0,055	-0,175

7 213,7	60	0,085	0,155
7 224,8	60	0,115	–0,025
7 230,4	60	0,145	0,035
7 233,2	60	0,175	0,005
7 238,7	60	0,025	0,005
7 261,0	60	0,025	–0,235
7 297,2	60	–0,005	0,185
7 305,5	60	–0,035	–0,025
7 313,9	60	–0,065	0,035
7 319,5	60	–0,095	0,005
7 325,0	60	–0,125	0,035
7 327,8	60	–0,155	0,005
7 334,3	60	0,025	0,005
7 353,8	60	0,025	0,215
7 392,8	60	0,055	–0,175
7 412,2	60	0,085	0,095
7 420,6	60	0,115	–0,025
7 426,2	60	0,145	0,035
7 428,9	60	0,175	0,005
7 434,5	60	0,025	0,005
7 454,0	60	0,025	–0,205
7 490,2	60	–0,005	0,185
7 498,5	60	–0,035	–0,025
7 506,9	60	–0,065	0,035
7 512,4	60	–0,095	0,005
7 515,2	60	–0,125	0,005
7 520,8	60	0,025	0,005
7 540,3	60	0,025	0,215
7 576,5	60	0,055	–0,175
7 595,9	60	0,085	0,095
7 601,5	60	0,115	0,005
7 607,1	60	0,145	0,035
7 609,9	60	0,175	0,005
7 615,4	60	0,025	0,005
7 634,9	60	0,025	–0,205
7 665,5	60	–0,005	0,155
7 673,9	60	–0,035	–0,025
7 679,4	60	–0,065	0,035
7 685,0	60	–0,095	0,005
7 687,8	60	–0,125	0,005

7 693,4	60	0,025	0,005
7 712,8	60	0,025	0,215
7 749,0	60	0,055	–0,175
7 765,7	60	0,085	0,095
7 771,3	60	0,115	0,005
7 774,1	60	0,145	0,005
7 776,9	60	0,175	0,005
7 782,4	60	0,025	0,005
7 801,9	60	0,025	–0,205
7 832,5	60	–0,005	0,155
7 840,9	60	–0,035	–0,025
7 846,4	60	–0,065	0,035
7 849,2	60	–0,095	0,005
7 852,0	60	–0,125	0,005
7 857,6	60	0,025	0,005
7 877,1	60	0,025	0,215
7 910,5	60	0,055	–0,145
7 924,4	60	0,085	0,065
7 929,9	60	0,115	0,005
7 932,7	60	0,145	0,005
7 937,4	60	0,025	0,005
7 954,1	60	0,025	–0,175
7 984,7	60	–0,005	0,155
7 993,0	60	–0,035	–0,025
7 998,6	60	–0,065	0,035
8 001,4	60	–0,095	0,005
8 004,2	60	–0,125	0,005
8 009,7	60	0,025	0,005
8 026,4	60	0,025	0,185
8 057,1	60	0,055	–0,145
8 068,2	60	0,085	0,065
8 073,8	60	0,115	0,005
8 076,5	60	0,145	0,005
8 081,2	60	0,025	0,005
8 097,9	60	0,025	–0,175
8 122,9	60	–0,005	0,125
8 128,5	60	–0,035	0,005
8 134,1	60	–0,065	0,035
8 136,8	60	–0,095	0,005
8 139,6	60	–0,125	0,005

8 145,2	60	0,025	0,005
8 161,9	60	0,025	0,185
8 192,5	60	0,055	–0,145
8 203,6	60	0,085	0,065
8 209,2	60	0,115	0,005
8 212,0	60	0,145	0,005
8 216,6	60	0,025	0,005
8 233,3	60	0,025	–0,175
8 255,6	60	–0,005	0,125
8 261,2	60	–0,035	0,005
8 266,7	60	–0,065	0,035
8 269,5	60	–0,095	0,005
8 272,3	60	–0,125	0,005
8 277,9	60	0,025	0,005
8 294,6	60	0,025	0,185
8 322,4	60	0,055	–0,115
8 333,5	60	0,085	0,065
8 339,1	60	0,115	0,005
8 341,9	60	0,145	0,005
8 346,5	60	0,025	0,005
8 360,4	60	0,025	–0,145
8 382,7	60	–0,005	0,125
8 388,3	60	–0,035	0,005
8 391,1	60	–0,065	0,005
8 393,8	60	–0,095	0,005
8 398,5	60	0,025	0,005
8 415,2	60	0,025	0,185
8 440,2	60	0,055	–0,115
8 451,4	60	0,085	0,065
8 456,9	60	0,115	0,005
8 460,6	60	0,025	0,005
8 474,6	60	0,025	–0,145
8 494,0	60	–0,005	0,095
8 499,6	60	–0,035	0,005
8 502,4	60	–0,065	0,005
8 505,2	60	–0,095	0,005
8 509,8	60	0,025	0,005
8 523,7	60	0,025	0,155
8 548,8	60	0,055	–0,115
8 557,1	60	0,085	0,035

8 562,7	60	0,115	0,005
8 566,4	60	0,025	0,005
8 580,3	60	0,025	–0,145
8 599,8	60	–0,005	0,095
8 605,4	60	–0,035	0,005
8 608,2	60	–0,065	0,005
8 610,9	60	–0,095	0,005
8 615,6	60	0,025	0,005
8 629,5	60	0,025	0,155
8 654,5	60	0,055	–0,115
8 662,9	60	0,085	0,035
8 665,7	60	0,115	0,005
8 669,4	60	0,025	0,005
8 683,3	60	0,025	–0,145
8 702,8	60	–0,005	0,095
8 708,4	60	–0,035	0,005
8 711,1	60	–0,065	0,005
8 713,9	60	–0,095	0,005
8 718,6	60	0,025	0,005
8 732,5	60	0,025	0,155
8 752,0	60	0,055	–0,085
8 760,3	60	0,085	0,035
8 763,1	60	0,115	0,005
8 766,8	60	0,025	0,005
8 780,7	60	0,025	–0,145
8 797,4	60	–0,005	0,095
8 800,2	60	–0,035	0,005
8 803,0	60	–0,065	0,005
8 806,7	60	0,025	0,005
8 820,6	60	0,025	0,155
8 840,1	60	0,055	–0,085
8 848,5	60	0,085	0,035
8 851,2	60	0,115	0,005
8 854,9	60	0,025	0,005
8 866,1	60	0,025	–0,115
8 882,8	60	–0,005	0,095
8 885,6	60	–0,035	0,005
8 888,3	60	–0,065	0,005
8 892,1	60	0,025	0,005
8 906,0	60	0,025	0,155

8 925,5	60	0,055	– 0,085
8 933,8	60	0,085	0,035
8 936,6	60	0,115	0,005
8 940,3	60	0,025	0,005
8 951,4	60	0,025	– 0,115
8 968,1	60	– 0,005	0,095
8 970,9	60	– 0,035	0,005
8 973,7	60	– 0,065	0,005
8 977,4	60	0,025	0,005
8 988,5	60	0,025	0,125
9 008,0	60	0,055	– 0,085
9 013,6	60	0,085	0,035
9 016,4	60	0,115	0,005
9 020,1	60	0,025	0,005
9 031,2	60	0,025	– 0,115
9 045,1	60	– 0,005	0,065
9 047,9	60	– 0,035	0,005
9 050,7	60	– 0,065	0,005
9 054,4	60	0,025	0,005
9 065,6	60	0,025	0,125
9 085,0	60	0,055	– 0,085
9 090,6	60	0,085	0,035
9 093,4	60	0,115	0,005
9 097,1	60	0,025	0,005
9 108,2	60	0,025	– 0,115
9 122,1	60	– 0,005	0,065
9 124,9	60	– 0,035	0,005
9 127,7	60	– 0,065	0,005
9 131,4	60	0,025	0,005
9 142,6	60	0,025	0,125
9 162,0	60	0,055	– 0,085
9 167,6	60	0,085	0,035
9 170,4	60	0,115	0,005
9 174,1	60	0,025	0,005
9 185,2	60	0,025	– 0,115
9 199,2	60	– 0,005	0,065
9 201,9	60	– 0,035	0,005
9 204,7	60	0,025	0,005
9 215,9	60	0,025	0,125
9 235,3	60	0,055	– 0,085

9 240,9	60	0,085	0,035
9 243,7	60	0,025	0,005
9 254,8	60	0,025	– 0,115
9 268,7	60	– 0,005	0,065
9 271,5	60	– 0,035	0,005
9 274,3	60	0,025	0,005
9 282,7	60	0,025	0,095
9 299,4	60	0,055	– 0,055
9 304,9	60	0,085	0,035
9 307,7	60	0,025	0,005
9 318,8	60	0,025	– 0,115
9 332,8	60	– 0,005	0,065
9 335,5	60	– 0,035	0,005
9 338,3	60	0,025	0,005
9 346,7	60	0,025	0,095
9 363,4	60	0,055	– 0,055
9 368,9	60	0,085	0,035
9 371,7	60	0,025	0,005
9 380,1	60	0,025	– 0,085
9 394,0	60	– 0,005	0,065
9 396,8	60	– 0,035	0,005
9 399,6	60	0,025	0,005
9 407,9	60	0,025	0,095
9 421,8	60	0,055	– 0,055
9 427,4	60	0,085	0,035
9 430,2	60	0,025	0,005
9 438,5	60	0,025	– 0,085
9 449,7	60	– 0,005	0,065
9 452,4	60	– 0,035	0,005
9 455,2	60	0,025	0,005
9 463,6	60	0,025	0,095
9 477,5	60	0,055	– 0,055
9 483,1	60	0,085	0,035
9 485,8	60	0,025	0,005
9 494,2	60	0,025	– 0,085
9 505,3	60	– 0,005	0,065
9 508,1	60	– 0,035	0,005
9 510,9	60	0,025	0,005
9 519,2	60	0,025	0,095
9 533,2	60	0,055	– 0,055

9 538,7	60	0,085	0,035
9 541,5	60	0,025	0,005
9 549,9	60	0,025	-0,085
9 561,0	60	-0,005	0,065
9 563,8	60	-0,035	0,005
9 566,6	60	0,025	0,005
9 574,9	60	0,025	0,095
9 588,8	60	0,055	-0,055
9 594,4	60	0,085	0,035
9 597,2	60	0,025	0,005
9 605,5	60	0,025	-0,085
9 616,7	60	-0,005	0,065
9 619,4	60	-0,035	0,005
9 622,2	60	0,025	0,005
9 630,6	60	0,025	0,095
9 644,5	60	0,055	-0,055
9 650,1	60	0,085	0,035
9 652,8	60	0,025	0,005
9 661,2	60	0,025	-0,085
9 669,5	60	-0,005	0,035
9 672,3	60	-0,035	0,005
9 675,1	60	0,025	0,005
9 683,5	60	0,025	0,095
9 697,4	60	0,055	-0,055
9 700,2	60	0,085	0,005
9 702,9	60	0,025	0,005
9 708,5	60	0,025	-0,055
9 716,9	60	-0,005	0,035
9 719,6	60	-0,035	0,005
9 722,4	60	0,025	0,005
9 730,8	60	0,025	0,095
9 744,7	60	0,055	-0,055
9 747,5	60	0,085	0,005
9 750,3	60	0,025	0,005
9 755,8	60	0,025	-0,055
9 764,2	60	-0,005	0,035
9 767,0	60	-0,035	0,005
9 769,7	60	0,025	0,005
9 778,1	60	0,025	0,095
9 792,0	60	0,055	-0,055

9 794,8	60	0,085	0,005
9 797,6	60	0,025	0,005
9 803,1	60	0,025	-0,055
9 811,5	60	-0,005	0,035
9 814,3	60	-0,035	0,005
9 817,1	60	0,025	0,005
9 825,4	60	0,025	0,095
9 839,3	60	0,055	-0,055
9 842,1	60	0,085	0,005
9 844,9	60	0,025	0,005
9 850,5	60	0,025	-0,055
9 858,8	60	-0,005	0,035
9 861,6	60	-0,035	0,005
9 864,4	60	0,025	0,005
9 869,9	60	0,025	0,065
9 883,9	60	0,055	-0,055
9 886,6	60	0,085	0,005
9 889,4	60	0,025	0,005
9 895,0	60	0,025	-0,055
9 903,3	60	-0,005	0,035
9 906,1	60	-0,035	0,005
9 908,9	60	0,025	0,005
9 914,5	60	0,025	0,065
9 925,6	60	0,055	-0,025
9 928,4	60	0,085	0,005
9 931,2	60	0,025	0,005
9 936,7	60	0,025	-0,055
9 945,1	60	-0,005	0,035
9 947,9	60	-0,035	0,005
9 950,7	60	0,025	0,005
9 956,2	60	0,025	0,065
9 967,4	60	0,055	-0,025
9 970,1	60	0,085	0,005
9 972,9	60	0,025	0,005
9 978,5	60	0,025	-0,055
9 986,8	60	-0,005	0,035
9 989,6	60	-0,035	0,005
9 992,4	60	0,025	0,005
9 998,0	60	0,025	0,065
10 009,1	60	0,055	-0,025

10 011,9	60	0,085	0,005
10 014,7	60	0,025	0,005
10 020,2	60	0,025	-0,055
10 028,6	60	-0,005	0,035
10 030,4	60	0,025	0,005
10 036,0	60	0,025	0,065
10 047,1	60	0,055	-0,025
10 049,9	60	0,085	0,005
10 052,7	60	0,025	0,005
10 058,3	60	0,025	-0,055
10 066,6	60	-0,005	0,035
10 068,5	60	0,025	0,005
10 074,1	60	0,025	0,065
10 085,2	60	0,055	-0,025
10 088,0	60	0,085	0,005
10 090,8	60	0,025	0,005
10 096,3	60	0,025	-0,055
10 104,7	60	-0,005	0,035
10 106,5	60	0,025	0,005
10 112,1	60	0,025	0,065
10 123,2	60	0,055	-0,025
10 126,0	60	0,085	0,005
10 128,8	60	0,025	0,005
10 134,4	60	0,025	-0,055
10 142,7	60	-0,005	0,035
10 144,6	60	0,025	0,005
10 150,1	60	0,025	0,065
10 161,3	60	0,055	-0,025
10 164,0	60	0,085	0,005
10 166,8	60	0,025	0,005
10 172,4	60	0,025	-0,055
10 180,7	60	-0,005	0,035
10 182,6	60	0,025	0,005
10 188,2	60	0,025	0,065
10 196,5	60	0,055	-0,025
10 199,3	60	0,085	0,005
10 202,1	60	0,025	0,005
10 207,7	60	0,025	-0,055
10 216,0	60	-0,005	0,035
10 217,9	60	0,025	0,005

10 223,4	60	0,025	0,065
10 231,8	60	0,055	-0,025
10 234,6	60	0,085	0,005
10 237,3	60	0,025	0,005
10 242,9	60	0,025	-0,055
10 251,3	60	-0,005	0,035
10 253,1	60	0,025	0,005
10 258,7	60	0,025	0,065
10 267,0	60	0,055	-0,025
10 269,8	60	0,085	0,005
10 272,6	60	0,025	0,005
10 278,2	60	0,025	-0,055
10 286,5	60	-0,005	0,035
10 288,4	60	0,025	0,005
10 293,9	60	0,025	0,065
10 302,3	60	0,055	-0,025
10 305,1	60	0,085	0,005
10 307,9	60	0,025	0,005
10 313,4	60	0,025	-0,055
10 321,8	60	-0,005	0,035
10 323,6	60	0,025	0,005
10 329,2	60	0,025	0,065
10 337,5	60	0,055	-0,025
10 340,3	60	0,085	0,005
10 343,1	60	0,025	0,005
10 348,7	60	0,025	-0,055
10 357,0	60	-0,005	0,035
10 358,9	60	0,025	0,005
10 364,4	60	0,025	0,065
10 372,8	60	0,055	-0,025
10 375,6	60	0,085	0,005
10 378,4	60	0,025	0,005
10 383,9	60	0,025	-0,055
10 392,3	60	-0,005	0,035
10 394,1	60	0,025	0,005
10 399,7	60	0,025	0,065
10 408,1	60	0,055	-0,025
10 410,8	60	0,085	0,005
10 413,6	60	0,025	0,005
10 419,2	60	0,025	-0,055

10 427,5	60	– 0,005	0,035
10 429,4	60	0,025	0,005
10 435,0	60	0,025	0,065
10 443,3	60	0,055	– 0,025
10 446,1	60	0,085	0,005
10 448,9	60	0,025	0,005
10 454,4	60	0,025	– 0,055
10 462,8	60	– 0,005	0,035
10 464,6	60	0,025	0,005
10 470,2	60	0,025	0,065
10 478,6	60	0,055	– 0,025
10 481,3	60	0,085	0,005
10 484,1	60	0,025	0,005
10 489,7	60	0,025	– 0,055
10 498,0	60	– 0,005	0,035
10 499,9	60	0,025	0,005
10 505,5	60	0,025	0,065
10 513,8	60	0,055	– 0,025
10 516,6	60	0,085	0,005
10 519,4	60	0,025	0,005
10 525,0	60	0,025	– 0,055
10 533,3	60	– 0,005	0,035
10 535,2	60	0,025	0,005
10 540,7	60	0,025	0,065
10 549,1	60	0,055	– 0,025
10 551,9	60	0,085	0,005
10 554,6	60	0,025	0,005
10 560,2	60	0,025	– 0,055
10 568,6	60	– 0,005	0,035
10 570,4	60	0,025	0,005
10 576,0	60	0,025	0,065
10 584,3	60	0,055	– 0,025
10 586,2	60	0,025	0,005
10 589,0	60	0,025	– 0,025
10 597,3	60	– 0,005	0,035
10 599,2	60	0,025	0,005
10 604,7	60	0,025	0,065
10 613,1	60	0,055	– 0,025
10 615,0	60	0,025	0,005
10 617,7	60	0,025	– 0,025

10 626,1	60	– 0,005	0,035
10 627,9	60	0,025	0,005
10 633,5	60	0,025	0,065
10 641,9	60	0,055	– 0,025
10 643,7	60	0,025	0,005
10 646,5	60	0,025	– 0,025
10 654,8	60	– 0,005	0,035
10 656,7	60	0,025	0,005
10 662,3	60	0,025	0,065
10 670,6	60	0,055	– 0,025
10 672,5	60	0,025	0,005
10 675,3	60	0,025	– 0,025
10 683,6	60	– 0,005	0,035
10 685,5	60	0,025	0,005
10 691,0	60	0,025	0,065
10 699,4	60	0,055	– 0,025
10 701,2	60	0,025	0,005
10 704,0	60	0,025	– 0,025
10 712,4	60	– 0,005	0,035
10 714,2	60	0,025	0,005
10 719,8	60	0,025	0,065
10 728,1	60	0,055	– 0,025
10 730,0	60	0,025	0,005
10 732,8	60	0,025	– 0,025
10 741,1	60	– 0,005	0,035
10 743,0	60	0,025	0,005
10 748,6	60	0,025	0,065
10 756,9	60	0,055	– 0,025
10 758,8	60	0,025	0,005
10 761,5	60	0,025	– 0,025
10 769,9	60	– 0,005	0,035
10 771,7	60	0,025	0,005
10 777,3	60	0,025	0,065
10 785,7	60	0,055	– 0,025
10 787,5	60	0,025	0,005
10 790,3	60	0,025	– 0,025
10 798,7	60	– 0,005	0,035
10 800,5	60	0,025	0,005
10 806,1	60	0,025	0,065
10 814,4	60	0,055	– 0,025

10 816,3	60	0,025	0,005
10 819,1	60	0,025	-0,025
10 827,4	60	-0,005	0,035
10 829,3	60	0,025	0,005
10 834,8	60	0,025	0,065
10 843,2	60	0,055	-0,025
10 845,0	60	0,025	0,005
10 847,8	60	0,025	-0,025
10 856,2	60	-0,005	0,035
10 858,0	60	0,025	0,005
10 863,6	60	0,025	0,065
10 871,9	60	0,055	-0,025
10 873,8	60	0,025	0,005
10 876,6	60	0,025	-0,025
10 884,9	60	-0,005	0,035
10 886,8	60	0,025	0,005
10 889,6	60	0,025	0,035
10 897,9	60	0,055	-0,025
10 899,8	60	0,025	0,005
10 902,6	60	0,025	-0,025
10 908,1	60	-0,005	0,035
10 910,0	60	0,025	0,005
10 912,8	60	0,025	0,035
10 921,1	60	0,055	-0,025
10 923,0	60	0,025	0,005
10 925,8	60	0,025	-0,025
10 931,3	60	-0,005	0,035
10 933,2	60	0,025	0,005
10 936,0	60	0,025	0,035
10 944,3	60	0,055	-0,025
10 946,2	60	0,025	0,005
10 949,0	60	0,025	-0,025
10 954,5	60	-0,005	0,035
10 956,4	60	0,025	0,005
10 959,2	60	0,025	0,035
10 967,5	60	0,055	-0,025
10 969,4	60	0,025	0,005
10 972,1	60	0,025	-0,025
10 977,7	60	-0,005	0,035
10 979,6	60	0,025	0,005

10 982,4	60	0,025	0,035
10 990,7	60	0,055	-0,025
10 992,6	60	0,025	0,005
10 995,3	60	0,025	-0,025
11 000,9	60	-0,005	0,035
11 002,8	60	0,025	0,005
11 005,5	60	0,025	0,035
11 013,9	60	0,055	-0,025
11 015,8	60	0,025	0,005
11 018,5	60	0,025	-0,025
11 024,1	60	-0,005	0,035
11 026,0	60	0,025	0,005
11 028,7	60	0,025	0,035
11 037,1	60	0,055	-0,025
11 038,9	60	0,025	0,005
11 041,7	60	0,025	-0,025
11 047,3	60	-0,005	0,035
11 049,2	60	0,025	0,005
11 051,9	60	0,025	0,035
11 057,5	60	0,055	0,005
11 059,4	60	0,025	0,005
11 062,1	60	0,025	-0,025
11 067,7	60	-0,005	0,035
11 069,6	60	0,025	0,005
11 072,3	60	0,025	0,035
11 077,9	60	0,055	0,005
11 079,8	60	0,025	0,005
11 082,6	60	0,025	-0,025
11 088,1	60	-0,005	0,035
11 090,0	60	0,025	0,005
11 092,8	60	0,025	0,035
11 098,3	60	0,055	0,005
11 100,2	60	0,025	0,005
11 103,0	60	0,025	-0,025
11 108,5	60	-0,005	0,035
11 110,4	60	0,025	0,005
11 113,2	60	0,025	0,035
11 118,7	60	0,055	0,005
11 120,6	60	0,025	0,005
11 123,4	60	0,025	-0,025

11 128,9	60	-0,005	0,035
11 130,8	60	0,025	0,005
11 133,6	60	0,025	0,035
11 139,1	60	0,055	0,005
11 141,0	60	0,025	0,005
11 143,8	60	0,025	-0,025
11 149,4	60	-0,005	0,035
11 151,2	60	0,025	0,005
11 154,0	60	0,025	0,035
11 159,6	60	0,055	0,005
11 161,4	60	0,025	0,005
11 164,2	60	0,025	-0,025
11 169,8	60	-0,005	0,035
11 171,6	60	0,025	0,005
11 174,4	60	0,025	0,035
11 180,0	60	0,055	0,005
11 181,8	60	0,025	0,005
11 184,6	60	0,025	-0,025
11 187,4	60	-0,005	0,005
11 189,2	60	0,025	0,005
11 192,0	60	0,025	0,035
11 197,6	60	0,055	0,005
11 199,5	60	0,025	0,005
11 202,2	60	0,025	-0,025
11 205,0	60	-0,005	0,005
11 206,9	60	0,025	0,005
11 209,7	60	0,025	0,035
11 215,2	60	0,055	0,005
11 217,1	60	0,025	0,005
11 219,9	60	0,025	-0,025
11 222,6	60	-0,005	0,005
11 224,5	60	0,025	0,005
11 227,3	60	0,025	0,035
11 232,9	60	0,055	0,005
11 234,7	60	0,025	0,005
11 237,5	60	0,025	-0,025
11 240,3	60	-0,005	0,005
11 242,1	60	0,025	0,005
11 244,9	60	0,025	0,035
11 250,5	60	0,055	0,005

11 252,3	60	0,025	0,005
11 255,1	60	0,025	-0,025
11 257,9	60	-0,005	0,005
11 259,8	60	0,025	0,005
11 262,5	60	0,025	0,035
11 268,1	60	0,055	0,005
11 270,0	60	0,025	0,005
11 272,7	60	0,025	-0,025
11 275,5	60	-0,005	0,005
11 277,4	60	0,025	0,005
11 280,2	60	0,025	0,035
11 285,7	60	0,055	0,005
11 287,6	60	0,025	0,005
11 290,4	60	0,025	-0,025
11 293,2	60	-0,005	0,005
11 295,0	60	0,025	0,005
11 297,8	60	0,025	0,035
11 303,4	60	0,055	0,005
11 305,2	60	0,025	0,005
11 308,0	60	0,025	-0,025
11 310,8	60	-0,005	0,005
11 312,6	60	0,025	0,005
11 315,4	60	0,025	0,035
11 321,0	60	0,055	0,005
11 322,8	60	0,025	0,005
11 325,6	60	0,025	-0,025
11 328,4	60	-0,005	0,005
11 330,3	60	0,025	0,005
11 333,1	60	0,025	0,035
11 338,6	60	0,055	0,005
11 340,5	60	0,025	0,005
11 343,3	60	0,025	-0,025
11 346,0	60	-0,005	0,005
11 347,9	60	0,025	0,005
11 350,7	60	0,025	0,035
11 356,2	60	0,055	0,005
11 358,1	60	0,025	0,005
11 360,9	60	0,025	-0,025
11 363,7	60	-0,005	0,005
11 365,5	60	0,025	0,005

11 368,3	60	0,025	0,035
11 371,1	60	0,055	0,005
11 372,9	60	0,025	0,005
11 375,7	60	0,025	-0,025
11 378,5	60	-0,005	0,005
11 380,4	60	0,025	0,005
11 383,2	60	0,025	0,035
11 385,9	60	0,055	0,005
11 387,8	60	0,025	0,005
11 390,6	60	0,025	-0,025
11 393,4	60	-0,005	0,005
11 395,2	60	0,025	0,005
11 398,0	60	0,025	0,035
11 400,8	60	0,055	0,005
11 402,6	60	0,025	0,005
11 405,4	60	0,025	-0,025
11 408,2	60	-0,005	0,005
11 410,1	60	0,025	0,005
11 412,8	60	0,025	0,035
11 415,6	60	0,055	0,005
11 417,5	60	0,025	0,005
11 420,3	60	0,025	-0,025
11 423,0	60	-0,005	0,005
11 424,9	60	0,025	0,005
11 427,7	60	0,025	0,035
11 430,5	60	0,055	0,005
11 432,3	60	0,025	0,005
11 435,1	60	0,025	-0,025
11 437,9	60	-0,005	0,005
11 439,7	60	0,025	0,005
11 442,5	60	0,025	0,035
11 445,3	60	0,055	0,005
11 447,2	60	0,025	0,005
11 450,0	60	0,025	-0,025
11 452,7	60	-0,005	0,005
11 454,6	60	0,025	0,005
11 457,4	60	0,025	0,035
11 460,2	60	0,055	0,005
11 462,0	60	0,025	0,005
11 464,8	60	0,025	-0,025

11 467,6	60	-0,005	0,005
11 469,4	60	0,025	0,005
11 472,2	60	0,025	0,035
11 475,0	60	0,055	0,005
11 476,9	60	0,025	0,005
11 479,6	60	0,025	-0,025
11 482,4	60	-0,005	0,005
11 484,3	60	0,025	0,005
11 487,1	60	0,025	0,035
11 489,8	60	0,055	0,005
11 491,7	60	0,025	0,005
11 494,5	60	0,025	-0,025
11 497,3	60	-0,005	0,005
11 499,1	60	0,025	0,005
11 501,9	60	0,025	0,035
11 504,7	60	0,055	0,005
11 506,6	60	0,025	0,005
11 509,3	60	0,025	-0,025
11 512,1	60	-0,005	0,005
11 514,0	60	0,025	0,005
11 516,8	60	0,025	0,035
11 519,5	60	0,055	0,005
11 521,4	60	0,025	0,005
11 524,2	60	0,025	-0,025
11 527,0	60	-0,005	0,005
11 528,8	60	0,025	0,005
11 531,6	60	0,025	0,035
11 534,4	60	0,055	0,005
11 536,2	60	0,025	0,005
11 539,0	60	0,025	-0,025
11 541,8	60	-0,005	0,005
11 543,7	60	0,025	0,005
11 546,4	60	0,025	0,035
11 549,2	60	0,055	0,005
11 551,1	60	0,025	0,005
11 553,9	60	0,025	-0,025
11 556,7	60	-0,005	0,005
11 558,5	60	0,025	0,005
11 561,3	60	0,025	0,035
11 564,1	60	0,055	0,005

11 565,9	60	0,025	0,005
11 568,7	60	0,025	-0,025
11 571,5	60	-0,005	0,005
11 573,4	60	0,025	0,005
11 576,1	60	0,025	0,035
11 578,9	60	0,055	0,005
11 580,8	60	0,025	0,005
11 583,6	60	0,025	-0,025
11 586,3	60	-0,005	0,005
11 588,2	60	0,025	0,005
11 591,0	60	0,025	0,035
11 593,8	60	0,055	0,005
11 595,6	60	0,025	0,005
11 598,4	60	0,025	-0,025
11 601,2	60	-0,005	0,005
11 603,0	60	0,025	0,005
11 605,8	60	0,025	0,035
11 608,6	60	0,055	0,005
11 610,5	60	0,025	0,005
11 613,2	60	0,025	-0,025
11 616,0	60	-0,005	0,005
11 617,9	60	0,025	0,005
11 620,7	60	0,025	0,035
11 623,5	60	0,055	0,005
11 625,3	60	0,025	0,005
11 628,1	60	0,025	-0,025
11 630,9	60	-0,005	0,005
11 632,7	60	0,025	0,005
11 635,5	60	0,025	0,035
11 638,3	60	0,055	0,005
11 640,2	60	0,025	0,005
11 642,9	60	0,025	-0,025
11 645,7	60	-0,005	0,005
11 647,6	60	0,025	0,005
11 650,4	60	0,025	0,035
11 653,1	60	0,055	0,005
11 655,0	60	0,025	0,005
11 657,8	60	0,025	-0,025
11 660,6	60	-0,005	0,005
11 662,4	60	0,025	0,005

11 665,2	60	0,025	0,035
11 668,0	60	0,055	0,005
11 669,8	60	0,025	0,005
11 672,6	60	0,025	-0,025
11 675,4	60	-0,005	0,005
11 677,3	60	0,025	0,005
11 680,0	60	0,025	0,035
11 682,8	60	0,055	0,005
11 684,7	60	0,025	0,005
11 687,5	60	0,025	-0,025
11 690,3	60	-0,005	0,005
11 692,1	60	0,025	0,005
11 694,9	60	0,025	0,035
11 697,7	60	0,055	0,005
11 699,5	60	0,025	0,005
11 702,3	60	0,025	-0,025
11 705,1	60	-0,005	0,005
11 707,0	60	0,025	0,005
11 709,7	60	0,025	0,035
11 712,5	60	0,055	0,005
11 714,4	60	0,025	0,005
11 717,2	60	0,025	-0,025
11 719,9	60	-0,005	0,005
11 721,8	60	0,025	0,005
11 724,6	60	0,025	0,035
11 727,4	60	0,055	0,005
11 729,2	60	0,025	0,005
11 732,0	60	0,025	-0,025
11 734,8	60	-0,005	0,005
11 736,6	60	0,025	0,005
11 739,4	60	0,025	0,035
11 742,2	60	0,055	0,005
11 744,1	60	0,025	0,005
11 746,8	60	0,025	-0,025
11 749,6	60	-0,005	0,005
11 751,5	60	0,025	0,005
11 754,3	60	0,025	0,035
11 757,1	60	0,055	0,005
11 758,9	60	0,025	0,005
11 761,7	60	0,025	-0,025

11 764,5	60	– 0,005	0,005
11 766,3	60	0,025	0,005
11 769,1	60	0,025	0,035
11 771,9	60	0,055	0,005
11 773,8	60	0,025	0,005
11 776,5	60	0,025	– 0,025
11 779,3	60	– 0,005	0,005
11 781,2	60	0,025	0,005
11 784,0	60	0,025	0,035
11 786,7	60	0,055	0,005
11 788,6	60	0,025	0,005
11 791,4	60	0,025	– 0,025
11 794,2	60	– 0,005	0,005
11 796,0	60	0,025	0,005
11 798,8	60	0,025	0,035
11 801,6	60	0,055	0,005
11 803,4	60	0,025	0,005
11 806,2	60	0,025	– 0,025
11 809,0	60	– 0,005	0,005
11 810,9	60	0,025	0,005
11 813,6	60	0,025	0,035
11 816,4	60	0,055	0,005
11 818,3	60	0,025	0,005
11 821,1	60	0,025	– 0,025
11 823,9	60	– 0,005	0,005
11 825,7	60	0,025	0,005
11 828,5	60	0,025	0,035
11 831,3	60	0,055	0,005
11 833,1	60	0,025	0,005
11 835,9	60	0,025	– 0,025
11 838,7	60	– 0,005	0,005
11 840,6	60	0,025	0,005
11 843,3	60	0,025	0,035
11 846,1	60	0,055	0,005
11 848,0	60	0,025	0,005
11 850,8	60	0,025	– 0,025
11 853,5	60	– 0,005	0,005
11 855,4	60	0,025	0,005
11 858,2	60	0,025	0,035
11 861,0	60	0,055	0,005

11 862,8	60	0,025	0,005
11 865,6	60	0,025	– 0,025
11 868,4	60	– 0,005	0,005
11 870,2	60	0,025	0,005
11 873,0	60	0,025	0,035
11 875,8	60	0,055	0,005
11 877,7	60	0,025	0,005
11 883,2	60	0,025	0,005
11 886,0	60	– 0,005	0,005
11 887,9	60	0,025	0,005
11 890,7	60	0,025	0,035
11 893,4	60	0,055	0,005
11 895,3	60	0,025	0,005
11 900,9	60	0,025	0,005
11 903,6	60	– 0,005	0,005
11 905,5	60	0,025	0,005
11 908,3	60	0,025	0,035
11 911,1	60	0,055	0,005
11 912,9	60	0,025	0,005
11 918,5	60	0,025	0,005
11 921,3	60	– 0,005	0,005
11 923,1	60	0,025	0,005
11 925,9	60	0,025	0,035
11 928,7	60	0,055	0,005
11 930,5	60	0,025	0,005
11 936,1	60	0,025	0,005
11 938,9	60	– 0,005	0,005
11 940,8	60	0,025	0,005
11 943,5	60	0,025	0,035
11 946,3	60	0,055	0,005
11 948,2	60	0,025	0,005
11 953,7	60	0,025	0,005
11 956,5	60	– 0,005	0,005
11 958,4	60	0,025	0,005
11 961,2	60	0,025	0,035
11 963,9	60	0,055	0,005
11 965,8	60	0,025	0,005
11 971,4	60	0,025	0,005
11 974,2	60	– 0,005	0,005
11 976,0	60	0,025	0,005

11 978,8	60	0,025	0,035
11 981,6	60	0,055	0,005
11 983,4	60	0,025	0,005
11 989,0	60	0,025	0,005
11 991,8	60	-0,005	0,005
11 993,6	60	0,025	0,005
11 996,4	60	0,025	0,035
11 999,2	60	0,055	0,005
12 001,1	60	0,025	0,005
12 006,6	60	0,025	0,005
12 009,4	60	-0,005	0,005
12 011,3	60	0,025	0,005
12 014,0	60	0,025	0,035
12 016,8	60	0,055	0,005
12 018,7	60	0,025	0,005
12 024,3	60	0,025	0,005
12 027,0	60	-0,005	0,005
12 028,9	60	0,025	0,005
12 031,7	60	0,025	0,035
12 034,5	60	0,055	0,005
12 036,3	60	0,025	0,005
12 041,9	60	0,025	0,005
12 044,7	60	-0,005	0,005
12 046,5	60	0,025	0,005
12 049,3	60	0,025	0,035
12 052,1	60	0,055	0,005
12 053,9	60	0,025	0,005
12 059,5	60	0,025	0,005
12 062,3	60	-0,005	0,005
12 064,1	60	0,025	0,005
12 066,9	60	0,025	0,035
12 069,7	60	0,055	0,005
12 071,6	60	0,025	0,005
12 077,1	60	0,025	0,005
12 079,9	60	-0,005	0,005
12 081,8	60	0,025	0,005
12 084,6	60	0,025	0,035
12 087,3	60	0,055	0,005
12 089,2	60	0,025	0,005
12 094,8	60	0,025	0,005

12 097,5	60	-0,005	0,005
12 099,4	60	0,025	0,005
12 102,2	60	0,025	0,035
12 105,0	60	0,055	0,005
12 106,8	60	0,025	0,005
12 112,4	60	0,025	0,005
12 115,2	60	-0,005	0,005
12 117,0	60	0,025	0,005
12 119,8	60	0,025	0,035
12 122,6	60	0,055	0,005
12 124,5	60	0,025	0,005
12 130,0	60	0,025	0,005
12 132,8	60	-0,005	0,005
12 134,7	60	0,025	0,005
12 137,4	60	0,025	0,035
12 140,2	60	0,055	0,005
12 142,1	60	0,025	0,005
12 147,6	60	0,025	0,005
12 150,4	60	-0,005	0,005
12 152,3	60	0,025	0,005
12 155,1	60	0,025	0,035
12 157,9	60	0,055	0,005
12 159,7	60	0,025	0,005
12 165,3	60	0,025	0,005
12 168,1	60	-0,005	0,005
12 169,9	60	0,025	0,005
12 172,7	60	0,025	0,035
12 175,5	60	0,055	0,005
12 177,3	60	0,025	0,005
12 182,9	60	0,025	0,005
12 185,7	60	-0,005	0,005
12 187,5	60	0,025	0,005
12 190,3	60	0,025	0,035
12 193,1	60	0,055	0,005
12 195,0	60	0,025	0,005
12 200,5	60	0,025	0,005
12 203,3	60	-0,005	0,005
12 205,2	60	0,025	0,005
12 208,0	60	0,025	0,035
12 210,7	60	0,055	0,005

12 212,6	60	0,025	0,005
12 218,2	60	0,025	0,005
12 220,9	60	-0,005	0,005
12 222,8	60	0,025	0,005
12 225,6	60	0,025	0,035
12 228,4	60	0,055	0,005
12 230,2	60	0,025	0,005
12 235,8	60	0,025	0,005
12 238,6	60	-0,005	0,005
12 240,4	60	0,025	0,005
12 243,2	60	0,025	0,035
12 246,0	60	0,055	0,005
12 247,8	60	0,025	0,005
12 253,4	60	0,025	0,005
12 256,2	60	-0,005	0,005
12 258,1	60	0,025	0,005
12 260,8	60	0,025	0,035
12 263,6	60	0,055	0,005
12 265,5	60	0,025	0,005
12 271,0	60	0,025	0,005
12 273,8	60	-0,005	0,005
12 275,7	60	0,025	0,005
12 278,5	60	0,025	0,035
12 281,2	60	0,055	0,005
12 283,1	60	0,025	0,005
12 288,7	60	0,025	0,005
12 291,5	60	-0,005	0,005
12 293,3	60	0,025	0,005
12 296,1	60	0,025	0,035
12 298,9	60	0,055	0,005
12 300,7	60	0,025	0,005
12 306,3	60	0,025	0,005
12 309,1	60	-0,005	0,005
12 310,9	60	0,025	0,005
12 313,7	60	0,025	0,035
12 316,5	60	0,055	0,005
12 318,4	60	0,025	0,005
12 323,9	60	0,025	0,005
12 326,7	60	-0,005	0,005
12 328,6	60	0,025	0,005

12 331,3	60	0,025	0,035
12 334,1	60	0,055	0,005
12 336,0	60	0,025	0,005
12 341,6	60	0,025	0,005
12 344,3	60	-0,005	0,005
12 346,2	60	0,025	0,005
12 349,0	60	0,025	0,035
12 351,8	60	0,055	0,005
12 353,6	60	0,025	0,005
12 359,2	60	0,025	0,005
12 362,0	60	-0,005	0,005
12 363,8	60	0,025	0,005
12 366,6	60	0,025	0,035
12 369,4	60	0,055	0,005
12 371,2	60	0,025	0,005
12 376,8	60	0,025	0,005
12 379,6	60	-0,005	0,005
12 381,4	60	0,025	0,005
12 384,2	60	0,025	0,035
12 387,0	60	0,055	0,005
12 388,9	60	0,025	0,005
12 394,4	60	0,025	0,005
12 397,2	60	-0,005	0,005
12 399,1	60	0,025	0,005
12 401,9	60	0,025	0,035
12 404,6	60	0,055	0,005
12 406,5	60	0,025	0,005
12 412,1	60	0,025	0,005
12 414,8	60	-0,005	0,005
12 416,7	60	0,025	0,005
12 419,5	60	0,025	0,035
12 422,3	60	0,055	0,005
12 424,1	60	0,025	0,005
12 429,7	60	0,025	0,005
12 432,5	60	-0,005	0,005
12 434,3	60	0,025	0,005
12 437,1	60	0,025	0,035
12 439,9	60	0,055	0,005
12 441,8	60	0,025	0,005
12 447,3	60	0,025	0,005

12 450,1	60	– 0,005	0,005
12 452,0	60	0,025	0,005
12 454,7	60	0,025	0,035
12 457,5	60	0,055	0,005
12 459,4	60	0,025	0,005
12 464,9	60	0,025	0,005
12 467,7	60	– 0,005	0,005
12 469,6	60	0,025	0,005

12 475,2	60	0,025	0,005
12 477,9	60	0,055	0,005
12 479,8	60	0,025	0,005
12 485,4	60	0,025	0,005
12 488,1	60	– 0,005	0,005
12 490,0	60	0,025	0,005

Anexo 10 - Apéndice 4

Método de ensayo b): tolerancias de los equipos de ensayo

Cuadro B.1

Exactitud del instrumental

Parámetro	Exactitud de control	Exactitud de la instrumentación a escala completa
Fuerzas de los neumáticos	Fz: ± 50 N o 1 % utilizando valores filtrados, lo que sea mayor. Fy: ± 100 N o 5 % utilizando valores filtrados, lo que sea mayor, para la diferencia entre los picos de entrada y los picos realmente generados. Fx: ± 100 N o 5 % utilizando valores filtrados, lo que sea mayor, para la diferencia entre los picos de entrada y los picos realmente generados. My: ± 40 Nm o 5 % utilizando valores filtrados, lo que sea mayor, para la diferencia entre los picos de entrada y los picos realmente generados.	Fz: ± 1 % Fy: ± 1 % Fx: ± 1 % My: ± 1 %
Presión de inflado	± 3 kPa	± 3 kPa
Báscula de masa	no procede	± 2 g
Duración del ensayo	En lo que respecta a la duración del ensayo, el tiempo total de un ensayo real no deberá diferir en más de ± 5 % del tiempo total de entrada, 68,83 h (247 800 s). El intervalo de medición será superior a 1 Hz.	$\pm 0,02$ s para los incrementos de tiempo
Ángulo de caída	$0 \pm 0,1$ grados	$0 \pm 0,1$ grados
Termómetro	± 5 °C	$\pm 0,5$ °C
Velocidad	± 2 km/h	$\pm 0,1$ %

Anexo 10 - Apéndice 5

Método de ensayo b): sustitución de la superficie del papel de lija

La superficie del papel de lija se sustituirá cuando no cumpla las especificaciones descritas en el punto 2.4.2.3.

La superficie del papel de lija debe sustituirse cuando:

La distancia recorrida alcanza los 20 000 km con un tambor de 3 m de diámetro de dos posiciones o 40 000 km con un tambor de 3 m de diámetro de una posición.

En caso de que el diámetro del tambor no sea de 3 m, se aplicará la fórmula siguiente:

Distancia de sustitución de la superficie de la carretera (km) = Distancia de sustitución de la superficie de la carretera (valor estándar) \times Diámetro del tambor propiedad de cada centro de ensayo (m) / Diámetro estándar del tambor (m)

Donde:

Distancia de sustitución de la superficie de la carretera (valor estándar) = 20 000 km

Diámetro estándar del tambor = 3 m

Anexo 10 - Apéndice 6

Método de ensayo b): ejemplo de acta de ensayo relativa al método de ensayo del tambor en interior

El acta de ensayo debe contener la siguiente información:

Número del acta de ensayo:		Fecha del ensayo:	~		
Identificación de la máquina de ensayo:					
Circunferencia del tambor (m)				Inicio del ensayo	Final del ensayo
Ciclo de ensayo (dos posiciones / una posición)			MPD de la superficie de ensayo (mm):		
	Talco o sílice		Microrrugosidad de la superficie de ensayo (mm)		

Tipo de neumático de ensayo		Neumático de referencia	Neumático candidato
Clase de neumático			
Marca			
Dibujo / denominación comercial		SRTT...	
Designación del tamaño de los neumáticos			
Descripción del servicio			
Carga de ensayo (N)			
Presión de inflado de ensayo (kPa)			
Identificación del neumático			
Inscripción 3PMSF (s/n)			
Anchura de la llanta			
Presión de inflado (kPa)	Inicio del ensayo		
	Final del ensayo		
Masa del neumático (g)	Antes del ensayo		
	Después del ensayo		
Distancia de ensayo (km)			
Tasa de abrasión (mg/km)			
Nivel de abrasión (mg/km/t)			
Índice de abrasión			
Temperatura ambiente media (°C)			

Tipo de neumático de ensayo	Neumático de referencia	Neumático candidato
RMS de G(x)		
RMS de G(y)		
RMS de G(x,y)		
Media de Fz		
Cantidad de polvo pulverizado en relación con el neumático de referencia		
Observaciones		