

## II

(Actos no legislativos)

## ACTOS ADOPTADOS POR ÓRGANOS CREADOS MEDIANTE ACUERDOS INTERNACIONALES

Solo los textos originales de la CEPE surten efectos jurídicos con arreglo al Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben consultarse en la última versión del documento de situación CEPE TRANS/WP.29/343, disponible en:

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

**Reglamento nº 49 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE): Disposiciones uniformes relativas a las medidas que deben adoptarse contra las emisiones de gases y partículas contaminantes procedentes de motores de encendido por compresión y motores de encendido por chispa destinados a la propulsión de vehículos**

Incluye todo texto válido hasta:

la serie 06 de modificaciones, con fecha de entrada en vigor: 27 de enero de 2013

Suplemento 1 de la serie 06 de modificaciones, con fecha de entrada en vigor: 15 de julio de 2013

Corrección de errores del suplemento 1 de la serie 06 de modificaciones, con fecha de entrada en vigor: 15 de julio de 2013

### ÍNDICE

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Requisitos y ensayos
6. Instalación en el vehículo
7. Familia de motores
8. Conformidad de la producción
9. Conformidad de los vehículos/motores en circulación
10. Sanciones por no conformidad de la producción
11. Modificación y extensión de la homologación del tipo homologado
12. Cese definitivo de la producción
13. Disposiciones transitorias
14. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo

## APÉNDICES

- 1 Procedimiento para verificar la conformidad de la producción cuando la desviación típica es satisfactoria
- 2 Procedimiento para verificar la conformidad de la producción cuando la desviación típica no es satisfactoria o no está disponible
- 3 Procedimiento para verificar la conformidad de la producción a petición del fabricante
- 4 Resumen del proceso de homologación de motores alimentados con gas natural, motores alimentados con GLP y motores de combustible dual alimentados con gas natural/biometano o GLP

## ANEXOS

- 1 Modelos de ficha de características
- 2A Comunicación relativa a la homologación de un tipo de motor o una familia de motores como unidad técnica independiente por lo que respecta a las emisiones de contaminantes de acuerdo con el Reglamento n<sup>o</sup> 49, serie 06 de modificaciones
- 2B Comunicación relativa a la homologación de un tipo de vehículo con un motor homologado con respecto a la emisión de contaminantes de acuerdo con el Reglamento n<sup>o</sup> 49, serie 06 de modificaciones
- 2C Comunicación relativa a la homologación de un tipo de vehículo con respecto a la emisión de contaminantes de acuerdo con el Reglamento n<sup>o</sup> 49, serie 06 de modificaciones
- 3 Disposiciones de las marcas de homologación
- 4 Procedimiento de ensayo
- 5 Especificaciones de los combustibles de referencia
- 6 Datos de emisiones exigidos en la homologación de tipo a efectos de aptitud para la circulación. Medición de emisiones de monóxido de carbono en regímenes de ralentí
- 7 Verificación de la durabilidad de los sistemas de motor
- 8 Conformidad de los vehículos o los motores en circulación
- 9A Sistemas de diagnóstico a bordo (OBD)
- 9B Requisitos técnicos de los sistemas de diagnóstico a bordo (OBD)
- 9C Requisitos técnicos para la evaluación del funcionamiento en servicio de los sistemas de diagnóstico a bordo (OBD)
- 10 Requisitos para limitar las emisiones fuera de ciclo (OCE) y las emisiones en servicio
- 11 Requisitos para garantizar el correcto funcionamiento de las medidas de control de NO<sub>x</sub>
- 12 Emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo de combustible
- 13 Homologación de tipo de dispositivos anticontaminantes de recambio como unidades técnicas independientes
- 14 Acceso a la información del sistema OBD del vehículo
- 15 Requisitos técnicos aplicables a los vehículos y motores de combustible dual diésel-gas

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

- 1.1. El presente Reglamento se aplicará a los vehículos de motor de las categorías M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, N<sub>1</sub> y N<sub>2</sub> con una masa de referencia superior a 2 610 kg y a todos los vehículos de motor de las categorías M<sub>3</sub> y N<sub>3</sub> <sup>(1)</sup>.

A petición del fabricante, una homologación de tipo de un vehículo completado concedida con arreglo al presente Reglamento se extenderá al vehículo correspondiente incompleto cuya masa de referencia sea inferior a 2 610 kg. Las homologaciones de tipo se extenderán si el fabricante puede demostrar que todas las combinaciones de carrocería que está previsto incorporar al vehículo incompleto aumentan la masa de referencia del vehículo a más de 2 610 kg.

A petición del fabricante, una homologación de tipo de un vehículo concedida con arreglo al presente Reglamento se extenderá a sus variantes y versiones cuya masa de referencia sea superior a 2 380 kg siempre y cuando el vehículo cumpla igualmente los requisitos relativos a la medición de las emisiones de gases de efecto invernadero y al consumo de combustible con arreglo al punto 4.2 del presente Reglamento.

1.2. Homologaciones equivalentes

No es necesario homologar los elementos siguientes con arreglo al presente Reglamento: los motores montados en vehículos de hasta 2 840 kg de masa de referencia a los que se haya extendido una homologación con arreglo al Reglamento n<sup>o</sup> 83.

2. DEFINICIONES

A efectos del presente Reglamento, se entenderá por:

- 2.1. «*ciclo de envejecimiento*», una operación del vehículo o del motor (velocidad, carga, potencia) que debe efectuarse durante el periodo de rodaje;
- 2.2. «*homologación de un motor (familia de motores)*», la homologación de un tipo de motor (familia de motores) en lo que se refiere al nivel de emisión de gases y partículas contaminantes y de humo y al sistema de diagnóstico a bordo (OBD);
- 2.3. «*homologación de un vehículo*», la homologación de un tipo de vehículo en lo que se refiere al nivel de emisión de gases y partículas contaminantes y de humo de su motor, al sistema de diagnóstico a bordo (OBD) y a la instalación del motor en el vehículo;
- 2.4. «*estrategia auxiliar de emisiones*» (AES), una estrategia en materia de emisiones que se activa y que sustituye o modifica una estrategia básica de emisiones para un fin concreto y en respuesta a un conjunto específico de condiciones ambientales y/o de funcionamiento y que solo permanece operativa mientras existen dichas condiciones;
- 2.5. «*estrategia básica de emisiones*» (BES), una estrategia en materia de emisiones activa en los distintos intervalos del régimen y de la carga del motor, excepto cuando se haya activado una AES;
- 2.6. «*regeneración continua*», un proceso de regeneración de un sistema de postratamiento del gas de escape que se produce permanentemente o, al menos, una vez por ensayo de arranque en caliente del ciclo de ensayos de conducción armonizado a escala mundial de condiciones transitorias (WHTC);
- 2.7. «*cárter*», los espacios existentes dentro o fuera del motor unidos al cárter de aceite por conductos internos o externos por los cuales pueden liberarse los gases y vapores;
- 2.8. «*componentes esenciales relacionados con las emisiones*», los siguientes componentes, diseñados principalmente para el control de las emisiones: sistema de postratamiento del gas de escape, la unidad de control electrónico y sus sensores y actuadores relacionados y el sistema de recirculación del gas de escape (EGR), incluidos todos los filtros, refrigeradores, válvulas de control y tubos relacionados;

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

- 2.9. «*mantenimiento esencial relacionado con las emisiones*», el mantenimiento que debe llevarse a cabo en los componentes esenciales relacionados con las emisiones;
- 2.10. «*estrategia manipuladora*», una estrategia de emisiones que no cumple los requisitos de funcionamiento correspondientes a una estrategia básica y/o auxiliar de emisiones que se especifican en el presente anexo;
- 2.11. «*sistema de reducción de NO<sub>x</sub>*», un sistema de postratamiento del gas de escape diseñado para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) (por ejemplo, catalizadores activos y pasivos de NO<sub>x</sub> pobre, adsorbedores de NO<sub>x</sub> y sistemas de reducción catalítica selectiva [SCR]);
- 2.12. «*código de problema de diagnóstico*» (DTC), un identificador numérico o alfanumérico que identifica o describe un mal funcionamiento;
- 2.13. «*modo diésel*», el modo de funcionamiento normal de un motor de combustible dual en el que el motor no utiliza ningún combustible gaseoso para ninguna condición de funcionamiento del motor;
- 2.14. «*ciclo de conducción*», una secuencia que consta de un arranque del motor, un periodo de funcionamiento (del vehículo), una parada del motor y el intervalo de tiempo hasta el siguiente arranque del motor;
- 2.15. «*motor de combustible dual*», un sistema de motor diseñado para funcionar simultáneamente con combustible diésel y con un combustible gaseoso, midiéndose ambos combustibles de manera independiente, en el que la cantidad consumida de uno de ellos en relación con el otro puede variar según el funcionamiento;
- 2.16. «*modo de combustible dual*», el modo de funcionamiento normal de un motor de combustible dual durante el que el motor utiliza simultáneamente combustible diésel y un combustible gaseoso en algunas condiciones de funcionamiento del motor;
- 2.17. «*vehículo de combustible dual*», un vehículo que funciona con un motor de combustible dual y que suministra los combustibles utilizados por el motor desde sistemas de almacenamiento a bordo separados;
- 2.18. «*elemento de diseño*», respecto a un vehículo o motor:
- a) cualquier elemento del sistema de motor;
  - b) cualquier sistema de control, incluidos: el *software* informático, los sistemas electrónicos de control y la lógica del ordenador;
  - c) cualquier calibración del sistema de control;
  - d) los resultados de cualquier interacción de los sistemas;
- 2.19. «*sistema de supervisión del control de emisiones*», el sistema que garantiza el correcto funcionamiento de las medidas de control de NO<sub>x</sub> aplicadas en el sistema de motor de conformidad con los requisitos del punto 5.5;
- «*sistema de control de las emisiones*», los elementos de diseño y las estrategias de emisiones que se han desarrollado o calibrado para controlar las emisiones;
- 2.20. «*mantenimiento relacionado con las emisiones*», el mantenimiento que afecta sustancialmente a las emisiones o que puede afectar al deterioro de las emisiones del vehículo o del motor durante un uso normal;
- 2.21. «*estrategia de emisiones*», un elemento o conjunto de elementos de diseño que se incorporan al diseño general de un sistema de motor o de un vehículo y que sirven para controlar las emisiones;
- 2.22. «*familia de motores-sistemas de postratamiento*», un grupo de motores, determinado por el fabricante, que cumple la definición de familia de motor, subdividido en grupos de motores que utilizan un sistema similar de postratamiento del gas de escape;

- 2.23. «*familia de motores*», un grupo de motores, determinado por el fabricante, cuyo diseño, tal como se define en el punto 7 del presente Reglamento, posee características similares en cuanto a emisiones de escape;
- 2.24. «*sistema de motor*», el motor, el sistema de control de emisiones y la interfaz de comunicación (hardware y mensajes) entre las unidades de control electrónico (ECU) del sistema de motor y cualquier otra unidad de control del grupo motopropulsor o vehículo;
- 2.25. «*arranque del motor*», un proceso que consta de tres fases (encendido en «on», giro del motor por medio del motor de arranque e inicio de la combustión) y termina cuando el régimen del motor alcanza  $150 \text{ min}^{-1}$  por debajo del régimen de ralentí normal en caliente;
- 2.26. «*tipo de motor*», una categoría de motores que no difieren en cuanto a sus características esenciales, como establece el anexo 1;
- 2.27. «*sistema de postratamiento del gas de escape*», un catalizador (de oxidación, de tres vías o cualquier otro), un filtro de partículas, un sistema de reducción de  $\text{NO}_x$ , una combinación de catalizador de  $\text{NO}_x$  con filtro de partículas, o cualquier otro dispositivo de reducción de emisiones que se instale después del motor;
- 2.28. «*contaminantes gaseosos*», las emisiones de gases de escape de monóxido de carbono,  $\text{NO}_x$ , expresados en equivalente de  $\text{NO}_2$ , e hidrocarburos (es decir, total de hidrocarburos, hidrocarburos no metánicos y metano);
- 2.29. «*denominador general*», un contador que indica el número de veces en que un vehículo ha funcionado, teniendo en cuenta las condiciones generales;
- 2.30. «*grupo de monitores*», a efectos de evaluar el funcionamiento en uso de una familia de motores OBD, un grupo de monitores OBD utilizados para determinar el correcto funcionamiento del sistema de control de emisiones;
- 2.31. «*contador del ciclo de encendido*», un contador que indica el número de arranques del motor que el vehículo ha experimentado;
- 2.32. «*relación del funcionamiento en servicio*» (IUPR), el cociente entre el número de veces en que han existido condiciones en las cuales un monitor o un grupo de monitores deberían haber detectado un mal funcionamiento relacionado con el número de ciclos de conducción correspondiente al funcionamiento de ese monitor o grupo de monitores;
- 2.33. «*régimen bajo ( $n_{10}$ )*», el régimen mínimo del motor con el que se alcanza el 50 % de la potencia máxima declarada;
- 2.34. «*mal funcionamiento*», un fallo o deterioro de un sistema de motor, con inclusión del sistema OBD, que pueda razonablemente esperarse que ocasione un aumento de cualquiera de los contaminantes regulados que emite el sistema de motor o una reducción de la eficacia del sistema OBD;
- 2.35. «*indicador de mal funcionamiento*» (IMF), un indicador que forma parte del sistema de alerta y que informa claramente al conductor del vehículo en caso de mal funcionamiento;
- 2.36. «*fabricante*», la persona o el organismo responsables, ante la autoridad de homologación de tipo de tipo, de todo lo relacionado con el procedimiento de homologación o autorización y de garantizar la conformidad de la producción. No será imprescindible que tales persona u organismo participen directamente en todas las fases de fabricación del vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente sujetos al procedimiento de homologación;
- 2.37. «*potencia neta máxima*», el valor máximo de la potencia neta medida a plena carga del motor;
- 2.38. «*potencia neta*», la potencia obtenida en un banco de ensayo en el extremo del cigüeñal o su equivalente al régimen del motor correspondiente con los elementos auxiliares que establece el Reglamento n° 85 de la CEPE, determinada en las condiciones atmosféricas de referencia;

- 2.39. «mantenimiento no relacionado con las emisiones», el mantenimiento que no afecta sustancialmente a las emisiones y que no tiene un efecto duradero sobre el deterioro de las emisiones del vehículo o del motor en condiciones de uso normal una vez efectuado el mantenimiento;
- 2.40. «sistema de diagnóstico a bordo» (sistema OBD), un sistema a bordo de un vehículo o un motor que tiene la capacidad de:
- a) detectar casos de mal funcionamiento que afecten a las emisiones del sistema de motor;
  - b) indicar su aparición mediante un sistema de alerta;
  - c) identificar la posible área de mal funcionamiento mediante información almacenada en una memoria informática y comunicar dicha información a un sistema exterior;
- 2.41. «familia de motores OBD», una agrupación, por parte de un fabricante, de sistemas de motor que utilicen métodos comunes de supervisión y diagnóstico de los casos de mal funcionamiento relacionados con las emisiones;
- 2.42. «secuencia de funcionamiento», una secuencia que consta de una puesta en marcha del motor, un periodo de funcionamiento (del motor), una parada del motor y el lapso de tiempo hasta la siguiente puesta en marcha, y en la que funciona hasta el final un monitor específico del sistema OBD y se detectan los posibles casos de mal funcionamiento;
- 2.43. «dispositivo anticontaminante original», un dispositivo anticontaminante o un conjunto de ellos cubiertos por la homologación de tipo concedida al vehículo en cuestión;
- 2.44. «motor de referencia», un motor seleccionado dentro de una familia de motores cuyas características en cuanto a emisiones sean representativas de esa familia de motores;
- 2.45. «dispositivo de postratamiento de partículas», un sistema de postratamiento del gas de escape diseñado para reducir las emisiones de partículas (PT) mediante una separación mecánica, aerodinámica, por difusión o inercial;
- 2.46. «partículas» (PM), cualquier material recogido en un medio filtrante especificado tras diluir el gas de escape con un gas diluyente limpio y filtrado a una temperatura situada entre 315 °K (42 °C) y 325 °K (52 °C); se trata principalmente de carbono, hidrocarburos condensados y sulfatos con agua asociada;
- 2.47. «porcentaje de carga», la proporción del par máximo disponible a un régimen del motor determinado;
- 2.48. «supervisión del funcionamiento», una supervisión de los casos de mal funcionamiento consistente en comprobaciones funcionales y la supervisión de parámetros que no están correlacionados directamente con los umbrales de las emisiones, que se realiza en componentes o sistemas para verificar que funcionan dentro del espectro adecuado;
- 2.49. «regeneración periódica», el proceso de regeneración de un dispositivo de control de emisiones que se produce periódicamente, por lo general en menos de cien horas de funcionamiento normal del motor;
- 2.50. «sistema portátil de medición de emisiones» (PEMS), un sistema portátil de medición de emisiones que cumple los requisitos especificados en el anexo 8, apéndice 2, del presente Reglamento;
- 2.51. «unidad de toma de fuerza», un dispositivo de salida accionado por el motor y destinado al accionamiento de equipos auxiliares montados en el vehículo;
- 2.52. «componente o sistema deteriorado aceptado» (QDC), un componente o sistema que ha sido deteriorado intencionadamente, por ejemplo, por envejecimiento acelerado, o manipulado de manera controlada y que ha sido aceptado por la autoridad de homologación de tipo de tipo con arreglo a lo dispuesto en el punto 6.3.2 del anexo 9B y en el apéndice 8, punto A.8.2.2, del anexo 9B del presente Reglamento, para ser utilizado en la demostración del funcionamiento del sistema OBD del sistema de motor;

- 2.53. «reactivo», cualquier medio almacenado en el vehículo, en un depósito, y que se suministre al sistema de postratamiento del gas de escape (en caso necesario) a petición del sistema de control de emisiones;
- 2.54. «recalibración», una regulación precisa de un motor de gas natural para conseguir el mismo rendimiento (potencia y consumo de combustible) con gas natural de otro grupo;
- 2.55. «masa de referencia», la masa del vehículo en orden de marcha restándole la masa uniforme de un conductor de 75 kg y sumándole una masa uniforme de 100 kg;
- 2.56. «dispositivo anticontaminante de recambio», un dispositivo anticontaminante, o un conjunto de ellos, diseñado para sustituir un dispositivo anticontaminante original y que puede homologarse como unidad técnica independiente;
- 2.57. «herramienta de exploración», equipo de ensayo externo utilizado para establecer una comunicación externa normalizada con el sistema OBD con arreglo a los requisitos del presente Reglamento;
- 2.58. «programa de rodaje», el ciclo de envejecimiento y el periodo de rodaje utilizados para determinar los factores de deterioro de la familia de motores-sistemas de postratamiento;
- 2.59. «modo de mantenimiento», un modo especial de un motor de combustible dual que se activa para efectuar reparaciones o apartar el vehículo de la circulación cuando no es posible el funcionamiento en el modo de combustible dual <sup>(1)</sup>.
- 2.60. «emisiones del tubo de escape», la emisión de gases y partículas contaminantes;
- 2.61. «manipulación», la desactivación, el ajuste o la modificación del sistema de propulsión o del sistema de control de emisiones del vehículo, lo que incluye cualquier *software* u otros elementos de control lógico de tales sistemas, que tenga el efecto, intencionado o no, de empeorar el rendimiento en materia de emisiones del vehículo;
- 2.62. «tara», la masa del vehículo en orden de marcha sin la masa uniforme de 75 kg del conductor, viajeros ni carga, pero con el depósito de combustible lleno al 90 % de su capacidad y con el juego habitual de herramientas y la rueda de repuesto a bordo, en su caso;
- 2.63. «vida útil», la distancia y/o el tiempo pertinente en los cuales debe garantizarse el cumplimiento de los límites aplicables respecto a las emisiones de gases y partículas;
- 2.64. «tipo de vehículo con respecto a las emisiones», un grupo de vehículos que no difieren entre sí en cuanto a las características esenciales del motor y del vehículo, según establece el anexo 1;
- 2.65. «filtro de partículas diésel de flujo de pared», un filtro de partículas diésel («DPF») que hace pasar todo el gas de escape por un panel que filtra las materias sólidas;
- 2.66. «índice de Wobbe (Wl: inferior; Wu: superior)», la relación del poder calorífico correspondiente de un gas por unidad de volumen y la raíz cuadrada de su densidad relativa en las mismas condiciones de referencia:
- $$W = H_{\text{gas}} \times \sqrt{\rho_{\text{air}} / \rho_{\text{gas}}}$$
- 2.67. «factor de desplazamiento  $\lambda$  ( $S_{\lambda}$ )», una expresión que describe la flexibilidad que debe tener el sistema de gestión del motor por lo que respecta a un cambio de la relación  $\lambda$  de exceso de aire si el motor es alimentado con un gas cuya composición es diferente de la del metano puro (véase en el apéndice 5 del anexo 4 cómo calcular  $S_{\lambda}$ ).

<sup>(1)</sup> Por ejemplo, en caso de encontrarse vacío el depósito de gas.

3. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN
- 3.1. Solicitud de homologación de tipo de un sistema de motor o una familia de motores como unidad técnica independiente
- 3.1.1. El fabricante o su representante autorizado presentarán a la autoridad de homologación de tipo de tipo una solicitud de homologación de un sistema de motor o una familia de motores como unidad técnica independiente.
- 3.1.2. La solicitud a la que se refiere el punto 3.1.1 se elaborará con arreglo al modelo de ficha de características que figura en el anexo 1. A tal fin, será de aplicación la parte 1 de dicho anexo.
- 3.1.3. Junto a la solicitud, el fabricante proporcionará documentación que explique totalmente cualquier elemento de diseño que afecte a las emisiones, la estrategia de control de emisiones del sistema de motor, los medios mediante los cuales el sistema de motor controle las variables de salida que afecten a las emisiones, ya sea este control directo o indirecto, y que explique completamente el sistema de alerta e inducción exigido en los puntos 4 y 5 del anexo 11. La documentación contendrá las siguientes partes, incluida la información que figura en el punto 5.1.4:
- a) la documentación oficial, que quedará en poder de la autoridad de homologación de tipo y que también podrá ponerse a disposición de las partes interesadas que lo soliciten;
  - b) una documentación ampliada, que será confidencial. La documentación ampliada podrá conservarla la autoridad de homologación de tipo o, a discreción de esta, el fabricante, pero deberá estar disponible a efectos de inspección por parte de la autoridad de homologación de tipo en el momento de la homologación o en cualquier momento durante el periodo de validez de la homologación. Cuando el fabricante conserve la documentación, la autoridad de homologación de tipo tomará las medidas necesarias para asegurarse de que la documentación no se modifique después de la homologación.
- 3.1.4. Además de la información contemplada en el punto 3.1.3, el fabricante presentará la siguiente información:
- a) en el caso de motores de encendido por chispa, una declaración del porcentaje mínimo de fallos de encendido en un número total de arranques, que haga que, o bien las emisiones superen los límites señalados en el anexo 9A, cuando dicho porcentaje se haya producido desde el inicio del ensayo de emisiones descrito en el anexo 4, o bien que pueda acarrear el sobrecalentamiento del catalizador o de los catalizadores de escape antes de ocasionar daños irreversibles;
  - b) una descripción de las disposiciones adoptadas para evitar la manipulación y la modificación del ordenador o de los ordenadores de control de emisiones, incluido un método de actualización mediante un programa o una calibración autorizados por el fabricante;
  - c) la documentación del sistema OBD, con arreglo a los requisitos establecidos en el anexo 9B, punto 8;
  - d) la información relacionada con el sistema OBD a efectos de acceso al OBD, con arreglo a los requisitos establecidos en el anexo 14 del presente Reglamento;
  - e) una declaración de conformidad de las emisiones fuera de ciclo con los requisitos establecidos en el anexo 10, puntos 5.1.3 y 10;
  - f) una declaración de conformidad del funcionamiento en servicio de los sistemas OBD con los requisitos establecidos en el anexo 9A, apéndice 2;
  - g) el plan inicial para el ensayo en servicio con arreglo al anexo 8, punto 2.4;
  - h) en su caso, las copias de las demás homologaciones de tipo con los datos pertinentes para facilitar la extensión de las homologaciones y el establecimiento de los factores de deterioro.

- 3.1.5. El fabricante remitirá al servicio técnico responsable de los ensayos de homologación de tipo un motor o, en su caso, un motor de referencia representativo del tipo que se desea homologar.
- 3.1.6. Los cambios en la fabricación de un sistema, un componente o una unidad técnica independiente que tengan lugar después de una homologación de tipo no invalidarán automáticamente dicha homologación de tipo, a menos que se modifiquen sus parámetros técnicos o características originales de tal manera que se vea afectada la funcionalidad del motor o del sistema anticontaminante.
- 3.2. Solicitud de homologación de tipo de un vehículo con un sistema de motor homologado con respecto a las emisiones
- 3.2.1. El fabricante o su representante autorizado presentarán a la autoridad de homologación de tipo una solicitud de homologación de tipo de un vehículo con un sistema de motor homologado con respecto a las emisiones.
- 3.2.2. La solicitud a la que se refiere el punto 3.2.1 se elaborará de conformidad con el modelo de ficha de características que figura en el anexo 1, parte 2. Esta solicitud irá acompañada por una copia del certificado de homologación de tipo del sistema de motor o de la familia de motores como unidad técnica independiente.
- 3.2.3. El fabricante proporcionará documentación que explique totalmente los elementos del sistema de alerta e inducción a bordo del vehículo, exigido en el anexo 11. Esta documentación se proporcionará con arreglo al punto 3.1.3.
- 3.2.4. Además de la información contemplada en el punto 3.2.3, el fabricante presentará la siguiente información:
- a) una descripción de las medidas adoptadas para evitar la manipulación y la modificación de las unidades de control del vehículo contempladas en el presente Reglamento, incluido el método de actualización mediante un programa o una calibración autorizados por el fabricante;
  - b) una descripción de los componentes del sistema OBD a bordo del vehículo, con arreglo a los requisitos del anexo 9B, punto 8;
  - c) información relacionada con los componentes del sistema OBD a bordo del vehículo a efectos del acceso al OBD;
  - d) en su caso, copias de otras homologaciones de tipo con los datos pertinentes para facilitar la extensión de las homologaciones.
- 3.2.5. Los cambios en la fabricación de un sistema, un componente o una unidad técnica independiente que tengan lugar después de una homologación de tipo no invalidarán automáticamente dicha homologación de tipo, a menos que se modifiquen sus parámetros técnicos o características originales de tal manera que se vea afectada la funcionalidad del motor o del sistema anticontaminante.
- 3.3. Solicitud de homologación de tipo de un vehículo con respecto a las emisiones
- 3.3.1. El fabricante o su representante autorizado presentarán a la autoridad de homologación de tipo una solicitud de homologación de tipo de un vehículo con respecto a las emisiones.
- 3.3.2. La solicitud a la que se refiere el punto 3.3.1 se elaborará con arreglo al modelo de ficha de características que figura en el anexo 1. A tal fin, serán de aplicación las partes 1 y 2 de dicho anexo.
- 3.3.3. El fabricante proporcionará documentación que explique totalmente cualquier elemento de diseño que afecte a las emisiones, la estrategia de control de las emisiones del sistema de motor, los medios mediante los cuales el sistema de motor controle las variables de salida que afecten a las emisiones, ya sea este control directo o indirecto, y que explique completamente el sistema de alerta e inducción exigido en el anexo 11. Esta documentación se proporcionará con arreglo al punto 3.1.3.
- 3.3.4. Además de la información contemplada en el punto 3.3.3, el fabricante presentará la información exigida en el punto 3.1.4, letras a) a h), y el punto 3.2.4, letras a) a d).

- 3.3.5. El fabricante presentará al servicio técnico responsable de los ensayos de homologación de tipo un motor representativo del tipo que desee homologar.
- 3.3.6. Los cambios en la fabricación de un sistema, un componente o una unidad técnica independiente que tengan lugar después de una homologación de tipo no invalidarán automáticamente dicha homologación de tipo, a menos que se modifiquen sus parámetros técnicos o características originales de tal manera que se vea afectada la funcionalidad del motor o del sistema anticontaminante.
- 3.4. Solicitud de homologación de tipo de un tipo de dispositivo anticontaminante de recambio como unidad técnica independiente
- 3.4.1. El fabricante presentará a la autoridad de homologación de tipo una solicitud de homologación de tipo de un tipo de dispositivo anticontaminante de recambio como unidad técnica independiente.
- 3.4.2. Dicha solicitud se elaborará de conformidad con el modelo de ficha de características que figura en el anexo 13, apéndice 1.
- 3.4.3. El fabricante presentará una declaración de conformidad con los requisitos de acceso a la información del sistema OBD.
- 3.4.4. El fabricante presentará al servicio técnico encargado de los ensayos de homologación de tipo lo siguiente:
- a) uno o más sistemas de motor de un tipo homologado con arreglo al presente Reglamento equipados con un nuevo dispositivo anticontaminante original;
  - b) una muestra del tipo del dispositivo anticontaminante de recambio;
  - c) una muestra adicional del tipo del dispositivo anticontaminante de recambio, cuando este vaya a ser instalado en un vehículo equipado con sistema OBD.
- 3.4.5. A los efectos del punto 4, letra a), el solicitante seleccionará los motores de ensayo con el consentimiento de la autoridad de homologación de tipo.
- Las condiciones de ensayo cumplirán los requisitos que establece el punto 6 del anexo 4.
- Los motores de ensayo cumplirán los requisitos siguientes:
- a) el sistema de control de emisiones no presentará ningún defecto;
  - b) se reparará o sustituirá cualquier pieza original relacionada con las emisiones que esté excesivamente gastada o que funcione de manera incorrecta;
  - c) antes del ensayo de emisiones, se regularán adecuadamente y se configurarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- 3.4.6. A los efectos del punto 3.4.4, letras b) y c), la muestra se marcará de forma clara e indeleble con la denominación comercial o la marca del solicitante y su designación comercial.
- 3.4.7. A los efectos del punto 3.4.4, letra c), la muestra será un componente deteriorado aceptado.
4. HOMOLOGACIÓN
- 4.1. Para obtener la homologación de tipo de un sistema de motor o de una familia de motores como unidad técnica independiente, la homologación de tipo de un vehículo con un sistema de motor homologado con respecto a las emisiones o la homologación de tipo de un vehículo con respecto a las emisiones, el fabricante deberá, con arreglo a las disposiciones del presente Reglamento, demostrar que los vehículos o los sistemas de motor se someten a los ensayos y cumplen los requisitos establecidos en el punto 5 y los anexos 4, 6, 7, 9A, 9B, 9C, 10, 11 y 12. El fabricante también garantizará el cumplimiento de las especificaciones de los combustibles de referencia que se establecen en el anexo 5.

Para obtener la homologación de tipo de un vehículo con un sistema de motor homologado con respecto a las emisiones o la homologación de tipo de un vehículo con respecto a las emisiones, el fabricante deberá garantizar que se cumplen los requisitos de instalación establecidos en el punto 6.

- 4.2. Para obtener la extensión de una homologación de tipo de un vehículo con respecto a las emisiones homologado conforme al presente Reglamento con una masa de referencia superior a 2 380 kg, pero no superior a 2 610 kg, el fabricante deberá cumplir los requisitos establecidos en el apéndice 1 del anexo 12.
- 4.3. A fin de obtener una homologación de tipo de un motor o una familia de motores de combustible dual como unidad técnica independiente, una homologación de tipo de un vehículo de combustible dual con un motor de combustible dual homologado con respecto a las emisiones o una homologación de tipo de un vehículo de combustible dual con respecto a las emisiones, el fabricante, además de cumplir los requisitos que establece el punto 4.1, deberá demostrar que el motor o los vehículos de combustible dual se someten a los ensayos y cumplen los requisitos establecidos en el anexo 15.
- 4.4. Reservado <sup>(1)</sup>
- 4.5. Para obtener la homologación de tipo de un sistema de motor o de una familia de motores como unidad técnica independiente o la homologación de tipo de un vehículo con respecto a las emisiones, el fabricante deberá garantizar el cumplimiento de los requisitos relativos al grupo de combustible correspondientes a una homologación para un grupo de combustibles universal o, en el caso de un motor de encendido por chispa alimentado con gas natural y GLP, a una homologación para un grupo de combustibles restringido según lo especificado en el punto 4.6.
  - 4.5.1. En el apéndice 4 figuran cuadros en los que se resumen los requisitos para la homologación de los motores alimentados con gas natural, los motores alimentados con GLP y los motores de combustible dual.
- 4.6. Requisitos para una homologación de tipo para un grupo de combustibles universal

Se concederá una homologación para un grupo de combustibles universal si se cumplen los requisitos especificados en los puntos 4.6.1 a 4.6.6.1.

  - 4.6.1. El motor de referencia deberá cumplir los requisitos del presente Reglamento sobre los combustibles de referencia apropiados especificados en el anexo 5. Se aplicarán requisitos específicos a los motores alimentados con gas natural/biometano (incluidos los motores de combustible dual), según establece el punto 4.6.3.
  - 4.6.2. Si el fabricante autoriza que la familia de motores funcione con combustibles comerciales no contemplados en los combustibles de referencia enumerados en el anexo 5 ni en las normas de combustibles comerciales pertinentes (por ejemplo, normas CEN EN 228, en el caso de la gasolina sin plomo, y CEN EN 590, en el caso de los motores diésel), como los que funcionan con B100, el fabricante cumplirá, además de los que establece el punto 4.6.11, los siguientes requisitos:
    - a) especificará los combustibles con los que puede funcionar la familia de motores en el anexo 1, parte 1, punto 3.2.2.2.1;
    - b) demostrará la capacidad del motor de referencia de cumplir los requisitos del presente Reglamento relativos a los combustibles declarados;
    - c) garantizará el cumplimiento de los requisitos de conformidad en circulación especificados en el punto 9 sobre los combustibles declarados, incluida cualquier mezcla entre los combustibles declarados y los combustibles comerciales y las normas pertinentes.
  - 4.6.3. En el caso de un motor alimentado con gas natural/biometano, el fabricante deberá demostrar que los motores de referencia pueden adaptarse a cualquier composición de combustible que pueda existir en el mercado.
    - 4.6.3.1. En el caso del gas natural comprimido/biometano (GNC), existen en general dos grupos de combustible, el de alto poder calorífico (grupo H) y el de bajo poder calorífico (grupo L), aunque con una variedad significativa dentro de cada uno; difieren considerablemente en su contenido

<sup>(1)</sup> Este punto se reserva para disposiciones alternativas relacionadas con requisitos alternativos de control de los NO<sub>x</sub> y el sistema OBD de los vehículos ligeros.

energético expresado mediante el índice de Wobbe y en su factor de desplazamiento  $\lambda$  ( $S_\lambda$ ). Los gases naturales con un factor de desplazamiento  $\lambda$  comprendido entre 0,89 y 1,08 ( $0,89 \leq S_\lambda \leq 1,08$ ) se consideran del grupo H, mientras que aquellos cuyo factor de desplazamiento  $\lambda$  está comprendido entre 1,08 y 1,19 ( $1,08 \leq S_\lambda \leq 1,19$ ) se consideran del grupo L. La composición de los combustibles de referencia refleja las extremas variaciones de  $S_\lambda$ .

El motor de referencia cumplirá los requisitos del presente Reglamento en cuanto a los combustibles de referencia  $G_R$  (combustible 1) y  $G_{25}$  (combustible 2), tal como se especifican en el anexo 5, sin reajustes manuales en el sistema de alimentación del motor entre los dos ensayos (se requiere autoadaptación). Se permitirá una fase de adaptación durante un ciclo WHTC caliente sin medición después del cambio de combustible. Tras la fase de adaptación el motor se enfriará de acuerdo con lo indicado en el punto 7.6.1 del anexo 4.

- 4.6.3.1.1. A petición del fabricante, podrá realizarse el ensayo del motor con un tercer combustible (combustible 3) si el factor de desplazamiento  $\lambda$  ( $S_\lambda$ ) se encuentra entre 0,89 (es decir, el margen inferior del  $G_R$ ) y 1,19 (es decir, el margen superior del  $G_{25}$ ), por ejemplo, cuando el combustible 3 sea un combustible comercial. Los resultados de este ensayo podrán servir de base para la evaluación de la conformidad de la producción.
- 4.6.3.2. En el caso del gas natural licuado/biometano licuado (GNL), el motor de referencia cumplirá los requisitos del presente Reglamento en cuanto a los combustibles de referencia  $G_R$  (combustible 1) y  $G_{20}$  (combustible 2), tal como se especifican en el anexo 5, sin reajustes manuales en el sistema de alimentación del motor entre los dos ensayos (se requiere autoadaptación). Se permitirá una fase de adaptación durante un ciclo WHTC caliente sin medición después del cambio de combustible. Tras la fase de adaptación, el motor se enfriará de acuerdo con el punto 7.6.1 del anexo 4.
- 4.6.4. En el caso de un motor alimentado con gas natural comprimido/biometano (GNC) que se autoadapta, por un lado, a los gases del grupo H y, por otro, a los gases del grupo L y que puede cambiarse de los gases del grupo H a los gases del grupo L mediante un conmutador, el ensayo del motor de referencia deberá efectuarse, en cada posición del conmutador, con el combustible de referencia correspondiente tal como se especifica en el anexo 5 para cada tipo de combustible. Los combustibles son el  $G_R$  (combustible 1) y el  $G_{23}$  (combustible 3) para los gases del grupo H y el  $G_{25}$  (combustible 2) y el  $G_{23}$  (combustible 3) para los gases del grupo L. El motor de referencia deberá cumplir los requisitos del presente Reglamento en ambas posiciones del conmutador, sin efectuar ningún reajuste del sistema de alimentación entre los dos ensayos realizados en cada posición del conmutador. Se permitirá una fase de adaptación durante un ciclo WHTC caliente sin medición después del cambio de combustible. Después de la fase de adaptación, el motor se enfriará de acuerdo con el punto 7.6.1 del anexo 4.
- 4.6.4.1. A petición del fabricante, podrá realizarse el ensayo del motor con un tercer combustible en lugar del  $G_{23}$  (combustible 3) si el factor de desplazamiento  $\lambda$  ( $S_\lambda$ ) se encuentra entre 0,89 (es decir, el margen inferior del  $G_R$ ) y 1,19 (es decir, el margen superior del  $G_{25}$ ), por ejemplo, cuando el combustible 3 sea un combustible comercial. Los resultados de este ensayo podrán servir de base para la evaluación de la conformidad de la producción.
- 4.6.5. En el caso de los motores de gas natural, la relación «r» de los resultados de las emisiones para cada contaminante se determinará del modo siguiente:

$$r = \frac{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 2}}{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 1}} \text{ o bien}$$

$$r_a = \frac{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 2}}{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 3}} \text{ y}$$

$$r_b = \frac{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 1}}{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 3}}$$

- 4.6.6. En el caso del GLP, el fabricante debe demostrar que los motores de referencia pueden adaptarse a cualquier composición de combustible que pueda existir en el mercado.

En el caso del GLP existen variaciones en la composición C3/C4. Estas variaciones se reflejan en los combustibles de referencia. El motor de referencia debe cumplir los requisitos relativos a emisiones con los combustibles de referencia A y B tal como se definen en el anexo 5 sin ningún ajuste en la alimentación de combustible entre ambos ensayos. Se permitirá una fase de adaptación durante un ciclo WHTC caliente sin medición después del cambio de combustible. Después de la fase de adaptación, el motor se enfriará de acuerdo con el punto 7.6.1 del anexo 4.

- 4.6.6.1. La relación «r» de los resultados de las emisiones para cada contaminante se determinará del modo siguiente:

$$r = \frac{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia B}}{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia A}}$$

- 4.7. Requisitos relativos a la homologación de tipo para un grupo de combustibles restringido en el caso de los motores de encendido por chispa alimentados con gas natural comprimido/biometano (GNC) o GLP

- 4.7.1. Homologación de tipo relativa a las emisiones de escape de un motor de gas natural diseñado para funcionar con los gases del grupo H o con los gases del grupo L

- 4.7.1.1. El motor de referencia se someterá a ensayo con el combustible de referencia pertinente, tal como se especifica en el anexo 5, del grupo en cuestión. Los combustibles son el  $G_R$  (combustible 1) y el  $G_{23}$  (combustible 3) para los gases del grupo H y el  $G_{25}$  (combustible 2) y el  $G_{23}$  (combustible 3) para los gases del grupo L. El motor de referencia deberá cumplir los requisitos del presente Reglamento sin efectuar ningún reajuste de la alimentación de combustible entre los dos ensayos. Se permitirá una fase de adaptación durante un ciclo WHTC caliente sin medición después del cambio de combustible. Después de la fase de adaptación, el motor se enfriará de acuerdo con el punto 7.6.1 del anexo 4.

- 4.7.1.2. A petición del fabricante, podrá realizarse el ensayo del motor con un tercer combustible en lugar del  $G_{23}$  (combustible 3) si el factor de desplazamiento  $\lambda$  ( $S_\lambda$ ) se encuentra entre 0,89 (es decir, el margen inferior del  $G_R$ ) y 1,19 (es decir, el margen superior del  $G_{25}$ ), por ejemplo, cuando el combustible 3 sea un combustible comercial. Los resultados de este ensayo podrán servir de base para la evaluación de la conformidad de la producción.

- 4.7.1.3. La relación «r» de los resultados de las emisiones para cada contaminante se determinará del modo siguiente:

$$r = \frac{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 2}}{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 1}} \text{ o bien}$$

$$r_a = \frac{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 2}}{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 3}} \text{ y}$$

$$r_b = \frac{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 1}}{\text{resultado de las emisiones con el combustible de referencia 3}}$$

- 4.7.1.4. Cuando se entregue al cliente, el motor llevará una etiqueta con arreglo al punto 4.12.8 que indique para qué tipo de gases está homologado.

- 4.7.2. Homologación de tipo en relación con las emisiones de escape de un motor de gas natural o GLP diseñado para funcionar con una composición de combustible específica

- 4.7.2.1. El motor de referencia cumplirá los requisitos sobre emisiones con los combustibles de referencia  $G_R$  y  $G_{25}$  en el caso del gas natural, o los combustibles de referencia A y B en el caso del GLP, tal como se especifican en el anexo 5. Entre los ensayos se autorizará un reglaje del sistema de alimentación de combustible. Este reglaje consistirá en una recalibración de la base de datos de la alimentación de combustible, sin alterar la estrategia básica de control ni la estructura fundamental de la base de datos. Si es necesario, se autorizará el cambio de piezas directamente relacionadas con el caudal de combustible (como las boquillas de los inyectores).

- 4.7.2.2. A petición del fabricante, el motor podrá ensayarse con los combustibles de referencia  $G_R$  y  $G_{23}$ , o bien  $G_{25}$  y  $G_{23}$ , en cuyo caso la homologación de tipo será válida exclusivamente para los gases del grupo H o para los gases del grupo L, respectivamente.

- 4.7.2.3. Cuando se entregue al cliente, el motor deberá llevar una etiqueta con arreglo a la sección 4.12.8 que indique para qué composición de combustible ha sido calibrado motor.

- 4.8. Requisitos relativos a la homologación de tipo para un combustible específico en el caso de motores alimentados con gas natural licuado/biometano licuado (GNL)

En el caso del gas natural licuado/biometano licuado, la obtención de una homologación de tipo para un combustible específico estará sujeta a los requisitos especificados en los puntos 4.8.1 a 4.8.2.

- 4.8.1. Condiciones para solicitar una homologación de tipo para un combustible específico en el caso de motores alimentados con gas natural licuado/biometano licuado (GNL)
- 4.8.1.1. El fabricante solo podrá solicitar una homologación de tipo para un combustible específico en el caso de que el motor se calibre para una composición de gas GNL específica <sup>(1)</sup> que resulte en un factor de desplazamiento  $\lambda$  que no difiera en más del 3 % del factor de desplazamiento  $\lambda$  del combustible  $G_{20}$  especificado en el anexo 5 y cuyo contenido de etano no supere el 1,5 %.
- 4.8.1.2. En todos los demás casos, el fabricante solicitará una homologación de tipo para un combustible universal conforme a las especificaciones del punto 4.6.3.2.
- 4.8.2. Requisitos de ensayo específicos en el caso de una homologación de tipo para un combustible específico (GNL)
- 4.8.2.1. En el caso de una familia de motores de combustible dual en la cual los motores están calibrados para una composición de gas GNL específica que resulta en un factor de desplazamiento  $\lambda$  que no difiere en más del 3 % del factor de desplazamiento  $\lambda$  del combustible  $G_{20}$  especificado en el anexo 5, y cuyo contenido de etano no supera el 1,5 %, el motor de referencia solo se someterá a ensayo con el combustible de referencia  $G_{20}$ , según establece el anexo 5.
- 4.9. Homologación de tipo relativa a las emisiones de escape de un motor miembro de una familia
- 4.9.1. A excepción del caso mencionado en el punto 4.8.2, la homologación de tipo de un motor de referencia se hará extensiva a todos los miembros de su familia, sin más ensayos, para cualquier composición de combustible del tipo para el que se haya homologado el citado motor de referencia (en el caso de los motores descritos en el punto 4.7.2) o el mismo tipo de combustibles (en el caso de los motores descritos en los puntos 4.6 o 4.7) para el que se haya homologado el motor de referencia.
- 4.9.2. Si el servicio técnico determina que la solicitud presentada en relación con el motor de referencia seleccionado no representa plenamente a la familia de motores definida en el anexo 1, parte 1, el servicio técnico podrá seleccionar y someter a ensayo un motor de referencia alternativo y, en caso necesario, uno adicional.
- 4.10. Requisitos de homologación con respecto a los sistemas de diagnóstico a bordo
- 4.10.1. Los fabricantes se asegurarán de que todos los vehículos y los sistemas de motor estén equipados con un sistema de diagnóstico a bordo (OBD).
- 4.10.2. El sistema OBD estará diseñado, fabricado e instalado en el vehículo con arreglo al anexo 9A, de manera que pueda identificar, registrar y comunicar los tipos de deterioro o mal funcionamiento especificados en dicho anexo a lo largo de toda la vida del vehículo.
- 4.10.3. El fabricante se asegurará de que el sistema OBD cumpla los requisitos establecidos en el anexo 9A, incluidos los requisitos de rendimiento en uso del sistema OBD, en todas las condiciones de conducción normales y razonablemente previsibles, incluidas las condiciones de uso normal especificadas en el anexo 9B.
- 4.10.4. El indicador de mal funcionamiento del sistema OBD deberá activarse de conformidad con el anexo 9B cuando se someta a ensayo con un componente deteriorado aceptado. El indicador de mal funcionamiento del sistema OBD también podrá activarse cuando los niveles de emisión se encuentren por debajo de los umbrales del sistema de diagnóstico a bordo especificados en el anexo 9A.
- 4.10.5. El fabricante garantizará que se cumplen las disposiciones del anexo 9A en cuanto al funcionamiento en uso de una familia de motores OBD.
- 4.10.6. El sistema OBD conservará y pondrá a disposición los datos, sin codificar, relacionados con el rendimiento en uso del sistema OBD a través del protocolo estándar de comunicación del sistema OBD con arreglo a las disposiciones del anexo 9A.
- 4.10.7. Si así lo elige el fabricante, hasta la fecha especificada en el punto 13.2.3 para las nuevas homologaciones de tipo, los sistemas OBD podrán cumplir las disposiciones alternativas establecidas en el anexo 9A que se refieren a este punto.

<sup>(1)</sup> Este sería típicamente el caso de un biometano licuado.

- 4.10.8. Si así lo elige el fabricante, hasta la fecha especificada en el punto 13.2.3 para las nuevas homologaciones de tipo, podrá realizar la supervisión del filtro de partículas diésel («DPF») conforme a las disposiciones alternativas establecidas en el punto 2.3.2.2 del anexo 9A.
- 4.11. Requisitos de homologación con respecto a los dispositivos anticontaminantes de recambio
- 4.11.1. El fabricante se asegurará de que los dispositivos anticontaminantes de recambio destinados a ser instalados en los vehículos o los sistemas de motor con homologación de tipo amparados por el Reglamento han obtenido la homologación de tipo como unidades técnicas independientes con arreglo a los requisitos establecidos en los puntos 4.11.2 a 4.11.5.
- A efectos del presente Reglamento, se considerarán dispositivos anticontaminantes los convertidores catalíticos, los dispositivos para la eliminación de NO<sub>x</sub> y los filtros de partículas.
- 4.11.2. Los dispositivos anticontaminantes de recambio originales que sean del tipo contemplado en el anexo 1, parte 1, punto 3.2.12, y estén destinados a ser instalados en un vehículo al que haga referencia el documento de homologación de tipo pertinente no deberán cumplir necesariamente todas las disposiciones del anexo 13, siempre y cuando cumplan los requisitos que establecen los puntos 2.1, 2.2 y 2.3 de dicho anexo.
- 4.11.3. El fabricante garantizará que el dispositivo anticontaminante original lleve las marcas de identificación.
- 4.11.4. Las marcas de identificación a las que se refiere el punto 4.11.3 serán las siguientes:
- la denominación o la marca comercial del fabricante del motor o del vehículo;
  - la marca y el número de identificación de la pieza del dispositivo anticontaminante original según figura en la información contemplada en el anexo 1, parte 1, punto 3.2.12.2.
- 4.11.5. Los dispositivos anticontaminantes de recambio solo obtendrán la homologación de tipo con arreglo al presente Reglamento una vez que se hayan introducido los requisitos específicos de ensayo en el anexo 13 del presente Reglamento <sup>(1)</sup>.
- 4.12. Etiquetado y marcas de homologación de los vehículos y sistemas de motor
- 4.12.1. Se asignará un número de homologación a cada tipo homologado. Los dos primeros dígitos (actualmente 06, correspondiente a la serie 06 de modificaciones) indicarán la serie de modificaciones que incorpore las modificaciones técnicas importantes más recientes introducidas en el Reglamento en el momento de expedición de la homologación. La misma Parte Contratante no asignará el mismo número a otro tipo de motor o de vehículo.
- 4.12.2. La homologación, su extensión o denegación, así como el cese definitivo de la producción de un tipo de motor o de vehículo de acuerdo con el presente Reglamento se comunicará a las Partes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento mediante el formulario de comunicación cuyo modelo figura en los anexos 2A, 2B o 2C de este último, según proceda. Se comunicarán también los valores medidos durante el ensayo para la homologación de tipo.
- 4.12.3. En cada motor conforme al tipo de motor homologado con arreglo al presente Reglamento se colocará una marca de homologación internacional, de manera visible y en un lugar fácilmente accesible, que consistirá en:
- un círculo con la letra «E» en su interior, seguido del número que identifique al país que ha concedido la homologación <sup>(2)</sup>;
  - el número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo al que se refiere el punto 4.12.3.1.

<sup>(1)</sup> El procedimiento de envejecimiento contemplado en el anexo 13 debe completarse necesariamente antes de que puedan redactarse las homologaciones de tipo.

<sup>(2)</sup> Los números de identificación de las Partes Contratantes del Acuerdo de 1958 figuran en el anexo 3 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2/Amend.1.

- 4.12.3.3. Tras el número de homologación, la marca de homologación contendrá también un carácter adicional cuya finalidad será distinguir la fase para la cual la homologación ha sido concedida conforme al punto 13.2 y comunicada en el cuadro 1 del anexo 3.
- 4.12.3.3.1. En el caso de los motores de encendido por compresión alimentados con diésel, la marca de homologación incluirá la letra «D» después del símbolo nacional a fin de especificar el tipo de motor para el cual se ha concedido la homologación.
- 4.12.3.3.2. En el caso de los motores de encendido por compresión alimentados con etanol (ED95), la marca de homologación incluirá las letras «ED» después del símbolo nacional a fin de especificar el tipo de motor para el cual se ha concedido la homologación.
- 4.12.3.3.3. En el caso de los motores de encendido por chispa alimentados con etanol (E85), la marca de homologación incluirá «E85» después del símbolo nacional a fin de especificar el tipo de motor para el cual se ha concedido la homologación.
- 4.12.3.3.4. En el caso de los motores de encendido por chispa alimentados con gasolina, la marca de homologación incluirá la letra «P» después del símbolo nacional a fin de especificar el tipo de motor para el cual se ha concedido la homologación.
- 4.12.3.3.5. En el caso de los motores de encendido por chispa alimentados con GLP, la marca de homologación incluirá la letra «Q» después del símbolo nacional a fin de especificar el tipo de motor para el cual se ha concedido la homologación.
- 4.12.3.3.6. En el caso de los motores alimentados con gas natural, la marca de homologación incluirá una o más letras después del símbolo nacional a fin de especificar para qué grupo de gases se ha concedido la homologación. La letra o las letras serán las siguientes:
- a) H en el caso de que el motor se homologue y se calibre para los gases del grupo H;
  - b) L en el caso de que el motor se homologue y se calibre para los gases del grupo L;
  - c) HL en el caso de que el motor se homologue y se calibre para los gases del grupo H y del grupo L;
  - d) Ht en el caso de que el motor se homologue y se calibre para un gas de composición específica del grupo H y pueda adaptarse a otro gas específico del grupo H mediante un reglaje de la alimentación de combustible del motor;
  - e) Lt en el caso de que el motor se homologue y se calibre para un gas de composición específica del grupo L y pueda adaptarse a otro gas específico del grupo L mediante un reglaje de la alimentación de combustible del motor;
  - f) HLt en el caso de que el motor se homologue y se calibre para un gas de composición específica del grupo H o del grupo L y pueda adaptarse a otro gas específico del grupo H o del grupo L mediante un reglaje de la alimentación de combustible del motor;
  - g) GNL<sub>20</sub> en el caso de que el motor se homologue y se calibre para una composición específica de gas natural licuado / biometano licuado que resulte en un factor de desplazamiento  $\lambda$  que no difiera en más del 3 % del factor de desplazamiento  $\lambda$  del gas G<sub>20</sub> especificado en el anexo 5 y cuyo contenido de etano no supere el 1,5 %;
  - h) GNL en el caso de que el motor se homologue y se calibre para cualquier otra composición de gas natural licuado / biometano licuado.
- 4.12.3.3.7. En el caso de los motores de combustible dual, la marca de homologación incluirá una serie de dígitos después del símbolo nacional a fin de especificar para qué tipo de motor de combustible dual y con qué tipo de gases se ha concedido la homologación.

Esta serie de dígitos estará formada por dos dígitos correspondientes al tipo de combustible dual seguidos por la letra o las letras especificadas en los puntos 4.12.3.3.1 a 4.12.3.3.6, según corresponda.

- a) 1A para los motores de combustible dual de tipo 1A;
- b) 1B para los motores de combustible dual de tipo 1B;
- c) 2A para los motores de combustible dual de tipo 2A;
- d) 2B para los motores de combustible dual de tipo 2B;
- e) 3B para los motores de combustible dual de tipo 3B.

4.12.4. Si el vehículo o el motor son conformes a un tipo homologado con arreglo a uno o varios Reglamentos anexos al Acuerdo en el país que haya concedido la homologación con arreglo al presente Reglamento, no será necesario repetir el símbolo que se establece en el punto 4.12.3.1. En ese caso, el Reglamento y los números de homologación y los símbolos adicionales de todos los Reglamentos con arreglo a los cuales se ha concedido la homologación de conformidad con el presente Reglamento se indicarán en columnas verticales a la derecha del símbolo indicado en el punto 4.12.3.1.

4.12.5. La marca de homologación deberá figurar en la placa de datos del vehículo colocada por el fabricante, o cerca de ella.

4.12.6. El anexo 3 del presente Reglamento ofrece ejemplos de disposición de las marcas de homologación.

4.12.7. Además de la marca de homologación, el motor homologado como unidad técnica llevará:

4.12.7.1. la marca o denominación comercial del fabricante del motor;

4.12.7.2. la descripción comercial del fabricante.

4.12.8. Etiquetas

Los motores alimentados con gas natural y GLP que hayan sido homologados para un grupo restringido de combustibles deberán llevar las etiquetas siguientes:

4.12.8.1. Contenido

Se proporcionará la información siguiente.

En el caso descrito en el punto 4.7.1.4, la etiqueta indicará «PARA USO EXCLUSIVO CON GAS NATURAL DEL GRUPO H». Cuando proceda, «H» se sustituirá por «L».

En el caso descrito en el punto 4.7.2.3, la etiqueta indicará «PARA USO EXCLUSIVO CON LA ESPECIFICACIÓN DE GAS NATURAL...» o «PARA USO EXCLUSIVO CON LA ESPECIFICACIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO...», según proceda. Se indicará toda la información contenida en el cuadro o los cuadros pertinentes del anexo 5 junto con los distintos componentes y los límites especificados por el fabricante del motor.

Las letras y las cifras tendrán una altura mínima de 4 mm.

*Nota:* Si la falta de espacio impide un etiquetado de estas características, podrá utilizarse un código simplificado. En ese caso, cualquier persona que llene el depósito de combustible, o realice tareas de mantenimiento o de reparación del motor y sus accesorios, así como las autoridades competentes, deberán poder acceder con facilidad a las notas explicativas que contengan la citada información. La localización y el contenido de dichas notas explicativas se determinarán mediante acuerdo entre el fabricante y la autoridad de homologación de tipo.

4.12.8.2. Propiedades

Las etiquetas deberán durar toda la vida útil del motor y sus letras y números deberán ser claramente legibles e indelebles. Asimismo, las etiquetas se colocarán de manera que su modo de fijación dure toda la vida útil del motor y no se podrán quitar sin que se destruya o se deteriore su superficie.

#### 4.12.8.3. Colocación

Las etiquetas se fijarán a una pieza del motor que sea necesaria para su funcionamiento normal y que normalmente no deba ser sustituida durante la vida del motor. Estas etiquetas se colocarán de tal manera que sean fácilmente visibles una vez que el motor esté completo, con todos los accesorios necesarios para su funcionamiento.

4.13. En el caso de una solicitud de homologación de un tipo de vehículo en relación con su motor, las indicaciones especificadas en el punto 4.12.8 se colocarán también cerca de la entrada del depósito de combustible.

4.14. En el caso de una solicitud de homologación de un tipo de vehículo con un motor homologado, las marcas especificadas en el punto 4.12.8 se colocarán también cerca de la entrada del depósito de combustible.

### 5. REQUISITOS Y ENSAYOS

#### 5.1. Generalidades

5.1.1. Los fabricantes equiparán los vehículos y motores de forma que los elementos que puedan afectar a las emisiones estén diseñados, contruidos y montados de modo que faciliten que el vehículo o motor, en condiciones normales de uso, cumpla el presente Reglamento y sus medidas de ejecución.

5.1.2. El fabricante adoptará medidas técnicas que garanticen que las emisiones del tubo de escape se limiten de manera eficaz, con arreglo a lo dispuesto en el presente Reglamento, a lo largo de la vida normal del vehículo y en condiciones normales de uso.

5.1.2.1. Las medidas a las que se refiere el punto 5.1.2 incluirán la garantía de que los tubos, las juntas y las conexiones empleados en los sistemas de control de las emisiones están fabricados conforme a los objetivos del diseño original.

5.1.2.2. El fabricante se asegurará de que los resultados de los ensayos de emisiones respeten los valores límite aplicables en todas las condiciones de ensayo especificadas en el presente Reglamento.

5.1.2.3. Todos los sistemas de motor y elementos de diseño que afecten a la emisión de gases y partículas contaminantes se diseñarán, fabricarán, montarán e instalarán de manera que faciliten que el motor, en condiciones normales de uso, cumpla las disposiciones del presente Reglamento. El fabricante también garantizará el cumplimiento de los requisitos fuera de ciclo establecidos en el punto 5.1.3 y en el anexo 10.

5.1.2.4. Queda prohibido el uso de estrategias de manipulación que reduzcan la eficacia del equipo de control de las emisiones.

5.1.2.5. Para obtener la homologación de tipo en el caso de un motor alimentado por gasolina o E85, el fabricante garantizará que se cumplen los requisitos específicos para las entradas de los depósitos de combustible de los vehículos de gasolina y E85 que se establecen en el punto 6.3.

#### 5.1.3. Requisitos para limitar las emisiones fuera de ciclo

5.1.3.1. Con el fin de cumplir los requisitos que establece el punto 5.1.2, las medidas técnicas adoptadas tendrán en consideración lo siguiente:

- a) los requisitos generales, incluidos los requisitos de rendimiento y la prohibición de las estrategias de manipulación, según se especifica en el anexo 10;
- b) los requisitos para limitar de manera efectiva las emisiones del tubo de escape en las distintas condiciones ambientales en las que pueda esperarse que funcione el vehículo y en las distintas condiciones de funcionamiento que pueda encontrarse;
- c) los requisitos relativos a los ensayos de laboratorio fuera de ciclo durante la homologación de tipo;
- d) los requisitos relativos al ensayo de demostración del PEMS durante la homologación de tipo y cualquier requisito adicional en cuanto al ensayo de un vehículo en uso fuera de ciclo, tal como contempla el presente Reglamento;

- e) el requisito de que el fabricante proporcione una declaración de cumplimiento de los requisitos que limitan las emisiones fuera de ciclo.
- 5.1.3.2. El fabricante cumplirá los requisitos específicos, así como los procedimientos de ensayo asociados, previstos en el anexo 10.
- 5.1.4. Documentación exigida
- 5.1.4.1. La documentación exigida en el punto 3 que permite a la autoridad de homologación de tipo evaluar las estrategias de control de emisiones y los sistemas a bordo del vehículo y del motor para velar por el correcto funcionamiento de las medidas de control de los NO<sub>x</sub> se presentará en las dos partes siguientes:
- a) la «documentación oficial» que podrá ponerse a disposición de las partes interesadas que lo soliciten;
- b) la «documentación ampliada» que será estrictamente confidencial.
- 5.1.4.2. La documentación oficial podrá ser breve, siempre que demuestre que se han identificado todos los resultados permitidos por una matriz obtenida a partir del margen de control de los datos de entrada de cada unidad. La documentación describirá el funcionamiento del sistema de inducción exigido por el anexo 11, incluidos los parámetros necesarios para acceder a la información asociada a dicho sistema. Este material permanecerá en poder de la autoridad de homologación de tipo.
- 5.1.4.3. La documentación ampliada contendrá información sobre el funcionamiento de todas las AES y BES, incluida una descripción de los parámetros modificados por cualquier AES y las condiciones límite en que funcione la AES, y una indicación de qué AES y BES se activarán previsiblemente en las condiciones de los procedimientos de ensayo establecidos en el anexo 10. La documentación ampliada incluirá una descripción de la lógica de control del sistema de combustible, las estrategias de regulación y los puntos de conmutación durante todos los modos de funcionamiento. También incluirá una descripción completa del sistema de inducción que exige el anexo 11, incluidas las estrategias de supervisión asociadas.
- 5.1.4.4. La documentación ampliada será estrictamente confidencial y podrá conservarla la autoridad de homologación de tipo o, a discreción de esta, el fabricante. Si el fabricante conserva la documentación, esta será identificada y fechada por la autoridad de homologación de tipo una vez revisada y aprobada. Deberá estar disponible a efectos de inspección por parte de la autoridad de homologación de tipo en el momento de la homologación o en cualquier momento durante el periodo de validez de la homologación.
- 5.1.5. Disposiciones relativas a la seguridad del sistema electrónico
- 5.1.5.1. Los requisitos generales, incluidos los requisitos específicos de seguridad de los sistemas electrónicos, serán los expuestos en el punto 4 del anexo 9B del Reglamento y los descritos en el punto 2 del anexo 9A.
- 5.2. Especificaciones relativas a las emisiones de gases y partículas contaminantes
- 5.2.1. Al realizarse los ensayos descritos en el anexo 4, las emisiones de gases y partículas contaminantes no superarán las cantidades indicadas en el cuadro 1.
- 5.2.2. Para los motores de encendido por chispa sujetos al ensayo previsto en el anexo 6, el contenido máximo permitido de monóxido de carbono en los gases de escape, en régimen normal de ralentí del motor, será el establecido por el fabricante del vehículo. No obstante, el contenido máximo de monóxido de carbono no será superior al 0,3 por ciento en volumen.
- En régimen de ralentí elevado, el contenido de monóxido de carbono en volumen de los gases de escape no será superior al 0,2 por ciento en volumen, con un régimen del motor, como mínimo, de 2 000 min<sup>-1</sup> y un valor lambda de  $1 \pm 0,03$  o conforme a las especificaciones del fabricante.
- 5.2.3. En el caso de un cárter cerrado, los fabricantes se asegurarán de que en los ensayos previstos en el anexo 4, puntos 6.10 y 6.11, el sistema de ventilación del motor no permita la emisión de gases del cárter a la atmósfera. Si el cárter es de tipo abierto, las emisiones se medirán y añadirán a las emisiones del tubo de escape, con arreglo a las disposiciones establecidas en el anexo 4, punto 6.10.

## 5.3. Límites de emisión

El cuadro 1 muestra los límites de emisiones que serán de aplicación al presente Reglamento.

Cuadro 1

**Límites de emisión**

|           | Valores límite |                 |                  |                             |                             |                          |                     |                        |
|-----------|----------------|-----------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|
|           | CO<br>(mg/kWh) | THC<br>(mg/kWh) | NMHC<br>(mg/kWh) | CH <sub>4</sub><br>(mg/kWh) | NO <sub>x</sub><br>(mg/kWh) | NH <sub>3</sub><br>(ppm) | masa PM<br>(mg/kWh) | número PM<br>(mg/kWh)  |
| WHSC (CI) | 1 500          | 130             |                  |                             | 400                         | 10                       | 10                  | 8,0 × 10 <sup>11</sup> |
| WHTC (CI) | 4 000          | 160             |                  |                             | 460                         | 10                       | 10                  | 6,0 × 10 <sup>11</sup> |
| WHTC (PI) | 4 000          |                 | 160              | 500                         | 460                         | 10                       | 10                  |                        |

Nota:

PI = Encendido por chispa

CI = Encendido por compresión

## 5.4. Factores de durabilidad y deterioro

El fabricante determinará los factores de deterioro que se utilizarán para demostrar que las emisiones de gases y partículas de una familia de motores o de una familia de motores-sistemas de postratamiento sigue respetando los límites de emisiones establecidos en el punto 5.3 durante los periodos de vida útil normal que se establecen a continuación.

Los procedimientos para demostrar la conformidad de un sistema de motor o de una familia de motores-sistemas de postratamiento durante la vida útil normal se establecen en el anexo 7.

El kilometraje y el periodo de tiempo en función de los cuales deben llevarse a cabo los ensayos de durabilidad de los dispositivos anticontaminantes realizados para la homologación de tipo y los ensayos de conformidad de los motores o los vehículos en servicio serán los siguientes:

- cinco años, o 160 000 km si se alcanzan antes, en el caso de los motores destinados a vehículos de las categorías M<sub>1</sub>, N<sub>1</sub> y M<sub>2</sub>;
- seis años, o 300 000 km si se alcanzan antes, en el caso de los motores destinados a vehículos de las categorías N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> con una masa máxima técnicamente admisible no superior a 16 toneladas y M<sub>3</sub> de las clases I, II, A y B con una masa máxima técnicamente admisible no superior a 7,5 toneladas;
- siete años, o 700 000 km si se alcanzan antes, en el caso de los motores destinados a vehículos de la categoría N<sub>3</sub> con una masa máxima técnicamente admisible superior a 16 toneladas y M<sub>3</sub> de las clases III y B con una masa máxima técnicamente admisible superior a 7,5 toneladas.

5.5. Requisitos para garantizar el correcto funcionamiento de las medidas de control de los NO<sub>x</sub>

- 5.5.1. Al solicitar la homologación de tipo, los fabricantes presentarán a la autoridad de homologación de tipo información que demuestre que el sistema de NO<sub>x</sub> sigue cumpliendo su función de control de las emisiones en todas las condiciones que se den normalmente en la región (por ejemplo, la Unión Europea), especialmente a temperaturas bajas.

Asimismo, los fabricantes facilitarán a la autoridad de homologación de tipo información sobre la estrategia de funcionamiento de cualquier sistema de recirculación de los gases de escape (EGR), incluido su funcionamiento a baja temperatura ambiente.

Esta información también incluirá una descripción de los efectos del funcionamiento del sistema a baja temperatura ambiente sobre las emisiones.

El anexo 11 contiene información sobre los ensayos y procedimientos aplicables para cumplir estos requisitos.

6. INSTALACIÓN EN EL VEHÍCULO

6.1. La instalación del motor en el vehículo se realizará de manera que se garantice el cumplimiento de los requisitos de la homologación de tipo. En lo que respecta a la homologación de tipo del motor, se tendrán en cuenta las siguientes características:

6.1.1. la depresión de admisión no deberá sobrepasar la especificada en el anexo 1, parte 1, para la homologación de tipo del motor;

6.1.2. la contrapresión del escape no deberá sobrepasar la especificada en el anexo 1, parte 1, para la homologación de tipo del motor;

6.1.3. la potencia absorbida por los elementos auxiliares necesarios para el funcionamiento del motor no deberá sobrepasar la especificada en el anexo 1, parte 1, para la homologación de tipo del motor;

6.1.4. las características del sistema de postratamiento del gas de escape se ajustarán a las especificadas en el anexo 1, parte 1, para la homologación de tipo del motor.

6.2. Instalación de un motor homologado en un vehículo

La instalación de un motor que haya obtenido la homologación de tipo como unidad técnica independiente en un vehículo cumplirá también los siguientes requisitos:

a) en lo que respecta a la conformidad del sistema OBD, la instalación cumplirá, con arreglo al anexo 9B, apéndice 1, los requisitos de instalación del fabricante según lo dispuesto en el anexo 1, parte 1;

b) en cuanto a la conformidad del sistema que garantiza el correcto funcionamiento de las medidas de control de los  $\text{NO}_x$ , con arreglo al anexo 11, apéndice 4, la instalación cumplirá los requisitos de instalación del fabricante según lo dispuesto en el anexo 1, parte 1.

6.2.1. La instalación en un vehículo de un motor de combustible dual que haya obtenido la homologación de tipo como unidad técnica independiente deberá, además, cumplir los requisitos que establece el punto 6.3 del anexo 15 y, de conformidad con el punto 8.2 del anexo 15, cumplir los requisitos de instalación del fabricante según lo indicado en el anexo 1, parte 1.

6.3. Entradas de los depósitos de combustible en el caso de un motor alimentado con gasolina o E85

6.3.1. El orificio de entrada del depósito de gasolina o E85 deberá estar diseñado de manera que impida que el depósito pueda llenarse con una boquilla de surtidor cuyo diámetro exterior sea igual o superior a 23,6 mm.

6.3.2. Lo dispuesto en el punto 6.3.1 no se aplicará a los vehículos que cumplan las dos condiciones siguientes:

a) haber sido diseñados y fabricados de manera que ningún dispositivo destinado a controlar la emisión de contaminantes gaseosos se vea negativamente afectado por la gasolina con plomo;

b) llevar marcado de manera clara, legible e indeleble el símbolo correspondiente a la gasolina sin plomo recogido en la norma ISO 2575:2004 en un lugar inmediatamente visible para una persona que llene el depósito. Se admiten marcas adicionales.

6.3.3. Se adoptarán medidas para evitar emisiones de evaporación excesivas y el derrame de combustible provocados por la ausencia de tapón del depósito de combustible. Este objetivo podrá alcanzarse empleando uno de los métodos siguientes:

a) un tapón no extraíble de apertura y cierre automáticos;

b) unas características de diseño que eviten emisiones de evaporación excesivas en caso de ausencia de tapón del depósito de combustible;

c) o, en caso de vehículos  $M_1$  o  $N_1$ , cualquier otra medida que tenga el mismo efecto. Entre otros ejemplos, podrá utilizarse un tapón sujeto con cuerda, un tapón sujeto con cadena o un tapón que se bloquee con la llave de encendido del vehículo. En este caso, la llave solo podrá retirarse del tapón del depósito dejándolo bloqueado.

## 7. FAMILIA DE MOTORES

### 7.1. Parámetros que definen una familia de motores

La familia de motores, determinada por el fabricante de motores, deberá ajustarse a lo dispuesto en el punto 5.2 del anexo 4.

En el caso de un motor de combustible dual, la familia de motores deberá cumplir asimismo los requisitos adicionales que establece el punto 3.1.1 del anexo 15.

### 7.2. Elección del motor de referencia

El motor de referencia de la familia se seleccionará con arreglo a los requisitos establecidos en el anexo 4, punto 5.2.4.

En el caso de un motor de combustible dual, la familia del motor de referencia deberá cumplir asimismo los requisitos adicionales que establece el punto 3.1.2 del anexo 15.

### 7.3. Extensión para incorporar un nuevo sistema de motor dentro de una familia de motores

7.3.1. A solicitud del fabricante y con la aprobación de la autoridad de homologación, un nuevo sistema de motor podrá incluirse como miembro de una familia de motores certificada si se cumplen los criterios especificados en el punto 7.1.

7.3.2. Si los elementos de diseño del sistema de motor de referencia son representativos del nuevo sistema de motor conforme al punto 7.2 o, en el caso de los motores de combustible dual, conforme al punto 3.1.2 del anexo 15, el sistema de motor de referencia permanecerá inalterado y el fabricante modificará la ficha de características especificada en el anexo 1.

7.3.3. Si el nuevo sistema de motor contiene elementos de diseño de los cuales no es representativo el sistema de motor de referencia conforme al punto 7.2 o, en el caso de los motores de combustible dual, conforme al punto 3.1.2 del anexo 15, pero el nuevo sistema de motor sí representaría a toda la familia conforme a los puntos mencionados, este pasará a ser el nuevo motor de referencia. En tal caso, se demostrará que los nuevos elementos de diseño cumplen las disposiciones del presente Reglamento y se modificará la ficha de características especificada en el anexo 1.

### 7.4. Parámetros para definir una familia de motores-OBDD

La familia de motores-OBDD se determinará por los parámetros de diseño básicos que serán comunes a los sistemas de motor de la familia, con arreglo al anexo 9B, punto 6.1.

## 8. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

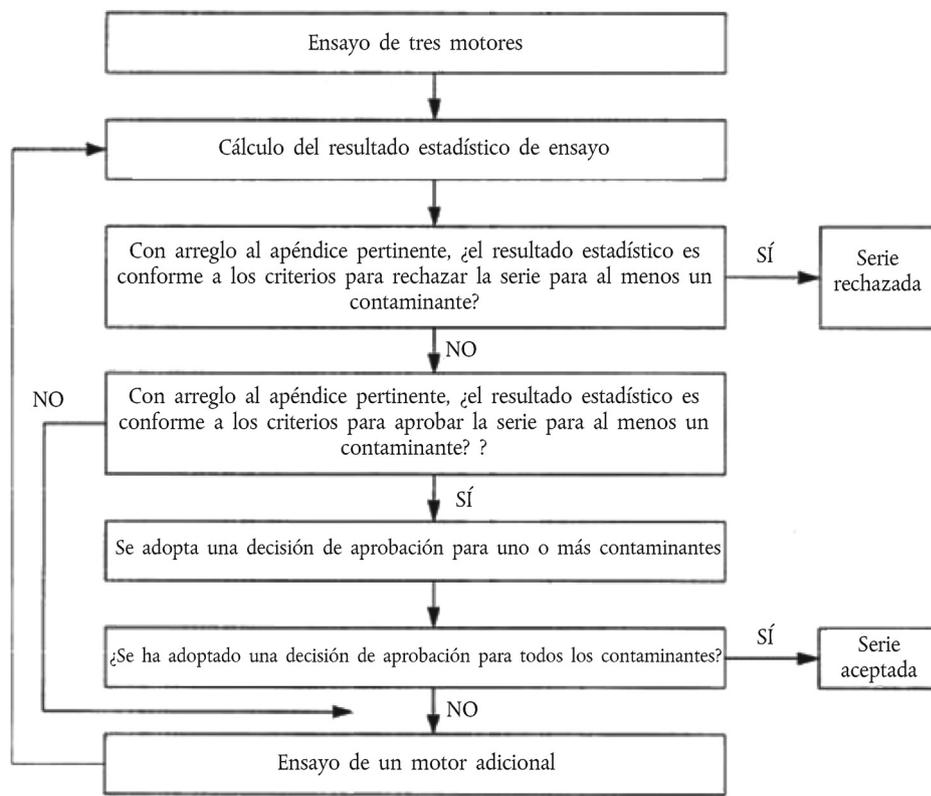
8.1. Todo motor o vehículo que lleve una marca de homologación tal como establece el presente Reglamento se fabricará de manera que sea conforme al tipo homologado por lo que respecta a la descripción que figura en el formulario de homologación y sus anexos. Los procedimientos de conformidad de la producción se ajustarán a los establecidos en el apéndice 2 del Acuerdo de 1958 (E/ECE/324//E/ECE/TRANS/505/Rev.2) y cumplirán los siguientes requisitos establecidos en los puntos 8.2 a 8.5.

8.1.1. La verificación de la conformidad de la producción se llevará a cabo de conformidad con la descripción de los certificados de homologación de tipo que figuran en los anexos 2A, 2B y 2C, según proceda.

- 8.1.2. La conformidad de la producción se evaluará con arreglo a las condiciones específicas que contempla el presente punto y los métodos estadísticos pertinentes que establecen los apéndices 1, 2 y 3.
- 8.2. Requisitos generales
- 8.2.1. Al aplicar los apéndices 1, 2 o 3, la emisión medida de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores sujetos a la verificación de la conformidad de la producción se ajustará mediante la aplicación de los factores de deterioro (FD) adecuados para dicho motor según lo indicado en la adenda del certificado de homologación de tipo concedido con arreglo al presente Reglamento.
- 8.2.2. Las disposiciones del apéndice 2 del Acuerdo de 1958 (E/ECE/324//E/ECE/TRANS/505/Rev.2) serán de aplicación cuando las autoridades de homologación no estén satisfechas con el procedimiento de auditoría del fabricante.
- 8.2.3. Todos los motores sometidos a ensayo se seleccionarán al azar de la producción en serie.
- 8.3. Emisiones de agentes contaminantes
- 8.3.1. Si es preciso medir las emisiones de agentes contaminantes y la homologación de tipo del motor se ha extendido una o más veces, los ensayos se efectuarán en los motores descritos en la documentación relativa a la extensión correspondiente.
- 8.3.2. Conformidad del motor sujeta a un ensayo de contaminación:
- después de la presentación del motor a las autoridades, el fabricante no podrá efectuar ningún ajuste en los motores seleccionados.
- 8.3.2.1. Se seleccionarán tres motores de la serie de motores en cuestión. Los motores se someterán a ensayo en el WHTC y en el WHSC, si procede, para la verificación de la conformidad de la producción. Los valores límite serán los previstos en el punto 5.3.
- 8.3.2.2. Si la autoridad de homologación de tipo considera satisfactoria la desviación estándar de la producción indicada por el fabricante con arreglo al apéndice 2 del Acuerdo de 1958 (E/ECE/324//E/ECE/TRANS/505/Rev.2), los ensayos se realizarán con arreglo al apéndice 1.
- Si la autoridad de homologación de tipo no considera satisfactoria la desviación estándar de la producción indicada por el fabricante con arreglo al apéndice 2 del Acuerdo de 1958 (E/ECE/324//E/ECE/TRANS/505/Rev.2), los ensayos se realizarán con arreglo al apéndice 2.
- A petición del fabricante, podrán efectuarse los ensayos con arreglo a lo dispuesto en el apéndice 3.
- 8.3.2.3. Tras someter el motor a ensayos por muestreo según lo establecido en el punto 8.3.2.2, la producción en serie de los motores en cuestión se considerará conforme si se adopta una decisión de aprobado para todos los contaminantes, y no conforme si se adopta una decisión de rechazo para un contaminante, de acuerdo con los criterios de ensayo aplicados en el apéndice correspondiente.
- Si se ha adoptado una decisión de aprobado para un contaminante, dicha decisión no podrá modificarse como consecuencia del resultado de ningún ensayo adicional destinado a adoptar una decisión para los demás contaminantes.
- Si no se adopta una decisión de aprobado para todos los contaminantes y no se adopta una decisión de rechazo para ningún contaminante, se efectuará un ensayo con otro motor (véase la figura 1).
- Si no se adopta ninguna decisión, el fabricante puede decidir interrumpir los ensayos en cualquier momento. En ese caso, se registrará una decisión de rechazo.

Figura 1

## Esquema del ensayo de conformidad de la producción



- 8.3.3. Los ensayos se efectuarán con motores recién fabricados.
- 8.3.3.1. A petición del fabricante, los ensayos podrán realizarse con motores que hayan rodado durante un periodo máximo de 125 horas. En este caso, el rodaje lo efectuará el fabricante, quien se comprometerá a no realizar ningún ajuste en dichos motores.
- 8.3.3.2. Si el fabricante solicita un procedimiento de rodaje de acuerdo con el punto 8.3.3.1, podrá aplicarse a cualquiera de los siguientes:
- a) a todos los motores que se sometán a ensayo;
  - b) al primer motor sometido a ensayo, determinando un coeficiente de evolución de la manera siguiente:
    - i) las emisiones contaminantes se medirán tanto en el motor recién fabricado como antes del periodo máximo de 125 horas fijado en el punto 8.3.3.1 en el primer motor sometido a ensayo;
    - ii) se calculará, para cada contaminante, el coeficiente de evolución de las emisiones entre los dos ensayos:
 
$$\frac{\text{emisiones del segundo ensayo}}{\text{emisiones del primer ensayo}}$$
 el coeficiente de evolución podrá ser inferior a uno.

Los motores sucesivos que se sometán a ensayo no estarán sujetos al procedimiento de rodaje, pero sus emisiones, en el caso de los motores recién fabricados, se modificarán en función del coeficiente de evolución.

En este caso, se adoptarán los siguientes valores:

- a) para el primer motor, los valores del segundo ensayo;
- b) para los demás motores, los valores del motor recién fabricado multiplicados por el coeficiente de evolución.

8.3.3.3. Para los motores diésel y los motores alimentados con etanol (ED95), gasolina, E85 y GLP, todos los ensayos podrán realizarse con los combustibles comerciales aplicables. No obstante, a petición del fabricante, podrán utilizarse los combustibles de referencia descritos en el anexo 5. Ello implica que se realicen los ensayos descritos en el punto 4 con al menos dos de los combustibles de referencia para cada motor de gas.

8.3.3.4. En el caso de los motores alimentados con gas natural, todos estos ensayos podrán efectuarse con combustible comercial del modo siguiente:

- a) para los motores que lleven la marca H, con un combustible comercial perteneciente al grupo H ( $0,89 \leq S_{\lambda} \leq 1,00$ );
- b) para los motores que lleven la marca L, con un combustible comercial perteneciente al grupo L ( $1,00 \leq S_{\lambda} \leq 1,19$ );
- c) para los motores que lleven la marca HL, con un combustible comercial perteneciente al intervalo extremo del factor de desplazamiento  $\lambda$  ( $0,89 \leq S_{\lambda} \leq 1,19$ ).

No obstante, a petición del fabricante, podrán utilizarse los combustibles de referencia descritos en el anexo 5. Ello implica la realización de los ensayos según lo dispuesto en el punto 4.

8.3.3.5. En caso de desacuerdo a causa de la no conformidad de motores alimentados con gas al utilizar un combustible comercial, los ensayos se efectuarán con un combustible de referencia utilizado en el ensayo del motor de referencia, o con el posible combustible adicional 3 contemplado en los puntos 4.6.4.1 y 4.7.1.2 que haya podido utilizarse en el ensayo del motor de referencia. A continuación, el resultado se convertirá mediante un cálculo con los factores «r», «r<sub>a</sub>» o «r<sub>b</sub>» pertinentes, tal como se describe en los puntos 4.6.5, 4.6.6.1 y 4.7.1.3. Si r, r<sub>a</sub> o r<sub>b</sub> son inferiores a 1, no se realizará ninguna corrección. Los resultados medidos y los resultados calculados deberán demostrar que el motor cumple los valores límite con todos los combustibles pertinentes (combustibles 1 y 2 y, en su caso, combustible 3 en el caso de los motores de gas natural, y combustibles A y B en el caso de los motores de GLP).

8.3.3.6. Los ensayos de conformidad de la producción de un motor alimentado con gas preparado para funcionar con una composición de combustible específica se efectuarán con el combustible para el que se haya calibrado el motor.

8. 4. Sistemas de diagnóstico a bordo (OBD)

8.4.1. Cuando la autoridad de homologación de tipo determine que la calidad de la producción parece no satisfactoria, podrá solicitar una verificación de la conformidad de la producción del sistema OBD. Dicha verificación se realizará con arreglo a lo siguiente:

se tomará al azar un motor de la producción en serie y se someterá a los ensayos descritos en el anexo 9B; los ensayos podrán efectuarse en un motor rodado durante un periodo máximo de 125 horas.

8.4.2. Se considerará que la producción es conforme si este vehículo cumple los requisitos de los ensayos descritos en el anexo 9B.

8.4.3. Si el motor seleccionado de la producción en serie no cumple los requisitos establecidos en el punto 8.4.1, se tomará una nueva muestra aleatoria de cuatro motores de la producción en serie que se someterán a los ensayos descritos en el anexo 9B. Los ensayos podrán efectuarse en motores que hayan sido rodados durante un periodo máximo de 125 horas.

- 8.4.4. Se considerará que la producción es conforme si al menos tres motores de la muestra aleatoria de cuatro motores cumplen los requisitos de los ensayos descritos en el anexo 9B.
- 8.5. Información de la unidad de control electrónico (ECU) exigida para el ensayo en servicio
- 8.5.1. La disponibilidad de la información sobre el flujo de datos exigida en el punto 9.4.2.1 conforme a los requisitos que establece el punto 9.4.2.2 se demostrará mediante una herramienta externa de exploración del sistema OBD según lo descrito en el anexo 9B.
- 8.5.2. Si esta información no puede obtenerse de manera apropiada cuando la herramienta de exploración funcione correctamente con arreglo al anexo 9B, se considerará que el motor no es conforme.
- 8.5.3. La conformidad de la señal del par de la ECU con los requisitos de los puntos 9.4.2.2 y 9.4.2.3 se demostrará realizando el ensayo WHSC con arreglo al anexo 4.
- 8.5.4. Si el equipo de ensayo no cumple los requisitos establecidos en el Reglamento 85 sobre equipo auxiliar, el par medido se corregirá con arreglo al método de corrección establecido en el anexo 4.
- 8.5.5. Se considerará que la conformidad de la señal del par de la ECU es suficiente si el par calculado permanece dentro de las tolerancias establecidas en el punto 9.4.2.5.
- 8.5.6. El fabricante verificará periódicamente, en cada tipo de motor fabricado de cada familia de motores fabricada, la disponibilidad y la conformidad de la información de la ECU exigida para el ensayo en servicio.
- 8.5.7. Los resultados del control del fabricante se pondrán a disposición de la autoridad de homologación de tipo a petición de esta.
- 8.5.8. A petición de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante demostrará la disponibilidad o la conformidad de la información de la ECU en la producción en serie realizando el ensayo apropiado al que se refieren los puntos 8.5.1 a 8.5.4 en una muestra de motores seleccionados del mismo tipo de motor. Las normas de muestreo, incluidos el tamaño de la muestra y los criterios estadísticos de aprobación y rechazo, serán las especificadas en los puntos 8.1. a 8.3 para la verificación de la conformidad de las emisiones.
9. CONFORMIDAD DE LOS VEHÍCULOS/MOTORES EN CIRCULACIÓN
- 9.1. Introducción
- Este punto establece los requisitos de conformidad en circulación aplicables a los tipos de vehículos homologados con arreglo al presente Reglamento.
- 9.2. Control de la conformidad en circulación
- 9.2.1. Para garantizar la conformidad en circulación de los tipos de vehículos o sistemas de motor homologados con arreglo al presente Reglamento se adoptarán medidas conforme al apéndice 2 del Acuerdo de 1958 (E/ECE/324//E/ECE/TRANS/505/Rev.2) y que cumplan los requisitos establecidos en el anexo 8 del presente Reglamento en el caso de los tipos de vehículos o sistemas de motor homologados con arreglo al presente Reglamento.
- 9.2.2. El fabricante adoptará aquellas medidas técnicas que garanticen que las emisiones del tubo de escape se limiten de manera eficaz a lo largo de la vida normal del vehículo y en condiciones normales de uso. La conformidad con las disposiciones del presente Reglamento se verificará durante la vida útil normal de un sistema de motor instalado en un vehículo en condiciones normales de uso según lo especificado en el anexo 8 del presente Reglamento.
- 9.2.3. El fabricante comunicará los resultados del ensayo en servicio al autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original con arreglo al plan inicial presentado en el momento de la homologación de tipo. Cualquier desviación del plan inicial se justificará de manera satisfactoria para la autoridad de homologación de tipo.

- 9.2.4. Si la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original no está satisfecho con la información presentada por el fabricante con arreglo al punto 10 del anexo 8, o si hubiera aportado pruebas de conformidad no satisfactoria en circulación, dicha autoridad podrá exigir al fabricante que realice un ensayo a efectos de confirmación. La autoridad de homologación de tipo examinará el informe resultante del ensayo confirmatorio facilitado por el fabricante.
- 9.2.5. Cuando la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original no esté satisfecho con los resultados de los ensayos en servicio o los ensayos confirmatorios con arreglo a los criterios definidos en el anexo 8, o en función de ensayos en servicio realizados por una Parte Contratante, solicitará al fabricante que presente un plan de medidas correctoras para subsanar la falta de conformidad con arreglo al punto 9.3 del presente Reglamento y al punto 9 del anexo 8.
- 9.2.6. Cualquier Parte Contratante podrá realizar y comunicar su propio ensayo de vigilancia sobre la base del procedimiento de ensayo de conformidad en circulación descrito en el anexo 8. Se registrará la información sobre la obtención, el mantenimiento y la participación del fabricante en las actividades. A petición de una autoridad de homologación de tipo, la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original facilitará la información necesaria sobre la homologación de tipo para que el ensayo pueda realizarse con arreglo al procedimiento descrito en el anexo 8.
- 9.2.7. Cuando una Parte Contratante demuestre que un tipo de vehículo o motor no cumple los requisitos aplicables del presente punto (es decir, del punto 9.2) y del anexo 8, lo notificará sin demora, a través de su propia autoridad de homologación de tipo, a la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original. Cuando reciba dicha petición, la autoridad de homologación de tipo correspondiente tomará las medidas necesarias lo antes posible y, en cualquier caso, en los seis meses siguientes a la fecha de la petición.

Tras la notificación, la autoridad de homologación de tipo de la Parte Contratante que concedió la homologación de tipo original informará rápidamente al fabricante de que el tipo de vehículo o de motor no cumple los requisitos de dichas disposiciones.

- 9.2.8. Tras la notificación contemplada en el punto 9.2.7 y en los casos en que los ensayos de conformidad en circulación anteriores hayan demostrado la conformidad, la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original podrá pedir al fabricante que realice ensayos confirmatorios adicionales después de consultar a los expertos de la Parte Contratante que comunicó la no conformidad del vehículo.

Si no existen datos sobre dichos ensayos, el fabricante, en un plazo de sesenta días hábiles a partir de la recepción de la notificación a la que se refiere el punto 9.2.7, presentará a la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original un plan de medidas correctoras con arreglo al punto 9.3 o realizará ensayos de conformidad en circulación adicionales con un vehículo equivalente para verificar si el tipo de vehículo o motor incumple los requisitos. En caso de que el fabricante pueda demostrar, de manera satisfactoria para la autoridad de homologación de tipo, que necesita más tiempo para realizar ensayos adicionales, podrá concederse una ampliación de plazo.

- 9.2.9. Se invitará a expertos de la Parte Contratante que comunicó la no conformidad del tipo de vehículo o de motor con arreglo al punto 9.2.7 a comparecer en los ensayos de conformidad en circulación adicionales a los que se refiere el punto 9.2.8. Además, los resultados de los ensayos se comunicarán a dicha Parte Contratante y a las autoridades de homologación de tipo.

Si los ensayos de conformidad en circulación o los ensayos confirmatorios confirman que el tipo de vehículo o de motor no es conforme, la autoridad de homologación de tipo solicitará al fabricante que presente un plan de medidas correctoras para subsanar la falta de conformidad. El plan de medidas correctoras cumplirá lo dispuesto en el punto 9.3 del presente Reglamento y en el punto 9 del anexo 8.

Si los ensayos de conformidad en circulación o los ensayos confirmatorios demuestran la conformidad, el fabricante presentará un informe a la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original. La autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original enviará el informe a la Parte Contratante que comunicó la no conformidad del tipo de vehículo y a las autoridades de homologación de tipo. El informe recogerá los resultados de ensayo con arreglo al punto 10 del anexo 8.

- 9.2.10. La autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original mantendrá informada a la Parte Contratante que determinó que el tipo de vehículo o motor no cumplía los requisitos aplicables acerca del avance y los resultados de las conversaciones con el fabricante, los ensayos de verificación y las medidas correctoras.
- 9.3. Medidas correctoras
- 9.3.1. A petición de la autoridad de homologación de tipo y tras efectuar los ensayos en servicio con arreglo al punto 9.2, el fabricante presentará el plan de medidas correctoras al autoridad de homologación de tipo en un plazo máximo de sesenta días hábiles a partir de la recepción de la notificación de la autoridad de homologación de tipo. Cuando el fabricante pueda demostrar, de manera satisfactoria para la autoridad de homologación de tipo, que necesita más tiempo para investigar el motivo de la falta de conformidad a fin de presentar un plan de medidas correctoras, podrá concederse una ampliación de plazo.
- 9.3.2. Las medidas correctoras se aplicarán a todos los motores en servicio que pertenezcan a las mismas familias de motores o familias de motores OBD y se extenderán también a las familias de motores o familias de motores OBD que previsiblemente puedan verse afectadas por los mismos defectos. El fabricante evaluará la necesidad de modificar los documentos de homologación de tipo y comunicará el resultado al autoridad de homologación de tipo.
- 9.3.3. La autoridad de homologación de tipo consultará al fabricante para llegar a un acuerdo sobre un plan de medidas correctoras y sobre la ejecución del plan. Cuando la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original determine que no puede alcanzarse dicho acuerdo, tomará las medidas necesarias, incluida, si es necesario, la retirada de la homologación de tipo, para garantizar que los vehículos, sistemas, componentes o unidades técnicas independientes, según sea el caso, que se estén fabricando sean conformes al tipo homologado. La autoridad de homologación de tipo notificará a las autoridades de homologación de tipo de las demás partes contratantes la medidas adoptadas. Si se retira la homologación de tipo, la autoridad de homologación de tipo informará de la retirada y de sus motivos a las autoridades de homologación de las demás Partes Contratantes en un plazo de veinte días hábiles.
- 9.3.4. La autoridad de homologación de tipo aprobará o rechazará el plan de medidas correctoras en un plazo de treinta días hábiles a partir de la recepción de dicho plan del fabricante. La autoridad de homologación de tipo también notificará, dentro del mismo plazo, al fabricante y a todas las Partes Contratantes su decisión de aprobar o rechazar el plan de medidas correctoras.
- 9.3.5. El fabricante será responsable de ejecutar el plan de medidas correctoras aprobado.
- 9.3.6. El fabricante tendrá un registro de cada vehículo o sistema de motor recuperado y reparado o modificado y del taller que efectuó la reparación. La autoridad de homologación de tipo tendrá acceso a dicho registro previa solicitud durante la ejecución y durante un periodo de cinco años una vez que finalice la ejecución del plan.
- 9.3.7. Cualquier reparación o modificación contemplada en el punto 9.3.6 se hará constar en un certificado que el fabricante facilitará al propietario del motor o vehículo.
- 9.4. Requisitos y pruebas de los ensayos en servicio
- 9.4.1. Introducción
- Este punto (punto 9.4) establece las especificaciones y pruebas de los datos de la ECU durante la homologación de tipo a efectos de los ensayos en servicio.
- 9.4.2. Requisitos generales
- 9.4.2.1. A efectos de los ensayos en servicio, el sistema OBD informará de la carga calculada (par motor, en porcentaje del par máximo y el par máximo disponible al régimen del motor en ese momento concreto), el régimen del motor, la temperatura del líquido refrigerante del motor, el consumo instantáneo de combustible y el par motor máximo de referencia como función del régimen del motor, en tiempo real y con una frecuencia mínima de 1 Hz, como información de flujo de datos obligatoria.
- 9.4.2.2. La ECU podrá calcular el par de salida utilizando algoritmos incorporados para calcular el par interno producido y el par de fricción.

- 9.4.2.3. El par motor en Nm que resulte de dicha información de flujo de datos permitirá establecer una comparación directa con los valores medidos al determinar la potencia del motor con arreglo al Reglamento 85. En particular, cualquier posible corrección relativa al equipo auxiliar se incluirá en dicha información de flujo de datos.
- 9.4.2.4. El acceso a la información exigida en el punto 9.4.2.1 se proporcionará con arreglo a los requisitos establecidos en el anexo 9A y a las normas contempladas en el anexo 9B, apéndice 6.
- 9.4.2.5. La carga media en cada condición de funcionamiento en Nm calculada a partir de la información exigida en el punto 9.4.2.1 no diferirá de la carga media medida en esa condición de funcionamiento en más de:
- a) un 7 % cuando se determine la potencia del motor con arreglo al Reglamento 85;
  - b) un 10 % al realizar el ciclo armonizado a escala mundial en condiciones estacionarias (en lo sucesivo, «WHSC») con arreglo al anexo 4, punto 7.7.

El Reglamento 85 permite que la carga máxima real del motor difiera de la carga máxima de referencia un 5 % para tener en cuenta la variabilidad del proceso de fabricación. Esta tolerancia se tiene en consideración en los valores citados.

- 9.4.2.6. El acceso externo a la información exigida en el punto 9.4.2.1 no afectará a las emisiones ni al funcionamiento del vehículo.
- 9.4.3. Verificación de la disponibilidad y la conformidad de la información de la ECU exigida para los ensayos en servicio
- 9.4.3.1. La disponibilidad de la información de flujo de datos exigida en el punto 9.4.2.1, conforme a los requisitos que establece el punto 9.4.2.2, se demostrará mediante una herramienta externa de exploración del sistema OBD con arreglo al anexo 9B.
- 9.4.3.2. Si esta información no puede obtenerse de manera apropiada, mediante una herramienta de exploración que funcione correctamente, se considerará que el motor no es conforme.
- 9.4.3.3. La conformidad de la señal del par de la ECU con los requisitos de los puntos 9.4.2.2 y 9.4.2.3 se demostrará con el motor de referencia de una familia de motores cuando se determine la potencia del motor con arreglo al Reglamento 85 y cuando se realice el ensayo WHSC con arreglo al punto 7.7 del anexo 4 y los ensayos de laboratorio fuera de ciclo durante la homologación de tipo con arreglo al punto 7 del anexo 10.
- 9.4.3.3.1 La conformidad de la señal del par de la ECU con los requisitos de los puntos 9.4.2.2 y 9.4.2.3 se demostrará para cada miembro de la familia de motores cuando se determine la potencia del motor con arreglo al Reglamento 85. Para ello, se realizarán mediciones adicionales en varios puntos de funcionamiento de carga parcial y de régimen del motor (por ejemplo, en los modos del WHSC y algunos puntos aleatorios adicionales).
- 9.4.3.4. Si el motor sometido a ensayo no cumple los requisitos establecidos en el Reglamento 85 sobre equipo auxiliar, el par medido se corregirá con arreglo al método de corrección de potencia establecido en el anexo 4, punto 6.3.5
- 9.4.3.5. Se considera que la conformidad de la señal del par de la ECU está demostrada si la señal del par permanece dentro de las tolerancias establecidas en el punto 9.4.2.5.

## 10. SANCIONES POR NO CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

- 10.1. La homologación concedida para un tipo de motor o de vehículo con arreglo al presente Reglamento podrá retirarse si no se cumplen los requisitos establecidos en el punto 8.1 o si los motores o vehículos elegidos no superan los ensayos que se establecen en el punto 8.3.

- 10.2. Si una Parte Contratante del Acuerdo que aplique el presente Reglamento retira una homologación que había concedido previamente, informará de ello inmediatamente, mediante un formulario de comunicación conforme al modelo que figura en los anexos 2A, 2B o 2C del presente Reglamento, a las demás Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento.
11. MODIFICACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN DEL TIPO HOMOLOGADO
- 11.1. Toda modificación del tipo homologado deberá notificarse al autoridad de homologación de tipo que lo homologó. En tal caso la autoridad de homologación de tipo podrá:
- 11.1.1. considerar que no es probable que las modificaciones realizadas tengan efectos adversos apreciables y que, en cualquier caso, el tipo modificado sigue cumpliendo los requisitos; o bien
- 11.1.2. solicitar un nuevo informe de ensayo al servicio técnico responsable de la realización de los ensayos.
- 11.2. La confirmación o denegación de la homologación, con especificación de las modificaciones, se comunicará mediante el procedimiento indicado en el punto 4.12.2 a las Partes Contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento.
- 11.3. La autoridad de homologación de tipo que expida la extensión de la homologación asignará un número de serie a dicha extensión e informará de ello, mediante un formulario de comunicación conforme al modelo del anexo 2A, 2B o 2C del presente Reglamento, a las demás Partes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento.
12. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN
- Cuando el titular de una homologación abandone completamente la fabricación de un tipo homologado con arreglo al presente Reglamento, informará de ello a la autoridad que concediera la homologación. Una vez recibida la comunicación pertinente, dicha autoridad informará de ello, mediante un formulario de comunicación conforme al modelo del anexo 2A, 2B o 2C del presente Reglamento, a las demás Partes Contratantes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento.
13. DISPOSICIONES TRANSITORIAS
- 13.1. Disposiciones generales
- 13.1.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 06 de modificaciones, ninguna Parte Contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión de una homologación con arreglo al Reglamento en su versión modificada por la serie 06 de modificaciones.
- 13.1.2. A partir de la fecha de entrada en vigor de la serie 06 de modificaciones, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento concederán homologaciones CEPE únicamente si el motor cumple los requisitos del presente Reglamento en su versión modificada por la serie 06 de modificaciones.
- 13.2. Nuevas homologaciones de tipo
- 13.2.1. A partir de la fecha de entrada en vigor de la serie 06 de modificaciones del presente Reglamento, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento concederán una homologación CEPE a un vehículo o sistema de motor únicamente si este cumple:
- los requisitos que establece el punto 4.1 del presente Reglamento;
  - los requisitos de supervisión del funcionamiento que establece el punto 2.3.2.2 del anexo 9A;
  - los requisitos de supervisión OTL de los NO<sub>x</sub> que figuran en la fila «fase de introducción progresiva» de los cuadros 1 y 2 del anexo 9A;
  - los requisitos de calidad y consumo del reactivo en la «fase de introducción progresiva», tal como contemplan los puntos 7.1.1.1 y 8.4.1.1 del anexo 11.
- 13.2.1.1. De acuerdo con los requisitos del anexo 9A, punto 6.4.4, los fabricantes están exentos de proporcionar una declaración de conformidad del funcionamiento en servicio de los sistemas OBD.

- 13.2.2. A partir del 1 de septiembre de 2014, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento concederán una homologación CEPE a un vehículo o sistema de motor únicamente si este cumple:
- los requisitos que establece el punto 4.1 del presente Reglamento;
  - los requisitos de supervisión OTL de la masa de partículas que figuran en la fila «fase de introducción progresiva» del cuadro 1 del anexo 9A;
  - los requisitos de supervisión OTL de los NO<sub>x</sub> que figuran en la fila «fase de introducción progresiva» de los cuadros 1 y 2 del anexo 9A;
  - los requisitos de calidad y consumo del reactivo en la «fase de introducción progresiva», tal como contemplan los puntos 7.1.1.1 y 8.4.1.1 del anexo 11.
- 13.2.2.1. De acuerdo con los requisitos del anexo 9A, punto 6.4.4, los fabricantes están exentos de proporcionar una declaración de conformidad del funcionamiento en servicio de los sistemas OBD.
- 13.2.3. A partir del 31 de diciembre de 2015, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento concederán una homologación CEPE a un vehículo o sistema de motor únicamente si este cumple:
- los requisitos que establece el punto 4.1 del presente Reglamento;
  - los requisitos de supervisión OTL de la masa de partículas que figuran en la fila «requisitos generales» del cuadro 1 del anexo 9A;
  - los requisitos de supervisión OTL de los NO<sub>x</sub> que figuran en la fila «requisitos generales» de los cuadros 1 y 2 del anexo 9A;
  - los requisitos «generales» de calidad y consumo del reactivo, tal como contemplan los puntos 7.1.1 y 8.4.1 del anexo 11;
  - los requisitos aplicables al plan relacionado con las técnicas de supervisión y a la aplicación de dichas técnicas conforme a los puntos 2.3.1.2 y 2.3.1.2.1 del anexo 9A;
  - los requisitos del anexo 9A, punto 6.4.1, para proporcionar una declaración de conformidad del funcionamiento en servicio de los sistemas OBD.
- 13.3. Límite de validez de las homologaciones de tipo
- 13.3.1. A partir del 1 de enero de 2014, dejarán de ser válidas las homologaciones de tipo concedidas con arreglo al presente Reglamento, modificado por la serie 05 de modificaciones.
- 13.3.2. A partir del 1 de septiembre de 2015, dejarán de ser válidas las homologaciones de tipo concedidas con arreglo al presente Reglamento, modificado por la serie 06 de modificaciones, que no cumplan el requisito que establece el punto 13.2.1.
- 13.3.3. A partir del 31 de diciembre de 2016, dejarán de ser válidas las homologaciones de tipo concedidas con arreglo al presente Reglamento, modificado por la serie 06 de modificaciones, que no cumplan los requisitos que establece el punto 13.2.2.
- 13.4. Disposiciones especiales
- 13.4.1. Las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán seguir concediendo homologaciones a aquellos vehículos o sistemas de motor que cumplan todas las series anteriores de modificaciones y el presente Reglamento, siempre y cuando dichos vehículos estén destinados a la venta o a la exportación a países que apliquen los requisitos correspondientes en su legislación nacional.

13.4.2. Motores de recambio para vehículos en circulación

Las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán seguir homologando aquellos motores que cumplan los requisitos del presente Reglamento, modificado por anteriores series de modificaciones, o cualquier nivel del Reglamento, siempre que se trate de un motor de recambio para un vehículo en circulación al que se aplicaba esa normativa anterior en la fecha de su puesta en circulación.

13.4.3. Cuando se apliquen las disposiciones especiales contempladas en los puntos 13.4.1 o 13.4.2, la comunicación relativa a la homologación de tipo que figura en el punto 1.6 de la adenda del anexo 2A y 2C incluirá información sobre tales disposiciones.

13.4.3.1. Cuando se concedan homologaciones conforme a las disposiciones especiales que contempla el punto 13.4.1, la comunicación relativa a la homologación de tipo incluirá el siguiente texto al comienzo de la comunicación, con el número de la serie de modificaciones pertinente en lugar de «xx» en el siguiente ejemplo:

«El motor cumple la serie de modificaciones xx del Reglamento 49».

13.4.3.2. Cuando se concedan homologaciones conforme a las disposiciones especiales que contempla el punto 13.4.2, la comunicación relativa a la homologación de tipo incluirá el siguiente texto al comienzo de la comunicación, con el número de la serie de modificaciones pertinente en lugar de «xx» en el siguiente ejemplo:

«El motor de recambio cumple la serie de modificaciones xx del Reglamento 49».

14. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS RESPONSABLES DE LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LAS AUTORIDADES DE HOMOLOGACIÓN DE TIPO

Las Partes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y las direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo que concedan la homologación y a los cuales deberán enviarse los certificados de concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación expedidos en otros países.

---

## Apéndice 1

**Procedimiento para verificar la conformidad de la producción cuando la desviación típica es satisfactoria**

- A.1.1. El presente apéndice describe el procedimiento que debe utilizarse para verificar la conformidad de la producción por lo que respecta a las emisiones de contaminantes cuando la desviación típica de la producción del fabricante es satisfactoria.
- A.1.2. Con una muestra de al menos tres motores, el procedimiento de muestreo se configura de modo que la probabilidad de que un lote supere el ensayo con un 40 % de motores defectuosos sea de 0,95 (riesgo del fabricante = 5 %), mientras que la probabilidad de que se acepte un lote con un 65 % de motores defectuosos sea de 0,10 (riesgo del consumidor = 10 %).
- A.1.3. Se utiliza el procedimiento siguiente para cada uno de los contaminantes mencionados en el punto 5.3 del presente Reglamento (véase la figura 1 del punto 8.3 del presente Reglamento):

se considerará que:

$L$  = el logaritmo natural del valor límite del contaminante;

$x_i$  = el logaritmo natural del valor de medición (una vez aplicado el factor de deterioro pertinente) del motor número  $i$  de la muestra;

$s$  = una estimación de la desviación típica de la producción (después de aplicar el logaritmo natural de las mediciones);

$n$  = el número de la muestra utilizada.

- A.1.4. Para cada muestra se calculará la suma de las desviaciones típicas respecto al límite mediante la fórmula siguiente:

$$\frac{1}{s} \sum_{i=1}^n (L - x_i)$$

- A.1.5. Entonces:

- si el resultado estadístico del ensayo es superior al número correspondiente a la decisión de aprobación que figura en el cuadro 2 para el tamaño de la muestra en cuestión, se adoptará una decisión de aprobación para ese contaminante;
- si el resultado estadístico del ensayo es inferior al número correspondiente a la decisión de rechazo que figura en el cuadro 2 para el tamaño de la muestra en cuestión, se adoptará una decisión de rechazo para ese contaminante;
- en los demás casos, se someterá a ensayo un motor adicional de acuerdo con el punto 8.3.2 y se aplicará el procedimiento de cálculo a la muestra aumentada en una unidad más.

Cuadro 2

**Números de decisión de aprobación y rechazo del plan de muestreo del apéndice 1**  
**Tamaño mínimo de la muestra: 3**

| Número acumulado de motores sometidos a ensayo (tamaño de la muestra) | Número de decisión de aprobación $A_n$ | Número de decisión de rechazo $B_n$ |
|---|--|-------------------------------------|
| 3   | 3,327                                  | - 4,724                             |
| 4   | 3,261                                  | - 4,790                             |
| 5   | 3,195                                  | - 4,856                             |
| 6   | 3,129                                  | - 4,922                             |
| 7   | 3,063                                  | - 4,988                             |
| 8   | 2,997                                  | - 5,054                             |
| 9   | 2,931                                  | - 5,120                             |
| 10  | 2,865                                  | - 5,185                             |
| 11  | 2,799                                  | - 5,251                             |

| Número acumulado de motores sometidos a ensayo (tamaño de la muestra) | Número de decisión de aprobación $A_n$ | Número de decisión de rechazo $B_n$ |
|---|--|-------------------------------------|
| 12  | 2,733                                  | - 5,317                             |
| 13  | 2,667                                  | - 5,383                             |
| 14  | 2,601                                  | - 5,449                             |
| 15  | 2,535                                  | - 5,515                             |
| 16  | 2,469                                  | - 5,581                             |
| 17  | 2,403                                  | - 5,647                             |
| 18  | 2,337                                  | - 5,713                             |
| 19  | 2,271                                  | - 5,779                             |
| 20  | 2,205                                  | - 5,845                             |
| 21  | 2,139                                  | - 5,911                             |
| 22  | 2,073                                  | - 5,977                             |
| 23  | 2,007                                  | - 6,043                             |
| 24  | 1,941                                  | - 6,109                             |
| 25  | 1,875                                  | - 6,175                             |
| 26  | 1,809                                  | - 6,241                             |
| 27  | 1,743                                  | - 6,307                             |
| 28  | 1,677                                  | - 6,373                             |
| 29  | 1,611                                  | - 6,439                             |
| 30  | 1,545                                  | - 6,505                             |
| 31  | 1,479                                  | - 6,571                             |
| 32  | - 2,112                                | - 2,112                             |

Apéndice 2

**Procedimiento para verificar la conformidad de la producción cuando la desviación típica no es satisfactoria o no está disponible**

- A.2.1. El presente apéndice describe el procedimiento que debe utilizarse para verificar la conformidad de la producción por lo que respecta a las emisiones de contaminantes cuando la desviación típica de la producción del fabricante no es satisfactoria o no está disponible.
- A.2.2. Con una muestra de al menos tres motores, el procedimiento de muestreo se configura de modo que la probabilidad de que un lote supere el ensayo con un 40 % de motores defectuosos sea de 0,95 (riesgo del fabricante = 5 %), mientras que la probabilidad de que se acepte un lote con un 65 % de motores defectuosos sea de 0,10 (riesgo del consumidor = 10 %).
- A.2.3. Se considera que los valores de los contaminantes indicados en el punto 5.3 del presente Reglamento, tras aplicar el factor de deterioro pertinente, tienen una distribución logarítmica normal y deben transformarse aplicando sus logaritmos naturales. Se considerará que  $m_0$  y  $m$  representan el tamaño de muestra mínimo y máximo respectivamente ( $m_0 = 3$  y  $m = 32$ ) y que  $n$  representa el número de la muestra utilizada.
- A.2.4. Si  $x_1, x_2, \dots, x_i$  son los logaritmos naturales de los valores medidos (una vez aplicado el factor de deterioro pertinente) en la serie y  $L$  es el logaritmo natural del valor límite del contaminante, entonces:

$$d_i = x_i - L$$

$$\bar{d}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

$$v_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d}_n)^2$$

- A.2.5. El cuadro 3 muestra los números correspondientes a la decisión de aprobación ( $A_n$ ) y de rechazo ( $B_n$ ) respecto al número de la muestra utilizada. El resultado estadístico del ensayo es la relación  $\bar{d}_n/v_n$  y se utilizará para determinar si se aprueba o se rechaza la serie de la manera siguiente:

para  $m_0 \leq n \leq m$ :

- a) se aprueba la serie si  $\bar{d}_n/v_n \leq A_n$
- b) se rechaza la serie si  $\bar{d}_n/v_n \geq B_n$
- c) se hace otra medición si  $A_n < \bar{d}_n/v_n < B_n$

A.2.6. Observaciones

Las siguientes fórmulas recursivas son útiles para el cálculo de los valores sucesivos de la estadística de ensayo:

$$\bar{d}_n = \left(1 - \frac{1}{n}\right) \bar{d}_{n-1} + \frac{1}{n} d_n$$

$$v_n^2 = \left(1 - \frac{1}{n}\right) v_{n-1}^2 + \frac{(\bar{d}_n - d_n)^2}{n-1}$$

$$(n = 2, 3, \dots; \bar{d}_1 = d_1; v_1 = 0)$$

Cuadro 3

## Números de decisión de aprobación y rechazo del plan de muestreo del apéndice 2

Tamaño mínimo de la muestra: 3

| Número acumulado de motores sometidos a ensayo (tamaño de la muestra) | Número de decisión de aprobación $A_n$ | Número de decisión de rechazo $B_n$ |
|---|--|-------------------------------------|
| 3   | -0,80381                               | 16,64743                            |
| 4   | -0,76339                               | 7,68627                             |
| 5   | -0,72982                               | 4,67136                             |
| 6   | -0,69962                               | 3,25573                             |
| 7   | -0,67129                               | 2,45431                             |
| 8   | -0,64406                               | 1,94369                             |
| 9   | -0,61750                               | 1,59105                             |
| 10  | -0,59135                               | 1,33295                             |
| 11  | -0,56542                               | 1,13566                             |
| 12  | -0,53960                               | 0,97970                             |
| 13  | -0,51379                               | 0,85307                             |
| 14  | -0,48791                               | 0,74801                             |
| 15  | -0,46191                               | 0,65928                             |
| 16  | -0,43573                               | 0,58321                             |
| 17  | -0,40933                               | 0,51718                             |
| 18  | -0,38266                               | 0,45922                             |
| 19  | -0,35570                               | 0,40788                             |
| 20  | -0,32840                               | 0,36203                             |
| 21  | -0,30072                               | 0,32078                             |
| 22  | -0,27263                               | 0,28343                             |
| 23  | -0,24410                               | 0,24943                             |
| 24  | -0,21509                               | 0,21831                             |
| 25  | -0,18557                               | 0,18970                             |
| 26  | -0,15550                               | 0,16328                             |
| 27  | -0,12483                               | 0,13880                             |
| 28  | -0,09354                               | 0,11603                             |
| 29  | -0,06159                               | 0,09480                             |
| 30  | -0,02892                               | 0,07493                             |
| 31  | -0,00449                               | 0,05629                             |
| 32  | 0,03876                                | 0,03876                             |

## Apéndice 3

**Procedimiento para verificar la conformidad de la producción a petición del fabricante**

- A.3.1. El presente apéndice describe el procedimiento que debe utilizarse para verificar, a petición del fabricante, la conformidad de la producción por lo que respecta a las emisiones de contaminantes.
- A.3.2. Con una muestra de al menos tres motores, el procedimiento de muestreo se configura de modo que la probabilidad de que un lote supere el ensayo con un 30 % de motores defectuosos sea de 0,90 (riesgo del fabricante = 10 %), mientras que la probabilidad de que se acepte un lote con un 65 % de motores defectuosos sea de 0,10 (riesgo del consumidor = 10 %).
- A.3.3. Se utiliza el procedimiento siguiente para cada uno de los contaminantes mencionados en el punto 5.3 del presente Reglamento (véase la figura 1 del punto 8.3 del presente Reglamento):  
se considerará que:  
n = el número de la muestra utilizada.
- A.3.4. Se determina para la muestra el resultado estadístico del ensayo que cuantifica el número acumulado de ensayos no conformes en el ensayo número n.
- A.3.5. Entonces:
- si el resultado estadístico del ensayo es menor o igual al número correspondiente a la decisión de aprobación que figura en el cuadro 4 para el tamaño de la muestra en cuestión, se adoptará una decisión de aprobación para ese contaminante;
  - si el resultado estadístico del ensayo es mayor o igual al número correspondiente a la decisión de rechazo que figura en el cuadro 4 para el tamaño de la muestra en cuestión, se adoptará una decisión de rechazo para ese contaminante;
  - en los demás casos, se someterá a ensayo un motor adicional de acuerdo con el punto 8.3.2 del presente Reglamento y se aplicará el procedimiento de cálculo a la muestra aumentada en una unidad más.

En el cuadro 4, los números de decisión de aprobación y rechazo se calculan mediante la norma internacional ISO 8422/1991.

Cuadro 4

**Números de decisión de aprobación y rechazo del plan de muestreo del apéndice 3****Tamaño mínimo de la muestra: 3**

| Número acumulado de motores sometidos a ensayo (tamaño de la muestra) | Número correspondiente a la decisión de aprobación | Número correspondiente a la decisión de rechazo |
|---|--|---|
| 3   | —  | 3   |
| 4   | 0  | 4   |
| 5   | 0  | 4   |
| 6   | 1  | 5   |
| 7   | 1  | 5   |
| 8   | 2  | 6   |
| 9   | 2  | 6   |
| 10  | 3  | 7   |
| 11  | 3  | 7   |
| 12  | 4  | 8   |
| 13  | 4  | 8   |
| 14  | 5  | 9   |

| Número acumulado de motores sometidos a ensayo (tamaño de la muestra) | Número correspondiente a la decisión de aprobación | Número correspondiente a la decisión de rechazo |
|---|--|---|
| 15  | 5  | 9   |
| 16  | 6  | 10  |
| 17  | 6  | 10  |
| 18  | 7  | 11  |
| 19  | 8  | 9   |

**Resumen del proceso de homologación de motores alimentados con gas natural, motores alimentados con GLP y motores de combustible dual alimentados con gas natural/biometano o GLP**

Homologación de motores alimentados con GLP

|  | Punto 4.6: Requisitos para una homologación de tipo para un grupo de combustibles universal | Número de periodos de ensayo | Cálculo de «r»  | Punto 4.7: Requisitos de homologación de tipo para un grupo de combustibles restringido en el caso de los motores de encendido por chispa alimentados con gas natural o GLP | Número de periodos de ensayo | Cálculo de «r» |
|--|---|------------------------------|---|---|------------------------------|----------------|
| Véase el punto 4.6.6<br>Motor de GLP adaptable a cualquier composición de combustible                      | combustible A y combustible B   | 2                            | $r = \frac{\text{Combustible B}}{\text{Combustible A}}$ |   |                              |                |
| Véase el punto 4.7.2<br>Motor de GLP diseñado para funcionar con una composición de combustible específica |   |                              |   | Combustible A y combustible B, reglaje permitido entre los ensayos  | 2                            |                |

Homologación de motores alimentados con gas natural

|  | Punto 4.6: Requisitos para una homologación de tipo para un grupo de combustibles universal  | Número de periodos de ensayo | Cálculo de «r»   | Punto 4.7: Requisitos de homologación de tipo para un grupo de combustibles restringido en el caso de los motores de encendido por chispa alimentados con gas natural o GLP | Número de periodos de ensayo | Cálculo de «r» |
|--|--|------------------------------|--|---|------------------------------|----------------|
| Véase el punto 4.6.3<br>Motor de GN adaptable a cualquier composición de combustible | $G_R$ (1) y $G_{25}$ (2)<br>A petición del fabricante el motor puede someterse a ensayo con un combustible comercial adicional (3), si $S_1 = 0,89 - 1,19$ | 2<br>(máx. 3)                | $r = \frac{\text{combustible 2 } (G_{25})}{\text{combustible 1 } (G_R)}$<br><br>y, si se somete a ensayo con un combustible adicional;<br><br>$r_a = \frac{\text{combustible 2 } (G_{25})}{\text{combustible 3 } (\text{combustible comercial})}$<br><br>y<br><br>$r_b = \frac{\text{combustible 1 } (G_R)}{\text{combustible 3 } (G_{23} \text{ o combustible comercial})}$ |   |                              |                |

|   | Punto 4.6: Requisitos para una homologación de tipo para un grupo de combustibles universal   | Número de periodos de ensayo  | Cálculo de «r»   | Punto 4.7: Requisitos de homologación de tipo para un grupo de combustibles restringido en el caso de los motores de encendido por chispa alimentados con gas natural o GLP   | Número de periodos de ensayo                          | Cálculo de «r»  |
|---|---|---|--|---|---|---|
| Véase el punto 4.6.4<br>Motor de GN autoadaptable mediante un conmutador                                  | $G_R$ (1) y $G_{23}$ (3) para el grupo H y $G_{25}$ (2) y $G_{23}$ (3) para el grupo L<br>A petición del fabricante el motor puede someterse a ensayo con un combustible comercial (3) en lugar del $G_{23}$ , si $S_1 = 0,89 - 1,19$ | 2 para el grupo H y 2 para el grupo L; en las posiciones respectivas del conmutador 4 | $r_b = \frac{\text{combustible 1 } (G_R)}{\text{combustible 3 } (G_{23} \text{ o combustible comercial})}$<br>y<br>$r_a = \frac{\text{combustible 2 } (G_{25})}{\text{combustible 3 } (G_{23} \text{ o combustible comercial})}$ |   |   |   |
| Véase el punto 4.7.1<br>Motor de GN diseñado para funcionar con gas del grupo H o gas del grupo L         |   |   |  | $G_R$ (1) y $G_{23}$ (3) para el grupo H, o bien $G_{25}$ (2) y $G_{23}$ (3) para el grupo L<br>A petición del fabricante el motor puede someterse a ensayo con un combustible comercial (3) en lugar del $G_{23}$ , si $S_1 = 0,89 - 1,19$ | 2 para el grupo H o bien 2 para el grupo L 2          | $r_b = \frac{\text{combustible 1 } (G_R)}{\text{combustible 3 } (G_{23} \text{ o combustible comercial})}$<br>para el grupo H<br>o bien<br>$r_a = \frac{\text{combustible 2 } (G_{25})}{\text{combustible 3 } (G_{23} \text{ o combustible comercial})}$<br>para el grupo L |
| Véase el punto 4.7.2<br>Motor de GN diseñado para funcionar con una composición de combustible específica |   |   |  | $G_R$ (1) y $G_{25}$ (2), reglaje permitido entre los ensayos;<br>a petición del fabricante el motor podrá someterse a ensayo con:<br>$G_R$ (1) y $G_{23}$ (3) para el grupo H, o bien $G_{25}$ (2) y $G_{23}$ (3) para el grupo L          | 2 o bien 2 para el grupo H o bien 2 para el grupo L 2 |   |

Homologación de motores de combustible dual alimentados con gas natural/biometano o GLP

| Tipo de combustible dual (1) | Modo diésel | Modo de combustible dual              |                         |  |                                       |
|------------------------------|-------------|---------------------------------------|-------------------------|--|---------------------------------------|
|                              |             | GNC                                   | GNL                     | GNL20                                      | GLP                                   |
| 1A                           |             | Universal o restringido (dos ensayos) | Universal (dos ensayos) | Para un combustible específico (un ensayo) | Universal o restringido (dos ensayos) |

| Tipo de combustible dual <sup>(1)</sup> | Modo diésel              | Modo de combustible dual                 |                            |   |  |
|---|--------------------------|--|----------------------------|---|--|
|   |                          | GNC                                      | GNL                        | GNL20   | GLP                                      |
| 1B                                      | Universal<br>(un ensayo) | Universal o restringido<br>(dos ensayos) | Universal<br>(dos ensayos) | Para un combustible específico<br>(un ensayo) | Universal o restringido<br>(dos ensayos) |
| 2A                                      |                          | Universal o restringido<br>(dos ensayos) | Universal<br>(dos ensayos) | Para un combustible específico<br>(un ensayo) | Universal o restringido<br>(dos ensayos) |
| 2B                                      | Universal<br>(un ensayo) | Universal o restringido<br>(dos ensayos) | Universal<br>(dos ensayos) | Para un combustible específico<br>(un ensayo) | Universal o restringido<br>(dos ensayos) |
| 3B                                      | Universal<br>(un ensayo) | Universal o restringido<br>(dos ensayos) | Universal<br>(dos ensayos) | Para un combustible específico<br>(un ensayo) | Universal o restringido<br>(dos ensayos) |

<sup>(1)</sup> Conforme a las definiciones del anexo 15.

## ANEXO I

## MODELOS DE FICHA DE CARACTERÍSTICAS

La presente ficha de características está relacionada con la homologación con arreglo al Reglamento nº 49. Se refiere a las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases y partículas contaminantes por parte de vehículos y sistemas de motor. Es relativa a:

- la homologación de tipo de un motor o una familia de motores considerados como una unidad técnica independiente,
- la homologación de tipo de un vehículo con un motor homologado con respecto a las emisiones,
- la homologación de tipo de un vehículo con respecto a las emisiones.

La información que figura a continuación, cuando proceda, deberá presentarse por triplicado y acompañada de un índice de contenidos. Los dibujos que vayan a entregarse serán suficientemente detallados y se presentarán a la escala adecuada y en formato A4 o en una carpeta de ese formato. Si se presentan fotografías, deberán ser suficientemente detalladas.

Si los sistemas, componentes o unidades técnicas independientes contemplados en el presente anexo tienen funciones controladas electrónicamente, se suministrará información relativa a sus prestaciones.

En el apéndice 1 del presente anexo figuran notas explicativas a pie de página.

## Información exigida

La ficha de características contendrá en todos los casos:

## Información general

Además, se proporcionará también la siguiente información según proceda.

Parte 1: Características esenciales del motor (de referencia) y los tipos de motor de una familia de motores

Parte 2: Características esenciales de los componentes y sistemas del vehículo en lo que respecta a las emisiones de gases de escape

Apéndice de la ficha de características: información sobre las condiciones de ensayo

Fotografías y/o dibujos del motor de referencia, del tipo de motor y, si procede, del compartimento del motor.

Enumerar otros documentos anexos, si los hay.

Fecha, expediente

## Notas sobre la cumplimentación de los cuadros

Las letras A, B, C, D y E que corresponden a los miembros de la familia de motores serán sustituidas por las denominaciones reales de los miembros de la familia de motores.

Cuando, para una determinada característica del motor, se aplique el mismo valor o la misma descripción para todos los miembros de la familia de motores, se unificarán las casillas correspondientes a las letras A-E.

Si la familia consta de más de cinco miembros, podrán añadirse nuevas columnas.

En caso de una solicitud de homologación de tipo de un motor o de una familia de motores como unidad técnica independiente, se cumplimentarán la parte general y la parte 1.

En caso de una solicitud de homologación de tipo de un vehículo con un motor homologado en lo que respecta a las emisiones, se cumplimentarán la parte general y la parte 2.

En caso de una solicitud de homologación de tipo de un vehículo en lo que respecta a las emisiones, se cumplimentarán la parte general y las partes 1 y 2.

|      |                                      | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|      |                                      |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 0.   | Generalidades                        |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 0.1. | Marca (razón social del fabricante): |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 0.2. | Tipo                                 |                                     |                                   |   |   |   |   |

|          |   | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|----------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|          |   |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 0.2.0.3. | Tipo de motor como unidad técnica independiente/familia de motores como unidad técnica independiente/vehículo con un motor homologado en lo que respecta a las emisiones/vehículo en lo que respecta a las emisiones <sup>(1)</sup> |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 0.2.1.   | Denominación o denominaciones comerciales (si se dispone de ellas):   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 0.3.     | Medio de identificación del tipo, si está marcado en la unidad técnica independiente <sup>(2)</sup> :   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 0.3.1.   | Emplazamiento del marcado:  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 0.5.     | Nombre y dirección del fabricante:  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 0.7.     | En el caso de componentes y unidades técnicas independientes, emplazamiento y forma de colocación de la marca de homologación:  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 0.8.     | Nombre (o nombres) y dirección (o direcciones) de la planta o plantas de montaje:   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 0.9.     | Nombre y dirección del representante del fabricante (en su caso):   |                                     |                                   |   |   |   |   |

## PARTE 1

**Características esenciales del motor (de referencia) y los tipos de motor de una familia de motores**

|            |   | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|            |   |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.       | Motor de combustión interna   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.     | <i>Información específica sobre el motor</i>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.1.   | Principio de funcionamiento: encendido por chispa/encendido por compresión <sup>(1)</sup><br>Ciclo de cuatro tiempos, de dos tiempos o rotatorio <sup>(1)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.1.1. | Tipo de motor de combustible dual:<br>tipo 1A/tipo 1B/tipo 2A/tipo 2B/tipo 3B <sup>(1)</sup> <sup>(df)</sup><br>Coeficiente energético del gas a lo largo de la parte caliente del ciclo de ensayo WHTC <sup>(df)</sup> : ..... % |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.2.   | Número y disposición de los cilindros   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.2.1. | Diámetro interno <sup>(3)</sup> en mm   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.2.2. | Carrera <sup>(3)</sup> en mm  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.2.3. | Orden de encendido  |                                     |                                   |   |   |   |   |

|            |   | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|            |   |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.1.3.   | Cilindrada <sup>(4)</sup> en cm <sup>3</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.4.   | Relación volumétrica de compresión <sup>(5)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.5.   | Dibujos de la cámara de combustión, de la cara superior del émbolo y, en el caso de los motores de encendido por chispa, de los segmentos   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.6.   | Régimen normal de ralentí del motor <sup>(5)</sup> min <sup>-1</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.6.1. | Régimen elevado de ralentí del motor <sup>(5)</sup> min <sup>-1</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.6.2. | Uso de diésel al ralentí: sí/no <sup>(1)</sup> <sup>(df)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.7.   | Contenido de monóxido de carbono en volumen en los gases de escape con el motor al ralentí <sup>(5)</sup> : % declarado por el fabricante (únicamente en el caso de los motores de encendido por chispa)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.8.   | Máxima potencia neta <sup>(6)</sup> ..... kW a ..... min <sup>-1</sup> (valor declarado por el fabricante)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.9.   | Régimen máximo del motor permitido por el 3.2.4.2.3.fabricante (min <sup>-1</sup> )   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.10.  | Par neto máximo <sup>(6)</sup> (Nm) a (min <sup>-1</sup> ) (valor declarado por el fabricante)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.1.11   | Referencias del fabricante sobre la documentación exigida en los puntos 3.1, 3.2 y 3.3 del presente Reglamento que permite al autoridad de homologación de tipo evaluar las estrategias de control de las emisiones y los sistemas a bordo del motor para velar por un funcionamiento correcto de las medidas de control de los NO <sub>x</sub> |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.2.     | Combustible   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.2.2.   | Vehículos pesados gasóleo/gasolina/GLP/GN-H/GN-L/GN-HL/etanol (ED95)/ etanol (E85)/ combustible dual <sup>(1)</sup> <sup>(dh)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.2.2.1. | Combustibles compatibles con el uso por el motor declarado por el fabricante con arreglo al punto 4.6.2 del presente Reglamento (según proceda)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.     | Alimentación de combustible   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.   | Por inyección del combustible (únicamente encendido por compresión o combustible dual): sí/no <sup>(1)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.1. | Descripción del sistema   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.2. | Principio de funcionamiento: inyección directa/pre-cámara/cámara de turbulencia <sup>(1)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |

|                |   | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|----------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|                |   |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.4.2.3.     | Bomba de inyección  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.3.1.   | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.3.2.   | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.3.3.   | Máximo suministro de combustible <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> .....<br>mm <sup>3</sup> /carrera o ciclo a un régimen del motor de<br>..... min <sup>-1</sup> o, alternativamente, diagrama<br>característico.<br><br>(Si se dispone de un control de sobrealimentación,<br>indíquese la alimentación de combustible y la presión<br>de sobrealimentación características en función<br>del régimen del motor.) |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.3.4.   | Regulación de la inyección estática <sup>(2)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.3.5.   | Curva del avance de la inyección <sup>(2)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.3.6.   | Procedimiento de calibración: ensayo en banco/<br>motor <sup>(1)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.4.     | Regulador   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.4.1.   | Tipo  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.4.2.   | Velocidad de corte  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.4.2.1. | Velocidad de inicio de corte en carga (min <sup>-1</sup> )  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.4.2.2. | Velocidad máxima en vacío (min <sup>-1</sup> )  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.4.2.3. | Régimen de ralentí (min <sup>-1</sup> )   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.5.     | Tubería de inyección  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.5.1.   | Longitud (mm)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.5.2.   | Diámetro interno (mm)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.5.3.   | Conducto común, marca y tipo  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.6.     | Inyector(es)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.6.1.   | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.6.2.   | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.6.3.   | Presión de apertura <sup>(2)</sup> : kPa o diagrama característico <sup>(2)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.7.     | Sistema de arranque en frío   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.7.1.   | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.7.2.   | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |

|                |   | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|----------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|                |   |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.4.2.7.3.   | Descripción   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.8.     | Dispositivo auxiliar de arranque  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.8.1.   | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.8.2.   | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.8.3.   | Descripción del sistema   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.     | Inyección con control electrónico: sí/no <sup>(1)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.1.   | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.2.   | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.3.   | Descripción del sistema (en caso de sistemas distintos del de inyección continua, indíquese la información equivalente)             |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.3.1. | Marca y tipo de la unidad de control electrónico (ECU)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.3.2. | Marca y tipo del regulador de combustible   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.3.3. | Marca y tipo del sensor del flujo de aire   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.3.4. | Marca y tipo del distribuidor de combustible  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.3.5. | Marca y tipo de la caja de mariposa   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.3.6. | Marca y tipo del sensor de la temperatura del agua  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.3.7. | Marca y tipo del sensor de la temperatura del aire  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.3.8. | Marca y tipo del sensor de la presión de aire   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.2.9.3.9. | Número(s) de calibración del <i>software</i>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.       | Por inyección de combustible (únicamente encendido por chispa): sí/no <sup>(1)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.1.     | Principio de funcionamiento: en colector de admisión (monopunto/multipunto/inyección directa <sup>(1)</sup> / otro [especifíquese]) |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.2.     | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.3.     | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.     | Descripción del sistema (en caso de sistemas distintos del de inyección continua, indíquese la información equivalente)             |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.1.   | Marca y tipo de la unidad de control electrónico (ECU)  |                                     |                                   |   |   |   |   |

|               |   | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|---------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|               |   |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.4.3.4.2.  | Marca y tipo del regulador de combustible   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.3.  | Marca y tipo del sensor del flujo de aire   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.4.  | Marca y tipo del distribuidor de combustible  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.5.  | Marca y tipo del regulador de presión   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.6.  | Marca y tipo del microinterruptor   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.7.  | Marca y tipo del tornillo de ajuste del ralentí   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.8.  | Marca y tipo de la caja de mariposa   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.9.  | Marca y tipo del sensor de la temperatura del agua  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.10. | Marca y tipo del sensor de la temperatura del aire  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.11. | Marca y tipo del sensor de la presión de aire   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.4.12. | Número(s) de calibración del <i>software</i>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.5.    | Inyectores: presión de apertura <sup>(5)</sup> (kPa) o diagrama característico <sup>(5)</sup> |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.5.1.  | Marca   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.5.2.  | Tipo  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.6.    | Avance de la inyección  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.7.    | Sistema de arranque en frío   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.7.1.  | Principio(s) de funcionamiento  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.3.7.2.  | Límites de funcionamiento/ajustes <sup>(1)</sup> <sup>(5)</sup>                               |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.4.      | Bomba de alimentación   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.4.4.1.    | Presión <sup>(5)</sup> (kPa) o diagrama característico <sup>(5)</sup>                         |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.5.        | <i>Sistema eléctrico</i>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.5.1.      | Tensión nominal (V), positivo/negativo a tierra <sup>(1)</sup>                                |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.5.2.      | Generador   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.5.2.1.    | Tipo  |                                     |                                   |   |   |   |   |

|              |   | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|--------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|              |   |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.5.2.2.   | Potencia nominal (VA)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.       | <i>Sistema de encendido (motores de encendido por chispa exclusivamente)</i>                    |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.1.     | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.2.     | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.3.     | Principio de funcionamiento   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.4.     | Curva o mapa del avance del encendido <sup>(5)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.5.     | Regulación del encendido estático <sup>(5)</sup> (grados antes del punto muerto superior [PMS]) |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.6.     | Bujías de encendido   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.6.1.   | Marca   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.6.2.   | Tipo  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.6.3.   | Distancia entre los electrodos (mm)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.7.     | Bobina(s) de encendido  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.7.1.   | Marca   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.6.7.2.   | Tipo  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.       | Sistema de refrigeración: por líquido/por aire <sup>(1)</sup>                                   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.2.     | Líquido   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.2.1.   | Naturaleza del líquido  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.2.2.   | Bomba(s) de circulación: sí/no <sup>(1)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.2.3.   | Características   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.2.3.1. | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.2.3.2. | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.2.4.   | Relación o relaciones motrices  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.3.     | Aire  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.3.1.   | Ventilador: sí/no <sup>(1)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.3.2.   | Características   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.3.2.1. | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |

|              |  | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|              |  |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.7.3.2.2. | Tipo(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.7.3.3.   | Relación o relaciones motrices   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.       | Sistema de admisión  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.1.     | Sobrealimentador: sí/no (1)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.1.1.   | Marca(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.1.2.   | Tipo(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.1.3.   | Descripción del sistema (por ejemplo, presión máxima de sobrealimentación ..... kPa, válvula de descarga, si procede)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.2.     | Intercooler: sí/no (1)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.2.1.   | Tipo: aire-aire/aire-agua (1)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.3.     | Depresión de la admisión a régimen nominal del motor y a plena carga (únicamente motores de encendido por compresión)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.3.1.   | Mínimo permitido (kPa)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.3.2.   | Máximo permitido (kPa)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.4.     | Descripción y dibujos de los tubos de admisión y sus accesorios (cámara de tranquilización, dispositivo de calentamiento, entradas de aire suplementarias, etc.) |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.4.1.   | Descripción del colector de admisión (adjúntense dibujos y/o fotografías)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.       | Sistema de escape  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.1.     | Descripción y/o dibujos del colector de escape   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.2.     | Descripción y/o dibujo del sistema de escape   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.2.1.   | Descripción y/o dibujo de los elementos del sistema de escape que forman parte del sistema de motor  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.3.     | Contrapresión máxima de la admisión a régimen nominal y a plena carga (motores de encendido por compresión exclusivamente) (kPa) (7)                             |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.7.     | Volumen del sistema de escape (dm <sup>3</sup> )   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.7.1.   | Volumen aceptable del sistema de escape: (dm <sup>3</sup> )  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.10.      | Secciones transversales mínimas de los conductos de admisión y escape  |                                     |                                   |   |   |   |   |

|                  |  | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|                  |  |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.11.          | Regulación de las válvulas o datos equivalentes  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.11.1.        | Elevación máxima de válvulas, ángulos de apertura y cierre, o datos de regulación de otros sistemas de distribución alternativos, con respecto a los puntos muertos. Para el sistema de regulación variable, regulación máxima y mínima. |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.11.2.        | Intervalo de referencia y/o de reglaje (?)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.          | Medidas adoptadas contra la contaminación ambiental  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.1.1.      | Dispositivo para reciclar los gases del cárter: sí/no (1)<br>En caso afirmativo, descripción y dibujos<br>En caso negativo, se exige el cumplimiento del punto 6.10 del anexo 4 del presente Reglamento                                  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.        | Dispositivos adicionales contra la contaminación (si existen y no están recogidos en otro punto)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.      | Convertidor catalítico: sí/no (1)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.1.    | Número de convertidores y elementos catalíticos (facilítase la información siguiente para cada unidad separada)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.2.    | Dimensiones, forma y volumen del convertidor o los convertidores catalíticos   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.3.    | Tipo de acción catalítica  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.4.    | Carga total de metales preciosos   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.5.    | Concentración relativa   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.6.    | Substrato (estructura y material)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.7.    | Densidad celular   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.8.    | Tipo de recubrimiento del convertidor o los convertidores catalíticos  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.9.    | Emplazamiento del convertidor o los convertidores catalíticos (lugar y distancia de referencia en la línea de escape)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.10.   | Pantalla contra el calor: sí/no (1)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.11.   | Sistemas o método de regeneración de los sistemas de postratamiento del gas de escape, descripción   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.11.5. | Intervalo de temperaturas de funcionamiento normales (K)   |                                     |                                   |   |   |   |   |

|                   |  | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|-------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|                   |  |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.12.2.1.11.6.  | Reactivos consumibles: sí/no <sup>(1)</sup>                                  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.11.7.  | Tipo y concentración del reactivo necesario para la acción catalítica        |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.11.8.  | Intervalo de temperaturas de funcionamiento normales del reactivo (K)        |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.11.9.  | Norma internacional  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.11.10. | Frecuencia de reposición del reactivo: continua/mantenimiento <sup>(1)</sup> |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.12.    | Marca del convertidor catalítico   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.1.13.    | Número de identificación de la pieza   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.2.       | Sensor de oxígeno: sí/no <sup>(1)</sup>                                      |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.2.1.     | Marca  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.2.2.     | Localización   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.2.3.     | Intervalo de control   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.2.4.     | Tipo   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.2.5.     | Número de identificación de la pieza   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.3.       | Inyección de aire: sí/no <sup>(1)</sup>                                      |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.3.1.     | Tipo (aire impulsado, bomba de aire, etc.)                                   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.4.       | Recirculación de los gases de escape (EGR): sí/no <sup>(1)</sup>             |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.4.1.     | Características (marca, tipo, caudal, etc.)                                  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.       | Filtro de partículas (PT): sí/no <sup>(1)</sup>                              |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.1.     | Dimensiones, forma y capacidad del filtro de partículas                      |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.2.     | Diseño del filtro de partículas  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.3.     | Localización (distancia de referencia en la línea de escape)                 |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.4.     | Método o sistema de regeneración, descripción y/o dibujo                     |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.5.     | Marca del filtro de partículas   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.6.     | Número de identificación de la pieza   |                                     |                                   |   |   |   |   |

|                   |  | Tipo de motor o motor de referencia  | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|-------------------|--|--|-----------------------------------|---|---|---|---|
|                   |  |  | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.12.2.6.7.     | Intervalo de temperaturas (K) y presiones (kPa) normales de funcionamiento   |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.8.     | En caso de regeneración periódica  |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.8.1.1. | Número de ciclos de ensayo WHTC sin regeneración (n)   |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.8.2.1. | Número de ciclos de ensayo WHTC con regeneración (n <sub>R</sub> )   |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.9.     | Otros sistemas: sí/no ( <sup>1</sup> )   |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.6.9.1.   | Descripción y funcionamiento   |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.       | Sistema de diagnóstico a bordo (OBD)   |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.0.1.   | Número de familia de motores OBD dentro de la familia de motores   |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.0.2.   | Lista de las familias de motores OBD (cuando proceda)  | Familia de motores OBD 1: .....<br>Familia de motores OBD 2: .....<br>etc. |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.0.3.   | Número de la familia de motores OBD a la que pertenece el motor de referencia o el motor miembro   |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.0.4.   | Referencias del fabricante a la documentación sobre el sistema OBD exigida en el punto 3.1.4, letra c), y el punto 3.3.4 del presente Reglamento y especificada en el anexo 9A del mismo a efectos de homologación del sistema OBD |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.0.5.   | Cuando proceda, referencia del fabricante a la documentación para la instalación en un vehículo de un sistema de motor equipado con sistema OBD  |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.2.     | Lista y función de todos los componentes supervisados por el sistema OBD ( <sup>8</sup> )  |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3.     | Descripción escrita (principios generales de funcionamiento) de  |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3.1.   | Motores de encendido por chispa ( <sup>8</sup> )   |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3.1.1. | Supervisión del catalizador ( <sup>8</sup> )   |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3.1.2. | Detección de fallos de encendido ( <sup>8</sup> )  |  |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3.1.3. | Supervisión del sensor de oxígeno ( <sup>8</sup> )   |  |                                   |   |   |   |   |

|                   |   | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|-------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|                   |   |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.12.2.7.3.1.4. | Otros componentes supervisados por el sistema OBD   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3.2.   | Motores de encendido por compresión <sup>(8)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3.2.1. | Supervisión del catalizador <sup>(8)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3.2.2. | Supervisión del filtro de partículas <sup>(8)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3.2.3. | Supervisión del sistema electrónico de alimentación de combustible <sup>(8)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3.2.4. | Supervisión del sistema de reducción de NO <sub>x</sub> <sup>(8)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3.2.5. | Otros componentes supervisados por el sistema OBD <sup>(8)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.4.     | Criterios para la activación del indicador de mal funcionamiento (número fijo de ciclos de conducción o método estadístico) <sup>(8)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.5.     | Lista de todos los códigos de salida del sistema OBD y formatos utilizados (con las explicaciones correspondientes a cada uno de ellos) <sup>(8)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.6.5.   | Protocolo de comunicación normalizado del sistema OBD <sup>(8)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.7.     | Referencia del fabricante a la información relacionada con el sistema OBD exigida en el punto 3.1.4, letra d), y el punto 3.3.4 del presente Reglamento a efectos del cumplimiento de las disposiciones sobre el acceso a la información relativa al sistema OBD del vehículo, o  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.7.1.   | <p>Como alternativa a la referencia del fabricante prevista en el punto 3.2.12.2.7.7, referencia al documento adjunto al presente anexo que contiene el siguiente cuadro, una vez cumplimentado de acuerdo con el ejemplo proporcionado:</p> <p>Componente - Código de fallo - Estrategia de supervisión - Criterios de detección de fallo - Criterios de activación del indicador de mal funcionamiento - Parámetros secundarios - Preacondicionamiento - Ensayo de demostración</p> <p>Catalizador SCR - P20EE - Señales de los sensores de NO<sub>x</sub> 1 y 2 - Diferencia entre las señales de los sensores 1 y 2 - Segundo ciclo - Régimen del motor, carga del motor, temperatura del catalizador, actividad del reactivo, caudal másico del gas de escape - Un ciclo de ensayo del sistema OBD (WHTC, parte caliente) - Ciclo de ensayo del sistema OBD (WHTC, parte caliente)</p> |                                     |                                   |   |   |   |   |

|               |   | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|---------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|               |   |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.12.2.8.   | Otro sistema (descripción y funcionamiento)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.1. | Sistemas para garantizar el correcto funcionamiento de las medidas de control de los NO <sub>x</sub>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.2. | Motor con desactivación permanente de la inducción del conductor, para su uso por parte de los servicios de rescate o en vehículos diseñados y fabricados para su uso por parte del ejército, protección civil, los servicios de bomberos y las fuerzas responsables del mantenimiento del orden público: sí/no |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.3. | Número de familias de motores OBD dentro de la familia de motores considerada cuando se garantiza el correcto funcionamiento de las medidas de control de los NO <sub>x</sub>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.4. | Lista de las familias de motores OBD (cuando proceda)   | Familia de motores OBD 1: .....     |                                   |   |   |   |   |
|               |   | Familia de motores OBD 2: .....     |                                   |   |   |   |   |
|               |   | etc.                                |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.5. | Número de la familia de motores OBD a la que pertenece el motor de referencia o el motor miembro  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.6. | Mínima concentración del ingrediente activo presente en el reactivo que no activa el sistema de alerta (CD <sub>min</sub> ) (% vol.)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.7. | Cuando proceda, referencia del fabricante a la documentación para la instalación en un vehículo de los sistemas que permitan garantizar el correcto funcionamiento de las medidas de control de los NO <sub>x</sub>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.       | Información específica relativa a los motores alimentados con gas y los motores de combustible dual para vehículos pesados (en caso de sistemas con otra configuración, indíquese la información equivalente)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.1.     | Combustible: GLP /GN-H/GN-L /GN-HL <sup>(1)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.2.     | Regulador(es) de presión o evaporador/regulador(es) de presión <sup>(1)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.2.1.   | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.2.2.   | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.2.3.   | Número de fases de reducción de presión   |                                     |                                   |   |   |   |   |

|               |  | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|---------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|               |  |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.17.2.4.   | Presión en la fase final, mínima (kPa) – máxima (kPa)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.2.5.   | Número de puntos principales de ajuste   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.2.6.   | Número de puntos de ajuste del ralentí   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.2.7.   | Número de homologación de tipo   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.3.     | Sistema de alimentación de combustible: mezclador/inyección de gas/inyección de líquido/inyección directa <sup>(1)</sup> |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.3.1.   | Regulación de la riqueza de la mezcla  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.3.2.   | Descripción del sistema y/o diagrama y dibujos   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.3.3.   | Número de homologación de tipo   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.4.     | Mezclador  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.4.1.   | Número   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.4.2.   | Marca(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.4.3.   | Tipo(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.4.4.   | Localización   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.4.5.   | Posibilidades de ajuste  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.4.6.   | Número de homologación de tipo   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.     | Inyección del colector de admisión   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.1.   | Inyección: monopunto/multipunto <sup>(1)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.2.   | Inyección: continua/simultánea/secuencial <sup>(1)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.3.   | Equipo de inyección  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.3.1. | Marca(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.3.2. | Tipo(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.3.3. | Posibilidades de ajuste  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.3.4. | Número de homologación de tipo   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.4.   | Bomba de alimentación (si procede)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.4.1. | Marca(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |

|                 |   | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|-----------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|                 |   |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.17.5.4.2.   | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.4.3.   | Número de homologación de tipo  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.5.     | Inyector(es)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.5.1.   | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.5.2.   | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.5.5.3.   | Número de homologación de tipo  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.6.       | Inyección directa   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.6.1.     | Bomba de inyección/regulador de presión (1)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.6.1.1.   | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.6.1.2.   | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.6.1.3.   | Avance de la inyección  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.6.1.4.   | Número de homologación de tipo  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.6.2.     | Inyector(es)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.6.2.1.   | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.6.2.2.   | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.6.2.3.   | Presión de apertura o diagrama característico (1)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.6.2.4.   | Número de homologación de tipo  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.7.       | Unidad electrónica de control (ECU)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.7.1.     | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.7.2.     | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.7.3.     | Posibilidades de ajuste   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.7.4.     | Número(s) de calibración del <i>software</i>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.8.       | Equipo específico para GN   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.8.1.     | Variante 1 (únicamente en el caso de homologaciones de motores para varias composiciones específicas de combustible)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.8.1.0.1. | ¿Característica autoadaptable? Sí/No (1)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.17.8.1.0.2. | Calibración para una composición de gas específica GN-H <sub>t</sub> /GN-L <sub>t</sub> /GN-HL1<br>Transformación para una composición de gas específica GN-H <sub>t</sub> /GN-L <sub>t</sub> /GN-HL <sub>t</sub> 1 |                                     |                                   |   |   |   |   |

|               |  | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |              |   |   |
|---------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------|---|---|
|               |  |                                     | A                                 | B | C            | D | E |
| 3.2.17.8.1.1. | metano (CH <sub>4</sub> ) .....                | base (% mol)                        | mín. (% mol)                      |   | máx. (% mol) |   |   |
|               | etano (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) .....   | base (% mol)                        | mín. (% mol)                      |   | máx. (% mol) |   |   |
|               | propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) ..... | base (% mol)                        | mín. (% mol)                      |   | máx. (% mol) |   |   |
|               | butano (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ) ..... | base (% mol)                        | mín. (% mol)                      |   | máx. (% mol) |   |   |
|               | C <sub>5</sub> /C <sub>5+</sub> : .....        | base (% mol)                        | mín. (% mol)                      |   | máx. (% mol) |   |   |
|               | oxígeno (O <sub>2</sub> ) .....                | base (% mol)                        | mín. (% mol)                      |   | máx. (% mol) |   |   |
|               | gas inerte (N <sub>2</sub> , He, etc.) .....   | base (% mol)                        | mín. (% mol)                      |   | máx. (% mol) |   |   |

|            |   |  |  |  |  |  |  |
|------------|---|--|--|--|--|--|--|
| 3.5.4.     | Emisiones de CO <sub>2</sub> para motores de gran potencia  |  |  |  |  |  |  |
| 3.5.4.1.   | Ensayo WHSC para emisiones máscas de CO <sub>2</sub> <sup>(dg)</sup> : ..... (g/kWh)  |  |  |  |  |  |  |
| 3.5.4.1.1. | Para motores de combustible dual, ensayo WHSC para emisiones máscas de CO <sub>2</sub> en modo diésel <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh<br>Para motores de combustible dual, ensayo WHSC para emisiones máscas de CO <sub>2</sub> en modo de combustible dual <sup>(d)</sup> (si procede): ..... g/kWh |  |  |  |  |  |  |
| 3.5.4.2.   | Ensayo WHTC para emisiones máscas de CO <sub>2</sub> <sup>(dg)</sup> : ..... (g/kWh)  |  |  |  |  |  |  |
| 3.5.4.2.1. | Para motores de combustible dual, ensayo WHTC para emisiones máscas de CO <sub>2</sub> en modo diésel <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh<br>Para motores de combustible dual, ensayo WHTC para emisiones máscas de CO <sub>2</sub> en modo de combustible dual <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh             |  |  |  |  |  |  |
| 3.5.5.     | Consumo de combustible para motores de gran potencia  |  |  |  |  |  |  |
| 3.5.5.1.   | Consumo de combustible (ensayo WHSC) <sup>(dg)</sup> : ..... (g/kWh)  |  |  |  |  |  |  |
| 3.5.5.1.1. | Para motores de combustible dual, ensayo WHSC para consumo de combustible en modo diésel <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh<br>Para motores de combustible dual, ensayo WHSC para consumo de combustible en modo de combustible dual <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh                                       |  |  |  |  |  |  |
| 3.5.5.2.   | Consumo de combustible (ensayo WHTC) <sup>(g)</sup> <sup>(dg)</sup> : ..... (g/kWh)   |  |  |  |  |  |  |

|            |   | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|            |   |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.5.5.2.1. | Para motores de combustible dual, ensayo WHTC para consumo de combustible en modo diésel <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh<br>Para motores de combustible dual, ensayo WHTC para consumo de combustible en modo de combustible dual <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.6.       | Temperatura admitida por el fabricante  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.6.1.     | Sistema de refrigeración  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.6.1.1.   | Refrigeración por líquido, temperatura máxima en la salida (K)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.6.1.2.   | Refrigeración por aire  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.6.1.2.1. | Punto de referencia   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.6.1.2.2. | Temperatura máxima en el punto de referencia (K)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.6.2.     | Temperatura máxima en la salida del <i>intercooler</i> de entrada (K)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.6.3.     | Temperatura máxima en el punto del tubo o los tubos de escape adyacentes a las bridas externas del colector o los colectores de escape o turbocompresores (K)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.6.4.     | Temperatura del combustible, mínima (K) – máxima (K)<br>Para motores diésel en la entrada de la bomba de inyección, para motores alimentados con gas en la fase final del regulador de presión  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.6.5.     | Temperatura del lubricante mínima (K) – máxima (K)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.       | Sistema de lubricación  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.1.     | Descripción del sistema   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.1.1.   | Posición del depósito de lubricante   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.1.2.   | Sistema de alimentación (por bomba/inyección en la admisión/mezcla con el combustible, etc.) <sup>(1)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.2.     | Bomba de engrase  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.2.1.   | Marca(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.2.2.   | Tipo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.3.     | Mezcla con combustible  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.3.1.   | Porcentaje  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.4.     | Refrigerador del aceite: sí/no <sup>(1)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.4.1.   | Dibujo(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |

|            |          | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|------------|----------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|            |          |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.8.4.1.1. | Marca(s) |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.8.4.1.2. | Tipo(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |

## PARTE 2

**Características esenciales de los componentes y sistemas del vehículo en lo que respecta a las emisiones de gases de escape**

|              |  | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|              |  |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.1.         | Fabricante del motor   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.1.1.       | Código del motor asignado por el fabricante (según aparece en el motor u otros medios de identificación) |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.1.2.       | Número de homologación (si procede), incluido el marcado de identificación del combustible               |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.2.       | Combustible  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.2.3.     | Entrada del depósito de combustible: orificio limitado/etiqueta  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.3.       | Depósito(s) de combustible   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.3.1.     | Depósito(s) principal(es) de combustible   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.3.1.1.   | Número y capacidad de cada depósito  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.3.2.     | Depósito(s) auxiliar(es) de combustible  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.3.2.1.   | Número y capacidad de cada depósito  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.       | Sistema de admisión  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.3.3.   | Depresión real del sistema de admisión a régimen nominal y a plena carga en el vehículo (kPa)            |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.4.2.   | Filtro de aire, dibujos  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.4.2.1. | Marca(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.4.2.2. | Tipo(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.4.3.   | Silenciador de admisión, dibujos   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.4.3.1. | Marca(s)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.8.4.3.2. | Tipo(s)  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.       | Sistema de escape  |                                     |                                   |   |   |   |   |

|               |  | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|---------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|               |  |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.9.2.      | Descripción y/o dibujo del sistema de escape   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.2.2.    | Descripción y/o dibujo de los elementos del sistema de escape que no forman parte del sistema de motor   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.3.1.    | Contrapresión real de escape al régimen nominal del motor y a plena carga en el vehículo (solo motores de encendido por compresión) (kPa)                                |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.7.      | Volumen del sistema de escape (dm <sup>3</sup> )   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.9.7.1.    | Volumen real del sistema de escape completo (vehículo y sistema de motor) (dm <sup>3</sup> )   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.   | Sistema de diagnóstico a bordo (OBD)   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.0. | Homologación alternativa con arreglo al punto 2.4 del anexo 9A del presente Reglamento empleada: sí/no <sup>(1)</sup>  |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.1. | Componentes del sistema OBD a bordo del vehículo   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.2. | Cuando proceda, referencia del fabricante a la documentación relativa a la instalación en el vehículo del sistema OBD de un motor homologado                             |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.3. | Descripción escrita y/o dibujo del indicador de mal funcionamiento (IMF) <sup>(10)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.7.4. | Descripción escrita y/o dibujo de la interfaz de comunicación con el exterior del vehículo del sistema OBD <sup>(10)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.   | Sistemas para garantizar el correcto funcionamiento de las medidas de control de los NO <sub>x</sub>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.0. | Homologación alternativa con arreglo al punto 2.1 del anexo 11 <sup>(11)</sup> del presente Reglamento empleada: sí/no <sup>(1)</sup>                                    |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.1. | Componentes a bordo del vehículo de los sistemas que garantizan un correcto funcionamiento de las medidas de control de los NO <sub>x</sub>                              |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.2. | Activación del modo de marcha lenta: «desactivación después de volver a arrancar»/«desactivación después de repostar»/«desactivación después de aparcar» <sup>(12)</sup> |                                     |                                   |   |   |   |   |

|               |  | Tipo de motor o motor de referencia | Miembros de la familia de motores |   |   |   |   |
|---------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
|               |  |                                     | A                                 | B | C | D | E |
| 3.2.12.2.8.3. | Cuando proceda, referencia del fabricante a la documentación relativa a la instalación en el vehículo del sistema que garantiza un funcionamiento correcto de las medidas de control de los NO <sub>x</sub> de un motor homologado |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.4. | Descripción escrita y/o dibujo de la señal de alerta <sup>(10)</sup>   |                                     |                                   |   |   |   |   |
| 3.2.12.2.8.5. | Depósito de reactivo calentado/no calentado y sistema de dosificación (véase el anexo 11, punto 2.4, del presente Reglamento)  |                                     |                                   |   |   |   |   |

## Notas:

- (1) Táchese lo que no proceda (en algunos casos no es necesario tachar nada, si más de una opción es aplicable).
- (2) Si el medio de identificación del tipo contiene caracteres no pertinentes para la descripción de los tipos de vehículo, de componente o de unidad técnica independiente objeto de la presente ficha de características, dichos caracteres se sustituirán en la documentación por el símbolo "?" (por ejemplo: ABC??123??).
- (3) Se redondeará esta cifra a la décima de milímetro más próximo.
- (4) Se calculará este valor y se redondeará al cm<sup>3</sup> más próximo.
- (5) Especifíquese la tolerancia..
- (6) Determinado con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento n° 85.
- (7) Indíquense aquí los valores superior e inferior de cada variante..
- (8) Indíquese en caso de una sola familia de motores OBD y si no se indica ya en la documentación contemplada en la fila 3.2.12.2.7.0.4 de la parte 1 del anexo 1.
- (9) Consumo de combustible para el ensayo WHTC combinado, incluidas las partes en frío y en caliente, con arreglo al anexo 12.
- (10) Indíquese si no se indica ya en la documentación contemplada en la fila 3.2.12.2.7.2 de la parte 2 del anexo 1.
- (11) El punto 2.1. del anexo 11 se ha reservado para futuras homologaciones alternativas.
- (12) Táchese lo que no proceda.

*Apéndice de la ficha de características*

**Información sobre las condiciones de ensayo**

1. Bujías de encendido
  - 1.1. Marca
  - 1.2. Tipo
  - 1.3. Separación entre los electrodos
2. Bobina de encendido
  - 2.1. Marca
  - 2.2. Tipo
3. Lubricante utilizado
  - 3.1. Marca
  - 3.2. Tipo (indíquese el porcentaje de aceite en la mezcla si se mezclan lubricante y combustible)
4. Equipo accionado por el motor
  - 4.1. Solo será preciso determinar la potencia absorbida por los accesorios/equipos:
    - a) si no están instalados en el motor los accesorios/equipos requeridos y/o
    - b) si están instalados en el motor los accesorios/equipos no requeridos.

*Nota: los requisitos aplicables al equipo accionado por el motor difieren entre el ensayo de emisiones y el ensayo de potencia*

- 4.2. Enumeración y elementos de identificación
- 4.3. Potencia absorbida a los regímenes del motor específicos para el ensayo de emisiones

*Cuadro 1*

**Potencia absorbida a los regímenes del motor específicos para el ensayo de emisiones**

| Equipo  | Ralentí | Régimen bajo | Régimen alto | Régimen preferido <sup>(2)</sup> | n <sub>95h</sub> |
|---|---------|--------------|--------------|----------------------------------|------------------|
| P <sub>a</sub><br>Accesorios/equipos requeridos según el anexo 4, apéndice 6    |         |              |              |                                  |                  |
| P <sub>b</sub><br>Accesorios/equipos no requeridos según el anexo 4, apéndice 6 |         |              |              |                                  |                  |

5. Prestaciones del motor (declaradas por el fabricante) <sup>(1)</sup>
  - 5.1. Regímenes de ensayo del motor para el ensayo de emisiones con arreglo al anexo 4 <sup>(9)</sup> o regímenes de ensayo del motor para el ensayo de emisiones en modo de combustible dual con arreglo al anexo 4 <sup>(9)</sup> <sup>(df)</sup>

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| Régimen bajo (n <sub>lo</sub> ) ..... | rpm |
| Régimen alto (n <sub>hi</sub> ) ..... | rpm |
| Régimen de ralentí .....              | rpm |
| Régimen preferido .....               | rpm |
| n <sub>95h</sub> .....                | rpm |
  - 5.1.1. Regímenes de ensayo del motor para el ensayo de emisiones en modo diésel con arreglo al anexo 4 <sup>(9)</sup> <sup>(df)</sup> <sup>(di)</sup>

<sup>(1)</sup> La información relativa a las prestaciones del motor solo se facilitará para el motor de referencia.

|  |     |
|--|-----|
| Régimen bajo (nlo) .....   | rpm |
| Régimen alto (nhi) .....   | rpm |
| Régimen de ralentí .....   | rpm |
| Régimen preferido .....  | rpm |
| n95h .....   | rpm |
| 5.2. Valores declarados para el ensayo de potencia conforme al Reglamento 85 o valores declarados para el ensayo de potencia en modo de combustible dual conforme al Reglamento 85 <sup>(df)</sup> |     |
| 5.2.1. Régimen de ralentí .....  | rpm |
| 5.2.2. Régimen a la potencia máxima .....  | rpm |
| 5.2.3. Potencia máxima .....   | kW  |
| 5.2.4. Régimen al par máximo .....   | rpm |
| 5.2.5. Par máximo .....  | Nm  |
| 5.2.6. Valores declarados para el ensayo de potencia en modo diésel conforme al Reglamento 85 <sup>(df)</sup> <sup>(di)</sup>  |     |
| 5.2.6.1. Régimen de ralentí .....  | rpm |
| 5.2.6.2. Régimen a la potencia máxima .....  | rpm |
| 5.2.6.3. Potencia máxima .....   | kW  |
| 5.2.6.4. Régimen al par máximo .....   | rpm |
| 5.2.6.5. Par máximo .....  | Nm  |
| 6. Información sobre el reglaje de la carga del dinamómetro (si procede)   |     |
| 6.1. Reservado para el tipo de carrocería del vehículo (no procede)  |     |
| 6.2. Reservado para el tipo de caja de cambios (no procede)  |     |
| 6.3. Información sobre el reglaje del dinamómetro de carga fija (si se utiliza)  |     |
| 6.3.1. Utilización del método de reglaje de la carga alternativa del dinamómetro (sí/no <sup>(1)</sup> )   |     |
| 6.3.2. Masa de inercia (kg)  |     |
| 6.3.3. Potencia efectiva absorbida a 80 km/h, incluidas las pérdidas en funcionamiento del vehículo en el dinamómetro (kW)   |     |
| 6.3.4. Potencia efectiva absorbida a 50 km/h, incluidas las pérdidas en funcionamiento del vehículo en el dinamómetro (kW)   |     |
| 6.4. Información sobre el reglaje del dinamómetro de carga regulable (si se utiliza)   |     |
| 6.4.1. Información sobre la desaceleración en punto muerto desde la pista de ensayo  |     |
| 6.4.2. Marca y tipo de los neumáticos  |     |
| 6.4.3. Dimensiones de los neumáticos (delanteros/traseros)   |     |
| 6.4.4. Presión de los neumáticos (delanteros/traseros) (kPa)   |     |
| 6.4.5. Masa de ensayo del vehículo, incluido el conductor (kg)   |     |
| 6.4.6. Datos de la desaceleración en punto muerto en carretera (si se utiliza)   |     |

<sup>(1)</sup> Táchese lo que no proceda.

Cuadro 2

**Datos de la desaceleración en punto muerto en carretera**

| V (km/h) | V2 (km/h) | V1 (km/h) | Tiempo medio de desaceleración corregido |
|----------|-----------|-----------|--|
| 120      |           |           |  |
| 100      |           |           |  |
| 80       |           |           |  |
| 60       |           |           |  |
| 40       |           |           |  |
| 20       |           |           |  |

- 6.4.7. Potencia media en carretera corregida (si se utiliza)

Cuadro 3

**Potencia media en carretera corregida**

| V (km/h) | CP corregida (kW) |
|----------|-------------------|
| 120      |                   |
| 100      |                   |
| 80       |                   |
| 60       |                   |
| 40       |                   |
| 20       |                   |

7. Condiciones de ensayo para los ensayos del sistema OBD
- 7.1. Ciclo de ensayo utilizado para la verificación del sistema OBD
- 7.2. Número de ciclos de precondicionamiento utilizados antes de los ensayos de verificación del OBD

## Apéndice 1

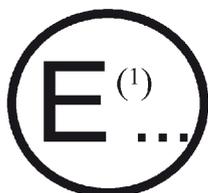
## Notas explicativas de los anexos 1, 2A, 2B y 2C

- (<sup>1</sup>) Táchese lo que no proceda (en algunos casos no es necesario tachar nada si es aplicable más de una opción).
- (<sup>2</sup>) Especifíquese la tolerancia.
- (<sup>3</sup>) Anótese aquí los valores superiores e inferiores de cada variante.
- (<sup>4</sup>) Indíquese cuando se trate de una sola familia de motores OBD si no se indica ya en la documentación a la que se refiere el punto 3.2.12.2.7.0.4 del anexo 1, parte 1.
- (<sup>5</sup>) Consumo de combustible para el ensayo WHTC combinado, incluidas las partes en frío y en caliente, con arreglo al anexo 12.
- (<sup>6</sup>) Debe indicarse si no se indica ya en la documentación a la que se refiere el punto 3.2.12.2.7.2 del anexo 1, parte 2.
- (<sup>7</sup>) Táchese lo que no proceda.
- (<sup>8</sup>) La información relativa a las prestaciones del motor solo se facilitará para el motor de referencia.
- (<sup>9</sup>) Especifíquese la tolerancia, que se encontrará en un intervalo de  $\pm 3\%$  respecto a los valores declarados por el fabricante.
- (<sup>a</sup>) Si el medio de identificación del tipo contiene caracteres no pertinentes para la descripción del vehículo, la unidad técnica independiente o el componente a que se refiere esta ficha de características, tales caracteres se representarán en la documentación mediante el símbolo «?» (por ejemplo: ABC??123??).
- (<sup>b</sup>) Clasificación realizada con arreglo a las definiciones que figuran en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3) - documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2.
- (<sup>c</sup>) Esta cifra se redondeará con precisión de una décima de milímetro.
- (<sup>d</sup>) Cuando así lo requiera el presente Reglamento.
- (<sup>df</sup>) En el caso de un vehículo o motor de combustible dual (según los tipos definidos en el anexo 15).
- (<sup>dg</sup>) Excepto para vehículos o motores de combustible dual (según los tipos definidos en el anexo 15).
- (<sup>dh</sup>) En el caso de un vehículo o motor de combustible dual, no se tachará el tipo de combustible gaseoso utilizado en el modo de combustible dual.
- (<sup>di</sup>) En el caso de los motores de combustible dual de los tipos 1B, 2B y 3B (según los tipos definidos en el anexo 15).
- (<sup>m</sup>) Este valor se calculará y redondeará con precisión de  $\text{cm}^3$ .
- (<sup>n</sup>) Determinado con arreglo a los requisitos que establece el Reglamento 85.
- (<sup>p</sup>) El punto 2.1 del anexo 11 se ha reservado para futuras homologaciones alternativas.
-

ANEXO 2A

**Comunicación relativa a la homologación de un tipo de motor o una familia de motores como unidad técnica independiente por lo que respecta a las emisiones de contaminantes de acuerdo con el Reglamento nº 49, serie 06 de modificaciones**

(Formato máximo: A4 [210 mm × 297 mm])



Expedida por: nombre de la administración  
.....  
.....  
.....

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

de un tipo de motor o una familia de motores como unidad técnica independiente por lo que respecta a las emisiones de contaminantes de acuerdo con el Reglamento nº 49, serie 06 de modificaciones

Nº de homologación .....

Nº de extensión .....

Motivo de la extensión .....

SECCIÓN I

- 0.1. Marca (razón social del fabricante)
- 0.2. Tipo
  - 0.2.1. Denominación o denominaciones comerciales (si se dispone de ellas)
- 0.3. Medio de identificación del tipo, si está marcado en la unidad técnica independiente <sup>(a)</sup>
  - 0.3.1. Localización de ese marcado
- 0.4. Nombre y dirección del fabricante
- 0.5. Lugar y método de colocación de la marca de homologación
- 0.6. Nombre (o nombres) y dirección (o direcciones) de la planta o las plantas de montaje
- 0.7. Nombre y dirección del representante del fabricante (en su caso)

SECCIÓN II

- 1. Información adicional (si procede): véase la adenda
- 2. Servicio técnico encargado de realizar los ensayos
- 3. Fecha del informe de ensayo
- 4. Número del informe de ensayo
- 5. Observaciones (en su caso): véase la adenda
- 6. Lugar
- 7. Fecha
- 8. Firma

Anexos: Expediente documental.

Informe de ensayo.

<sup>(1)</sup> Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado o retirado la homologación

<sup>(2)</sup> Táchese lo que no proceda

## Adenda

**de la comunicación n° ... relativa a la homologación de un tipo de motor o una familia de motores como unidad técnica independiente por lo que respecta a las emisiones de escape de acuerdo con el Reglamento n° 49, serie 06 de modificaciones**

1. Información adicional
  - 1.1. Características que deben indicarse con respecto a la homologación de tipo de un vehículo con un motor instalado
    - 1.1.1. Marca del motor (nombre de la empresa)
    - 1.1.2. Tipo y descripción comercial (mencionense las variantes, en su caso)
    - 1.1.3. Código del fabricante marcado en el motor
    - 1.1.4. Reservado.
    - 1.1.5. Categoría de motor: diésel/gasolina/GLP/GN-H/GN-L/GN-HL/etanol (ED95)/ etanol (E85)/combustible dual <sup>(1)</sup>
      - 1.1.5.1. Tipo de motor de combustible dual: tipo 1A/tipo 1B/tipo 2A/tipo 2B/tipo 3B <sup>(1)</sup> <sup>(df)</sup>
    - 1.1.6. Nombre y dirección del fabricante
    - 1.1.7. Nombre y dirección del representante del fabricante (en su caso)
  - 1.2. Motor contemplado en el punto 1.1 con homologación de tipo como unidad técnica independiente
    - 1.2.1. Número de homologación de tipo del motor/de la familia de motores <sup>(1)</sup>
    - 1.2.2. Número de calibración del *software* de la unidad de control electrónico del motor (ECU)
  - 1.3. Características que deben indicarse con respecto a la homologación de tipo de un motor/una familia de motores <sup>(1)</sup> como una unidad técnica independiente (condiciones que deben respetarse en la instalación del motor en un vehículo)
    - 1.3.1. Depresión de admisión máxima y/o mínima
    - 1.3.2. Contrapresión máxima permitida
    - 1.3.3. Volumen del sistema de escape
    - 1.3.4. Restricciones de uso (en su caso)
  - 1.4. Niveles de emisión del motor/motor de referencia <sup>(1)</sup>

Factor de deterioro (FD): calculado/fijo <sup>(1)</sup>

Especifíquense en el cuadro que figura a continuación los valores del FD y las emisiones en los ensayos WHSC (si procede) y WHTC

En el caso de los motores sometidos a ensayo con diferentes combustibles de referencia, se reproducirán los cuadros para cada combustible de referencia sometido a ensayo.

En el caso de los motores de combustible dual de los tipos 1B y 2B, se reproducirán los cuadros para cada modo sometido a ensayo (modo de combustible dual y modo diésel).

    - 1.4.1. Ensayo WHSC

## Cuadro 4

## Ensayo WHSC

| Ensayo WHSC (si procede)  |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |
|---|----------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| FD  | CO             | THC             | NMHC <sup>(d)</sup>             | NO <sub>x</sub>             | Masa PM             | NH <sub>3</sub>        | Número PM             |
| Mult./adit. <sup>(1)</sup>  |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |
| Emisiones   | CO<br>(mg/kWh) | THC<br>(mg/kWh) | NMHC <sup>(d)</sup><br>(mg/kWh) | NO <sub>x</sub><br>(mg/kWh) | Masa PM<br>(mg/kWh) | NH <sub>3</sub><br>ppm | Número PM<br>(n°/kWh) |
| Resultado del ensayo  |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |
| Cálculo con FD  |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |
| Emisiones máxicas de CO <sub>2</sub> <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |
| Consumo de combustible <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh               |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |

## 1.4.2. Ensayo WHTC

Cuadro 5

## Ensayo WHTC

| Ensayo WHTC   |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                       |
|---|----------------|--------------------------------|---------------------------------|--|-----------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| FD  | CO             | THC <sup>(d)</sup>             | NMHC <sup>(d)</sup>             | CH <sub>4</sub> <sup>(d)</sup>             | NO <sub>x</sub>             | Masa PM             | NH <sub>3</sub>        | Número PM             |
| Mult./adit. <sup>(1)</sup>  |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                       |
| Emisiones   | CO<br>(mg/kWh) | THC <sup>(d)</sup><br>(mg/kWh) | NMHC <sup>(d)</sup><br>(mg/kWh) | CH <sub>4</sub> <sup>(d)</sup><br>(mg/kWh) | NO <sub>x</sub><br>(mg/kWh) | Masa PM<br>(mg/kWh) | NH <sub>3</sub><br>ppm | Número PM<br>(n°/kWh) |
| Arranque en frío  |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                       |
| Arranque en caliente sin regeneración                             |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                       |
| Arranque en caliente con regeneración <sup>(1)</sup>              |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                       |
| k <sub>r,u</sub> (mult./adit.) <sup>(1)</sup>                     |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                       |
| k <sub>r,d</sub> (mult./adit.) <sup>(1)</sup>                     |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                       |
| Resultado ponderado del ensayo                                    |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                       |
| Resultado final del ensayo con FD                                 |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                       |
| Emisiones máxicas de CO <sub>2</sub> <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                       |
| Consumo de combustible <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh               |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                       |

## 1.4.3. Ensayo al ralentí

Cuadro 6

## Ensayo al ralentí

| Ensayo                            | Valor CO<br>(% vol.) | Lambda <sup>(1)</sup> | Régimen del motor<br>(min <sup>-1</sup> ) | Temperatura del aceite<br>del motor (°C) |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|---|--|
| Ensayo en régimen de ralentí bajo |                      | N/A                   |   |  |
| Ensayo en régimen de ralentí alto |                      |                       |   |  |

## 1.4.4. Ensayo de demostración del PEMS

Cuadro 6a

## Ensayo de demostración del PEMS

|   |    |     |      |                 |                 |         |
|---|----|-----|------|-----------------|-----------------|---------|
| Tipo de vehículo (por ejemplo, M <sub>3</sub> , N <sub>3</sub> , y aplicación, por ejemplo, camión rígido o articulado, autobús urbano) |    |     |      |                 |                 |         |
| Descripción del vehículo (por ejemplo, modelo de vehículo, prototipo)   |    |     |      |                 |                 |         |
| Resultados de aprobación o rechazo <sup>(7)</sup>   | CO | THC | NMHC | CH <sub>4</sub> | NO <sub>x</sub> | Masa PM |
| Factor de conformidad en la ventana de trabajo  |    |     |      |                 |                 |         |
| Factor de conformidad en la ventana de masa de CO <sub>2</sub>  |    |     |      |                 |                 |         |

| Información sobre el trayecto   | Vía urbana | Carretera rural | Autopista |
|---|------------|-----------------|-----------|
| Porcentaje del tiempo del trayecto caracterizado por un funcionamiento en vía urbana, carretera rural y autopista con arreglo a lo descrito en el punto 4.5 del anexo 8         |            |                 |           |
| Porcentaje del tiempo del trayecto caracterizado por la aceleración, la desaceleración, la velocidad de cruce y la parada con arreglo a lo descrito en el punto 4.5 del anexo 8 |            |                 |           |
|   | Mínimo     | Máximo          |           |
| Potencia media en la ventana de trabajo (%)   |            |                 |           |
| Duración de la ventana de masa de CO <sub>2</sub> (s)   |            |                 |           |
| Ventana de trabajo: porcentaje de ventanas válidas  |            |                 |           |
| Ventana de masa de CO <sub>2</sub> : porcentaje de ventanas válidas   |            |                 |           |
| Tasa de coherencia del consumo de combustible   |            |                 |           |

## 1.5. Medición de la potencia

## 1.5.1. Potencia del motor medida en el banco de ensayo

Cuadro 7

**Potencia del motor medida en el banco de ensayo**

|   |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|
| Régimen del motor medido (rpm)                      |  |  |  |  |  |  |  |
| Caudal de combustible medido (g/h)                  |  |  |  |  |  |  |  |
| Par medido (Nm)                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| Potencia medida (kW)                                |  |  |  |  |  |  |  |
| Presión barométrica (kPa)                           |  |  |  |  |  |  |  |
| Presión del vapor de agua (kPa)                     |  |  |  |  |  |  |  |
| Temperatura del aire de admisión (K)                |  |  |  |  |  |  |  |
| Factor de corrección de la potencia                 |  |  |  |  |  |  |  |
| Potencia corregida (kW)                             |  |  |  |  |  |  |  |
| Potencia auxiliar (kW) <sup>(1)</sup>               |  |  |  |  |  |  |  |
| Potencia neta (kW)                                  |  |  |  |  |  |  |  |
| Par neto (Nm)                                       |  |  |  |  |  |  |  |
| Consumo de combustible específico corregido (g/kWh) |  |  |  |  |  |  |  |

## 1.5.2. Datos adicionales

## 1.6. Disposiciones especiales

## 1.6.1. Concesión de homologaciones para vehículos destinados a la exportación (véase el punto 13.4.1 del presente Reglamento)

1.6.1.1. Homologaciones concedidas para vehículos destinados a la exportación de acuerdo con el punto 1.6.1: sí/no <sup>(2)</sup>

## 1.6.1.2. Proporcionese una descripción de las homologaciones concedidas en el punto 1.6.1.1 incluidas las series de modificaciones del presente Reglamento y los requisitos relativos al nivel de emisiones al que se aplica esta homologación

## 1.6.2. Motores de recambio para vehículos en circulación (véase el punto 13.4.2 del presente Reglamento)

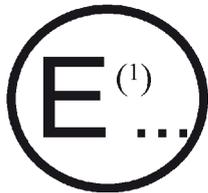
1.6.2.1. Homologaciones concedidas para motores de recambio para vehículos en circulación de acuerdo con el punto 1.6.2: sí/no <sup>(2)</sup>

- 1.6.2.2. Proporcionese una descripción de las homologaciones para motores de recambio para vehículos en circulación concedidas en el punto 1.6.2.1 incluidas las series de modificaciones del presente Reglamento y los requisitos relativos al nivel de emisiones al que se aplica esta homologación
- 1.7. Homologaciones alternativas (véase el punto 2.4 del anexo 9A)
- 1.7.1. Homologaciones alternativas concedidas de acuerdo con el punto 1.7: sí/no <sup>(2)</sup>
- 1.7.2. Proporcionese una descripción de las homologaciones alternativas de acuerdo con el punto 1.7.1.
-

## ANEXO 2B

**Comunicación relativa a la homologación de un tipo de vehículo con un motor homologado con respecto a la emisión de contaminantes de acuerdo con el Reglamento nº 49, serie 06 de modificaciones**

(Formato máximo: A4 [210 mm x 297 mm])



Expedida por: nombre de la administración

.....  
 .....  
 .....

relativa a <sup>(2)</sup>: La concesión de la homologación  
 La extensión de la homologación  
 La denegación de la homologación  
 La retirada de la homologación  
 El cese definitivo de la producción

de un tipo de vehículo con un motor homologado con respecto a la emisión de contaminantes de acuerdo con el Reglamento nº 49, serie 06 de modificaciones

Nº de homologación .....

Nº de extensión .....

Motivo de la extensión .....

En el apéndice 1 del anexo 1 figuran notas explicativas a pie de página.

## SECCIÓN I

- 0.1. Marca (razón social del fabricante)
- 0.2. Tipo
- 0.3. Medio de identificación del tipo, si está marcado en el vehículo <sup>(a)</sup>
  - 0.3.1. Localización de ese marcado
- 0.4. Categoría de vehículo <sup>(b)</sup>
- 0.5. Nombre y dirección del fabricante
- 0.6. Nombre (o nombres) y dirección (o direcciones) de la planta o las plantas de montaje
- 0.7. Nombre y dirección del representante del fabricante (en su caso)

## SECCIÓN II

1. Información adicional (si procede)
2. Servicio técnico encargado de realizar los ensayos
3. Fecha del informe de ensayo
4. Número del informe de ensayo
5. Observaciones (en su caso)
6. Lugar
7. Fecha
8. Firma

En el caso de una extensión de una homologación de tipo de un vehículo con una masa de referencia superior a 2380 kg, pero no superior a 2610 kg, se incluirán los datos relativos a las emisiones de CO<sub>2</sub> (g/km) y el consumo de combustible (l/100 km) con arreglo al anexo 8 del Reglamento 101.

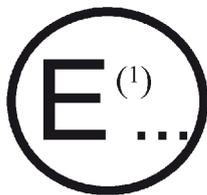
<sup>(1)</sup> Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado o retirado la homologación

<sup>(2)</sup> Táchese lo que no proceda

ANEXO 2C

Comunicación relativa a la homologación de un tipo de vehículo con respecto a la emisión de contaminantes de acuerdo con el Reglamento nº 49, serie 06 de modificaciones

(Formato máximo: A4 [210 mm x 297 mm])



Expedida por: nombre de la administración
.....
.....
.....

relativa a (2): la concesión de la homologación
la extensión de la homologación
la denegación de la homologación
la retirada de la homologación
el cese definitivo de la producción

de un tipo de vehículo con respecto a la emisión de contaminantes de acuerdo con el Reglamento nº 49, serie 06 de modificaciones

Nº de homologación .....

Nº de extensión .....

Motivo de la extensión .....

En el apéndice 1 del anexo 1 figuran notas explicativas a pie de página.

SECCIÓN I

- 0.1. Marca (razón social del fabricante)
0.2. Tipo
0.2.1. Denominación o denominaciones comerciales (si se dispone de ellas)
0.3. Medio de identificación del tipo, si está marcado en el vehículo (a)
0.3.1. Localización de ese marcado
0.4. Categoría de vehículo (b)
0.5. Nombre y dirección del fabricante
0.6. Nombre (o nombres) y dirección (o direcciones) de la planta o las plantas de montaje
0.7. Nombre y dirección del representante del fabricante (en su caso)

SECTION II

- 1. Información adicional (si procede): véase la adenda
2. Servicio técnico encargado de realizar los ensayos
3. Fecha del informe de ensayo
4. Número del informe de ensayo
5. Observaciones (en su caso): véase la adenda
6. Lugar
7. Fecha
8. Firma

Anexos: Expediente documental.

Informe de ensayo.

Adenda

En el caso de una extensión de una homologación de tipo de un vehículo con una masa de referencia superior a 2 380 kg, pero no superior a 2 610 kg, se incluirán los datos relativos a las emisiones de CO2 (g/km) y el consumo de combustible (l/100 km) con arreglo al anexo 8 del Reglamento 101.

(1) Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado o retirado la homologación

(2) Táchese lo que no proceda

## Adenda

**de la comunicación de homologación de tipo nº ... relativa a la homologación de tipo de un vehículo con respecto a las emisiones de contaminantes de acuerdo con el Reglamento nº 49, serie 06 de modificaciones**

1. Información adicional
  - 1.1. Características que deben indicarse con respecto a la homologación de tipo de un vehículo con un motor instalado
    - 1.1.1. Marca del motor (nombre de la empresa)
    - 1.1.2. Tipo y descripción comercial (mencionense las variantes, en su caso)
    - 1.1.3. Código del fabricante marcado en el motor
    - 1.1.4. Categoría de vehículo
    - 1.1.5. Categoría de motor: diésel/gasolina/GLP/GN-H/GN-L/GN-HL/etanol (ED95)/ etanol (E85)/combustible dual <sup>(1)</sup>
    - 1.1.5.1. Tipo de motor de combustible dual: tipo 1A/tipo 1B/tipo 2A/tipo 2B/tipo 3B <sup>(1)</sup> <sup>(d)</sup>
    - 1.1.6. Nombre y dirección del fabricante
    - 1.1.7. Nombre y dirección del representante del fabricante (en su caso)
  - 1.2. Vehículo
    - 1.2.1. Número de homologación de tipo del motor/de la familia de motores <sup>(1)</sup>
    - 1.2.2. Número de calibración del *software* de la unidad de control electrónico del motor (ECU)
  - 1.3. Características que deben indicarse con respecto a la homologación de tipo de un motor/una familia de motores <sup>(1)</sup> (condiciones que deben respetarse en la instalación del motor en un vehículo)
    - 1.3.1. Depresión de admisión máxima y/o mínima
    - 1.3.2. Contrapresión máxima permitida
    - 1.3.3. Volumen del sistema de escape
    - 1.3.4. Restricciones de uso (en su caso)
  - 1.4. Niveles de emisión del motor/motor de referencia <sup>(1)</sup>  
 Factor de deterioro (FD): calculado/fijo <sup>(1)</sup>  
  
 Especifíquense en el cuadro que figura a continuación los valores del FD y las emisiones en los ensayos WHSC (si procede) y WHTC  
  
 En el caso de los motores sometidos a ensayo con diferentes combustibles de referencia, se reproducirán los cuadros para cada combustible de referencia sometido a ensayo.  
  
 En el caso de los motores de combustible dual de los tipos 1B y 2B, se reproducirán los cuadros para cada modo sometido a ensayo (modo de combustible dual y modo diésel).
- 1.4.1. Ensayo WHSC

## Cuadro 4

**Ensayo WHSC**

| Ensayo WHSC (si procede)  |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |
|---|----------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| FD  | CO             | THC             | NMHC <sup>(d)</sup>             | NO <sub>x</sub>             | Masa PM             | NH <sub>3</sub>        | Número PM             |
| Mult./adit. <sup>(1)</sup>  |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |
| Emisiones   | CO<br>(mg/kWh) | THC<br>(mg/kWh) | NMHC <sup>(d)</sup><br>(mg/kWh) | NO <sub>x</sub><br>(mg/kWh) | Masa PM<br>(mg/kWh) | NH <sub>3</sub><br>ppm | Número PM<br>(nº/kWh) |
| Resultado del ensayo  |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |
| Cálculo con FD  |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |
| Emisiones máxicas de CO <sub>2</sub> <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |
| Consumo de combustible <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh               |                |                 |                                 |                             |                     |                        |                       |

## 1.4.2. Ensayo WHTC

Cuadro 5

## Ensayo WHTC

| Ensayo WHTC   |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                           |
|---|----------------|--------------------------------|---------------------------------|--|-----------------------------|---------------------|------------------------|---------------------------|
| FD  | CO             | THC <sup>(d)</sup>             | NMHC <sup>(d)</sup>             | CH <sub>4</sub> <sup>(d)</sup>             | NO <sub>x</sub>             | Masa PM             | NH <sub>3</sub>        | Número PM                 |
| Mult./adit. <sup>(1)</sup>  |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                           |
| Emisiones   | CO<br>(mg/kWh) | THC <sup>(d)</sup><br>(mg/kWh) | NMHC <sup>(d)</sup><br>(mg/kWh) | CH <sub>4</sub> <sup>(d)</sup><br>(mg/kWh) | NO <sub>x</sub><br>(mg/kWh) | Masa PM<br>(mg/kWh) | NH <sub>3</sub><br>ppm | Número PM<br>(nº/<br>kWh) |
| Arranque en frío  |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                           |
| Arranque en caliente sin regeneración                             |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                           |
| Arranque en caliente con regeneración <sup>(1)</sup>              |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                           |
| k <sub>r,u</sub><br>(mult./adit.) <sup>(1)</sup>                  |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                           |
| k <sub>r,d</sub><br>(mult./adit.) <sup>(1)</sup>                  |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                           |
| Resultado ponderado del ensayo                                    |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                           |
| Resultado final del ensayo con FD                                 |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                           |
| Emisiones máxicas de CO <sub>2</sub> <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                           |
| Consumo de combustible <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh               |                |                                |                                 |  |                             |                     |                        |                           |

## 1.4.3. Ensayo al ralentí

Cuadro 6

## Ensayo al ralentí

| Ensayo                            | Valor CO<br>(% vol.) | Lambda <sup>(1)</sup> | Régimen del motor<br>(min <sup>-1</sup> ) | Temperatura del aceite<br>del motor<br>(°C) |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|---|---|
| Ensayo en régimen de ralentí bajo |                      | N/A                   |   |   |
| Ensayo en régimen de ralentí alto |                      |                       |   |   |

## 1.4.4. Ensayo de demostración del PEMS

Cuadro 6a

## Ensayo de demostración del PEMS

|   |  |
|---|--|
| Tipo de vehículo (por ejemplo, M <sub>3</sub> , N <sub>3</sub> , y aplicación, por ejemplo, camión rígido o articulado, autobús urbano) |  |
| Descripción del vehículo (por ejemplo, modelo de vehículo, prototipo)   |  |

| Resultados de aprobación o rechazo ( <sup>7</sup> )   | CO         | THC | NMHC            | CH <sub>4</sub> | NO <sub>x</sub> | Masa PM |
|---|------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
| Factor de conformidad en la ventana de trabajo  |            |     |                 |                 |                 |         |
| Factor de conformidad en la ventana de masa de CO <sub>2</sub>  |            |     |                 |                 |                 |         |
| Información sobre el trayecto   | Vía urbana |     | Carretera rural |                 | Autopista       |         |
| Porcentaje del tiempo del trayecto caracterizado por un funcionamiento en vía urbana, carretera rural y autopista con arreglo a lo descrito en el punto 4.5 del anexo 8           |            |     |                 |                 |                 |         |
| Porcentaje del tiempo del trayecto caracterizado por la aceleración, la desaceleración, la velocidad de crucero y la parada con arreglo a lo descrito en el punto 4.5 del anexo 8 |            |     |                 |                 |                 |         |
|   | Mínimo     |     |                 | Máximo          |                 |         |
| Potencia media en la ventana de trabajo (%)   |            |     |                 |                 |                 |         |
| Duración de la ventana de masa de CO <sub>2</sub> (s)   |            |     |                 |                 |                 |         |
| Ventana de trabajo: porcentaje de ventanas válidas  |            |     |                 |                 |                 |         |
| Ventana de masa de CO <sub>2</sub> : porcentaje de ventanas válidas   |            |     |                 |                 |                 |         |
| Tasa de coherencia del consumo de combustible   |            |     |                 |                 |                 |         |

## 1.5. Medición de la potencia

## 1.5.1. Potencia del motor medida en el banco de ensayo

Cuadro 7

**Potencia del motor medida en el banco de ensayo**

|   |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|
| Régimen del motor medido (rpm)                      |  |  |  |  |  |  |  |
| Caudal de combustible medido (g/h)                  |  |  |  |  |  |  |  |
| Par medido (Nm)                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| Potencia medida (kW)                                |  |  |  |  |  |  |  |
| Presión barométrica (kPa)                           |  |  |  |  |  |  |  |
| Presión del vapor de agua (kPa)                     |  |  |  |  |  |  |  |
| Temperatura del aire de admisión (K)                |  |  |  |  |  |  |  |
| Factor de corrección de la potencia                 |  |  |  |  |  |  |  |
| Potencia corregida (kW)                             |  |  |  |  |  |  |  |
| Potencia auxiliar (kW) ( <sup>1</sup> )             |  |  |  |  |  |  |  |
| Potencia neta (kW)                                  |  |  |  |  |  |  |  |
| Par neto (Nm)                                       |  |  |  |  |  |  |  |
| Consumo de combustible específico corregido (g/kWh) |  |  |  |  |  |  |  |

## 1.5.2. Datos adicionales

## 1.6. Disposiciones especiales

## 1.6.1. Concesión de homologaciones para vehículos destinados a la exportación (véase el punto 13.4.1 del presente Reglamento)

- 1.6.1.1. Homologaciones concedidas para vehículos destinados a la exportación de acuerdo con el punto 1.6.1: sí/no <sup>(2)</sup>
  - 1.6.1.2. Proporcionese una descripción de las homologaciones concedidas en el punto 1.6.1.1 incluidas las series de modificaciones del presente Reglamento y los requisitos relativos al nivel de emisiones al que se aplica esta homologación
  - 1.7. Homologaciones alternativas (véase el punto 2.4 del anexo 9A)
  - 1.7.1. Homologaciones alternativas concedidas de acuerdo con el punto 1.7: sí/no <sup>(2)</sup>
  - 1.7.2. Proporcionese una descripción de las homologaciones alternativas de acuerdo con el punto 1.7.1.
-

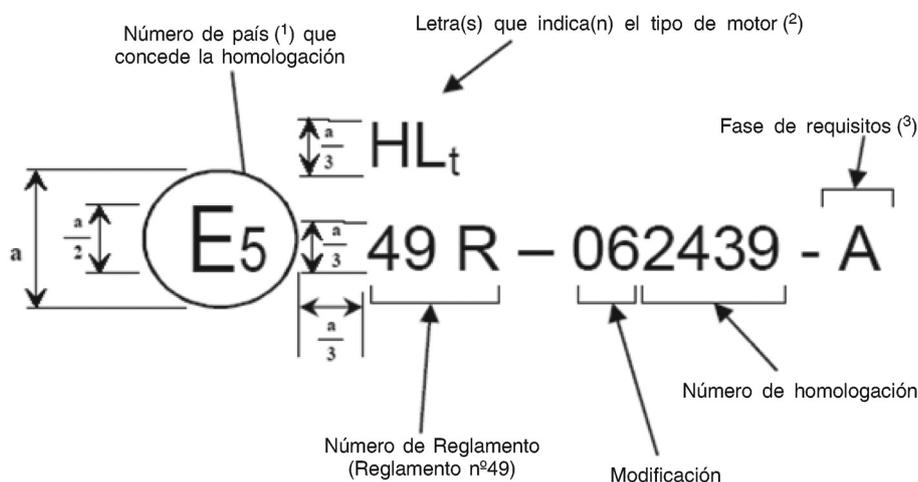
## ANEXO 3

## DISPOSICIONES DE LAS MARCAS DE HOMOLOGACIÓN

En la marca de homologación expedida y colocada en un sistema de motor o vehículo de conformidad con el punto 4 del presente Reglamento, el número de homologación de tipo irá acompañado de un carácter alfabético asignado con arreglo al cuadro 1 del presente anexo para reflejar la fase de requisitos a la que se limita la homologación. Además, la marca de homologación también deberá contener uno o varios caracteres que indiquen el tipo de motor, asignado con arreglo al cuadro 2 del presente anexo.

Este anexo describe de forma resumida la apariencia de esta marca y proporciona ejemplos de cómo se representará.

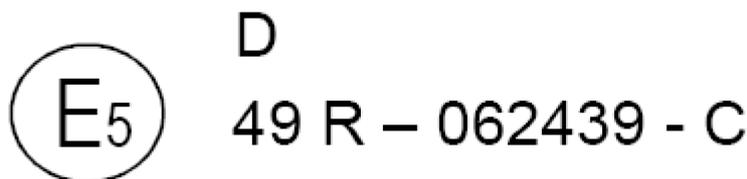
El esquema gráfico que figura a continuación presenta en líneas generales la disposición, las proporciones y el contenido de la marca. Se identifica el significado de los números y las letras y se indican las fuentes para determinar las alternativas correspondientes a cada supuesto de homologación.



a = 8 mm (mínimo)

## Ejemplo 1

Motor de encendido por compresión alimentado con diésel (B7)



La anterior marca de homologación colocada en un motor o vehículo de conformidad con el punto 4 del presente Reglamento indica que el tipo de motor o vehículo en cuestión ha sido homologado en Suecia (E<sub>s</sub>) con arreglo al Reglamento nº 49, serie 06 de modificaciones, con el número de homologación 2439. La letra que sigue al número de homologación indica la fase de requisitos especificada en el cuadro 1 (en este caso, la fase A). Además, mediante un sufijo independiente situado tras el símbolo nacional (y sobre el número de homologación) se indica el tipo de motor conforme al cuadro 2 (en este caso, «D» indica diésel).

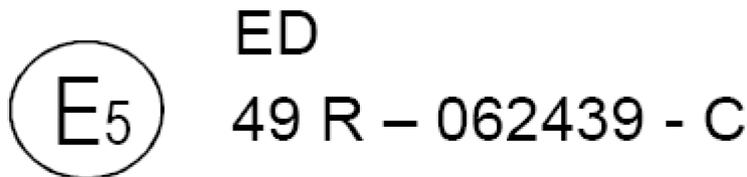
(1) Número de país conforme a la nota a pie de página que figura en el punto 4.12.3.1 del presente Reglamento.

(2) Conforme al cuadro 2 del presente anexo.

(3) Conforme al cuadro 1 del presente anexo.

Ejemplo 2

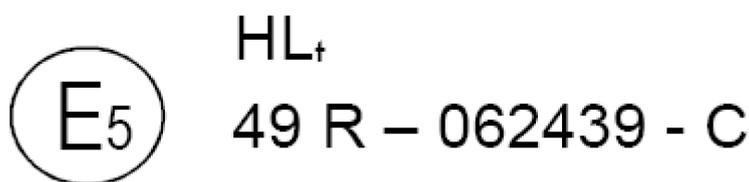
Motor de encendido por compresión alimentado con etanol (ED95)



La anterior marca de homologación colocada en un motor o vehículo de conformidad con el punto 4 del presente Reglamento indica que el tipo de motor o vehículo en cuestión ha sido homologado en Suecia (E<sub>5</sub>) con arreglo al Reglamento n° 49, serie 06 de modificaciones, con el número de homologación 2439. La letra que sigue al número de homologación indica la fase de requisitos especificada en el cuadro 1 (en este caso, la fase B). Además, mediante un sufijo independiente situado tras el símbolo nacional (y sobre el número de homologación) se indica el tipo de motor conforme al cuadro 2 (en este caso, «ED» indica etanol [ED95]).

Ejemplo 3

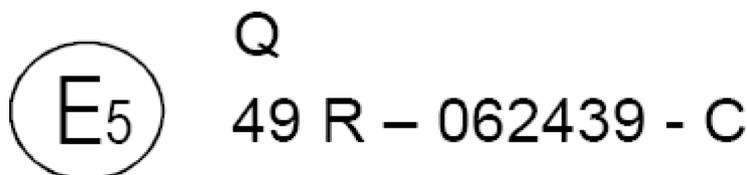
Motor de encendido por chispa alimentado con gas natural



La anterior marca de homologación colocada en un motor o vehículo de conformidad con el punto 4 del presente Reglamento indica que el tipo de motor o vehículo en cuestión ha sido homologado en Suecia (E<sub>5</sub>) con arreglo al Reglamento n° 49, serie 06 de modificaciones, con el número de homologación 2439. La letra que sigue al número de homologación indica la fase de requisitos especificada en el cuadro 1 (en este caso, la fase C). Además, mediante un sufijo independiente situado tras el símbolo nacional (y sobre el número de homologación) se indica el grupo de combustibles determinado en el punto 4.12.3.3.6 del presente Reglamento (en este caso, el grupo HL<sub>†</sub>).

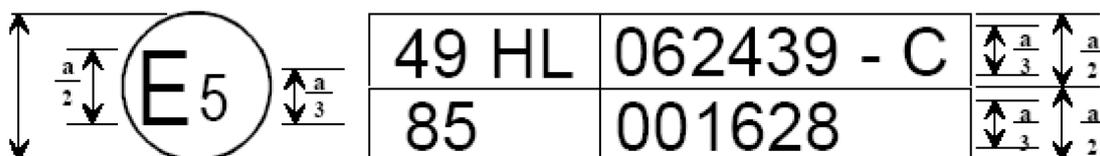
Ejemplo 4

Motor de encendido por chispa alimentado con GLP



La anterior marca de homologación colocada en un motor o vehículo de conformidad con el punto 4 del presente Reglamento indica que el tipo de motor o vehículo en cuestión ha sido homologado en Suecia (E<sub>5</sub>) con arreglo al Reglamento n° 49, serie 06 de modificaciones, con el número de homologación 2439. La letra que sigue al número de homologación indica la fase de requisitos especificada en el cuadro 1 (en este caso, la fase C). Además, mediante un sufijo independiente situado tras el símbolo nacional (y sobre el número de homologación) se indica el tipo de motor conforme al cuadro 2 (en este caso, «Q» indica GLP).

Ejemplo 5



La anterior marca de homologación colocada en un vehículo/motor de gas natural HL indica que el tipo de motor/vehículo en cuestión ha sido homologado en Suecia (E<sub>5</sub>) de conformidad con el Reglamento n° 49 (en este caso, fase C) y el Reglamento n° 85 <sup>(1)</sup>. Los dos primeros dígitos de los números de homologación indican que, en las fechas de concesión de las respectivas homologaciones, el Reglamento n° 49 incluía la serie 06 de modificaciones y el Reglamento n° 85 se encontraba en su versión original.

<sup>(1)</sup> El Reglamento n° 85 se ofrece únicamente a modo de ejemplo.

Cuadro 1

**Letras que hacen referencia a los requisitos aplicables a los sistemas OBD y SCR**

| Carácter         | OTL NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup>                                       | OTL PM <sup>(2)</sup>  | Calidad y consumo del reactivo         | Monitores adicionales del sistema OBD <sup>(3)</sup> | Fechas de aplicación: nuevos tipos               | Fecha en que la homologación de tipo dejará de ser válida |
|------------------|--|--|--|--|--|---|
| A <sup>(4)</sup> | Fila «fase de introducción progresiva» de los cuadros 1 y 2 del anexo 9A | Supervisión del funcionamiento <sup>(5)</sup>                    | Introducción progresiva <sup>(6)</sup> | N/A  | Fecha de entrada en vigor de la serie 06 del R49 | 1 de septiembre de 2014                                   |
| B <sup>(4)</sup> | Fila «fase de introducción progresiva» de los cuadros 1 y 2 del anexo 9A | Fila «fase de introducción progresiva» del cuadro 1 del anexo 9A | Introducción progresiva <sup>(6)</sup> | N/A  | 1 de septiembre de 2014                          | 31 de diciembre de 2016                                   |
| C                | Fila «requisitos generales» de los cuadros 1 y 2 del anexo 9A            | Fila «requisitos generales» del cuadro 1 del anexo 9A            | Generalidades <sup>(7)</sup>           | Sí   | 31 de diciembre de 2015                          |   |

## Notas:

<sup>(1)</sup> Los requisitos de supervisión «OTL NO<sub>x</sub>» que figuran en los cuadros 1 y 2 del anexo 9A.

<sup>(2)</sup> Los requisitos de supervisión «OTL PM» que figuran en el cuadro 1 del anexo 9A.

<sup>(3)</sup> Los requisitos aplicables al plan relacionado con las técnicas de supervisión y a la aplicación de dichas técnicas conforme a los puntos 2.3.1.2 y 2.3.1.2.1 del anexo 9A.

<sup>(4)</sup> Durante la fase de introducción progresiva contemplada en el punto 4.10.7 del presente Reglamento, se eximirá al fabricante de proporcionar la declaración exigida en el punto 6.4.1 del anexo 9A.

<sup>(5)</sup> Los requisitos de «supervisión del funcionamiento» que figuran en el punto 2.3.2.2 del anexo 9A.

<sup>(6)</sup> Los requisitos de calidad y consumo del reactivo en la «fase de introducción progresiva», tal como contemplan los puntos 7.1.1.1 y 8.4.1.1 del anexo 11.

<sup>(7)</sup> Los requisitos «generales» de calidad y consumo del reactivo, tal como contemplan los puntos 7.1.1 y 8.4.1 del anexo 11.

Cuadro 2

**Códigos de tipo de motor que se emplearán en las marcas de homologación**

| Tipo de motor  | Código  |
|--|---|
| Motor de encendido por compresión alimentado con diésel        | D   |
| Motor de encendido por compresión alimentado con etanol (ED95) | ED  |
| Motor de encendido por chispa alimentado con etanol (E85)      | E85   |
| Motor de encendido por chispa alimentado con gasolina          | P   |
| Motor de encendido por chispa alimentado con GLP               | Q   |
| Motor de encendido por chispa alimentado con gas natural       | Véase el punto 4.12.3.3.6 del presente Reglamento |
| Motores de combustible dual                                    | Véase el punto 4.12.3.3.7 del presente Reglamento |

## ANEXO 4

## PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anexo está basado en la certificación mundial armonizada de vehículos pesados (WHDC, Reglamento técnico mundial n° 4).

2. RESERVADO <sup>(1)</sup>

## 3. DEFINICIONES, SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

## 3.1. Definiciones

A efectos del presente Reglamento, se entenderá por:

- 3.1.1. «potencia máxima declarada ( $P_{max}$ )», la potencia máxima en kW ECE (potencia neta) declarada por el fabricante en su solicitud de homologación;
- 3.1.2. «tiempo de retraso», el tiempo transcurrido desde el cambio del componente que debe medirse en el punto de referencia, la sonda de muestreo, hasta que la respuesta del sistema alcance el 10 % de la lectura final ( $t_{10}$ ). Para los componentes gaseosos, es el tiempo de transporte del componente medido desde la sonda de muestreo hasta el detector;
- 3.1.3. «desviación», la diferencia entre las respuestas al cero o al punto final del instrumento de medición antes y después de un ensayo de emisiones;
- 3.1.4. «método de dilución de flujo total», el proceso de mezcla de todo el flujo de escape con diluyente antes de separar una parte del flujo de escape diluido para analizarlo;
- 3.1.5. «régimen alto ( $n_{hi}$ )», el régimen máximo del motor con el que se alcanza el 70 % de la potencia máxima declarada;
- 3.1.6. «régimen bajo ( $n_{lo}$ )», el régimen mínimo del motor con el que se alcanza el 55 % de la potencia máxima declarada;
- 3.1.7. «potencia máxima ( $P_{max}$ )», la potencia máxima en kW declarada por el fabricante;
- 3.1.8. «régimen del par máximo», el régimen del motor al que se obtiene el par máximo del motor de acuerdo con lo especificado por el fabricante;
- 3.1.9. «par normalizado», el par motor en porcentaje normalizado con respecto al par máximo disponible a un régimen determinado del motor;
- 3.1.10. «demanda del operador», la intervención del operador destinada a controlar la potencia del motor. El operador puede ser una persona (intervención manual) o un controlador

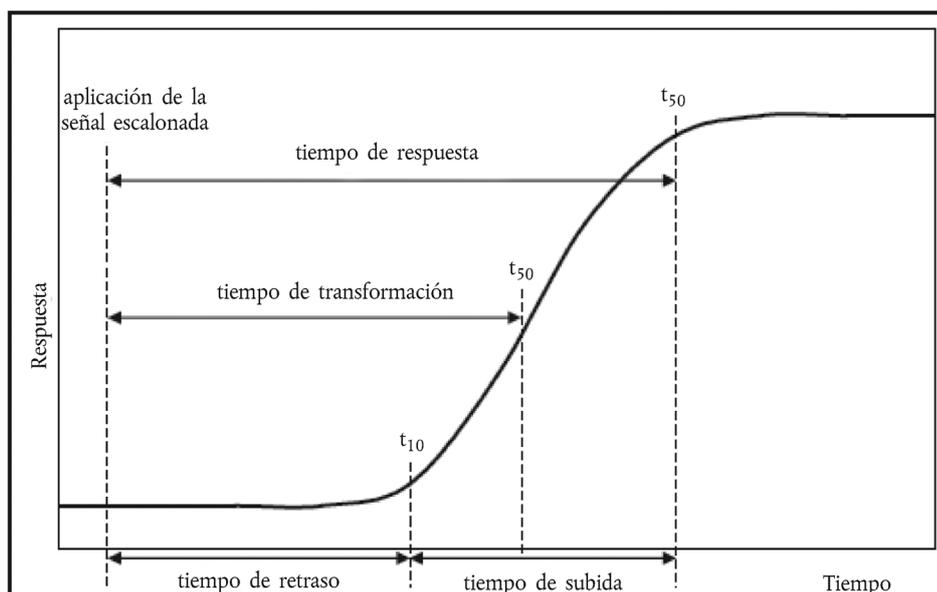
(intervención automática) que envía mecánica o electrónicamente una señal que exige al motor una determinada potencia. Dicha señal puede proceder de una acción sobre el pedal del acelerador, la palanca de mando de los gases, la palanca de mando del combustible, la palanca de mando de la velocidad o de un valor de consigna del regulador, o de una señal de mando electrónica correspondiente que sustituya cada una de estas acciones;

<sup>(1)</sup> La numeración del presente anexo es coherente con la del Reglamento técnico mundial n° 4 sobre la WHDC. No obstante, algunos puntos de este último no son necesarios en el presente anexo.

- 3.1.11. «*método de dilución de flujo parcial*», el proceso por el que se separa una parte del flujo de escape total y, a continuación, se mezcla con una cantidad adecuada de diluyente antes del filtro de muestreo de partículas;
- 3.1.12. «*ciclo de ensayo en condiciones estables con aumentos*», un ciclo de ensayo consistente en una secuencia de modos de ensayo del motor en condiciones estables con criterios definidos de régimen y de par en cada modo y aumentos definidos entre esos modos (WHSC);
- 3.1.13. «*régimen nominal*», el régimen máximo del motor a plena carga que permita el regulador, tal como lo especifique el fabricante en los documentos de venta y de mantenimiento, o, en caso de que no haya regulador, el régimen al que se obtiene la potencia máxima del motor, tal como lo especifique el fabricante en los documentos de venta y de mantenimiento;
- 3.1.14. «*tiempo de respuesta*», el tiempo transcurrido desde el cambio del componente que debe medirse en el punto de referencia (la sonda de muestreo) y una respuesta del sistema del 90 % del valor final leído ( $t_{90}$ ), en el cual el cambio del componente medido equivalga a un mínimo del 60 % del fondo de escala (FS) y se produzca en menos de 0,1 segundos. El tiempo de respuesta del sistema equivale al tiempo de retraso del sistema y al tiempo de subida del sistema;
- 3.1.15. «*tiempo de subida*», el tiempo transcurrido entre la respuesta al 10 % y al 90 % de la lectura final ( $t_{90} - t_{10}$ );
- 3.1.16. «*respuesta al punto final*», la respuesta media a un gas de ajuste de la escala durante un intervalo de 30 s;
- 3.1.17. «*emisiones específicas*», las emisiones máscas expresadas en g/kWh;
- 3.1.18. «*ciclo de ensayo*», una secuencia de puntos de ensayo, cada uno de ellos con un régimen y un par determinados, que debe seguir el motor en condiciones estables (WHSC) o transitorias (WHTC);
- 3.1.19. «*tiempo de transformación*», el tiempo transcurrido desde el cambio del componente que debe medirse en el punto de referencia (la sonda de muestreo) hasta una respuesta del sistema del 50 % del valor final leído ( $t_{50}$ ). El tiempo de transformación se utiliza para el alineamiento de señales de distintos instrumentos de medición;
- 3.1.20. «*ciclo de ensayo transitorio*», un ciclo de ensayo con una secuencia de valores de régimen y de par normalizados que varían con relativa rapidez en el tiempo (WHTC);
- 3.1.21. «*respuesta al cero*», la respuesta media a un gas de puesta a cero durante un intervalo de 30 s.

Figura 1

## Definiciones del sistema de respuesta



## 3.2. Símbolos generales

| Símbolo     | Unidad                | Término   |
|-------------|-----------------------|---|
| $a_1$       | —                     | Pendiente de la línea de regresión  |
| $a_0$       | —                     | Ordenada y en el origen de la línea de regresión  |
| $A/F_{st}$  | —                     | Relación estequiométrica aire-combustible   |
| $c$         | ppm/vol. %            | Concentración   |
| $c_d$       | ppm/vol. %            | Concentración en base seca  |
| $c_w$       | ppm/vol. %            | Concentración en base húmeda  |
| $c_b$       | ppm/vol. %            | Concentración de fondo  |
| $C_d$       | —                     | Coefficiente de descarga del venturi subsónico (SSV)  |
| $c_{gas}$   | ppm/vol. %            | Concentración en los componentes gaseosos   |
| $\bar{c}_s$ | partículas por $cm^3$ | Concentración media de partículas en el gas de escape diluido corregida en función de las condiciones estándar (273,2 K y 101,33 kPa), en partículas por centímetro cúbico  |
| $c_{s,i}$   | partículas por $cm^3$ | Una medición diferenciada de la concentración de partículas en el gas de escape diluido procedente del contador de partículas, corregida para tener en cuenta la coincidencia y las condiciones estándar (273,2 K y 101,33 kPa) |
| $d$         | m                     | Diámetro  |
| $d_i$       |                       | Diámetro de movilidad eléctrica de las partículas (30 nm, 50 nm o 100 nm)   |
| $d_v$       | m                     | Diámetro del cuello del venturi   |
| $D_0$       | $m^3/s$               | Ordenada en el origen de la función de calibración de la PDP  |
| $D$         | —                     | Factor de dilución  |
| $\Delta t$  | s                     | Intervalo de tiempo   |
| $ee$        |                       | El número de partículas emitidas por kWh  |
| $e_{gas}$   | g/kWh                 | Emisión específica de componentes gaseosos  |
| $e_{PM}$    | g/kWh                 | Emisión específica de partículas  |
| $e_r$       | g/kWh                 | Emisión específica durante la regeneración  |
| $e_w$       | g/kWh                 | Emisión específica ponderada  |
| $E_{CO_2}$  | %                     | Factor de extinción por el $CO_2$ del analizador de $NO_x$  |
| $E_E$       | %                     | Eficiencia del etano  |
| $E_{H_2O}$  | %                     | Factor de extinción por el agua del analizador de $NO_x$  |
| $E_M$       | %                     | Eficiencia del metano   |

| Símbolo          | Unidad                                | Término  |
|------------------|---------------------------------------|--|
| $E_{\text{Nox}}$ | %                                     | Eficiencia del convertidor de $\text{NO}_x$  |
| $f$              | Hz                                    | Frecuencia de muestreo   |
| $f_a$            | —                                     | Factor atmosférico del laboratorio   |
| $F_s$            | —                                     | Factor estequiométrico   |
| $\bar{f}_r$      | —                                     | Factor de reducción de la concentración media de partículas del eliminador de partículas volátiles específico para los parámetros de dilución utilizados en el ensayo  |
| $H_a$            | g/kg                                  | Humedad absoluta del aire de admisión  |
| $H_d$            | g/kg                                  | Humedad absoluta del diluyente   |
| $i$              | —                                     | Subíndice que indica una medición instantánea (por ejemplo, 1 Hz)  |
| $k$              | —                                     | Factor de calibración para corregir las mediciones del contador de partículas en función del nivel del instrumento de referencia si no se aplica de manera interna en el contador de partículas; si el factor de calibración se aplica de manera interna en el contador de partículas, en la ecuación anterior se considerará que $k$ equivale a 1 |
| $k_c$            | —                                     | Factor específico del carbono  |
| $k_{f,d}$        | $\text{m}^3/\text{kg}$ de combustible | Volumen adicional de gas de escape seco resultante de la combustión  |
| $k_{f,w}$        | $\text{m}^3/\text{kg}$ de combustible | Volumen adicional de gas de escape húmedo resultante de la combustión  |
| $k_{h,D}$        | —                                     | Factor de corrección de la humedad para $\text{NO}_x$ en motores de encendido por compresión.  |
| $k_{h,G}$        | —                                     | Factor de corrección de la humedad para $\text{NO}_x$ en motores de encendido por chispa.  |
| $k_r$            | —                                     | El ajuste de la regeneración, de acuerdo con el punto 6.6.2, o, en el caso de motores sin postratamiento de regeneración periódica, $k_r = 1$  |
| $k_{r,d}$        | —                                     | Factor de ajuste de la regeneración hacia abajo  |
| $k_{r,u}$        | —                                     | Factor de ajuste de la regeneración hacia arriba   |
| $k_{w,a}$        | —                                     | Factor de corrección de seco a húmedo para el aire de admisión   |
| $k_{w,d}$        | —                                     | Factor de corrección de seco a húmedo para el diluyente  |
| $k_{w,e}$        | —                                     | Factor de corrección de seco a húmedo para el gas de escape diluido  |
| $k_{w,r}$        | —                                     | Factor de corrección de seco a húmedo para el gas de escape bruto  |
| $K_V$            | —                                     | Función de calibración del venturi de caudal crítico (CFV)   |
| $\lambda$        | —                                     | Coefficiente de exceso de aire   |

| Símbolo       | Unidad            | Término   |
|---------------|-------------------|---|
| $m_b$         | mg                | Masa de la muestra de partículas del diluyente recogida   |
| $m_d$         | kg                | Masa de la muestra de diluyente pasada por los filtros de muestreo de partículas                              |
| $m_{ed}$      | kg                | Masa total del gas de escape diluido a lo largo del ciclo   |
| $m_{edf}$     | kg                | Masa del gas de escape diluido equivalente a lo largo del ciclo de ensayo                                     |
| $m_{ew}$      | kg                | Masa total del gas de escape a lo largo del ciclo   |
| $m_{ex}$      | kg                | Masa total del gas de escape diluido extraído del túnel de dilución para el muestreo del número de partículas |
| $m_f$         | mg                | Masa del filtro de muestreo de partículas   |
| $m_{gas}$     | g                 | Masa de las emisiones gaseosas durante el ciclo de ensayo   |
| $m_p$         | mg                | Masa de la muestra de partículas recogida   |
| $m_{PM}$      | g                 | Masa de las emisiones de partículas durante el ciclo de ensayo  |
| $m_{PM,corr}$ | g/ensayo          | Masa de partículas corregida en función de la extracción del flujo de muestreo del número de partículas       |
| $m_{se}$      | kg                | Masa de la muestra del gas de escape a lo largo del ciclo de ensayo   |
| $m_{sed}$     | kg                | Masa del gas de escape diluido que pasa por el túnel de dilución  |
| $m_{sep}$     | kg                | Masa del gas de escape diluido que pasa por los filtros de recogida de partículas                             |
| $m_{ssd}$     | kg                | Masa del diluyente secundario   |
| $M$           | Nm                | Par   |
| $M_a$         | g/mol             | Masa molar del aire de admisión   |
| $M_d$         | g/mol             | Masa molar del diluyente  |
| $M_e$         | g/mol             | Masa molar del gas de escape  |
| $M_f$         | Nm                | Par absorbido por los accesorios/equipos que han de instalarse  |
| $M_{gas}$     | g/mol             | Masa molar de los componentes gaseosos  |
| $M_r$         | Nm                | Par absorbido por los accesorios/equipos que han de retirarse   |
| $N$           | —                 | Número de partículas emitidas a lo largo del ciclo de ensayo  |
| $n$           | —                 | Número de mediciones  |
| $n_r$         | —                 | Número de mediciones con regeneración   |
| $n$           | min <sup>-1</sup> | Régimen de rotación del motor   |
| $n_{hi}$      | min <sup>-1</sup> | Régimen alto del motor  |

| Símbolo    | Unidad            | Término   |
|------------|-------------------|---|
| $n_{lo}$   | $\text{min}^{-1}$ | Régimen bajo del motor  |
| $n_{pref}$ | $\text{min}^{-1}$ | Régimen preferido del motor   |
| $n_p$      | r/s               | Régimen de la bomba de desplazamiento positivo (PDP)  |
| $N_{cold}$ | —                 | El número total de partículas emitidas a lo largo del ciclo de ensayo WHTC con arranque en frío     |
| $N_{hot}$  | —                 | El número total de partículas emitidas a lo largo del ciclo de ensayo WHTC con arranque en caliente |
| $N_{in}$   |                   | Concentración del número de partículas antes del componente   |
| $N_{out}$  |                   | Concentración del número de partículas después del componente                                       |
| $p_a$      | kPa               | Presión de vapor de saturación del aire de admisión del motor                                       |
| $p_b$      | kPa               | Presión atmosférica total   |
| $p_d$      | kPa               | Presión de vapor de saturación del diluyente  |
| $p_p$      | kPa               | Presión absoluta  |
| $p_r$      | kPa               | Presión del vapor de agua después del baño refrigerante   |
| $p_s$      | kPa               | Presión atmosférica seca  |
| $P$        | kW                | Potencia  |
| $P_f$      | kW                | Potencia absorbida por los accesorios/equipos que han de instalarse                                 |
| $P_r$      | kW                | Potencia absorbida por los accesorios/equipos que han de retirarse                                  |
| $q_{ex}$   | kg/s              | Caudal másico de muestreo del número de partículas  |
| $q_{mad}$  | kg/s              | Caudal másico del aire de admisión en base seca   |
| $q_{maw}$  | kg/s              | Caudal másico del aire de admisión en base húmeda   |
| $q_{mCe}$  | kg/s              | Caudal másico de carbono en el gas de escape bruto  |
| $q_{mCf}$  | kg/s              | Caudal másico de carbono que entra en el motor  |
| $q_{mCp}$  | kg/s              | Caudal másico de carbono en el sistema de dilución de flujo parcial                                 |
| $q_{mdew}$ | kg/s              | Caudal másico del gas de escape diluido en base húmeda  |
| $q_{mdw}$  | kg/s              | Caudal másico del diluyente en base húmeda  |
| $q_{medf}$ | kg/s              | Caudal másico equivalente del gas de escape diluido en base húmeda                                  |
| $q_{mew}$  | kg/s              | Caudal másico del gas de escape en base húmeda  |
| $q_{mex}$  | kg/s              | Caudal másico de muestreo extraído del túnel de dilución  |

| Símbolo    | Unidad               | Término   |
|------------|----------------------|---|
| $q_{mf}$   | kg/s                 | Caudal másico del combustible   |
| $q_{mp}$   | kg/s                 | Caudal de la muestra de gas de escape que entra en el sistema de dilución de flujo parcial                              |
| $q_{sw}$   | kg/s                 | Caudal másico reintroducido en el túnel de dilución para compensar la extracción de la muestra del número de partículas |
| $q_{vCVS}$ | m <sup>3</sup> /s    | Caudal volumétrico del muestreo de volumen constante (CVS)  |
| $q_{vs}$   | dm <sup>3</sup> /min | Caudal del sistema analizador del gas de escape   |
| $q_{vt}$   | cm <sup>3</sup> /min | Caudal del gas trazador   |
| $r^2$      | —                    | Coefficiente de determinación   |
| $r_d$      | —                    | Relación de dilución  |
| $r_D$      | —                    | Relación de diámetro del venturi subsónico (SSV)  |
| $r_h$      | —                    | Factor de respuesta a los hidrocarburos del FID   |
| $r_m$      | —                    | Factor de respuesta al metanol del FID  |
| $r_p$      | —                    | Relación de presión del venturi subsónico (SSV)   |
| $r_s$      | —                    | Relación de muestreo media  |
| $s$        | —                    | Desviación estándar   |
| $\rho$     | kg/m <sup>3</sup>    | Densidad  |
| $\rho_e$   | kg/m <sup>3</sup>    | Densidad del gas de escape  |
| $\sigma$   | —                    | Desviación estándar   |
| $T$        | K                    | Temperatura absoluta  |
| $T_a$      | K                    | Temperatura absoluta del aire de admisión   |
| $t$        | s                    | Tiempo  |
| $t_{10}$   | s                    | Tiempo transcurrido entre la aplicación de la señal escalonada y la indicación del 10 % del valor final                 |
| $t_{50}$   | s                    | Tiempo transcurrido entre la aplicación de la señal escalonada y la indicación del 50 % del valor final                 |
| $t_{90}$   | s                    | Tiempo transcurrido entre la aplicación de la señal escalonada y la indicación del 90 % del valor final                 |
| $u$        | —                    | Relación entre las densidades (o masas molares) de los componentes gaseosos y el gas de escape dividida por 1 000       |
| $V_0$      | m <sup>3</sup> /r    | Volumen de gas bombeado por la PDP por revolución   |
| $V_s$      | dm <sup>3</sup>      | Volumen del sistema del banco de análisis del gas de escape   |
| $W_{act}$  | kWh                  | Trabajo efectivo del ciclo de ensayo  |

| Símbolo        | Unidad            | Término   |
|----------------|-------------------|---|
| $W_{act,cold}$ | kWh               | El trabajo efectivo a lo largo del ciclo de ensayo WHTC en frío de acuerdo con el punto 7.8.6     |
| $W_{act,hot}$  | kWh               | El trabajo efectivo a lo largo del ciclo de ensayo WHTC en caliente de acuerdo con el punto 7.8.6 |
| $W_{ref}$      | kWh               | Trabajo de referencia del ciclo de ensayo   |
| $X_0$          | m <sup>3</sup> /t | Función de calibración de la PDP  |

### 3.3. Símbolos y abreviaturas de la composición del combustible

|               |   |
|---------------|---|
| $w_{ALF}$     | Contenido de hidrógeno del combustible, en % de la masa |
| $w_{BET}$     | Contenido de carbono del combustible, en % de la masa   |
| $w_{GAM}$     | Contenido de azufre del combustible, en % de la masa    |
| $w_{DEL}$     | Contenido de nitrógeno del combustible, en % de la masa |
| $w_{EPS}$     | Contenido de oxígeno del combustible, en % de la masa   |
| $\alpha$      | Relación molar de hidrógeno (H/C)                       |
| $\gamma$      | Relación molar de azufre (S/C)                          |
| $\delta$      | Relación molar de nitrógeno (N/C)                       |
| $\varepsilon$ | Relación molar de oxígeno (O/C)                         |

en referencia a un combustible  $CH_aO_\varepsilon N_\delta S_\gamma$

### 3.4. Símbolos y abreviaturas de los componentes químicos

|                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| C1                            | Hidrocarburo equivalente al carbono 1 |
| CH <sub>4</sub>               | Metano                                |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | Etano                                 |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | Propano                               |
| CO                            | Monóxido de carbono                   |
| CO <sub>2</sub>               | Dióxido de carbono                    |
| DOP                           | Ftalato de dioctilo                   |
| HC                            | Hidrocarburos                         |
| H <sub>2</sub> O              | Agua                                  |
| NMHC                          | Hidrocarburos no metánicos            |
| NO <sub>x</sub>               | Óxidos de nitrógeno                   |
| NO                            | Óxido nítrico                         |
| NO <sub>2</sub>               | Dióxido de nitrógeno                  |
| PM                            | Partículas                            |

### 3.5. Abreviaturas

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| CFV | Venturi de caudal crítico     |
| CLD | Detector quimioluminiscente   |
| CVS | Muestreo de volumen constante |

|                   |   |
|-------------------|---|
| deNO <sub>x</sub> | Sistema de postratamiento de los NO <sub>x</sub>  |
| EGR               | Recirculación del gas de escape   |
| ET                | Tubo de evaporación   |
| FID               | Detector de ionización de llama   |
| FTIR              | Analizador de infrarrojo por transformadas de Fourier   |
| GC                | Cromatógrafo de gas   |
| HCLD              | Detector quimioluminiscente calentado   |
| HFID              | Detector de ionización de llama calentado   |
| LDS               | Espectrómetro de diodo láser  |
| GLP               | Gas licuado de petróleo   |
| NDIR              | Analizador de infrarrojo no dispersivo  |
| GN                | Gas natural   |
| NMC               | Separador de hidrocarburos no metánicos   |
| OT                | Tubo de salida  |
| PDP               | Bomba de desplazamiento positivo  |
| % FS              | % del fondo de escala   |
| PCF               | Preclasificador de partículas   |
| PFS               | Sistema de flujo parcial  |
| PNC               | Contador del número de partículas   |
| PND               | Diluidor del número de partículas   |
| PTS               | Sistema de transferencia de partículas  |
| PTT               | Tubo de transferencia de partículas   |
| SSV               | Venturi subsónico   |
| VGT               | Turbina de geometría variable   |
| VPR               | Eliminador de partículas volátiles  |
| WHSC              | World Harmonised Steady State Cycle (ciclo de ensayos de conducción armonizado a escala mundial de condiciones estacionarias) |
| WHTC              | World Harmonised Transient Cycle (ciclo de ensayos de conducción armonizado a escala mundial de condiciones transitorias)     |

#### 4. REQUISITOS GENERALES

El sistema de motor estará diseñado, fabricado y ensamblado de manera que el motor, en condiciones normales de uso, pueda cumplir los requisitos del presente anexo durante su vida útil, tal como se define en el presente Reglamento, incluso cuando esté instalado en el vehículo.

## 5. RESULTADOS REQUERIDOS

### 5.1. Emisiones de gases y partículas contaminantes

Las emisiones de gases y partículas contaminantes del motor se determinarán en los ciclos de ensayo WHTC y WHSC, tal como se describen en el punto 7. Los sistemas de medición cumplirán los requisitos de linealidad del punto 9.2 y las especificaciones del punto 9.3 (medición de las emisiones gaseosas), el punto 9.4 (medición de las partículas) y el apéndice 2 del presente anexo.

La autoridad de homologación de tipo podrá aceptar otros sistemas o analizadores si se comprueba que ofrecen resultados equivalentes con arreglo al punto 5.1.1.

#### 5.1.1. Equivalencia

La determinación de equivalencia del sistema se basará en un estudio correlacional de siete pares de muestras (o mayor) del sistema que está siendo examinado y uno de los sistemas del presente anexo.

Los «resultados» se refieren al valor ponderado de las emisiones de ese ciclo en particular. El ensayo correlacional tendrá lugar en el mismo laboratorio, la misma celda de ensayo, y con el mismo motor, y es preferible efectuarlo simultáneamente. La equivalencia de las medias de los pares de muestras se determinará mediante las estadísticas de los ensayos F y t, tal como se describen en el apéndice 3, punto A.3.3, obtenidas en dichas condiciones de laboratorio, de celda de ensayo y de motor. Los valores extremos se determinarán conforme a la norma ISO 5725 y se excluirán de la base de datos. Los sistemas que se utilicen para el ensayo correlacional estarán sujetos a la aprobación de la autoridad de homologación de tipo.

### 5.2. Familia de motores

#### 5.2.1. Generalidades

Una familia de motores se caracteriza por sus parámetros de diseño. Estos serán comunes a todos los motores de la familia. El fabricante del motor podrá decidir qué motores pertenecen a una familia, siempre y cuando se cumplan los criterios de pertenencia indicados en el punto 5.2.3. La familia de motores será aprobada por la autoridad de homologación de tipo. El fabricante pondrá a disposición de la autoridad de homologación de tipo la información adecuada sobre los niveles de emisión de los miembros de la familia de motores.

#### 5.2.2. Casos particulares

En algunos casos puede producirse una interacción entre los parámetros. Esto se tendrá en cuenta para garantizar que en una familia solo se incluyan motores con características similares en cuanto a emisiones de escape. El fabricante deberá identificar estos casos y notificarlos al autoridad de homologación de tipo. Se tendrán en cuenta como criterio para la creación de una nueva familia de motores.

En caso de dispositivos o características que no se contemplen en el punto 5.2.3 y que influyan significativamente en el nivel de emisiones, el fabricante identificará este equipo con arreglo a buenas prácticas técnicas y lo notificará al autoridad de homologación de tipo. Se tendrán en cuenta como criterio para la creación de una nueva familia de motores.

Además de los parámetros enumerados en el punto 5.2.3, el fabricante podrá introducir criterios adicionales que permitan la definición de familias de tamaño más reducido. Estos parámetros no deben tener necesariamente una influencia en el nivel de emisiones.

#### 5.2.3. Parámetros que definen una familia de motores

##### 5.2.3.1. Ciclo de combustión

a) 2 tiempos;

b) 4 tiempos;

c) motor rotativo;

d) otros.

##### 5.2.3.2. Configuración de los cilindros

###### 5.2.3.2.1. Posición de los cilindros en el bloque

a) V;

- b) en línea;
- c) radial;
- d) otras (F, W, etc.).

#### 5.2.3.2.2. Posición relativa de los cilindros

Los motores con el mismo bloque pueden pertenecer a la misma familia si tienen el mismo diámetro, de centro a centro.

#### 5.2.3.3. Principal medio refrigerante

- a) aire;
- b) agua;
- c) aceite.

#### 5.2.3.4. Desplazamiento de cada cilindro

##### 5.2.3.4.1. Motor con un desplazamiento por cilindro $\geq 0,75 \text{ dm}^3$

Para que los motores con un desplazamiento por cilindro  $\geq 0,75 \text{ dm}^3$  se consideren de la misma familia, el abanico de desplazamientos por cilindro no superará en un 15 % el mayor desplazamiento de un cilindro dentro de la familia.

##### 5.2.3.4.2. Motor con un desplazamiento por cilindro $< 0,75 \text{ dm}^3$

Para que los motores con un desplazamiento por cilindro  $< 0,75 \text{ dm}^3$  se consideren de la misma familia, el abanico de desplazamientos por cilindro no superará en un 30 % el mayor desplazamiento de un cilindro dentro de la familia.

##### 5.2.3.4.3. Motor con otros límites de desplazamiento por cilindro

Podrá considerarse que los motores con un desplazamiento por cilindro que superen los límites definidos en los puntos 5.2.3.4.1 y 5.2.3.4.2 pertenecen a la misma familia si así lo admite la autoridad de homologación de tipo. La homologación se basará en elementos técnicos (cálculos, simulaciones, resultados experimentales, etc.) que demuestren que el incumplimiento de los límites no influye de manera significativa en las emisiones de escape.

#### 5.2.3.5. Método de aspiración del aire

- a) atmosférica;
- b) sobrealimentación;
- c) sobrealimentación con sistema de refrigeración del aire de admisión.

#### 5.2.3.6. Tipo de combustible

- a) diésel;
- b) gas natural (GN);
- c) gas licuado de petróleo (GLP);
- d) etanol.

#### 5.2.3.7. Tipo de cámara de combustión

- a) cámara abierta;
- b) cámara dividida;
- c) otros tipos.

## 5.2.3.8. Tipo de encendido

- a) encendido por chispa;
- b) encendido por compresión.

## 5.2.3.9. Válvulas y orificios

- a) configuración;
- b) número de válvulas por cilindro.

## 5.2.3.10. Tipo de alimentación de combustible

- a) alimentación de combustible líquido
  - i) bomba, inyector y línea (de alta presión);
  - ii) bomba en línea o de distribución;
  - iii) bomba unitaria o inyector unitario;
  - iv) raíl común;
  - v) carburador(es);
  - vi) otros.

## b) alimentación de combustible gaseoso

- i) gaseoso;
- ii) líquido;
- iii) mezcladores;
- iv) otros.

## c) otros tipos

## 5.2.3.11. Dispositivos diversos

- a) recirculación del gas de escape (EGR);
- b) inyección de agua;
- c) inyección de aire;
- d) otros.

## 5.2.3.12. Estrategia de control electrónico

La presencia o ausencia de una unidad de control electrónico (ECU) en el motor se considera un parámetro básico de la familia.

En el caso de motores controlados electrónicamente, el fabricante presentará los elementos técnicos que justifican el agrupamiento de los motores en una familia, a saber, los motivos por los que se puede considerar que esos motores cumplen los mismos requisitos sobre emisiones.

Estos elementos pueden ser cálculos, simulaciones, estimaciones, descripciones de parámetros de inyección, resultados experimentales, etc.

Entre los ejemplos de características controladas figuran:

- a) la regulación;
- b) la presión de inyección;
- c) las inyecciones múltiples;

- d) la presión de sobrealimentación;
- e) la turbina de geometría variable (VGT);
- f) la recirculación del gas de escape (EGR).

#### 5.2.3.13. Sistemas de postratamiento del gas de escape

La función y la combinación de los dispositivos siguientes se consideran un criterio de pertenencia a una familia de motores:

- a) catalizador de oxidación;
- b) catalizador de tres vías;
- c) sistema de reducción de NO<sub>x</sub> con reducción selectiva de NO<sub>x</sub> (adición de agente reductor);
- d) otros sistemas de reducción de NO<sub>x</sub>;
- e) filtro de partículas con regeneración pasiva;
- f) filtro de partículas con regeneración activa;
- g) otros filtros de partículas;
- h) otros dispositivos.

Cuando un motor haya sido certificado sin un sistema de postratamiento, bien como motor de referencia o como miembro de una familia, si está equipado con un catalizador de oxidación podrá incluirse en la misma familia de motores siempre que no requiera un combustible de características diferentes.

Si requiere un combustible de características específicas (por ejemplo, filtros de partículas que necesiten aditivos especiales en el combustible para garantizar el proceso de regeneración), la decisión de incluirlo en la misma familia se basará en elementos técnicos indicados por el fabricante. Esos elementos indicarán que el nivel de emisión previsto del motor equipado con el catalizador respeta el mismo límite que el motor sin catalizador.

Cuando un motor haya sido certificado con un sistema de postratamiento, bien como motor de referencia o como miembro de una familia cuyo motor de referencia está equipado con el mismo sistema de postratamiento, no podrá incluirse en la misma familia de motores si no está equipado con el sistema de postratamiento.

#### 5.2.4. Elección del motor de referencia

##### 5.2.4.1. Motores de encendido por compresión

Una vez que la autoridad de homologación de tipo haya aprobado la familia de motores, el principal criterio de selección del motor de referencia de la familia será el de tener el mayor suministro de combustible por carrera del pistón al régimen de par máximo declarado. En caso de que dos o más motores cumplan ese criterio principal, se seleccionará como motor de referencia aquel que cumpla el criterio secundario, a saber, tener el mayor suministro de combustible por carrera del pistón al régimen nominal.

##### 5.2.4.2. Motores de encendido por chispa

Una vez que la autoridad de homologación de tipo haya aprobado la familia de motores, el principal criterio de selección del motor de referencia de la familia será el de tener el mayor desplazamiento. En caso de que dos o más motores compartan este criterio principal, se seleccionará el motor de referencia utilizando uno de los siguientes criterios secundarios, en este orden de prioridad:

- a) el mayor suministro de combustible por carrera del pistón al régimen de la potencia nominal declarada;
- b) el mayor avance al encendido;
- c) la tasa más baja de recirculación del gas de escape.

## 5.2.4.3. Observaciones acerca de la selección del motor de referencia

La autoridad de homologación de tipo podrá concluir que la mejor manera de caracterizar el caso más desfavorable de la familia en cuanto a emisiones es someter a ensayo otros motores. En ese caso, el fabricante del motor presentará la información adecuada para determinar qué motores de la familia tienen probablemente el nivel más alto de emisiones.

Si otros motores de la familia poseen otras características que pudieran afectar a las emisiones de escape, dichas características también deberán identificarse y tenerse en consideración para seleccionar el motor de referencia.

Si otros motores de la familia cumplen los mismos valores de emisión a lo largo de distintos periodos de vida útil, esto se tendrá en cuenta en la selección del motor de referencia.

## 6. CONDICIONES DE ENSAYO

## 6.1. Condiciones de ensayo en laboratorio

Se medirá la temperatura absoluta ( $T_a$ ) del aire de admisión del motor, expresada en kelvin, y la presión atmosférica seca ( $p_s$ ), expresada en kPa, y se determinará el parámetro  $f_a$  de acuerdo con las disposiciones siguientes. En el caso de motores de varios cilindros que posean grupos de colectores distintos, por ejemplo en los motores en «V», se tomará la temperatura media de los distintos grupos. El parámetro  $f_a$  se notificará con los resultados de ensayo. Para una mejor repetibilidad y reproducibilidad de los resultados, se recomienda que el parámetro  $f_a$  cumpla la condición:  $0,93 \leq f_a \leq 1,07$ .

## a) Motores de encendido por compresión

Motores atmosféricos y motores sobrealimentados mecánicamente:

$$f_a = \left( \frac{99}{p_s} \right) \times \left( \frac{T_a}{298} \right)^{0,7} \quad (1)$$

Motores turbocomprimidos con o sin refrigeración del aire de admisión:

$$f_a = \left( \frac{99}{p_s} \right)^{0,7} \times \left( \frac{T_a}{298} \right)^{1,5} \quad (2)$$

## b) Motores de encendido por chispa

$$f_a = \left( \frac{99}{p_s} \right)^{1,2} \times \left( \frac{T_a}{298} \right)^{0,6} \quad (3)$$

## 6.2. Motores con refrigeración del aire de admisión

Se registrará la temperatura del aire de admisión, que deberá encontrarse, al régimen nominal y a plena carga, dentro de un margen de  $\pm 5$  K respecto de la temperatura máxima del aire de admisión especificada por el fabricante. La temperatura mínima del agente refrigerante será de 293 K (20 °C).

Si se utiliza un sistema de laboratorio de ensayo o un soplante externo, el caudal del refrigerante deberá regularse de forma que la temperatura del aire de admisión se sitúe dentro de un margen de  $\pm 5$  K respecto de la temperatura máxima especificada por el fabricante al régimen nominal y a plena carga. La temperatura y el caudal del refrigerante del sistema de refrigeración del aire de admisión en el punto de reglaje anterior no deberán variar durante el ciclo de ensayo, salvo que ello suponga una sobrerrefrigeración no representativa del aire de admisión. El volumen del sistema de refrigeración del aire de admisión estará basado en buenas prácticas técnicas y será representativo de la instalación del motor en circulación. El sistema de laboratorio estará diseñado para minimizar la acumulación de condensado. Se drenarán los condensados acumulados y todos los drenajes estarán completamente cerrados antes de la realización de los ensayos de emisiones.

Si el fabricante del motor especifica límites de pérdida de presión del aire que atraviesa el sistema de refrigeración del aire de admisión, se asegurará que dicha pérdida se encuentra dentro de los límites especificados por el fabricante en las condiciones del motor especificadas por el fabricante. La pérdida de presión se medirá en los lugares señalados por el fabricante.

### 6.3. Potencia del motor

La base de la medición de las emisiones específicas la forman la potencia del motor y el trabajo del ciclo determinados con arreglo a los puntos 6.3.1 a 6.3.5.

#### 6.3.1. Generalidades relativas a la instalación del motor

El motor se someterá a ensayo con los accesorios/equipos enumerados en el apéndice 6.

Si no se instalan los accesorios/equipos requeridos, su potencia se tendrá en cuenta conforme a los puntos 6.3.2 a 6.3.5.

#### 6.3.2. Accesorios/equipos que deben instalarse para el ensayo de emisiones

Si resulta inapropiado instalar en el banco de ensayo los accesorios/equipos requeridos en virtud del apéndice 6, se determinará la potencia absorbida por los mismos y esta se restará de la potencia del motor medida (de referencia y efectiva) en la totalidad del intervalo de regímenes del motor del WHTC y en los regímenes de ensayo del WHSC.

#### 6.3.3. Accesorios/equipos que deben retirarse para el ensayo

Cuando no puedan retirarse los accesorios/equipos no exigidos en virtud del apéndice 6, la potencia absorbida por los mismos podrá determinarse y sumarse a la potencia del motor medida (de referencia y efectiva) en la totalidad del intervalo de regímenes del motor del WHTC y en los regímenes de ensayo del WHSC. Si dicho valor es superior al 3 % de la potencia máxima al régimen de ensayo, ello deberá demostrarse al autoridad de homologación de tipo.

#### 6.3.4. Determinación de la potencia de los accesorios

Solo será preciso determinar la potencia absorbida por los accesorios/equipos si:

a) no están instalados en el motor los accesorios/equipos requeridos en virtud del apéndice 6 del presente anexo;

y/o

b) están instalados en el motor accesorios/equipos no requeridos en virtud del apéndice 6 del presente anexo.

Los valores de la potencia de los accesorios y el método de cálculo/medición de dicha potencia serán facilitados por el fabricante del motor para toda la franja de funcionamiento de los ciclos de ensayo y serán aprobados por la autoridad de homologación de tipo.

#### 6.3.5. Trabajo del ciclo del motor

El cálculo del trabajo del ciclo de referencia y del trabajo del ciclo efectivo (véanse los puntos 7.4.8 y 7.8.6) se basará en la potencia del motor conforme al punto 6.3.1. En tal caso,  $P_f$  y  $P_r$  de la ecuación 4 son iguales a cero y  $P$  es igual a  $P_{m,i}$ .

Si hay accesorios/equipos instalados con arreglo a los puntos 6.3.2 y/o 6.3.3, la potencia que absorban se utilizará para corregir cada valor instantáneo  $P_{m,i}$  de la potencia del ciclo según se indica a continuación:

$$P_i = P_{m,i} - P_{f,i} + P_{r,i} \quad (4)$$

donde:

$P_{m,i}$  es la potencia del motor medida, expresada en kW

$P_{f,i}$  es la potencia absorbida por los accesorios/equipos que han de instalarse, medida en kW

$P_{r,i}$  es la potencia absorbida por los accesorios/equipos que han de retirarse, medida en kW

### 6.4. Sistema de admisión de aire del motor

Se utilizará un sistema de admisión de aire del motor que presente una restricción de la admisión de aire situada en un intervalo de  $\pm 300$  Pa respecto del valor máximo especificado por el fabricante para un filtro de aire limpio al régimen nominal y a plena carga. La presión estática diferencial de la restricción se medirá en el lugar señalado por el fabricante.

#### 6.5. Sistema de escape del motor

Se utilizará un sistema de escape del motor o un sistema del laboratorio de ensayo que presente una contrapresión de escape situada entre un 80 % y un 100 % del valor máximo especificado por el fabricante al régimen nominal y a plena carga. Si la restricción máxima es igual o inferior a 5 kPa, el punto de reglaje se situará como mínimo a 1,0 kPa del máximo. El sistema de escape deberá cumplir los requisitos de muestreo del gas de escape establecidos en los puntos 9.3.10 y 9.3.11.

#### 6.6. Motor con sistema de postratamiento del gas de escape

Si el motor incluye un sistema de postratamiento del gas de escape, el tubo de escape tendrá el mismo diámetro que un tubo de serie, o el que especifique el fabricante, a lo largo de una distancia equivalente al menos a cuatro veces el diámetro del tubo antes de la sección de expansión que contenga el dispositivo de postratamiento del gas de escape. La distancia entre la brida del colector de escape o la salida del turbocompresor y el sistema de postratamiento del gas de escape será la de la configuración del vehículo o será conforme a la distancia especificada por el fabricante. La contrapresión o limitación del escape se regirá por estos mismos criterios y podrá regularse con una válvula. En el caso de los dispositivos de postratamiento de restricción variable, la restricción máxima del gas de escape se determinará en la condición de postratamiento (nivel de rodaje/envejecimiento y de regeneración/suciedad) especificada por el fabricante. Si la restricción máxima es igual o inferior a 5 kPa, el punto de reglaje se situará como mínimo a 1,0 kPa del máximo. El contenedor de postratamiento podrá retirarse durante los ensayos simulados y el establecimiento de la cartografía del motor y sustituirse por un contenedor equivalente que incluya un soporte de catalizador inactivo.

Las emisiones medidas en los ciclos de ensayo deberán ser representativas de las emisiones en condiciones de uso reales. En el caso de un motor equipado con un sistema de postratamiento que requiera el consumo de un reactivo, el fabricante determinará el reactivo que se utilizará para todos los ensayos.

Los motores equipados con sistemas de postratamiento del gas de escape con regeneración continua no requerirán un procedimiento especial de ensayo, pero será necesario demostrar el proceso de regeneración con arreglo al punto 6.6.1.

Para los motores equipados con sistemas de postratamiento del gas de escape que se regeneren periódicamente, tal como se describe en el punto 6.6.2, los resultados de las emisiones se ajustarán para tomar en consideración las regeneraciones. En ese caso, la emisión media dependerá de la frecuencia de las regeneraciones en términos de fracción de los ensayos durante los cuales se produce la regeneración.

##### 6.6.1. Regeneración continua

Las emisiones se medirán en un sistema de postratamiento que haya sido estabilizado de manera que se obtenga un comportamiento repetible en cuanto a emisiones. El proceso de regeneración se producirá una vez, como mínimo, durante el ensayo WHTC de arranque en caliente y el fabricante declarará las condiciones normales en las que se produce dicha regeneración (carga de hollín, temperatura, contrapresión de escape, etc.).

Para demostrar que el proceso de generación es continuo, se efectuará un mínimo de tres ensayos WHTC de arranque en caliente. Para dicha demostración, el motor se calentará conforme a lo dispuesto en el punto 7.4.1, se homogeneizará su calor con arreglo al punto 7.6.3 y se efectuará un primer ensayo WHTC de arranque en caliente. Los siguientes ensayos de arranque en caliente se iniciarán una vez homogeneizada la temperatura con arreglo al punto 7.6.3. Durante los ensayos, se registrarán las presiones y temperaturas de escape (temperatura antes y después del sistema de postratamiento, contrapresión de escape, etc.).

Si las condiciones declaradas por el fabricante se producen durante los ensayos y los resultados de los tres (o más) ensayos WHTC de arranque en caliente no varían en más de un  $\pm 25\%$  o 0,005 g/kWh (se tomará el mayor de estos dos valores), se considerará que el sistema de postratamiento es de regeneración continua y se aplicarán las disposiciones generales sobre los ensayos establecidas en los puntos 7.6 (WHTC) y 7.7 (WHSC).

Si el postratamiento del gas de escape dispone de un modo de seguridad que pasa a un modo de regeneración periódico, este se verificará con arreglo a lo dispuesto en el punto 6.6.2. En ese caso específico, podrán superarse los límites de emisión y no se ponderarán.

##### 6.6.2. Regeneración periódica

Para un postratamiento del gas de escape basado en un proceso de regeneración periódica, las emisiones se medirán en un mínimo de tres ensayos WHTC de arranque en caliente, uno con un proceso de regeneración en un sistema de postratamiento estabilizado y dos sin este proceso, y se ponderarán los resultados conforme a la ecuación 5.

El proceso de regeneración se producirá como mínimo una vez durante el ensayo WHTC de arranque en caliente. El motor podrá estar equipado con un interruptor que pueda impedir o permitir el proceso de regeneración, siempre que esta operación no repercuta en la calibración original del motor.

El fabricante declarará en qué condiciones normales de parámetros se produce el proceso de regeneración (carga de hollín, temperatura, contrapresión de escape, etc.) y su duración. El fabricante también indicará la frecuencia de las regeneraciones en términos del número de ensayos durante los que se producen las regeneraciones con respecto al número de ensayos sin ellas. El procedimiento exacto para determinar dicha frecuencia se basará en datos relativos a los motores en circulación conforme a criterios técnicos bien fundamentados y serán aprobados por la autoridad de homologación de tipo o la autoridad de certificación.

El fabricante proporcionará un sistema de postratamiento que haya sido cargado con el fin de que se produzca la regeneración durante un ensayo WHTC. A efectos de este ensayo, el motor se calentará conforme a lo dispuesto en el punto 7.4.1, se homogeneizará la temperatura con arreglo al punto 7.6.3 y se iniciará el ensayo WHTC de arranque en caliente. La regeneración no se producirá durante el calentamiento del motor.

La media de las emisiones específicas entre las fases de regeneración se determinará a partir de la media aritmética de los resultados (g/kWh) de varios ensayos WHTC de arranque en caliente aproximadamente equidistantes. Se recomienda realizar al menos un ensayo WHTC de arranque en caliente inmediatamente antes de un ensayo de regeneración y un ensayo WHTC de arranque en caliente inmediatamente después de un ensayo de regeneración. Alternativamente el fabricante podrá optar por proporcionar datos que demuestren que las emisiones permanecen constantes ( $\pm 25\%$  o  $0,005$  g/kWh, el valor que sea mayor) entre las fases de regeneración. En ese caso, podrán utilizarse las emisiones de un solo ensayo WHTC de arranque en caliente.

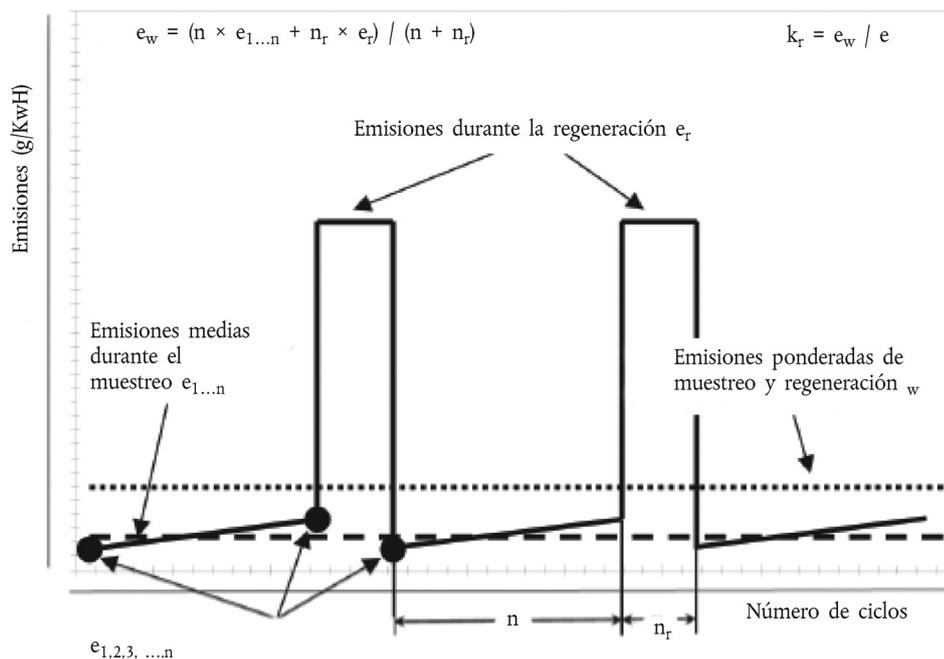
Durante el ensayo de regeneración se registrarán todos los datos necesarios para detectar la regeneración (emisiones de CO y NO<sub>x</sub>, temperatura antes y después del sistema de postratamiento, contrapresión de escape, etc.).

Durante el ensayo de regeneración podrán superarse los límites de emisión aplicables.

La figura 2 muestra un esquema del procedimiento de ensayo.

Figura 2:

**Esquema de regeneración periódica**



Las emisiones del ensayo WHTC de arranque en caliente se ponderarán de la manera siguiente:

$$e_w = \frac{n \times \bar{e} + n_r \times \bar{e}_r}{n + n_r} \quad (5)$$

donde:

$n$  es el número de ensayos WHTC de arranque en caliente sin regeneración

$n_r$  es el número de ensayos WHTC de arranque en caliente con regeneración (mínimo un ensayo)

$\bar{e}$  es la emisión específica media sin regeneración, en g/kWh

$\bar{e}_r$  es la emisión específica media con regeneración, en g/kWh

Para determinar  $\bar{e}_r$ , se aplicarán las disposiciones siguientes:

- a) si la regeneración dura más de un ciclo WHTC de arranque en caliente, se realizarán ensayos WHTC de arranque en caliente completos consecutivos, seguirán midiéndose las emisiones sin homogeneizar la temperatura y sin apagar el motor hasta que termine la regeneración y se calculará la media de los ensayos WHTC de arranque en caliente;
- b) si la regeneración finaliza durante un ensayo WHTC de arranque en caliente, el ensayo continuará hasta el final.

Previo acuerdo con la autoridad de homologación de tipo, podrán aplicarse factores de ajuste de la regeneración de tipo multiplicativo (c) o aditivo (d) basados en análisis técnicos solventes;

c) los factores de ajuste multiplicativos se calcularán de la manera siguiente:

$$k_{r,u} = \frac{e_w}{e} \text{ (hacia arriba)} \quad (6)$$

$$k_{r,d} = \frac{e_w}{e_r} \text{ (hacia abajo)} \quad (6a)$$

d) los factores de ajuste aditivos se calcularán de la manera siguiente:

$$k_{r,u} = e_w - e \text{ (hacia arriba)} \quad (7)$$

$$k_{r,d} = e_w - e_r \text{ (hacia abajo)} \quad (8)$$

Con respecto a los cálculos de las emisiones específicas del punto 8.6.3, se aplicarán los factores de ajuste de la regeneración como se indica a continuación:

- e) en el caso de un ensayo sin regeneración,  $k_{r,u}$  se multiplicará por el valor  $e$  de la emisión específica de las ecuaciones 69 o 70 o se sumará a dicho valor, respectivamente;
- f) en el caso de un ensayo con regeneración,  $k_{r,d}$  se multiplicará por el valor  $e$  de la emisión específica de las ecuaciones 69 o 70 o se sumará a dicho valor, respectivamente.

A petición del fabricante, los factores de ajuste de la regeneración:

- g) podrán extenderse a otros miembros de la misma familia de motores;
- h) podrán extenderse a otras familias de motores que utilicen el mismo sistema de postratamiento, previa autorización de la autoridad de homologación de tipo o de la autoridad de certificación basada en pruebas técnicas que aporte el fabricante para demostrar que las emisiones son similares.

- 6.7. Sistema de refrigeración
- Se utilizará un sistema de refrigeración con suficiente capacidad para mantener el motor a las temperaturas normales de funcionamiento prescritas por el fabricante.
- 6.8. Aceite lubricante
- El aceite lubricante lo especificará el fabricante y será representativo del aceite lubricante disponible en el mercado; las especificaciones del aceite lubricante utilizado para el ensayo se registrarán y se presentarán con los resultados del ensayo.
- 6.9. Especificación del combustible de referencia
- Los combustibles de referencia se especifican en el anexo 5.
- La temperatura del combustible se ajustará a las recomendaciones del fabricante.
- 6.10. Emisiones del cárter
- Las emisiones del cárter no se emitirán directamente a la atmósfera ambiente, con las excepciones siguientes: los motores equipados con turbocompresores, bombas, soplantes o compresores de sobrealimentación para la admisión de aire podrán liberar emisiones del cárter a la atmósfera ambiente si las emisiones se añaden a las de escape (física o matemáticamente) durante todos los ensayos de emisiones. Los fabricantes que se acojan a esta excepción instalarán los motores de forma que todas las emisiones del cárter puedan ser conducidas al sistema de muestreo de las emisiones.
- A efectos del presente punto, se considerará que no se han emitido directamente a la atmósfera ambiente las emisiones del cárter que son conducidas al dispositivo de escape antes del sistema de postratamiento del gas de escape durante todas las fases de funcionamiento.
- Las emisiones del cárter serán conducidas al sistema de escape para la medición de las emisiones tal como se indica a continuación:
- los materiales de los tubos serán lisos y conductores de la electricidad y no deberán reaccionar con las emisiones del cárter. Los tubos serán lo más cortos posible;
  - los tubos utilizados en el laboratorio para recoger las emisiones del cárter tendrán el menor número de codos posible y aquellos codos que sean inevitables tendrán el mayor radio de curvatura posible;
  - los tubos del cárter utilizados en el laboratorio se calentarán, se construirán con paredes finas o se aislarán y se ajustarán a las especificaciones del fabricante relativas a la contrapresión del cárter;
  - los tubos utilizados para el gas de escape del cárter irán conectados al dispositivo de evacuación del gas de escape bruto de cualquier sistema de postratamiento, después de cualquier limitación del gas de escape que se haya instalado y suficientemente antes de cualquier sonda de muestreo para garantizar la mezcla completa con el gas de escape del motor antes del muestreo. El tubo de conducción del gas de escape del cárter entrará en la corriente libre del gas de escape para evitar efectos de capa límite y para facilitar la mezcla. El orificio del tubo del gas de escape del cárter podrá orientarse en cualquier dirección con respecto del flujo del gas de escape bruto.
- 6.11. Los puntos 6.11.1 y 6.11.2 serán aplicables a los motores de encendido por chispa alimentados con gasolina o con E85.
- 6.11.1. La presión en el cárter se medirá a lo largo de los ciclos de ensayo de emisiones en un lugar adecuado. La presión en el colector de admisión se medirá con una precisión de  $\pm 1$  kPa.
- 6.11.2. Se considerará que se cumple el punto 6.10 si, en todas las condiciones de medición definidas en el punto 6.11.1, la presión medida en el cárter no supera la presión atmosférica que prevalece en el momento de la medición.

## 7. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

### 7.1. Principios de medición de las emisiones

Para medir las emisiones específicas, el motor efectuará los ciclos de ensayo definidos en los puntos 7.2.1 y 7.2.2. La medición de las emisiones específicas requiere la determinación de la masa de los componentes presentes en el gas de escape y el trabajo del ciclo del motor correspondiente. Los componentes se determinan mediante los métodos de muestreo descritos en los puntos 7.1.1 y 7.1.2.

#### 7.1.1. Muestreo continuo

En el muestreo continuo, la concentración del componente se mide continuamente a partir del gas de escape bruto o diluido. Dicha concentración se multiplica por el caudal continuo del gas de escape (bruto o diluido) en el lugar de muestreo de la emisión a fin de determinar el caudal másico del componente. La emisión del componente se suma continuamente a lo largo del ciclo de ensayo. Dicha suma es la masa total del componente emitido.

#### 7.1.2. Muestreo por lotes

En el muestreo por lotes, se extrae continuamente una muestra de gas de escape bruto o diluido que se guarda para efectuar la medición más tarde. La muestra extraída será proporcional al caudal del gas de escape bruto o diluido. La recogida en una bolsa de los componentes gaseosos diluidos y la recogida de partículas en un filtro constituyen ejemplos de muestreo por lotes. Las concentraciones muestreadas por lotes se multiplican por la masa total o el caudal másico del gas de escape (bruto o diluido) del que se extrajeron durante el ciclo de ensayo. Dicho producto constituye la masa total o el flujo másico del componente emitido. Para calcular la concentración de partículas, las partículas depositadas en un filtro a partir de gas de escape extraído proporcionalmente se dividirán por la cantidad de gas de escape filtrado.

#### 7.1.3. Procedimientos de medición

En el presente anexo se aplican dos procedimientos de medición que son funcionalmente equivalentes. Ambos pueden utilizarse tanto para el ciclo de ensayo WHTC como para el WHSC:

- a) los componentes gaseosos se muestrean continuamente en el gas de escape bruto y las partículas se determinan mediante un sistema de dilución de flujo parcial;
- b) los componentes gaseosos y las partículas se determinan mediante un sistema de dilución de flujo total (sistema CVS).

Se permite cualquier combinación de ambos principios (por ejemplo, medición de las emisiones gaseosas brutas y medición de las partículas de flujo total).

### 7.2. Ciclos de ensayo

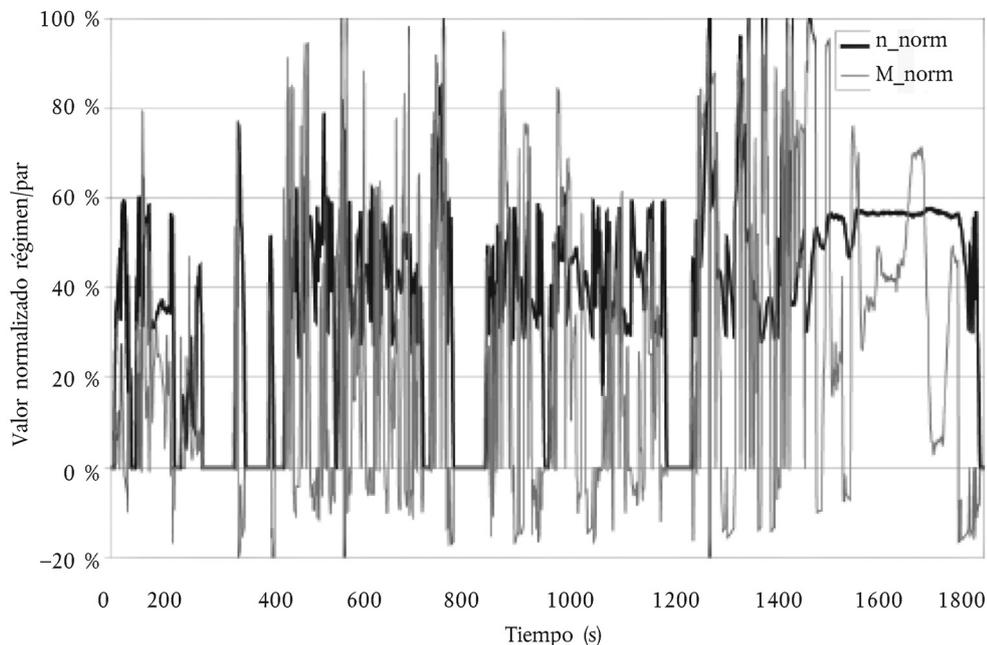
#### 7.2.1. Ciclo de ensayo transitorio WHTC

El ciclo de ensayo transitorio WHTC figura en el apéndice 1 como secuencia segundo a segundo de valores de régimen y par normalizados. A efectos de la realización del ensayo en una celda de ensayo del motor, los valores normalizados se convertirán en los valores reales para el motor que se está ensayando en función de la curva gráfica del motor. Esta conversión se denomina «desnormalización» y el ciclo de ensayo desarrollado, «ciclo de referencia del motor objeto del ensayo». Con esos valores de régimen y par de referencia, se llevará a cabo el ciclo en la celda de ensayo y se registrarán los valores de régimen y par efectivos. Para validar el periodo de ensayo, se efectuará un análisis regresivo entre los valores de referencia de régimen, par y potencia y los valores efectivos una vez concluido el ensayo.

Para calcular las emisiones específicas del freno, se calculará el trabajo del ciclo efectivo mediante la integración de la potencia efectiva del motor durante el ciclo. Para la validación del ciclo, el trabajo del ciclo efectivo se encontrará dentro de los límites prescritos del trabajo del ciclo de referencia.

Para los contaminantes gaseosos, podrá utilizarse el muestreo continuo (gas de escape bruto o diluido) o el muestreo por lotes (gas de escape diluido). La muestra de partículas deberá diluirse con un diluyente acondicionado (como el aire ambiente) y recogerse en un único filtro adecuado. La figura 3 muestra un esquema del ensayo WHTC.

Figura 3  
Ciclo de ensayo WHTC



#### 7.2.2. Ciclo de ensayo en condiciones estables con aumentos WHSC

El ciclo de ensayo en condiciones estables con aumentos WHSC consiste en un número determinado de modos normalizados de régimen y carga que se convertirán en los valores de referencia del motor correspondiente que se someta a ensayo en función de la curva gráfica del motor. El motor deberá funcionar durante el tiempo prescrito para cada modo, al cabo del cual el régimen y la carga deberán cambiarse linealmente en el plazo de  $20 \pm 1$  segundos. Para validar el periodo de ensayo, se efectuará un análisis regresivo entre los valores de referencia de régimen, par y potencia y los valores efectivos una vez concluido el ensayo.

La concentración de cada contaminante gaseoso, el caudal de escape y la potencia desarrollada se determinarán a lo largo del ciclo de ensayo. Los contaminantes gaseosos podrán registrarse de manera continua o muestrearse en una bolsa de muestreo. La muestra de partículas deberá diluirse con un diluyente acondicionado (como el aire ambiente). A lo largo de todo el procedimiento de ensayo se tomará una muestra que se recogerá en un único filtro adecuado.

Para calcular las emisiones específicas del freno, se calculará el trabajo del ciclo efectivo mediante la integración de la potencia efectiva del motor durante el ciclo.

El cuadro 1 muestra el ciclo de ensayo WHSC. Excepto en el modo 1, cada modo comienza al inicio del aumento a partir del modo anterior.

Cuadro 1  
Ciclo de ensayo WHSC

| Modo | Régimen normalizado (%) | Par normalizado (%) | Duración del modo (s) incl. aumento de 20 s |
|------|-------------------------|---------------------|---|
| 1    | 0                       | 0                   | 210   |
| 2    | 55                      | 100                 | 50  |
| 3    | 55                      | 25                  | 250   |
| 4    | 55                      | 70                  | 75  |
| 5    | 35                      | 100                 | 50  |
| 6    | 25                      | 25                  | 200   |

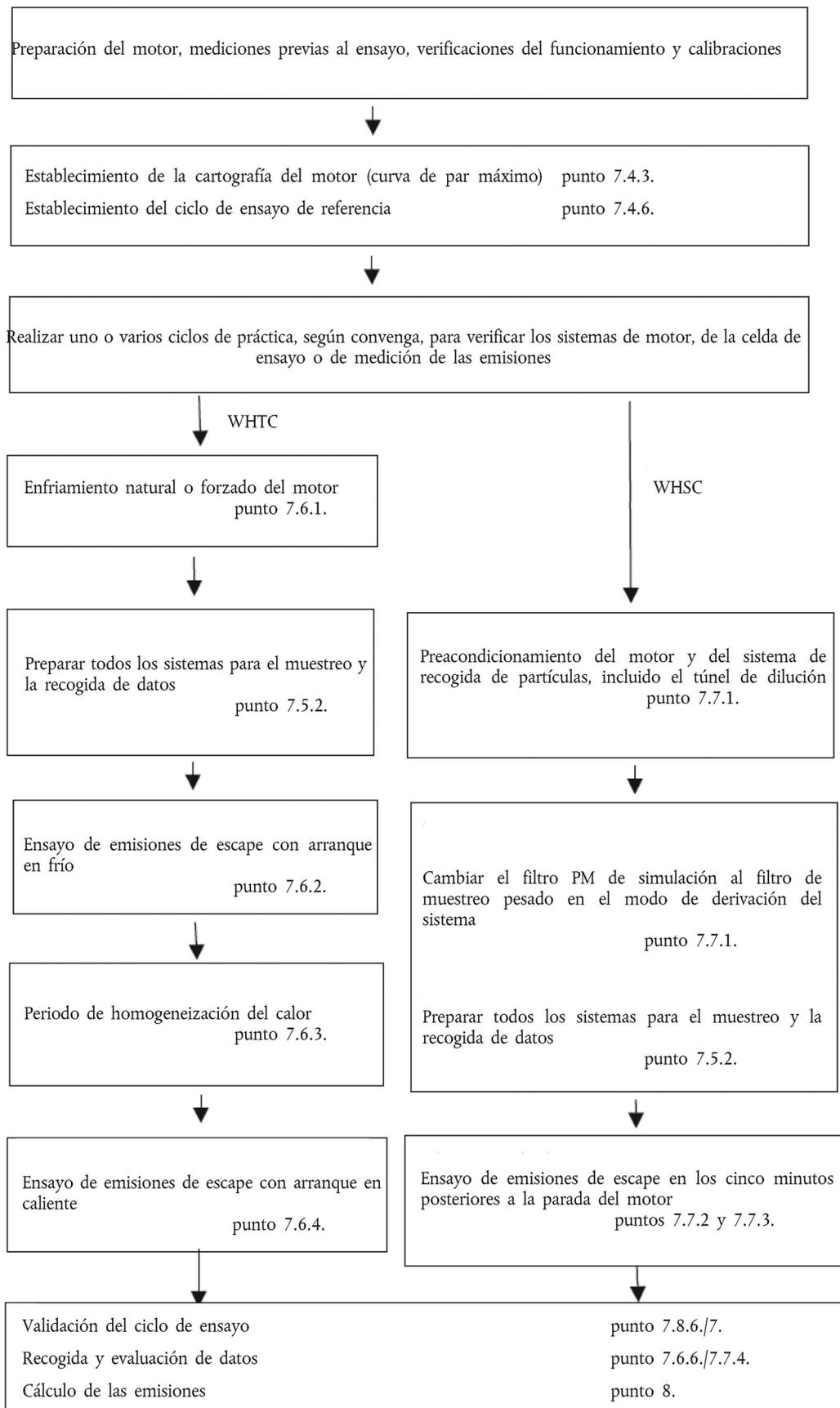
| Modo  | Régimen normalizado (%) | Par normalizado (%) | Duración del modo (s) incl. aumento de 20 s |
|-------|-------------------------|---------------------|---|
| 7     | 45                      | 70                  | 75  |
| 8     | 45                      | 25                  | 150   |
| 9     | 55                      | 50                  | 125   |
| 10    | 75                      | 100                 | 50  |
| 11    | 35                      | 50                  | 200   |
| 12    | 35                      | 25                  | 250   |
| 13    | 0                       | 0                   | 210   |
| Total |                         |                     | 1 895                                       |

### 7.3. Secuencia de ensayo general

El diagrama que figura a continuación muestra el camino que debería seguirse durante el ensayo. Los detalles de cada paso se describen en los puntos correspondientes. Se permiten variaciones respecto a este camino cuando resulte conveniente, pero los requisitos específicos de los puntos correspondientes son de obligado cumplimiento.

Para el ciclo WHTC, el procedimiento de ensayo consiste en un ensayo de arranque en frío tras el enfriamiento natural o forzado del motor, una parada para homogeneizar el calor y un arranque en caliente.

Para el ciclo WHSC, el procedimiento de ensayo consiste en un ensayo con arranque en caliente tras un preacondicionamiento del motor en el modo 9 del ciclo WHSC.



#### 7.4. Cartografía del motor y ciclo de referencia

Las mediciones del motor, verificaciones de las prestaciones del motor y calibraciones del sistema previas al ensayo se llevarán a cabo antes del establecimiento de la cartografía del motor, de acuerdo con la secuencia general de ensayo expuesta en el punto 7.3.

Como base para establecer el ciclo de referencia WHTC y WHSC, se cartografiará el motor haciéndolo funcionar a plena carga para determinar las curvas del régimen en función del par máximo y del régimen en función de la potencia máxima. La curva gráfica se empleará para desnormalizar el régimen (punto 7.4.6) y el par del motor (punto 7.4.7).

##### 7.4.1. Calentamiento del motor

El motor se calentará haciéndolo funcionar a una potencia comprendida entre el 75 % y el 100 % de su potencia máxima o de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las buenas prácticas técnicas. Hacia el final del calentamiento se hará funcionar el motor de modo que se establezcan las temperaturas del refrigerante del motor y del aceite lubricante a  $\pm 2\%$  de sus valores medios durante un mínimo de dos minutos o hasta que el termostato del motor regule la temperatura del motor.

##### 7.4.2. Determinación de la gama de regímenes de la cartografía

Los regímenes máximo y mínimo de la cartografía se definen de la manera siguiente:

régimen mínimo de la cartografía = régimen de ralentí

régimen máximo de la cartografía =  $n_{hi} \times 1,02$  o el régimen al que el par a plena carga se reduce a cero, el valor que sea menor.

##### 7.4.3. Curva gráfica del motor

Una vez estabilizado el motor conforme al punto 7.4.1, se establecerá la cartografía del motor aplicando el procedimiento siguiente.

a) Se pone en funcionamiento el motor sin carga y al régimen de ralentí.

b) Se hace funcionar el motor al régimen mínimo de la cartografía con una demanda máxima por parte del operador.

c) Se aumenta el régimen del motor a un ritmo medio de  $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$  desde el régimen mínimo hasta el régimen máximo de la cartografía, o a un ritmo constante que requiera de 4 a 6 minutos para pasar del régimen mínimo al máximo de la cartografía. Se registrarán los puntos de régimen y de par con una frecuencia de muestreo de al menos un punto por segundo.

Cuando se seleccione la opción b) del punto 7.4.3 para determinar los valores negativos del par de referencia, la curva gráfica podrá continuar directamente desde el régimen máximo al mínimo de la cartografía con una demanda mínima por parte del operador.

##### 7.4.4. Cartografía alternativa

Si un fabricante considera que las técnicas de cartografía anteriores no son seguras o no son representativas para un motor concreto, podrán utilizarse técnicas alternativas. Estas técnicas alternativas deberán satisfacer el mismo objetivo que los procedimientos cartográficos destinados a determinar el par máximo disponible a todos los regímenes alcanzados durante los ciclos de ensayo. Las desviaciones respecto de las técnicas de cartografía especificadas en el presente punto por motivos de seguridad o de representatividad deberán estar autorizadas por la autoridad de homologación de tipo junto con los motivos que justifiquen su uso. No obstante, en ningún caso se determinará la curva de par mediante barridos continuos descendentes del régimen del motor en el caso de motores regulados o turboalimentados.

## 7.4.5. Repetición de los ensayos

No es preciso cartografiar un motor antes de todos y cada uno de los ciclos de ensayo. No obstante, deberá volverse a cartografiar antes de un ciclo de ensayo si:

- a) según criterios técnicos, ha transcurrido excesivo tiempo desde el establecimiento de la última cartografía; o bien
- b) se han efectuado cambios físicos o recalibraciones del motor que podrían influir en sus prestaciones.

## 7.4.6. Desnormalización del régimen del motor

Para generar los ciclos de referencia, los regímenes del apéndice 1 (WHTC) y del cuadro 1 (WHSC) se desnormalizarán mediante la ecuación siguiente:

$$n_{\text{ref}} = n_{\text{norm}} \times (0,45 \times n_{\text{lo}} + 0,45 \times n_{\text{pref}} + 0,1 \times n_{\text{hi}} - n_{\text{idle}}) \times 2,0327 + n_{\text{idle}} \quad (9)$$

Para determinar  $n_{\text{pref}}$ , la integral del par máximo se calculará desde  $n_{\text{idle}}$  a  $n_{95h}$  a partir de la curva gráfica del motor, determinada de acuerdo con el punto 7.4.3.

Los regímenes de las figuras 4 y 5 se definen de la manera siguiente:

$n_{\text{norm}}$  es el régimen normalizado del apéndice 1 y el cuadro 1 dividido por 100

$n_{\text{lo}}$  es el régimen más bajo en el que la potencia alcanza un 55 % de la potencia máxima

$n_{\text{pref}}$  es el régimen en el que la integral del par máximo cartografiado alcanza un 51 % de la integral completa entre  $n_{\text{idle}}$  y  $n_{95h}$

$n_{\text{hi}}$  es el régimen más alto en el que la potencia alcanza un 70 % de la potencia máxima

$n_{\text{idle}}$  es el régimen de ralentí

$n_{95h}$  es el régimen más alto en el que la potencia alcanza un 95 % de la potencia máxima.

En el caso de motores (principalmente de encendido por chispa) con una curva de regulación abrupta, donde el corte del combustible no permite hacer funcionar el motor hasta  $n_{\text{hi}}$  o  $n_{95h}$ , se aplicarán las disposiciones siguientes:

$n_{\text{hi}}$  en la ecuación 9 se sustituye por  $n_{\text{pmax}} \times 1,02$

$n_{95h}$  se sustituye por  $n_{\text{pmax}} \times 1,02$

Figura 4:

**Definición de los regímenes de ensayo**

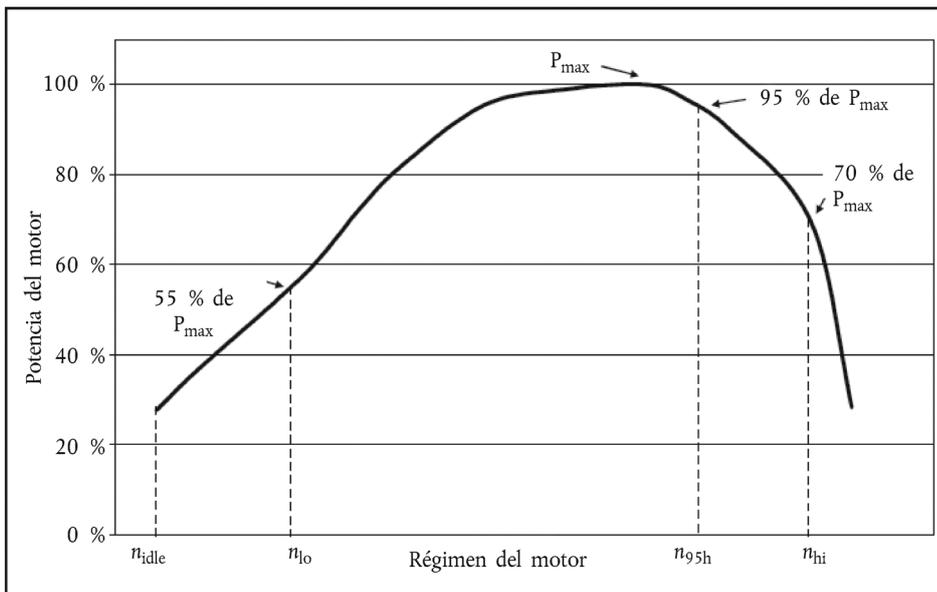
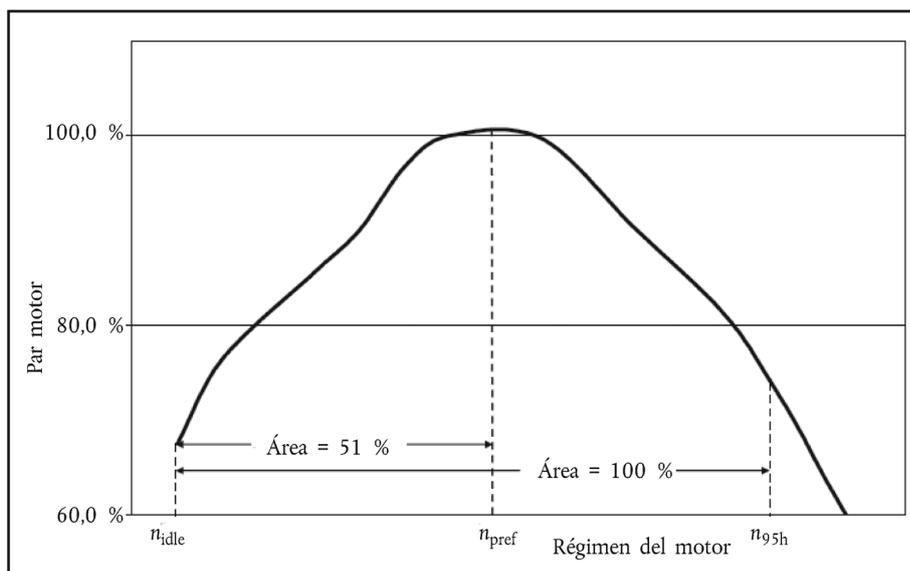


Figura 5

**Definición de  $n_{pref}$**



7.4.7. Desnormalización del par motor

Los valores del par del programa del dinamómetro del motor que figuran en el apéndice 1 del presente anexo (WHTC) y el cuadro 1 (WHSC) están normalizados al par máximo del régimen respectivo. Para generar los ciclos de referencia, los valores del par de cada valor del régimen de referencia determinados en el punto 7.4.6 se desnormalizarán, mediante la curva gráfica determinada de acuerdo con lo dispuesto en el punto 7.4.3, de la manera siguiente:

$$M_{ref,i} = \frac{M_{norm,i}}{100} \times M_{max,i} + M_{f,i} - M_{r,i} \tag{10}$$

donde:

$M_{\text{norm},i}$  es el par normalizado, expresado en %

$M_{\text{max},i}$  es el par máximo según la curva gráfica, expresado en Nm

$M_{f,i}$  es el par absorbido por los accesorios/equipos que han de instalarse, expresado en Nm

$M_{r,i}$  es el par absorbido por los accesorios/equipos que han de retirarse, expresado en Nm

Si se instalan accesorios/equipos conforme al punto 6.3.1 y al apéndice 6 del presente anexo,  $M_f$  y  $M_r$  son iguales a 0.

Los valores de par negativos de los puntos motrices («m» en el apéndice 1 del presente anexo) integrarán, a efectos de la generación del ciclo de referencia, valores de referencia determinados de una de las maneras siguientes:

- a) 40 % negativo del par positivo disponible en el punto de régimen correspondiente;
- b) cartografía del par negativo necesario para que el motor pase del régimen máximo al régimen mínimo de la cartografía;
- c) determinación del par negativo necesario para mantener el motor al ralentí y a  $n_{hi}$  e interpolación lineal entre esos dos puntos.

#### 7.4.8. Cálculo del trabajo del ciclo de referencia

El trabajo del ciclo de referencia se determinará a lo largo del ciclo de ensayo calculando sincrónicamente valores instantáneos de la potencia del motor a partir del régimen de referencia y del par de referencia, determinados con arreglo a los puntos 7.4.6 y 7.4.7. Los valores instantáneos de la potencia del motor se integrarán a lo largo del ciclo de ensayo para calcular el trabajo del ciclo de referencia  $W_{\text{ref}}$  (kWh). Si no se han instalado accesorios con arreglo al punto 6.3.1, los valores instantáneos de la potencia se corregirán mediante la ecuación 4 del punto 6.3.5.

Se utilizará la misma metodología para integrar tanto la potencia de referencia como la potencia efectiva del motor. Si es preciso determinar valores situados entre los valores adyacentes de referencia o los valores adyacentes medidos, se empleará la interpolación lineal. Al integrar el trabajo del ciclo efectivo, se igualarán a cero y se incluirán todos los valores de par negativos. Si la integración se efectúa a una frecuencia inferior a 5 Hz y si, durante un segmento de tiempo determinado, el valor del par cambia de positivo a negativo o de negativo a positivo, se calculará la porción negativa y se igualará a cero. La porción positiva se incluirá en el valor integrado.

#### 7.5. Procedimientos previos al ensayo

##### 7.5.1. Instalación del equipo de medición

Las sondas de muestreo y los instrumentos se instalarán según las prescripciones. El tubo de escape se conectará al sistema de dilución de flujo total, si este se utiliza.

##### 7.5.2. Preparación del equipo de medición para el muestreo

Antes de que comience el muestreo de las emisiones se efectuarán las operaciones siguientes:

- a) se realizarán comprobaciones de la estanqueidad en las ocho horas previas al muestreo de las emisiones con arreglo al punto 9.3.4;
- b) en el caso de muestreo por lotes, se conectarán medios de almacenamiento limpios, como bolsas en las que se ha hecho el vacío;
- c) todos los instrumentos de medición se pondrán en marcha de acuerdo con las instrucciones de sus respectivos fabricantes y las buenas prácticas técnicas;

- d) se pondrán en marcha los sistemas de dilución, las bombas de muestreo, los ventiladores de refrigeración y el sistema de recogida de datos;
- e) los caudales de muestreo se ajustarán a los niveles deseados, pudiéndose utilizar un flujo derivado si se desea;
- f) los intercambiadores de calor del sistema de muestreo se calentarán o enfriarán previamente hasta que sus temperaturas respectivas se sitúen dentro del rango de temperaturas de funcionamiento previsto para el ensayo;
- g) se permitirá que los componentes calentados o refrigerados, como los conductos de muestreo, los filtros, los refrigeradores y las bombas, se estabilicen a sus temperaturas de funcionamiento;
- h) el flujo del sistema de dilución del gas de escape se encenderá al menos 10 minutos antes de una secuencia de ensayo;
- i) los dispositivos electrónicos de integración se pondrán a cero o volverán a ponerse a cero antes del inicio de un intervalo de ensayo.

#### 7.5.3. Verificación de los analizadores de gas

Se seleccionarán los rangos del analizador de gas. Se permiten los analizadores de emisiones con una función de selección tanto automática como manual del rango de medición. Durante el ciclo de ensayo no se cambiará el rango de los analizadores de emisión. Asimismo, los valores de ganancia del amplificador o los amplificadores operacionales analógicos tampoco podrán modificarse durante el ciclo de ensayo.

Se determinará la respuesta al cero y al punto final en el caso de todos los analizadores que utilicen gases conformes con normas internacionales que cumplan las especificaciones del punto 9.3.3. Los analizadores FID se calibrarán sobre una base de carbono 1 (C1).

#### 7.5.4. Preparación del filtro de muestreo de partículas

Al menos una hora antes del ensayo se introducirá el filtro en una cápsula de Petri que esté protegida de la contaminación por polvo y que permita el intercambio de aire y se colocará en una cámara de pesaje para su estabilización. Una vez finalizado el periodo de estabilización, se pesará el filtro y se registrará la tara. A continuación se guardará el filtro en una cápsula de Petri cerrada o en un portafiltros sellado hasta que se precise para el ensayo. El filtro se utilizará en el plazo de ocho horas después de su extracción de la cámara de pesaje.

#### 7.5.5. Ajuste del sistema de dilución

El caudal total del gas de escape diluido de un sistema de dilución de flujo total o el caudal del gas de escape diluido de un sistema de dilución de flujo parcial se fijarán de manera que se elimine la condensación de agua en el sistema y se obtenga una temperatura en la superficie frontal del filtro de entre 315 K (42 °C) y 325 K (52 °C).

#### 7.5.6. Puesta en marcha del sistema de muestreo de partículas

El sistema de muestreo de partículas se pondrá en marcha y se hará funcionar en derivación. El nivel de fondo de partículas del diluyente puede determinarse mediante un muestreo del diluyente antes de la entrada del gas de escape en el túnel de dilución. La medición puede efectuarse antes o después del ensayo. Si la medición se efectúa al principio y al final del ciclo, podrán promediarse los valores obtenidos. Si se utiliza un sistema de muestreo diferente para la medición de fondo, la medición se efectuará paralelamente al ensayo.

### 7.6. Realización del ciclo WHTC

#### 7.6.1. Enfriamiento del motor

Puede aplicarse un procedimiento de enfriamiento natural o forzado. Para el enfriamiento forzado, se aplicarán buenas prácticas técnicas para el establecimiento de sistemas para enviar aire refrigerante al motor, enviar aceite frío al sistema de lubricación del motor, extraer el calor del refrigerante mediante el sistema refrigerante del motor y extraer el calor de un sistema de postratamiento del gas de escape. En el caso de un enfriamiento forzado del sistema de postratamiento, no se aplicará aire refrigerante hasta que la temperatura del sistema de postratamiento haya descendido por debajo del nivel de activación catalítica. No se permitirá ningún procedimiento de enfriamiento que dé lugar a emisiones no representativas.

#### 7.6.2. Ensayo de arranque en frío

El ensayo con arranque en frío se iniciará cuando el lubricante del motor, el refrigerante y los sistemas de postratamiento alcancen todos una temperatura de entre 293 K y 303 K (20 °C y 30 °C). El motor se arrancará mediante uno de los métodos siguientes:

- a) el motor se arrancará de acuerdo con lo recomendado en las instrucciones de uso mediante un motor de arranque de producción y una batería adecuadamente cargada o una fuente de corriente adecuada; o
- b) el motor se arrancará con el dinamómetro. Se impulsa hasta  $\pm 25\%$  de su régimen de arranque típico en circulación. El motor de arranque se parará en el segundo posterior al arranque del motor. Si el motor no arranca al cabo de 15 segundos de la puesta en marcha del motor de arranque, se parará este último y se determinará el motivo por el que no ha arrancado, salvo que el manual de instrucciones o de mantenimiento indique que es normal la utilización del motor de arranque durante más tiempo.

#### 7.6.3. Periodo de homogeneización del calor

Inmediatamente después de que concluya el ensayo de arranque en frío, se acondicionará el motor para el ensayo de arranque en caliente mediante un periodo de homogeneización del calor de  $10 \pm 1$  minutos.

#### 7.6.4. Ensayo de arranque en caliente

El motor se arrancará al final del periodo de homogeneización del calor tal como se define en el punto 7.6.3 siguiendo los métodos de arranque que contempla el punto 7.6.2.

#### 7.6.5. Secuencia de ensayo

La secuencia del ensayo de arranque tanto en frío como en caliente empieza al arrancar el motor. El control del ciclo se iniciará una vez arrancado el motor, de forma que el funcionamiento del motor se corresponda con el primer punto de mando del ciclo.

El ciclo WHTC se realizará con arreglo al ciclo de referencia según lo establecido en el punto 7.4. Los puntos de mando del régimen del motor y del par motor se emitirán con una frecuencia de 5 Hz (se recomienda 10 Hz) o superior. Los puntos de mando se calcularán mediante interpolación lineal entre los puntos de mando de 1 Hz del ciclo de referencia. Los valores efectivos del régimen y del par se registrarán al menos una vez por segundo durante el ciclo de ensayo (1 Hz) y las señales podrán filtrarse electrónicamente.

#### 7.6.6. Recogida de los datos pertinentes sobre emisiones

Al inicio de la secuencia de ensayo, se pondrá en marcha el equipo de medición y, simultáneamente:

- a) se empezará a recoger o analizar el diluyente, si se utiliza un sistema de dilución de flujo total;
- b) se empezará a recoger o analizar el gas de escape bruto o diluido, en función del método utilizado;
- c) se empezarán a medir la cantidad de gas de escape diluido y las temperaturas y presiones requeridas;
- d) se empezará a registrar el caudal másico del gas de escape, si se opta por el análisis del gas de escape bruto;
- e) se empezarán a registrar los datos de retorno del régimen y del par del dinamómetro.

Si se opta por la medición del gas de escape bruto, se medirán continuamente las concentraciones de las emisiones [(NM)HC, CO y NO<sub>x</sub>] y el caudal másico del gas de escape y se almacenarán en un sistema informático con una frecuencia mínima de 2 Hz. Todos los demás datos podrán registrarse con una frecuencia de muestreo de al menos 1 Hz. En el caso de analizadores analógicos, se registrará la respuesta, y los datos de calibración podrán aplicarse en línea o fuera de línea durante la evaluación de los datos.

Si se utiliza un sistema de dilución de flujo total, los HC y NO<sub>x</sub> se medirán de forma continua en el túnel de dilución con una frecuencia mínima de 2 Hz. Las concentraciones medias se determinarán integrando las señales del analizador a lo largo del ciclo de ensayo. El tiempo de respuesta del sistema no deberá superar 20 segundos y, si es preciso, estará coordinado con las fluctuaciones de caudal del muestreo de volumen constante y con las desviaciones del tiempo de muestreo/ciclo de ensayo. Los niveles de CO, CO<sub>2</sub> y NMHC podrán determinarse mediante integración de las señales de medición continua o mediante análisis de las concentraciones obtenidas en la bolsa de muestreo durante el ciclo. Las concentraciones de contaminantes gaseosos en el diluyente se determinarán antes del punto en el que el gas de escape penetra en el túnel de dilución mediante integración o recogida en la bolsa de fondo. El resto de parámetros que deban medirse se registrarán con una frecuencia mínima de una medición por segundo (1 Hz).

#### 7.6.7. Muestreo de partículas

Al iniciar la secuencia de ensayo, el sistema de muestreo de partículas deberá cambiarse de la posición de derivación a la de recogida de partículas.

Si se utiliza un sistema de dilución de flujo parcial, la bomba o las bombas de muestreo se controlarán de manera que el caudal de la sonda de muestreo de partículas o del tubo de transferencia sea proporcional al caudal máscico de escape, determinado con arreglo al punto 9.4.6.1.

Si se utiliza un sistema de dilución de flujo total, la bomba o las bombas de muestreo se controlarán de manera que el caudal de la sonda de muestreo de partículas o del tubo de transferencia se mantenga dentro de un margen de  $\pm 2,5\%$  del caudal establecido. Si se utiliza compensación de caudal (es decir, un control proporcional del caudal de muestreo), deberá demostrarse que la relación entre el caudal del túnel principal y el caudal de muestreo de partículas no varía en más de  $\pm 2,5\%$  de su valor establecido (excepto durante los primeros 10 segundos de muestreo). Se registrarán la temperatura y la presión medias en la entrada de los instrumentos del caudal o los caudalímetros de gas. Si el caudal establecido no puede mantenerse durante todo el ciclo dentro de un margen de  $\pm 2,5\%$  debido a la elevada carga de partículas del filtro, el ensayo deberá invalidarse. Se repetirá el ensayo con un caudal de muestreo menor.

#### 7.6.8. Parada del motor y mal funcionamiento del equipo

Si el motor se para en algún momento del ensayo de arranque en frío, se invalidará el ensayo. El motor se preacondicionará y se arrancará de nuevo de acuerdo con lo dispuesto en el punto 7.6.2 y se repetirá el ensayo.

Si el motor se para en algún momento del ensayo de arranque en caliente, se invalidará el ensayo. Se homogeneizará el calor del motor de acuerdo con lo dispuesto en el punto 7.6.3. y se repetirá el ensayo de arranque en caliente. En este caso, no será necesario repetir el ensayo de arranque en frío.

Si durante el ciclo de ensayo se produce un mal funcionamiento en alguno de los elementos del equipo de ensayo exigido, se invalidará el ensayo y se repetirá con arreglo a las disposiciones anteriores.

### 7.7. Realización del ciclo WHSC

#### 7.7.1. Preacondicionamiento del sistema de dilución y del motor

El sistema de dilución y el motor se pondrán en marcha y se calentarán conforme a lo dispuesto en el punto 7.4.1. Después del calentamiento, el motor y el sistema de muestreo se preacondicionarán haciendo funcionar el motor al modo 9 (véase el punto 7.2.2, cuadro 1) durante al menos 10 minutos y haciendo funcionar el sistema de dilución simultáneamente. Pueden hacerse simulaciones de muestreo de partículas. Esos filtros de muestreo no deben estabilizarse ni pesarse y pueden desecharse. Los caudales se aproximarán a los caudales seleccionados para el ensayo. Después del preacondicionamiento se parará el motor.

#### 7.7.2. Puesta en marcha del motor

$5 \pm 1$  minutos después de la conclusión del preacondicionamiento en el modo 9 según lo descrito en el punto 7.7.1, el motor se pondrá en marcha de acuerdo con el procedimiento de arranque que recomiende el fabricante en el manual de instrucciones, utilizando bien un motor de arranque de producción o el dinamómetro con arreglo al punto 7.6.2.

#### 7.7.3. Secuencia de ensayo

La secuencia de ensayo se iniciará una vez arrancado el motor y en el minuto siguiente a la comprobación de que el funcionamiento del motor se corresponde con el primer modo del ciclo (ralentí).

El WHSC se realizará de conformidad con el orden de los modos de ensayo enumerados en el cuadro 1 del punto 7.2.2.

#### 7.7.4. Recogida de los datos pertinentes sobre emisiones

Al inicio de la secuencia de ensayo, se pondrá en marcha el equipo de medición y, simultáneamente:

- a) se empezará a recoger o analizar el diluyente, si se utiliza un sistema de dilución de flujo total;
- b) se empezará a recoger o analizar el gas de escape bruto o diluido, en función del método utilizado;

- c) se empezarán a medir la cantidad de gas de escape diluido y las temperaturas y presiones requeridas;
- d) se empezará a registrar el caudal másico del gas de escape, si se opta por el análisis del gas de escape bruto;
- e) se empezarán a registrar los datos de retorno del régimen y del par del dinamómetro.

Si se opta por la medición del gas de escape bruto, se medirán continuamente las concentraciones de las emisiones [(NM)HC, CO y NO<sub>x</sub>] y el caudal másico del gas de escape y se almacenarán en un sistema informático con una frecuencia mínima de 2 Hz. Todos los demás datos podrán registrarse con una frecuencia de muestreo de al menos 1 Hz. En el caso de analizadores analógicos, se registrará la respuesta, y los datos de calibración podrán aplicarse en línea o fuera de línea durante la evaluación de los datos.

Si se utiliza un sistema de dilución de flujo total, los HC y NO<sub>x</sub> se medirán de forma continua en el túnel de dilución con una frecuencia mínima de 2 Hz. Las concentraciones medias se determinarán integrando las señales del analizador a lo largo del ciclo de ensayo. El tiempo de respuesta del sistema no deberá superar 20 segundos y, si es preciso, estará coordinado con las fluctuaciones de caudal del muestreo de volumen constante y con las desviaciones del tiempo de muestreo/ciclo de ensayo. Los niveles de CO, CO<sub>2</sub> y NMHC podrán determinarse mediante integración de las señales de medición continua o mediante análisis de las concentraciones obtenidas en la bolsa de muestreo durante el ciclo. Las concentraciones de contaminantes gaseosos en el diluyente se determinarán antes del punto en el que el gas de escape penetra en el túnel de dilución mediante integración o recogida en la bolsa de fondo. El resto de parámetros que deban medirse se registrarán con una frecuencia mínima de una medición por segundo (1 Hz).

#### 7.7.5. Muestreo de partículas

Al iniciar la secuencia de ensayo, el sistema de muestreo de partículas deberá cambiarse de la posición de derivación a la de recogida de partículas. Si se utiliza un sistema de dilución de flujo parcial, la bomba o las bombas de muestreo se controlarán de manera que el caudal de la sonda de muestreo de partículas o del tubo de transferencia sea proporcional al caudal másico de escape, determinado con arreglo al punto 9.4.6.1.

Si se utiliza un sistema de dilución de flujo total, la bomba o las bombas de muestreo se controlarán de manera que el caudal de la sonda de muestreo de partículas o del tubo de transferencia se mantenga dentro de un margen de  $\pm 2,5\%$  del caudal establecido. Si se utiliza compensación de caudal (es decir, un control proporcional del caudal de muestreo), deberá demostrarse que la relación entre el caudal del túnel principal y el caudal de muestreo de partículas no varía en más de  $\pm 2,5\%$  de su valor establecido (excepto durante los primeros 10 segundos de muestreo). Se registrarán la temperatura y la presión medias en la entrada de los instrumentos del caudal o los caudalímetros de gas. Si el caudal establecido no puede mantenerse durante todo el ciclo dentro de un margen de  $\pm 2,5\%$  debido a la elevada carga de partículas del filtro, el ensayo deberá invalidarse. Se repetirá el ensayo con un caudal de muestreo menor.

#### 7.7.6. Parada del motor y mal funcionamiento del equipo

Si el motor se para en algún momento del ciclo, se invalidará el ensayo. El motor se preconditionará conforme al punto 7.7.1 y se arrancará de nuevo de acuerdo con lo dispuesto en el punto 7.7.2 y se repetirá el ensayo.

Si durante el ciclo de ensayo se produce un mal funcionamiento en alguno de los elementos del equipo de ensayo exigido, se invalidará el ensayo y se repetirá con arreglo a las disposiciones anteriores.

#### 7.8. Procedimientos posteriores al ensayo

##### 7.8.1. Operaciones después del ensayo

Una vez finalizado el ensayo, se detendrá la medición del caudal másico del gas de escape, del volumen del gas de escape diluido y del caudal de gas que entra en las bolsas de muestreo y se parará la bomba de muestreo de partículas. En el caso de un sistema de análisis integrador, el muestreo deberá continuar hasta que hayan transcurrido los tiempos de respuesta del sistema.

##### 7.8.2. Verificación del muestreo proporcional

En el caso de las muestras por lote proporcional, como las muestras de bolsas o las muestras de partículas, se comprobará que se mantuvo el muestreo proporcional conforme a los puntos 7.6.7 y 7.7.5. Se invalidarán las muestras que no cumplan los requisitos.

##### 7.8.3. Acondicionamiento y pesaje de las partículas

El filtro de partículas se pondrá en contenedores cubiertos o sellados o los portafiltros estarán cerrados a fin de proteger los filtros de la contaminación ambiental. El filtro así protegido se introducirá de nuevo en la cámara de pesaje. El filtro se acondicionará durante al menos una hora y, a continuación, se pesará conforme a lo dispuesto en el punto 9.4.5. Se registrará el peso bruto de los filtros.

## 7.8.4. Verificación de la desviación

Las respuestas al cero y al punto final de los rangos del analizador de emisiones gaseosas utilizados se determinarán lo antes posible, a más tardar a los 30 minutos de haber finalizado el ciclo de ensayo o durante el periodo de homogeneización del calor. A efectos del presente punto, el ciclo de ensayo se define de la siguiente manera:

- a) en el caso del WHTC: la secuencia completa: arranque en frío – homogeneización del calor – arranque en caliente;
- b) en el caso del ensayo WHTC de arranque en caliente (punto 6.6): la secuencia: homogeneización del calor – arranque en caliente;
- c) en el caso del ensayo WHTC de arranque en caliente con regeneración múltiple (punto 6.6): el número total de ensayos de arranque en caliente;
- d) en el caso del WHSC: el ciclo de ensayo.

En el caso de la desviación del analizador, serán de aplicación las disposiciones siguientes:

- a) las respuestas al cero y al punto final anteriores y posteriores al ensayo podrán insertarse directamente en la ecuación 66 del punto 8.6.1 sin determinar la desviación;
- b) si la desviación entre los resultados previos y posteriores al ensayo es inferior al 1 % del fondo de escala, las concentraciones medidas podrán utilizarse sin corrección o con corrección de la desviación con arreglo a lo dispuesto en el punto 8.6.1;
- c) si la diferencia en materia de desviación entre los resultados previos y posteriores al ensayo es igual o superior al 1 % del fondo de escala, se invalidará el ensayo o se corregirá la desviación de las concentraciones medidas con arreglo a lo dispuesto en el punto 8.6.1.

## 7.8.5. Análisis del muestreo en bolsa de las emisiones gaseosas

Se efectuará lo siguiente lo antes que sea posible:

- a) se analizarán las muestras en bolsa de las emisiones gaseosas a más tardar a los 30 minutos de haber finalizado el ensayo de arranque en caliente o durante el periodo de homogeneización del calor, en el caso del ensayo de arranque en frío;
- b) las muestras de fondo se analizarán a más tardar a los 60 minutos de haber finalizado el ensayo de arranque en caliente.

## 7.8.6. Validación del trabajo del ciclo

Antes de calcular el trabajo del ciclo efectivo, se omitirá todo punto registrado durante el arranque del motor. El trabajo del ciclo efectivo se determinará a lo largo del ciclo de ensayo utilizando sincrónicamente los valores del régimen y del par efectivos para calcular los valores instantáneos de la potencia del motor. Los valores instantáneos de la potencia del motor se integrarán a lo largo del ciclo de ensayo para calcular el trabajo del ciclo efectivo  $W_{act}$  (kWh). Si no se han instalado accesorios/equipos con arreglo al punto 6.3.1, los valores instantáneos de la potencia se corregirán mediante la ecuación 4 del punto 6.3.5.

Se utilizará la misma metodología descrita en el punto 7.8.4 para integrar la potencia efectiva del motor.

El trabajo del ciclo efectivo  $W_{act}$  se utilizará para realizar una comparación con el trabajo del ciclo de referencia  $W_{ref}$  y para calcular las emisiones específicas del freno (véase el punto 8.6.3).

$W_{act}$  se situará entre el 85 % y el 105 % de  $W_{ref}$ .

## 7.8.7. Estadísticas de validación del ciclo de ensayo

Se efectuarán regresiones lineales de los valores efectivos ( $n_{act}$ ,  $M_{act}$ ,  $P_{act}$ ) sobre los valores de referencia ( $n_{ref}$ ,  $M_{ref}$ ,  $P_{ref}$ ) tanto en el caso del WHTC como del WHSC.

Para minimizar el efecto distorsionante del desfase temporal entre los valores del ciclo efectivo y del ciclo de referencia, la secuencia completa de la señal efectiva del par y del régimen del motor podrá adelantarse o retrasarse con respecto a la secuencia de referencia del régimen y del par. Si se desplazan las señales reales, el régimen y el par deberán desplazarse en igual medida en el mismo sentido.

Se utilizará el método de los mínimos cuadrados y la ecuación más adecuada tendrá la forma siguiente:

$$y = a_1x + a_0 \quad (11)$$

donde:

$y$  es el valor efectivo del régimen ( $\text{min}^{-1}$ ), del par (Nm) o de la potencia (kW)

$a_1$  es la pendiente de la línea de regresión

$x$  es el valor de referencia del régimen ( $\text{min}^{-1}$ ), del par (Nm) o de la potencia (kW)

$a_0$  es la ordenada  $y$  en el origen de la línea de regresión

Para cada línea de regresión se calculará el error típico de estimación (SEE) de  $y$  sobre  $x$  y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ).

Se recomienda efectuar este análisis a una frecuencia de 1 Hz. Para que un ensayo pueda considerarse válido, deberán cumplirse los criterios del cuadro 2 (WHTC) o del cuadro 3 (WHSC).

Cuadro 2

**Tolerancias de la línea de regresión para el WHTC**

|   | Régimen                                 | Par   | Potencia  |
|---|---|---|---|
| Error típico de estimación (SEE) de $y$ sobre $x$         | máximo 5 % del régimen máximo de ensayo | máximo 10 % del par máximo de ensayo del motor              | máximo 10 % del par máximo de ensayo del motor                    |
| Pendiente de la línea de regresión, $a_1$                 | 0,95 a 1,03                             | 0,83 - 1,03   | 0,89 - 1,03   |
| Coficiente de determinación, $r^2$                        | mínimo 0,970                            | mínimo 0,850  | mínimo 0,910  |
| Ordenada $y$ en el origen de la línea de regresión, $a_0$ | máximo 10 % del régimen de ralentí      | $\pm 20$ Nm o $\pm 2$ % del par máximo, lo que sea superior | $\pm 4$ kW o $\pm 2$ % de la potencia máxima, lo que sea superior |

Cuadro 3

**Tolerancias de la línea de regresión para el WHSC**

|   | Régimen                                 | Par   | Potencia  |
|---|---|---|---|
| Error típico de estimación (SEE) de $y$ sobre $x$         | máximo 1 % del régimen máximo de ensayo | máximo 2 % del par máximo de ensayo del motor               | máximo 2 % del par máximo de ensayo del motor                     |
| Pendiente de la línea de regresión, $a_1$                 | 0,99 a 1,01                             | 0,98 - 1,02   | 0,98 - 1,02   |
| Coficiente de determinación, $r^2$                        | mínimo 0,990                            | mínimo 0,950  | mínimo 0,950  |
| Ordenada $y$ en el origen de la línea de regresión, $a_0$ | máximo 1 % del régimen máximo de ensayo | $\pm 20$ Nm o $\pm 2$ % del par máximo, lo que sea superior | $\pm 4$ kW o $\pm 2$ % de la potencia máxima, lo que sea superior |

Únicamente a efectos de regresión, podrán omitirse los puntos que figuran en el cuadro 4 antes de efectuar el cálculo de regresión. Sin embargo, esos puntos no se omitirán para el cálculo del trabajo del ciclo y de las emisiones. La omisión de puntos podrá aplicarse a todo el ciclo o a cualquier parte del mismo.

Cuadro 4

## Puntos que pueden omitirse en el análisis de regresión

| Caso   | Condiciones  | Puntos que pueden omitirse |
|--|--|----------------------------|
| Demanda mínima del operador (punto de ralentí) | $n_{ref} = 0 \%$<br>y<br>$M_{ref} = 0 \%$<br>y<br>$M_{act} > (M_{ref} - 0,02 M_{max. mapped torque})$<br>y<br>$M_{act} < (M_{ref} + 0,02 M_{max. mapped torque})$  | régimen y potencia         |
| Demanda mínima del operador (punto motriz)     | $M_{ref} < 0 \%$   | potencia y par             |
| Demanda mínima del operador                    | $n_{act} \leq 1,02 n_{ref}$ y $M_{act} > M_{ref}$<br>o<br>$n_{act} > n_{ref}$ y $M_{act} \leq M_{ref}$<br>o<br>$n_{act} > 1,02 n_{ref}$ y $M_{ref} < M_{act} \leq (M_{ref} + 0,02 M_{max. mapped torque})$ | potencia y par o régimen   |
| Demanda máxima del operador                    | $n_{act} < n_{ref}$ y $M_{act} \geq M_{ref}$<br>o<br>$n_{act} \geq 0,98 n_{ref}$ y $M_{act} < M_{ref}$<br>o<br>$n_{act} < 0,98 n_{ref}$ y $M_{ref} > M_{act} \geq (M_{ref} - 0,02 M_{max. mapped torque})$ | potencia y par o régimen   |

## 8. CÁLCULO DE LAS EMISIONES

El resultado final del ensayo se redondeará una sola vez a la posición situada a la derecha de la coma indicada en la norma sobre emisiones aplicable, más una cifra significativa, de acuerdo con la norma ASTM E 29-06B. No está permitido el redondeo de los valores intermedios utilizados para calcular el resultado final de las emisiones específicas del freno.

El cálculo de los hidrocarburos y/o los hidrocarburos no metánicos se basa en las siguientes relaciones molares de carbono/hidrógeno/oxígeno (C/H/O) del combustible:

$CH_{1,86}O_{0,006}$  para el diésel (B7);

$CH_{2,92}O_{0,46}$  para el etanol destinado a motores de compresión (ED95);

$CH_{1,93}O_{0,032}$  para la gasolina (E10);

$CH_{2,74}O_{0,385}$  para el etanol (E85);

$CH_{2,525}$  para el GLP (gas licuado de petróleo);

$CH_4$  para el GN (gas natural) y el biometano.

En el apéndice 5 del presente anexo se ofrecen ejemplos de los procedimientos de cálculo.

Previo autorización de la autoridad de homologación de tipo, se permite el cálculo de las emisiones sobre una base molar, con arreglo al anexo 7 del RTM nº 11 relativo al protocolo de ensayo de emisiones de escape de las máquinas móviles no de carretera.

## 8.1. Corrección base seca/base húmeda

Si las emisiones se miden en base seca, la medición se convertirá en concentración en base húmeda mediante la fórmula indicada a continuación.

$$c_w = k_w \times c_d \quad (12)$$

donde:

$c_d$  es la concentración en base seca, en ppm o % vol.

$k_w$  es el factor de corrección base seca/base húmeda ( $k_{w,a}$ ,  $k_{w,e}$  o  $k_{w,d}$  según la ecuación que se utilice)

## 8.1.1. Gas de escape bruto

$$k_{w,r} = \left( 1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times W_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1\,000} \right) \times 1,008 \quad (13)$$

o

$$k_{w,r} = \left( 1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times W_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1\,000} \right) / \left( 1 - \frac{P_r}{P_b} \right) \quad (14)$$

o

$$k_{w,r} = \left( \frac{1}{1 + a \times 0,005 \times (c_{CO_2} + c_{CO})} - k_{w1} \right) \times 1,008 \quad (15)$$

con

$$k_{f,w} = 0,055594 \times W_{ALF} + 0,0080021 \times W_{DEL} + 0,0070046 \times W_{EPS} \quad (16)$$

y

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)} \quad (17)$$

donde:

$H_a$  es la humedad del aire de admisión, en gramos de agua por kg de aire seco

$w_{ALF}$  es el contenido de hidrógeno del combustible, en % de la masa

$q_{mf,i}$  es el caudal másico instantáneo del combustible, en kg/s

$q_{mad,i}$  es el caudal másico instantáneo del aire de admisión seco, en kg/s

$p_r$  es la presión del vapor de agua después del baño refrigerante, en kPa

$p_b$  es la presión atmosférica total, en kPa

$w_{DEL}$  es el contenido de nitrógeno del combustible, en % de la masa

$w_{EPS}$  es el contenido de oxígeno del combustible, en % de la masa

$a$  es la relación molar del hidrógeno del combustible

$c_{CO_2}$  es la concentración seca de  $CO_2$ , en %

$c_{CO}$  es la concentración seca de  $CO$ , en %

Las ecuaciones 13 y 14 son básicamente idénticas, siendo el factor 1,008 de las ecuaciones 13 y 15 una aproximación del denominador más preciso de la ecuación 14.

### 8.1.2. Gas de escape diluido

$$k_{w,e} = \left[ \left( 1 - \frac{\alpha \times c_{CO_2w}}{200} \right) - k_{w2} \right] \times 1,008 \quad (18)$$

o

$$k_{w,e} = \left[ \left( \frac{(1 - k_{w2})}{1 + \frac{\alpha \times c_{CO_2d}}{200}} \right) \right] \times 1,008 \quad (19)$$

con

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times \left[ H_d \times \left( 1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left( \frac{1}{D} \right) \right]}{1\,000 + \left\{ 1,608 \times \left[ H_d \times \left( 1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left( \frac{1}{D} \right) \right] \right\}} \quad (20)$$

donde:

$\alpha$  es la relación molar del hidrógeno del combustible

$c_{CO_2w}$  es la concentración húmeda de  $CO_2$ , en %

$c_{CO_2d}$  es la concentración seca de  $CO_2$ , en %

$H_d$  es la humedad del diluyente, en gramos de agua por kg de aire seco

$H_a$  es la humedad del aire de admisión, en gramos de agua por kg de aire seco

$D$  es el factor de dilución (véase el punto 8.5.2.3.2)

### 8.1.3. Diluyente

$$k_{w,d} = (1 - k_{w3}) \times 1,008 \quad (21)$$

con

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_d}{1\,000 + (1,608 \times H_d)} \quad (22)$$

donde:

$H_d$  es la humedad del diluyente, en gramos de agua por kg de aire seco

## 8.2. Corrección de $NO_x$ en función de la humedad

Como la emisión de  $NO_x$  depende de las condiciones del aire ambiente, la concentración de  $NO_x$  se corregirá en función de la humedad mediante los factores indicados en los puntos 8.2.1 u 8.2.2. La humedad del aire de admisión,  $H_a$ , podrá derivarse de la medición de la humedad relativa, el punto de condensación, la presión de vapor o el termómetro seco/húmedo mediante ecuaciones comúnmente aceptadas.

### 8.2.1. Motores de encendido por compresión

$$k_{h,D} = \frac{15,698 \times H_a}{1\,000} + 0,832 \quad (23)$$

donde:

$H_a$  es la humedad del aire de admisión, en gramos de agua por kg de aire seco

## 8.2.2. Motores de encendido por chispa

$$k_{h,G} = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \quad (24)$$

donde:

$H_a$  es la humedad del aire de admisión, en gramos de agua por kg de aire seco

## 8.3. Corrección de la flotabilidad del filtro de partículas

Se corregirá la flotabilidad en el aire de la masa del filtro de muestreo. La corrección de la flotabilidad depende de la densidad del filtro de muestreo, la densidad del aire y la densidad del peso de calibración de la balanza, y no tiene en cuenta la flotabilidad de las propias partículas. Se aplicará la corrección de la flotabilidad a la masa en vacío del filtro y a la masa bruta del mismo.

Si se desconoce la densidad del material filtrante, se utilizarán las densidades siguientes:

- a) filtro de teflón revestido de fibra de vidrio: 2 300 kg/m<sup>3</sup>;
- b) filtro de membrana de teflón: 2 144 kg/m<sup>3</sup>;
- c) filtro de membrana de teflón con anillo de apoyo de polimetilpenteno: 920 kg/m<sup>3</sup>.

Para los pesos de calibración de acero inoxidable, se utilizará una densidad de 8 000 kg/m<sup>3</sup>. Si el peso de calibración del material es diferente, deberá conocerse su densidad.

Se utilizará la ecuación siguiente:

$$m_f = m_{\text{uncor}} \times \left( \frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_f}} \right) \quad (25)$$

con

$$p_a = \frac{p_b \times 28,836}{8,3144 \times T_a} \quad (26)$$

donde:

$m_{\text{uncor}}$  es la masa no corregida del filtro de partículas, en mg

$\rho_a$  es la densidad del aire, en kg/m<sup>3</sup>

$\rho_w$  es la densidad del peso de calibración de la balanza, en kg/m<sup>3</sup>

$\rho_f$  es la densidad del filtro de muestreo de partículas, en kg/m<sup>3</sup>

$p_b$  es la presión atmosférica total, en kPa

$T_a$  es la temperatura del aire en el entorno de la balanza, en K

28,836 es la masa molar del aire a la humedad de referencia (282,5 K), en g/mol

8,3144 es la constante molar de los gases

La masa de la muestra de partículas  $m_p$  utilizada en los puntos 8.4.3 y 8.5.3 se calculará de la manera siguiente:

$$m_p = m_{f,G} - m_{f,T} \quad (27)$$

donde:

$m_{f,G}$  es la masa bruta del filtro de partículas con corrección de la flotabilidad, en mg

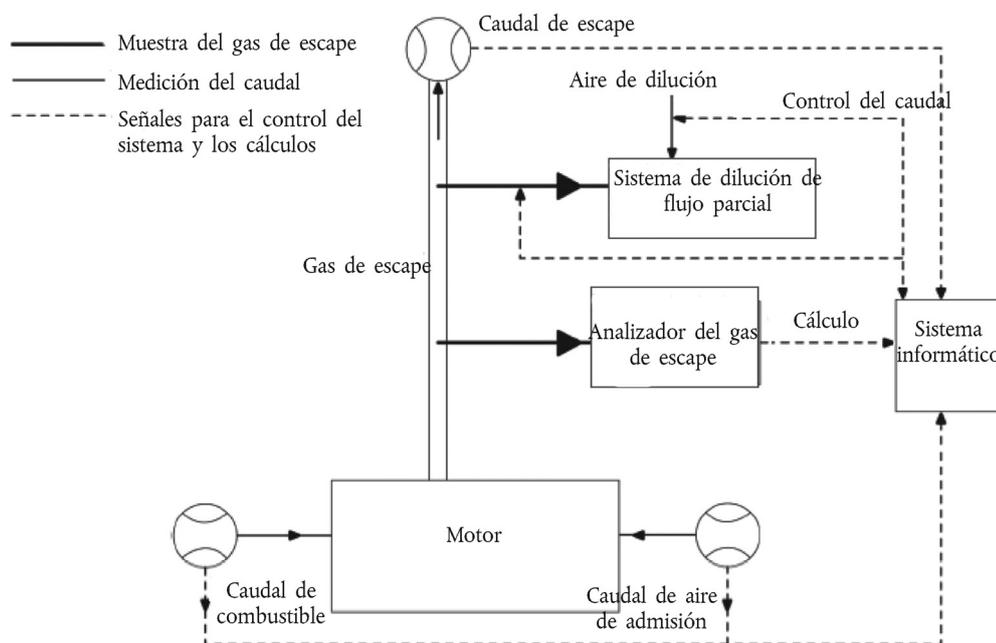
$m_{f,T}$  es la masa en vacío del filtro de partículas con corrección de la flotabilidad, en mg

#### 8.4. Dilución de flujo parcial (PFS) y medición de los componentes gaseosos brutos

Las señales de la concentración instantánea de los componentes gaseosos se utilizan para el cálculo de las emisiones máscas multiplicándolas por el caudal máscico instantáneo del gas de escape. El caudal máscico del gas de escape podrá medirse directamente o calcularse utilizando los métodos de medición del caudal de aire de admisión y de combustible, el método del gas trazador o la medición del aire de admisión y la relación aire/combustible. Se prestará especial atención a los tiempos de respuesta de los diferentes instrumentos. Estas diferencias se tendrán en cuenta alineando el tiempo de las señales. En el caso de las partículas, las señales del caudal máscico del gas de escape se utilizarán para controlar el sistema de dilución de flujo parcial y tomar una muestra proporcional al caudal máscico del gas de escape. La calidad de la proporcionalidad se verificará mediante un análisis de regresión entre la muestra y el caudal del gas de escape de acuerdo con lo dispuesto en el punto 9.4.6.1. La figura 6 muestra un esquema completo del dispositivo de ensayo.

Figura 6:

#### Esquema del sistema de medición de flujo bruto/parcial



#### 8.4.1. Determinación del caudal máscico del gas de escape bruto

##### 8.4.1.1. Introducción

Para calcular las emisiones en el gas de escape bruto y controlar el sistema de dilución de flujo parcial es necesario conocer el caudal máscico del gas de escape. Para determinar el caudal máscico del gas de escape podrá utilizarse uno de los métodos descritos en los puntos 8.4.1.3 a 8.4.1.7.

##### 8.4.1.2. Tiempo de respuesta

Para calcular las emisiones, el tiempo de respuesta de cualquiera de los métodos descritos en los puntos 8.4.1.3 a 8.4.1.7 será igual o inferior al tiempo de respuesta del analizador ( $\leq 10$  s), tal como se establece en el punto 9.3.5.

Para controlar el sistema de dilución de flujo parcial es necesaria una respuesta más rápida. En los sistemas de dilución de flujo parcial con control en línea, el tiempo de respuesta será  $\leq 0,3$  segundos. En los sistemas de dilución de flujo parcial con control previo basado en un ensayo pregrabado, el tiempo de respuesta del sistema de medición del caudal de escape será  $\leq 5$  segundos, con un tiempo de subida  $\leq 1$  segundo. El fabricante del instrumento especificará el tiempo de respuesta del sistema. Los requisitos de tiempo de respuesta combinado para el caudal del gas de escape y el sistema de dilución de flujo parcial se indican en el punto 9.4.6.1.

## 8.4.1.3. Método de medición directa

La medición directa del caudal instantáneo del gas de escape podrá efectuarse con un sistema como el descrito a continuación:

- a) dispositivos de diferencial de presión, como las toberas medidoras de caudal (véanse los detalles en la norma ISO 5167);
- b) un caudalímetro ultrasónico;
- c) un caudalímetro vortex.

Deberán tomarse precauciones para evitar errores de medición que influyan en los errores de los valores de emisión. Entre ellas se incluye la minuciosa instalación del dispositivo en el sistema de escape del motor, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del instrumento y con las buenas prácticas técnicas. En particular, ni las prestaciones del motor ni las emisiones deberán verse afectadas por la instalación del dispositivo.

Los caudalímetros cumplirán los requisitos de linealidad del punto 9.2.

## 8.4.1.4. Método de medición del aire y del combustible

Consiste en la medición del caudal de aire y del caudal de combustible con caudalímetros adecuados. El cálculo del caudal instantáneo del gas de escape se realiza de la manera siguiente:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \quad (28)$$

donde:

$q_{mew,i}$  es el caudal másico instantáneo del gas de escape, en kg/s

$q_{maw,i}$  es el caudal másico instantáneo del aire de admisión, en kg/s

$q_{mf,i}$  es el caudal másico instantáneo del combustible, en kg/s

Los caudalímetros cumplirán los requisitos de linealidad del punto 9.2, pero también tendrán la exactitud suficiente para cumplir los requisitos de linealidad para el caudal del gas de escape.

## 8.4.1.5. Método de medición con gas trazador

Este método consiste en medir la concentración de gas trazador en el gas de escape.

Se inyectará, en el caudal del gas de escape, una cantidad conocida de un gas inerte (por ejemplo, helio puro) que servirá de gas trazador. El gas de escape mezclará y diluirá el gas trazador, pero este no producirá una reacción en el tubo de escape. Se medirá entonces la concentración de este gas en la muestra de gas de escape.

Para garantizar una mezcla total del gas trazador, la sonda de muestreo del gas de escape se colocará como mínimo un metro después del punto de inyección del gas trazador o a una distancia de dicho punto equivalente a treinta veces el diámetro del tubo de escape si esta es superior a un metro. La sonda de muestreo podrá estar situada más cerca del punto de inyección si se comprueba que la mezcla es total comparando la concentración del gas trazador con la concentración de referencia cuando el gas trazador se inyecta antes del motor.

El caudal del gas trazador se fijará de manera que, con el motor al ralentí, la concentración de este gas después de mezclarse sea inferior al fondo de escala del analizador del gas trazador.

El cálculo del caudal de gas de escape se realiza de la manera siguiente:

$$q_{mew,i} = \frac{q_{vt} \times \rho_e}{60 \times (c_{mix,i} - c_b)} \quad (29)$$

donde:

$q_{mew,i}$  es el caudal másico instantáneo del gas de escape, en kg/s

$q_{vt}$  es el caudal del gas trazador, en cm<sup>3</sup>/min

$c_{mix,i}$  es la concentración instantánea del gas trazador después de la mezcla, en ppm

$\rho_e$  es la densidad del gas de escape, en kg/m<sup>3</sup> (véase el cuadro 5)

$c_b$  es la concentración de fondo del gas trazador en el aire de admisión, en ppm

La concentración básica del gas trazador ( $c_b$ ) podrá determinarse promediando la concentración de fondo medida inmediatamente antes y después del ensayo.

La concentración de fondo podrá ignorarse si es inferior al 1 % de la concentración del gas trazador después de la mezcla ( $c_{mix,i}$ ) a un caudal de escape máximo.

La totalidad del sistema cumplirá los requisitos de linealidad para el caudal del gas de escape del punto 9.2.

#### 8.4.1.6. Método de medición del caudal de aire y de la relación aire-combustible

Consiste en el cálculo de la masa del gas de escape a partir del caudal de aire y de la relación aire-combustible. El cálculo del caudal másico instantáneo del gas de escape se realiza de la manera siguiente:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \times \left( 1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda_i} \right) \quad (30)$$

con

$$A/F_{st} = \frac{138,0 \times \left( 1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right)}{12,011 + 1,00794 \times \alpha + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} \quad (31)$$

$$\lambda_i = \frac{\left( 100 - \frac{c_{COd} \times 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \times 10^{-4} \right) + \left( \frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{COd} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO_2d}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO_2d}}} \right) \times (c_{CO_2d} + c_{COd} \times 10^{-4})}{4,764 \times \left( 1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right) \times \left( c_{CO_2d} + c_{COd} \times 10^{-4} + c_{HCw} \times 10^{-4} \right)} \quad (32)$$

donde:

$q_{maw,i}$  es el caudal másico instantáneo del aire de admisión, en kg/s

$A/F_{st}$  es la relación estequiométrica aire-combustible, en kg/kg

$\lambda_i$  es la relación de exceso de aire instantáneo

$c_{CO_2d}$  es la concentración seca de CO<sub>2</sub>, en %

$c_{COd}$  es la concentración seca de CO, en ppm

$c_{HCw}$  es la concentración húmeda de HC, en ppm

Los caudalímetros y los analizadores cumplirán los requisitos de linealidad establecidos en el punto 9.2, y la totalidad del sistema cumplirá los requisitos de linealidad para el caudal del gas de escape del punto 9.2.

Si se utiliza un equipo de medición de la relación aire-combustible —por ejemplo, un sensor de tipo Zirconia— para medir la relación de exceso de aire, este deberá cumplir las especificaciones establecidas en el punto 9.3.2.7.

#### 8.4.1.7. Método de equilibrio de carbono

Consiste en calcular la masa del gas de escape a partir del caudal de combustible y de los componentes de las emisiones gaseosas de escape que incluyan carbono. El cálculo del caudal másico instantáneo del gas de escape se realiza de la manera siguiente:

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \times \left( \frac{w_{BET}^2 \times 1,4}{(1,0828 \times w_{BET} + k_{fd} \times k_c) \times k_c} \left( 1 + \frac{H_a}{1\,000} \right) + 1 \right) \quad (33)$$

con

$$k_c = (c_{CO_2d} - c_{CO_2d,a}) \times 0,5441 + \frac{c_{COd}}{18,522} + \frac{c_{HCw}}{17,355} \quad (34)$$

y

$$k_{fd} = -0,055594 \times w_{ALF} + 0,0080021 \times w_{DEL} + 0,0070046 \times w_{EPS} \quad (35)$$

donde:

- $q_{mf,i}$  es el caudal másico instantáneo del combustible, en kg/s
- $H_a$  es la humedad del aire de admisión, en gramos de agua por kg de aire seco
- $w_{BET}$  es el contenido de carbono del combustible, en % de la masa
- $w_{ALF}$  es el contenido de hidrógeno del combustible, en % de la masa
- $w_{DEL}$  es el contenido de nitrógeno del combustible, en % de la masa
- $w_{EPS}$  es el contenido de oxígeno del combustible, en % de la masa
- $c_{CO_2,d}$  es la concentración seca de  $CO_2$ , en %
- $c_{CO_2,d,a}$  es la concentración seca de  $CO_2$  del aire de admisión, en %
- $c_{CO}$  es la concentración seca de CO, en ppm
- $c_{HCw}$  es la concentración húmeda de HC, en ppm

#### 8.4.2. Determinación de los componentes gaseosos

##### 8.4.2.1. Introducción

Los componentes gaseosos en el gas de escape bruto del motor sometido a ensayo se medirán con los sistemas de medición y muestreo descritos en el punto 9.3 y el apéndice 2 del presente anexo. La evaluación de los datos se describe en el punto 8.4.2.2.

En los puntos 8.4.2.3 y 8.4.2.4 se describen dos procedimientos de cálculo que son equivalentes para el combustible de referencia del anexo 5. El procedimiento descrito en el punto 8.4.2.3 es más directo, puesto que utiliza valores  $u$  tabulados para la relación entre la densidad del componente y la del gas de escape. El procedimiento descrito en el punto 8.4.2.4 es más preciso para las calidades de combustible que se desvían de las especificaciones del anexo 5, pero requiere un análisis elemental de la composición del combustible.

##### 8.4.2.2. Evaluación de los datos

Los datos pertinentes sobre las emisiones se registrarán y se almacenarán con arreglo al punto 7.6.6.

Para el cálculo de la emisión másica de los componentes gaseosos, el tiempo de las curvas de las concentraciones registradas y de la curva del caudal másico del gas de escape se alineará con el tiempo de transformación, tal como se define en el punto 3.1. En consecuencia, el tiempo de respuesta del sistema del caudal másico del gas de escape y de cada analizador de emisiones gaseosas se determinará de acuerdo con lo dispuesto en los puntos 8.4.1.2 y 9.3.5, respectivamente, y se registrará.

##### 8.4.2.3. Cálculo de la emisión másica basada en los valores tabulados

Se determinará la masa de los contaminantes (g/ensayo) calculando las emisiones másicas instantáneas a partir de las concentraciones brutas de los contaminantes y del caudal másico del gas de escape, alineado con el tiempo de transformación determinado de acuerdo con lo dispuesto en el punto 8.4.2.2, integrando los valores instantáneos a lo largo del ciclo y multiplicando los valores integrados con los valores  $u$  del cuadro 5. Si se mide en base seca, antes de realizar cualquier otro cálculo se aplicará la corrección seco/húmedo a los valores de concentración instantánea, de acuerdo con lo dispuesto en el punto 8.1.

Para el cálculo de los  $NO_x$ , la emisión másica se multiplicará, en aquellos casos en que proceda, por el factor de corrección de la humedad  $k_{h,D}$ , o  $k_{h,G}$ , determinado con arreglo al punto 8.2.

Se aplicará la ecuación siguiente:

$$m_{\text{gas}} = u_{\text{gas}} \times \sum_{i=1}^{i=n} c_{\text{gas},i} \times q_{mew,i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{en g/ensayo}) \quad (36)$$

donde:

$u_{\text{gas}}$  es el valor respectivo del componente de escape indicado en el cuadro 5

$c_{\text{gas},i}$  es la concentración instantánea del componente en el gas de escape bruto, en ppm

$q_{\text{mew},i}$  es el caudal másico instantáneo del gas de escape, en kg/s

$f$  es la frecuencia de muestreo, en Hz

$n$  es el número de mediciones

Cuadro 5

Valores  $u$  del gas de escape bruto y densidades de los componentes

| Combustible          | $\rho_e$ | Gas                                      |          |                           |                 |                |                 |
|----------------------|----------|--|----------|---------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                      |          | NO <sub>x</sub>                          | CO       | HC                        | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
|                      |          | $\rho_{\text{gas}}$ [kg/m <sup>3</sup> ] |          |                           |                 |                |                 |
|                      |          | 2,053                                    | 1,250    | ( <sup>e</sup> )          | 1,9636          | 1,4277         | 0,716           |
|                      |          | $u_{\text{gas}}$ ( <sup>e</sup> )        |          |                           |                 |                |                 |
| Diésel (B7)          | 1,2943   | 0,001586                                 | 0,000966 | 0,000482                  | 0,001517        | 0,001103       | 0,000553        |
| Etanol (ED95)        | 1,2768   | 0,001609                                 | 0,000980 | 0,000780                  | 0,001539        | 0,001119       | 0,000561        |
| GNC ( <sup>e</sup> ) | 1,2661   | 0,001621                                 | 0,000987 | 0,000528 ( <sup>d</sup> ) | 0,001551        | 0,001128       | 0,000565        |
| Propano              | 1,2805   | 0,001603                                 | 0,000976 | 0,000512                  | 0,001533        | 0,001115       | 0,000559        |
| Butano               | 1,2832   | 0,001600                                 | 0,000974 | 0,000505                  | 0,001530        | 0,001113       | 0,000558        |
| GLP ( <sup>e</sup> ) | 1,2811   | 0,001602                                 | 0,000976 | 0,000510                  | 0,001533        | 0,001115       | 0,000559        |
| Gasolina (E10)       | 1,2931   | 0,001587                                 | 0,000966 | 0,000499                  | 0,001518        | 0,001104       | 0,000553        |
| Etanol (E85)         | 1,2797   | 0,001604                                 | 0,000977 | 0,000730                  | 0,001534        | 0,001116       | 0,000559        |

(<sup>e</sup>) en función del combustible

(<sup>b</sup>) para  $\lambda = 2$ , aire seco, 273 K, 101,3 kPa

(<sup>c</sup>)  $u$  con una exactitud de 0,2 % para una composición másica de: C = 66 % - 76 %; H = 22 % - 25 %; N = 0 % - 12 %

(<sup>d</sup>) NMHC sobre la base de CH<sub>2,93</sub> (para los HC totales se utilizará el coeficiente  $u_{\text{gas}}$  de CH<sub>4</sub>)

(<sup>e</sup>)  $u$  con una exactitud de 0,2 % para una composición másica de: C3 = 70 % - 90 %; C4 = 10 % - 30 %

#### 8.4.2.4. Cálculo de la emisión másica basada en ecuaciones exactas

Se determinará la masa de los contaminantes (g/ensayo) calculando las emisiones másicas instantáneas a partir de las concentraciones brutas de los contaminantes, los valores  $u$  y el caudal másico de gas de escape, alineado con el tiempo de transformación determinado de acuerdo con lo dispuesto en el punto 8.4.2.2 e integrando los valores instantáneos a lo largo del ciclo. Si se mide en base seca, antes de realizar cualquier otro cálculo se aplicará la corrección seco/húmedo a los valores de concentración instantánea, de acuerdo con lo dispuesto en el punto 8.1.

Para el cálculo de los NO<sub>x</sub>, la emisión másica se multiplicará por el factor de corrección de la humedad  $k_{h,D}$ , o  $k_{h,G}$ , determinado con arreglo al punto 8.2.

Se aplicará la ecuación siguiente:

$$m_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^{i=n} u_{\text{gas},i} \times c_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{en g/ensayo}) \quad (37)$$

donde:

$u_{\text{gas}}$  se calcula a partir de la ecuación 38 o 39

$c_{\text{gas},i}$  es la concentración instantánea del componente en el gas de escape bruto, en ppm

$q_{\text{mew},i}$  es el caudal másico instantáneo del gas de escape, en kg/s

$f$  es la frecuencia de muestreo, en Hz

$n$  es el número de mediciones

Los valores  $u$  instantáneos se calcularán de la manera siguiente:

$$u_{\text{gas},i} = M_{\text{gas}} / (M_{e,i} \times 1\,000) \quad (38)$$

o

$$u_{\text{gas},i} = \rho_{\text{gas}} / (\rho_{e,i} \times 1\,000) \quad (39)$$

con

$$\rho_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} / 22,414 \quad (40)$$

donde:

$M_{\text{gas}}$  es la masa molar del componente del gas, en g/mol (véase el apéndice 5 del presente anexo)

$M_{e,i}$  es la masa molar instantánea del gas de escape, en g/mol

$\rho_{\text{gas}}$  es la densidad del componente del gas, en kg/m<sup>3</sup>

$\rho_{e,i}$  es la densidad instantánea del gas de escape, en kg/m<sup>3</sup>

La masa molar de las emisiones de escape,  $M_e$ , se derivará de una composición general del combustible  $\text{CH}_a\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$  partiendo de la suposición de una combustión completa de la manera siguiente:

$$M_{e,i} = \frac{1 + \frac{q_{\text{mf},i}}{q_{\text{maw},i}}}{\frac{q_{\text{mf},i}}{q_{\text{maw},i}} \times \frac{\frac{a}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12,011 + 1,00794 \times a + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} + \frac{H_a \times 10^{-3}}{2 \times 1,00794 + 15,9994} + \frac{1}{M_a}}{1 + H_a \times 10^{-3}} \quad (41)$$

donde:

$q_{\text{maw},i}$  es el caudal másico instantáneo del aire de admisión en base húmeda, en kg/s

$q_{\text{mf},i}$  es el caudal másico instantáneo del combustible, en kg/s

$H_a$  es la humedad del aire de admisión, en gramos de agua por kg de aire seco

$M_a$  es la masa molar del aire de admisión en condiciones secas = 28,965 g/mol

La densidad del gas de escape  $\rho_e$  se derivará de la manera siguiente:

$$\rho_{e,i} = \frac{1\,000 + H_a + 1\,000 \times (q_{mf,i}/q_{mad,i})}{773,4 + 1,2434 \times H_a + k_{fw} \times 1\,000 \times (q_{mf,i}/q_{mad,i})} \quad (42)$$

donde:

$q_{mad,i}$  es el caudal másico instantáneo del aire de admisión en base seca, en kg/s

$q_{mf,i}$  es el caudal másico instantáneo del combustible, en kg/s

$H_a$  es la humedad del aire de admisión, en gramos de agua por kg de aire seco

$k_{fw}$  es el factor específico del combustible del gas de escape en condiciones húmedas (ecuación 16) del punto 8.1.1

#### 8.4.3. Determinación de las partículas

##### 8.4.3.1. Evaluación de los datos

La masa de las partículas se calculará con arreglo a la ecuación 27 del punto 8.3. Para evaluar la concentración de partículas, se registrará la masa total de la muestra ( $m_{sep}$ ) que pasa por los filtros a lo largo del ciclo de ensayo.

Previo autorización de la autoridad de homologación de tipo, podrá corregirse la masa de partículas teniendo en cuenta el nivel de partículas del diluyente, tal como se determina en el punto 7.5.6, de acuerdo con las buenas prácticas técnicas y las características de diseño particulares del sistema de medición de partículas utilizado.

##### 8.4.3.2. Cálculo de la emisión másica

En función del diseño del sistema, se calculará la masa de partículas (g/ensayo) mediante uno de los métodos indicados en los puntos 8.4.3.2.1 u 8.4.3.2.2 tras una corrección de la flotabilidad del filtro de muestreo de partículas de acuerdo con lo dispuesto en el punto 8.3.

###### 8.4.3.2.1. Cálculo basado en la relación de muestreo

$$m_{PM} = m_p / (r_s \times 1\,000) \quad (43)$$

donde:

$m_p$  es la masa de partículas del muestreo efectuado durante el ciclo, en mg

$r_s$  es la relación media de la muestra a lo largo del ciclo

con

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \times \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \quad (44)$$

donde:

$m_{se}$  es la masa de la muestra a lo largo del ciclo, en kg

$m_{ew}$  es el caudal másico de escape total a lo largo del ciclo, en kg

$m_{sep}$  es la masa del gas de escape diluido que pasa por los filtros de recogida de partículas, en kg

$m_{sed}$  es la masa del gas de escape diluido que pasa por el túnel de dilución, en kg

En un sistema de muestreo total,  $m_{\text{sep}}$  y  $m_{\text{sed}}$  son idénticos.

#### 8.4.3.2.2. Cálculo basado en la relación de dilución

$$m_{\text{PM}} = \frac{m_{\text{p}}}{m_{\text{sep}}} \times \frac{m_{\text{edf}}}{1\,000} \quad (45)$$

donde:

$m_{\text{p}}$  es la masa de partículas del muestreo efectuado durante el ciclo, en mg

$m_{\text{sep}}$  es la masa del gas de escape diluido que pasa por los filtros de recogida de partículas, en kg

$m_{\text{edf}}$  es la masa del gas de escape diluido equivalente a lo largo del ciclo, en kg

La masa total del gas de escape diluido equivalente a lo largo del ciclo se determinará de la siguiente manera:

$$m_{\text{edf}} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{\text{medf},i} \times \frac{1}{f} \quad (46)$$

$$q_{\text{medf},i} = q_{\text{mew},i} \times r_{\text{d},i} \quad (47)$$

$$r_{\text{d},i} = \frac{q_{\text{mdew},i}}{(q_{\text{mdew},i} - q_{\text{mdw},i})} \quad (48)$$

donde:

$q_{\text{medf},i}$  es el caudal másico instantáneo equivalente del gas de escape diluido, en kg/s

$q_{\text{mew},i}$  es el caudal másico instantáneo del gas de escape, en kg/s

$r_{\text{d},i}$  es la relación de dilución instantánea

$q_{\text{mdew},i}$  es el caudal másico instantáneo del gas de escape diluido, en kg/s

$q_{\text{mdw},i}$  es el caudal másico instantáneo del diluyente, en kg/s

$f$  es la frecuencia de muestreo, en Hz

$n$  es el número de mediciones

#### 8.5. Medición de dilución de flujo total (CVS)

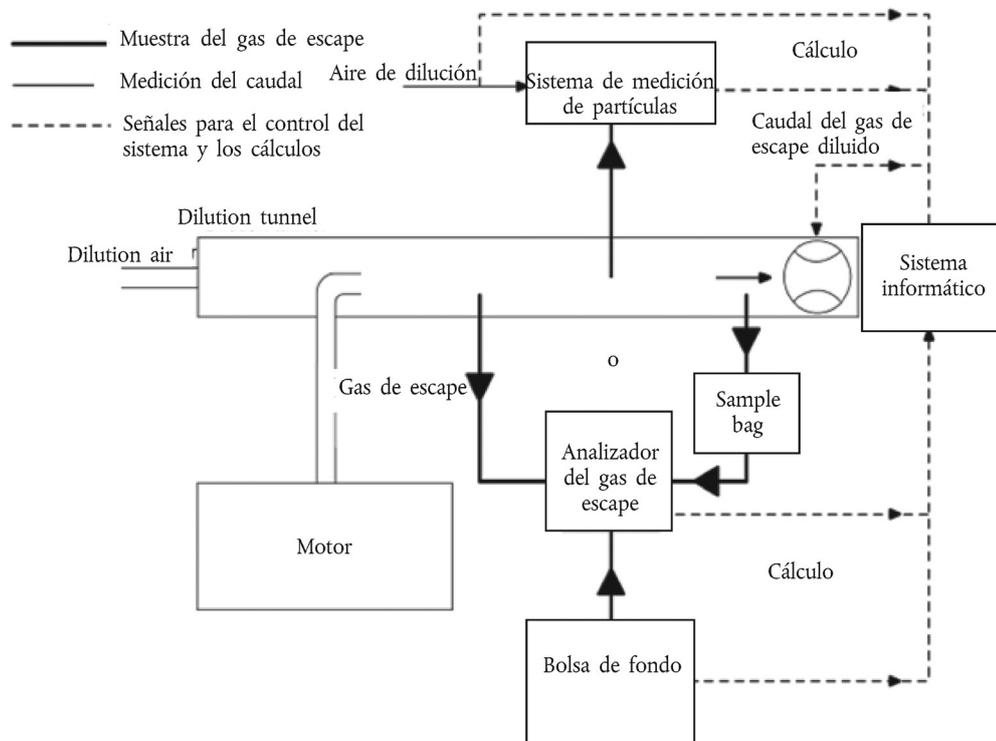
Las señales de la concentración, bien por integración a lo largo del ciclo o por bolsa de muestreo, de los componentes gaseosos se utilizarán para calcular las emisiones másicas multiplicándolas por el caudal másico del gas de escape. El caudal másico del gas de escape se medirá con un sistema de muestreo de volumen constante (CVS), para el que puede utilizarse un bomba de desplazamiento positivo (PDP), un venturi de flujo crítico (CFV) o un venturi subsónico (SSV), con o sin compensación de caudal.

Para el muestreo con bolsa y el muestreo de partículas, se tomará una muestra proporcional del gas de escape diluido del sistema CVS. Para un sistema sin compensación de caudal, la proporción del caudal de muestreo respecto del caudal de muestreo de volumen constante no deberá variar en más de  $\pm 2,5\%$  respecto al punto establecido del ensayo. Para un sistema con compensación de flujo, cada relación de caudal individual deberá mantenerse constante dentro de un margen de  $\pm 2,5\%$  de su respectivo caudal objetivo.

La figura 7 muestra un esquema completo del dispositivo de ensayo.

Figura 7

**Esquema del sistema de medición de flujo total**



8.5.1. Determinación del caudal de gas de escape diluido

8.5.1.1. Introducción

Para calcular las emisiones del gas de escape diluido, es preciso conocer el caudal másico del gas de escape diluido. El caudal total del gas de escape diluido durante el ciclo (kg/ensayo) se calculará a partir de los valores medidos durante el ciclo y de los correspondientes datos de calibración del caudalímetro ( $V_0$  para la PDP,  $K_V$  para el CFV,  $C_d$  para el SSV), mediante uno de los métodos indicados en los puntos 8.5.1.2 a 8.5.1.4. Si el caudal total de muestreo de partículas ( $m_{sep}$ ) es superior al 0,5 % del caudal total del CVS ( $m_{ed}$ ), el caudal del CVS se corregirá en función del  $m_{sep}$  o el caudal de muestreo de partículas se dirigirá de nuevo al CVS antes de pasar por el caudalímetro.

8.5.1.2. Sistema PDP-CVS

Si la temperatura del gas de escape diluido se mantiene a  $\pm 6$  K a lo largo del ciclo utilizando un intercambiador de calor, el caudal másico a lo largo del ciclo se calculará de la manera siguiente:

$$m_{ed} = 1,293 \times V_0 \times n_p \times p_p \times 273 / (101,3 \times T) \quad (49)$$

donde:

$V_0$  es el volumen del gas bombeado por revolución en condiciones de ensayo, en  $m^3/rev$ .

$n_p$  es el número total de revoluciones de la bomba por ensayo

$p_p$  es la presión absoluta en la entrada de la bomba, en kPa

$T$  es la temperatura media del gas de escape diluido en la entrada de la bomba, en K

Si se utiliza un sistema con compensación de caudal (es decir, sin intercambiador de calor), las emisiones másicas instantáneas se calcularán y se integrarán a lo largo del ciclo. En ese caso, la masa instantánea del gas de escape diluido se calculará de la manera siguiente.

$$m_{ed,i} = 1,293 \times V_0 \times n_{p,i} \times p_p \times 273 / (101,3 \times T) \quad (50)$$

donde:

$n_{p,i}$  es el número total de revoluciones de la bomba por intervalo de tiempo

#### 8.5.1.3. Sistema CFV-CVS

Si la temperatura del gas de escape diluido se mantiene a  $\pm 11$  K a lo largo del ciclo utilizando un intercambiador de calor, el caudal másico a lo largo del ciclo se calculará de la manera siguiente:

$$m_{ed} = 1,293 \times t \times K_v \times p_p / T^{0,5} \quad (51)$$

donde:

$t$  es la duración del ciclo, en s

$K_v$  es el coeficiente de calibración del venturi de caudal crítico en condiciones estándar

$p_p$  es la presión absoluta en la entrada del venturi, en kPa

$T$  es la temperatura absoluta en la entrada del venturi, en K

Si se utiliza un sistema con compensación de caudal (es decir, sin intercambiador de calor), las emisiones másicas instantáneas se calcularán y se integrarán a lo largo del ciclo. En ese caso, la masa instantánea del gas de escape diluido se calculará de la manera siguiente:

$$m_{ed,i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_v \times p_p / T^{0,5} \quad (52)$$

donde:

$\Delta t_i$  es el intervalo de tiempo, en s

#### 8.5.1.4. Sistema SSV-CVS

Si la temperatura del gas de escape diluido se mantiene en  $\pm 11$  K a lo largo del ciclo utilizando un intercambiador de calor, el cálculo del caudal másico a lo largo del ciclo se realizará de la manera siguiente:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \quad (53)$$

con

$$Q_{SSV} = A_0 d_v^2 C_d p_p \sqrt{\left[ \frac{1}{T} \left( r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143} \right) \cdot \left( \frac{1}{1 - r_D^{4,4286} r_p^{1,4286}} \right) \right]} \quad (54)$$

donde:

$A_0$  es 0,006111 en las unidades SI de  $\left( \frac{m^3}{min} \right) \left( \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \right) \left( \frac{1}{mm^2} \right)$

$d_v$  es el diámetro del cuello del SSV, en m

$C_d$  es el coeficiente de descarga del SSV

$p_p$  es la presión absoluta en la entrada del venturi, en kPa

$T$  es la temperatura en la entrada del venturi, en K

$r_p$  es la relación del cuello del SSV con la presión estática absoluta de entrada,  $1 - \frac{\Delta p}{p_a}$

$r_D$  es la relación del diámetro del cuello del SSV,  $d$ , con el diámetro interior del tubo de entrada  $D$

Si se utiliza un sistema con compensación de caudal (es decir, sin intercambiador de calor), las emisiones másicas instantáneas se calcularán y se integrarán a lo largo del ciclo. En ese caso, la masa instantánea del gas de escape diluido se calculará de la manera siguiente:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i \quad (55)$$

donde:

$\Delta t_i$  es el intervalo de tiempo, en s

El cálculo en tiempo real se inicializará con un valor razonable de  $C_d$ , por ejemplo 0,98, o con un valor razonable de  $Q_{SSV}$ . Si el cálculo se inicializa con  $Q_{SSV}$ , se utilizará el valor inicial de  $Q_{SSV}$  para evaluar el número de Reynolds.

Durante todos los ensayos de emisiones, el número de Reynolds en el cuello del SSV deberá situarse dentro del intervalo de números de Reynolds utilizado para derivar la curva de calibración especificada en el punto 9.5.4.

## 8.5.2. Determinación de los componentes gaseosos

### 8.5.2.1. Introducción

Los componentes gaseosos del gas de escape diluido del motor sometido a ensayo deberán medirse con los métodos descritos en el apéndice 2 del presente anexo. La dilución del gas de escape se efectuará con aire ambiente filtrado, aire sintético o nitrógeno. El caudal del sistema de flujo total deberá ser suficiente para eliminar por completo la condensación de agua en los sistemas de dilución y de muestreo. Los procedimientos de evaluación y cálculo de los datos se describen en los puntos 8.5.2.2 y 8.5.2.3.

### 8.5.2.2. Evaluación de los datos

Los datos pertinentes sobre las emisiones se registrarán y se almacenarán con arreglo al punto 7.6.6.

### 8.5.2.3. Cálculo de la emisión másica

#### 8.5.2.3.1. Sistemas con caudal másico constante

Para los sistemas con intercambiador de calor, la masa de los contaminantes se determinará mediante la ecuación siguiente:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times m_{ed} \text{ (en g/ensayo)} \quad (56)$$

donde:

$u_{gas}$  es el valor respectivo del componente de escape indicado en el cuadro 6

$c_{gas}$  es la concentración de fondo media corregida del componente, en ppm

$m_{ed}$  es la masa total del gas de escape diluido a lo largo del ciclo, en kg

Si se mide en base seca, se aplicará la corrección seco/húmedo de acuerdo con lo dispuesto en el punto 8.1.

Para el cálculo de los  $NO_x$ , la emisión másica se multiplicará, si procede, por el factor de corrección de la humedad  $k_{h,D}$ , o  $k_{h,G}$ , determinado con arreglo al punto 8.2.

En el cuadro 6 figuran los valores de  $u$ . Para calcular los valores de  $u_{gas}$ , se supone que la densidad del gas de escape es igual a la densidad del aire. Por lo tanto, los valores de  $u_{gas}$  son idénticos para los componentes individuales del gas, pero diferentes para los HC.

Cuadro 6

Valores  $u$  del gas de escape diluido y densidades de los componentes

| Combustible          | $\rho_{de}$ | Gas                               |          |                           |                 |                |                 |
|----------------------|-------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                      |             | NO <sub>x</sub>                   | CO       | HC                        | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
|                      |             | $\rho_{gas}$ [kg/m <sup>3</sup> ] |          |                           |                 |                |                 |
|                      |             | 2,053                             | 1,250    | ( <sup>e</sup> )          | 1,9636          | 1,4277         | 0,716           |
|                      |             | $u_{gas}$ ( <sup>e</sup> )        |          |                           |                 |                |                 |
| Diésel (B7)          | 1,293       | 0,001588                          | 0,000967 | 0,000483                  | 0,001519        | 0,001104       | 0,000553        |
| Etanol (ED95)        | 1,293       | 0,001588                          | 0,000967 | 0,000770                  | 0,001519        | 0,001104       | 0,000553        |
| GNC ( <sup>c</sup> ) | 1,293       | 0,001588                          | 0,000967 | 0,000517 ( <sup>d</sup> ) | 0,001519        | 0,001104       | 0,000553        |
| Propano              | 1,293       | 0,001588                          | 0,000967 | 0,000507                  | 0,001519        | 0,001104       | 0,000553        |
| Butano               | 1,293       | 0,001588                          | 0,000967 | 0,000501                  | 0,001519        | 0,001104       | 0,000553        |
| GLP ( <sup>e</sup> ) | 1,293       | 0,001588                          | 0,000967 | 0,000505                  | 0,001519        | 0,001104       | 0,000553        |
| Gasolina (E10)       | 1,293       | 0,001588                          | 0,000967 | 0,000499                  | 0,001519        | 0,001104       | 0,000554        |
| Etanol (E85)         | 1,293       | 0,001588                          | 0,000967 | 0,000722                  | 0,001519        | 0,001104       | 0,000554        |

(<sup>a</sup>) en función del combustible

(<sup>b</sup>) para  $\lambda = 2$ , aire seco, 273 K, 101,3 kPa

(<sup>c</sup>)  $u$  con una exactitud de 0,2 % para una composición másica de: C = 66 % - 76 %; H = 22 % - 25 %; N = 0 % - 12 %

(<sup>d</sup>) NMHC sobre la base de CH<sub>2,93</sub> (para los HC totales se utilizará el coeficiente  $u_{gas}$  de CH<sub>4</sub>)

(<sup>e</sup>)  $u$  con una exactitud de 0,2 % para una composición másica de: C3 = 70 % - 90 %; C4 = 10 % - 30 %

Los valores de  $u$  también podrán calcularse mediante el método de cálculo exacto, descrito en términos generales en el punto 8.4.2.4, de la siguiente manera:

$$u_{gas} = \frac{M_{gas}}{M_d \times \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_e \times \left(\frac{1}{D}\right)} \quad (57)$$

donde:

$M_{gas}$  es la masa molar del componente del gas, en g/mol (véase el apéndice 5 del presente anexo)

$M_e$  es la masa molar del gas de escape, en g/mol

$M_d$  es la masa molar del diluyente = 28,965 g/mol

$D$  es el factor de dilución (véase el punto 8.5.2.3.2)

## 8.5.2.3.2. Determinación de las concentraciones con corrección de fondo

La concentración de fondo media de los contaminantes gaseosos en el diluyente se restará de las concentraciones medidas para obtener las concentraciones netas de los contaminantes. Los valores medios de las concentraciones de fondo pueden determinarse mediante el método de las bolsas de muestreo o mediante medición continua con integración. Se utilizará la ecuación siguiente:

$$c_{gas} = c_{gas,e} - c_d \times (1 - (1/D)) \quad (58)$$

donde:

$c_{\text{gas},e}$  es la concentración del componente medido en el gas de escape diluido, en ppm

$c_d$  es la concentración del componente medido en el diluyente, en ppm

$D$  es el factor de dilución

El factor de dilución se calculará de la manera siguiente:

a) para motores alimentados con diésel y motores de gas alimentados con GLP

$$D = \frac{F_S}{c_{\text{CO}_2,e} + (c_{\text{HC},e} + c_{\text{CO},e}) \times 10^{-4}} \quad (59)$$

b) para motores de gas alimentados con gas natural

$$D = \frac{F_S}{c_{\text{CO}_2,e} + (c_{\text{NMHC},e} + c_{\text{CO},e}) \times 10^{-4}} \quad (60)$$

donde:

$c_{\text{CO}_2,e}$  es la concentración en base húmeda de  $\text{CO}_2$  en el gas de escape diluido, en % vol.

$c_{\text{HC},e}$  es la concentración en base húmeda de HC en el gas de escape diluido, en ppm C1

$c_{\text{NMHC},e}$  es la concentración en base húmeda de NMHC en el gas de escape diluido, en ppm C1

$c_{\text{CO},e}$  es la concentración en base húmeda de CO en el gas de escape diluido, en ppm

$F_S$  es el factor estequiométrico

El factor estequiométrico se calculará de la manera siguiente:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3,76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4}\right)} \quad (61)$$

donde:

$\alpha$  es la relación molar del hidrógeno del combustible (H/C)

Si se desconoce la composición del combustible, podrán utilizarse los siguientes factores estequiométricos:

$$F_S \text{ (diésel)} = 13,4$$

$$F_S \text{ (GLP)} = 11,6$$

$$F_S \text{ (GN)} = 9,5$$

$$F_S \text{ (E10)} = 13,3$$

$$F_S \text{ (E85)} = 11,5$$

#### 8.5.2.3.3. Sistemas con compensación del caudal

Para los sistemas sin intercambiador de calor, la masa de los contaminantes (g/ensayo) se determinará calculando las emisiones másicas instantáneas e integrando los valores instantáneos a lo largo del ciclo. Asimismo, la corrección de fondo se aplicará directamente al valor de la concentración instantánea. Se aplicará la ecuación siguiente:

$$m_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^n \left[ \left( m_{\text{ed},i} \times c_{\text{gas},e} \times u_{\text{gas}} \right) \right] - \left[ \left( m_{\text{ed}} \times c_d \times (1 - 1/D) \times u_{\text{gas}} \right) \right] \quad (62)$$

donde:

$c_{\text{gas,e}}$  es la concentración del componente medido en el gas de escape diluido, en ppm

$c_d$  es la concentración del componente medido en el diluyente, en ppm

$m_{\text{ed,i}}$  es la masa instantánea del gas de escape diluido, en kg

$m_{\text{ed}}$  es la masa total del gas de escape diluido a lo largo del ciclo, en kg

$u_{\text{gas}}$  es el valor tabulado del cuadro 6

$D$  es el factor de dilución

### 8.5.3. Determinación de las partículas

#### 8.5.3.1. Cálculo de la emisión másica

La masa de partículas (g/ensayo) se calculará de la manera siguiente tras la corrección de la flotabilidad del filtro de muestreo de partículas, con arreglo a lo dispuesto en el punto 8.3, como a continuación se indica:

$$m_{\text{PM}} = \frac{m_p}{m_{\text{sep}}} \times \frac{m_{\text{ed}}}{1\,000} \quad (63)$$

donde:

$m_p$  es la masa de partículas del muestreo efectuado durante el ciclo, en mg

$m_{\text{sep}}$  es la masa del gas de escape diluido que pasa por los filtros de recogida de partículas, en kg

$m_{\text{ed}}$  es la masa del gas de escape diluido a lo largo del ciclo, en kg

con

$$m_{\text{sep}} = m_{\text{set}} - m_{\text{ssd}} \quad (64)$$

donde:

$m_{\text{set}}$  es la masa del gas de escape doblemente diluido que ha pasado por el filtro de partículas, en kg

$m_{\text{ssd}}$  es la masa del diluyente secundario, en kg

Si el nivel de fondo de partículas del diluyente se determina de conformidad con el punto 7.5.6, se podrá aplicar la corrección de fondo a la masa de partículas. En ese caso, la masa de partículas (g/ensayo) se calculará de la manera siguiente:

$$m_{\text{PM}} = \left[ \frac{m_p}{m_{\text{sep}}} - \left( \frac{m_b}{m_{\text{sd}}} \times \left( 1 - \frac{1}{D} \right) \right) \right] \times \frac{m_{\text{ed}}}{1\,000} \quad (65)$$

donde:

$m_{\text{sep}}$  es la masa del gas de escape diluido que pasa por los filtros de recogida de partículas, en kg

$m_{\text{ed}}$  es la masa del gas de escape diluido a lo largo del ciclo, en kg

$m_{\text{sd}}$  es la masa del diluyente recogido por el muestreador de partículas de fondo, en kg

$m_b$  es la masa de las partículas de fondo recogidas en el diluyente, en mg

$D$  es el factor de dilución, tal como se especifica en el punto 8.5.2.3.2.

## 8.6. Cálculos generales

## 8.6.1. Corrección de la desviación

Con respecto a la verificación de la desviación contemplada en el punto 7.8.4, el valor corregido de la concentración se calculará como sigue:

$$c_{\text{cor}} = c_{\text{ref},z} + (c_{\text{ref},s} - c_{\text{ref},z}) \left( \frac{2 \cdot c_{\text{gas}} - (c_{\text{pre},z} + c_{\text{post},z})}{(c_{\text{pre},s} + c_{\text{post},s}) - (c_{\text{pre},z} + c_{\text{post},z})} \right) \quad (66)$$

donde:

$c_{\text{ref},z}$  es la concentración de referencia del gas cero (normalmente cero), en ppm

$c_{\text{ref},s}$  es la concentración de referencia del gas patrón, en ppm

$c_{\text{pre},z}$  es la concentración del gas cero medida por el analizador antes del ensayo, en ppm

$c_{\text{pre},s}$  es la concentración del gas patrón medida por el analizador antes del ensayo, en ppm

$c_{\text{post},z}$  es la concentración del gas cero medida por el analizador después del ensayo, en ppm

$c_{\text{post},s}$  es la concentración del gas patrón medida por el analizador después del ensayo, en ppm

$c_{\text{gas}}$  es la concentración del gas de muestreo, en ppm.

Se calcularán dos series de resultados de emisiones específicas por cada componente, conforme al punto 8.6.3, una vez aplicada cualquier otra corrección. Se calculará una serie utilizando concentraciones sin corregir y otra serie con concentraciones con corrección de la desviación conforme a la ecuación 66.

Dependiendo del sistema de medición y del método de cálculo empleados, los resultados de las emisiones sin corrección se calcularán con las ecuaciones 36, 37, 56, 57 o 62 respectivamente. Para el cálculo de las emisiones corregidas,  $c_{\text{gas}}$  en las ecuaciones 36, 37, 56, 57 o 62, respectivamente, se sustituirá por  $c_{\text{cor}}$  de la ecuación 66. Si en la ecuación correspondiente se utilizan los valores instantáneos de la concentración  $c_{\text{gas},i}$ , el valor corregido también se aplicará como valor instantáneo  $c_{\text{cor},i}$ . En la ecuación 57, la corrección se aplicará tanto a la concentración medida como a la de fondo.

La comparación se efectuará en forma de porcentaje de los resultados sin corrección. La diferencia entre los valores de las emisiones específicas del freno con y sin corrección se situará dentro de un  $\pm 4\%$  de los valores de las emisiones específicas del freno sin corregir o dentro de un  $\pm 4\%$  del valor límite respectivo, lo que sea superior. Si la desviación es superior al 4 %, se invalidará el ensayo.

Si se aplica la corrección de la desviación, solo se utilizarán los resultados de las emisiones con corrección de la desviación al declarar las emisiones.

8.6.2. Cálculo de los NMHC y del CH<sub>4</sub>

El cálculo de los NMHC y del CH<sub>4</sub> depende del método de calibración que se utilice. El FID para la medición sin NMC (recorrido inferior de la figura 11 del apéndice 2 del presente anexo) se calibrará con propano. Para la calibración del FID en serie con NMC (recorrido superior de la figura 11 del apéndice 2 del presente anexo) se autorizan los métodos siguientes:

a) gas de calibración: propano; el propano se deriva, sin pasar por el NMC;

b) gas de calibración: metano; el metano pasa por el NMC.

En el caso a) la concentración de los NMHC y de CH<sub>4</sub> se calculará de la manera siguiente:

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (67)$$

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}}}{E_E - E_M} \quad (68)$$

En el caso b) la concentración de los NMHC y de CH<sub>4</sub> se calculará de la manera siguiente:

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M)}{E_E - E_M} \quad (67a)$$

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (68a)$$

donde:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  es la concentración de HC con el gas de muestreo pasando a través del NMC, en ppm

$c_{\text{HC(w/oNMC)}}$  es la concentración de HC con el gas de muestreo derivándose, sin pasar por el NMC, en ppm

$r_h$  es el factor de respuesta al metano, determinada de acuerdo con el punto 9.3.7.2.

$E_M$  es la eficiencia del metano, determinada de acuerdo con el punto 9.3.8.1

$E_E$  es la eficiencia del etano, determinada de acuerdo con el punto 9.3.8.2

Si  $r_h < 1,05$ , podrá omitirse en las ecuaciones 67, 67a y 68a.

### 8.6.3. Cálculo de las emisiones específicas

Se calcularán las emisiones específicas  $e_{\text{gas}}$  o  $e_{\text{PM}}$  (g/kWh) de cada uno de los componentes de una de las maneras siguientes, en función del tipo de ciclo de ensayo.

Para los ciclos WHSC, WHTC caliente o WHTC frío se aplicará la ecuación siguiente:

$$e = \frac{m}{W_{\text{act}}} \quad (69)$$

$$e = \frac{(0,14 \times m_{\text{cold}}) + (0,86 \times m_{\text{hot}})}{(0,14 \times W_{\text{act,cold}}) + (0,86 \times W_{\text{act,hot}})} \quad (70)$$

donde:

$m$  es la emisión másica del componente, en g/ensayo

$W_{\text{act}}$  es el trabajo del ciclo efectivo determinado de conformidad con el punto 7.8.6, en kWh

Para el ciclo WHTC, se calculará la media ponderada del resultado final del ensayo a partir de ensayo de arranque en frío y el ensayo de arranque en caliente mediante la ecuación siguiente:

donde:

$m_{\text{cold}}$  es la emisión másica del componente en el ensayo de arranque en frío, en g/ensayo

$m_{\text{hot}}$  es la emisión másica del componente en el ensayo de arranque en caliente, en g/ensayo

$W_{act,cold}$  es el trabajo del ciclo efectivo en el ensayo de arranque en frío, en kWh

$W_{act,hot}$  es el trabajo del ciclo efectivo en el ensayo de arranque en caliente, en kWh

Si se aplica la regeneración periódica con arreglo al punto 6.6.2, los factores de ajuste de la regeneración  $k_{r,u}$  o  $k_{r,d}$  serán, respectivamente, multiplicados por el resultado de las emisiones específicas  $e$  o añadidos al mismo como se indica en las ecuaciones 69 y 70.

## 9. VERIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

El presente anexo no contiene detalles sobre el equipo o los sistemas de medición del caudal, la presión y la temperatura. Solo se especifican, en el punto 9.2, los requisitos de linealidad de los citados equipo o sistemas necesarios para efectuar el ensayo de emisiones.

### 9.1. Especificaciones del dinamómetro

Se utilizará un dinamómetro para motores con características adecuadas para la realización del ciclo de ensayo descrito en los puntos 7.2.1 y 7.2.2.

Los instrumentos de medición del par y el régimen deberán permitir la exactitud de medición de la potencia en el eje necesaria para cumplir los criterios de validación del ciclo. Puede ser necesario efectuar cálculos adicionales. El equipo de medición deberá tener una exactitud que cumpla los requisitos de linealidad establecidos en el cuadro 7 del punto 9.2.

### 9.2. Requisitos de linealidad

La calibración de todos los instrumentos y sistemas de medición deberá ser conforme a las normas nacionales (internacionales). Los instrumentos y sistemas de medición deberán cumplir los requisitos de linealidad del cuadro 7. La verificación de la linealidad con arreglo al punto 9.2.1 se llevará a cabo para los analizadores de gas al menos cada tres meses o siempre que se realice una reparación o modificación del sistema que pueda influir en la calibración. Para los demás instrumentos y sistemas, la verificación de la linealidad se efectuará como indiquen los procedimientos de control internos, el fabricante del instrumento o los requisitos ISO 9000.

Cuadro 7

#### Requisitos de linealidad de los instrumentos y los sistemas de medición

| Sistema de medición              | $ x_{\min} \times (a_1 - 1) + a_0 $ | Pendiente<br>$a_1$ | Error típico<br>SEE | Coefficiente de<br>determinación,<br>$r^2$ |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------|--|
| Régimen del motor                | $\leq 0,05$ % máx.                  | 0,98 - 1,02        | $\leq 2$ % máx.     | $\geq 0,990$                               |
| Par motor                        | $\leq 1$ % máx.                     | 0,98 - 1,02        | $\leq 2$ % máx.     | $\geq 0,990$                               |
| Caudal de combustible            | $\leq 1$ % máx.                     | 0,98 - 1,02        | $\leq 2$ % máx.     | $\geq 0,990$                               |
| Caudal de aire                   | $\leq 1$ % máx.                     | 0,98 - 1,02        | $\leq 2$ % máx.     | $\geq 0,990$                               |
| Caudal del gas de escape         | $\leq 1$ % máx.                     | 0,98 - 1,02        | $\leq 2$ % máx.     | $\geq 0,990$                               |
| Caudal del diluyente             | $\leq 1$ % máx.                     | 0,98 - 1,02        | $\leq 2$ % máx.     | $\geq 0,990$                               |
| Caudal del gas de escape diluido | $\leq 1$ % máx.                     | 0,98 - 1,02        | $\leq 2$ % máx.     | $\geq 0,990$                               |
| Caudal de muestreo               | $\leq 1$ % máx.                     | 0,98 - 1,02        | $\leq 2$ % máx.     | $\geq 0,990$                               |
| Analizadores de gas              | $\leq 0,5$ % máx.                   | 0,99 - 1,01        | $\leq 1$ % máx.     | $\geq 0,998$                               |
| Separadores de gas               | $\leq 0,5$ % máx.                   | 0,98 - 1,02        | $\leq 2$ % máx.     | $\geq 0,990$                               |
| Temperaturas                     | $\leq 1$ % máx.                     | 0,99 - 1,01        | $\leq 1$ % máx.     | $\geq 0,998$                               |
| Presiones                        | $\leq 1$ % máx.                     | 0,99 - 1,01        | $\leq 1$ % máx.     | $\geq 0,998$                               |
| Equilibrio PM                    | $\leq 1$ % máx.                     | 0,99 - 1,01        | $\leq 1$ % máx.     | $\geq 0,998$                               |

### 9.2.1. Verificación de la linealidad

#### 9.2.1.1. Introducción

Se llevará a cabo una verificación de la linealidad para cada sistema de medición del cuadro 7. Se introducirán al menos diez valores de referencia, u otros valores que se especifiquen, en el sistema de medición, y los valores de medición se compararán con los valores de referencia mediante una regresión lineal de mínimos cuadrados con arreglo a la ecuación 11 del punto 7.8.7. Los límites máximos del cuadro 7 se refieren a los valores máximos esperados durante el ensayo.

#### 9.2.1.2. Requisitos generales

Los sistemas de medición se calentarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del instrumento. Los sistemas de medición se harán funcionar a sus temperaturas, presiones y caudales específicos.

#### 9.2.1.3. Procedimiento

La verificación de la linealidad se efectuará para cada gama de funcionamiento siguiendo los pasos siguientes:

- a) el instrumento se pondrá a cero introduciendo un gas cero. Para los analizadores de gas, se introducirá aire sintético purificado (o nitrógeno) directamente en el puerto del analizador;
- b) el instrumento se calibrará introduciendo un gas patrón. Para los analizadores de gas, se introducirá un gas patrón adecuado directamente en el puerto del analizador;
- c) se repetirá el procedimiento de puesta a cero descrito en la letra a);
- d) la verificación se establecerá introduciendo al menos diez valores de referencia (incluido el cero) que formen parte del intervalo que va del cero a los valores más altos esperados durante el ensayo de emisiones. Para los analizadores de gas, las concentraciones de gas conocidas con arreglo al punto 9.3.3.2 se introducirán directamente en el puerto del analizador;
- e) los valores de referencia se medirán con una frecuencia de registro mínima de 1 Hz y los valores medidos se registrarán durante 30 segundos;
- f) se utilizarán los valores medios aritméticos durante un periodo de 30 segundos para calcular los parámetros de la regresión lineal de mínimos cuadrados de acuerdo con la ecuación 11 del punto 7.8.7;
- g) los parámetros de la regresión lineal deberán cumplir los requisitos establecidos en el cuadro 7 del punto 9.2;
- h) se verificará de nuevo el valor cero y, si es preciso, se repetirá el procedimiento de verificación.

### 9.3. Medición de las emisiones gaseosas y sistema de muestreo

#### 9.3.1. Especificaciones del analizador

##### 9.3.1.1. Generalidades

Los analizadores deberán tener una gama de medición y un tiempo de respuesta adecuados para la exactitud requerida al medir las concentraciones de los componentes del gas de escape en condiciones de estado transitorio y continuo.

El nivel de compatibilidad electromagnética (EMC) del equipo deberá poder minimizar los errores adicionales.

##### 9.3.1.2. Exactitud

La exactitud, definida como la desviación de la lectura del analizador respecto del valor de referencia, se ajustará al límite de  $\pm 2\%$  de la lectura o de  $\pm 0,3\%$  del fondo de escala (el valor que sea mayor).

#### 9.3.1.3. Precisión

La precisión, definida como 2,5 veces la desviación típica de diez respuestas repetitivas a un determinado gas de calibración o gas patrón, no deberá ser superior al 1 % de la concentración del fondo de escala para cada intervalo utilizado superior a 155 ppm (o ppm C) o al 2 % de cada intervalo utilizado inferior a 155 ppm (o ppm C).

#### 9.3.1.4. Ruido

La respuesta de pico a pico del analizador al gas cero y al gas de calibración o gas patrón durante cualquier periodo de diez segundos no excederá del 2 % del fondo de escala en cada uno de los intervalos utilizados.

#### 9.3.1.5. Desviación del cero

El fabricante del instrumento especificará la desviación de la respuesta al cero.

#### 9.3.1.6. Desviación del punto final

El fabricante del instrumento especificará la desviación de la respuesta al punto final.

#### 9.3.1.7. Tiempo de subida

El tiempo de subida del analizador instalado en el sistema de medición no será superior a 2,5 segundos.

#### 9.3.1.8. Secado del gas

El gas de escape podrá medirse en base húmeda o seca. Si se utiliza, el dispositivo de secado del gas deberá tener un efecto mínimo en la composición de los gases medidos. Los secadores químicos no son un método aceptable de eliminación del agua de la muestra.

### 9.3.2. Analizadores de gas

#### 9.3.2.1. Introducción

En los puntos 9.3.2.2 a 9.2.3.7 se describen los principios de medición que deberán utilizarse. En el apéndice 2 del presente anexo se ofrece una descripción detallada de los sistemas de medición. Los gases que vayan a medirse deberán analizarse con los instrumentos indicados a continuación. En el caso de analizadores no lineales se permitirá el uso de circuitos de linealización.

#### 9.3.2.2. Análisis del monóxido de carbono (CO)

El analizador de monóxido de carbono será del tipo absorción de infrarrojo no dispersivo (NDIR).

#### 9.3.2.3. Análisis del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

El analizador de dióxido de carbono será del tipo absorción de infrarrojo no dispersivo (NDIR).

#### 9.3.2.4. Análisis de hidrocarburos (HC)

El analizador de hidrocarburos será del tipo detector de ionización de llama calentado (HFID), con el detector, las válvulas, los conductos, etc. calentados de tal manera que el gas se mantenga a una temperatura de  $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $190 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Como alternativa, para los motores alimentados con gas natural y los motores de encendido por chispa, el analizador de hidrocarburos podrá ser de tipo detector de ionización de llama (FID) sin calentar, en función del método utilizado (véase el apéndice 2 del presente anexo, punto A.2.1.3).

#### 9.3.2.5. Análisis de los hidrocarburos no metánicos (NMHC) y del metano (CH<sub>4</sub>)

Para la medición de la fracción de metano y de los hidrocarburos no metánicos se utilizará un separador de hidrocarburos no metánicos (NMC) calentado y dos FID, tal como se indica en el apéndice 2 del presente anexo, puntos A.2.1.4 y A.2.1.5. La concentración de los componentes se determinará conforme al punto 8.6.2.

#### 9.3.2.6. Análisis de los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)

Para la medición de los NO<sub>x</sub> se especifican dos instrumentos de medida; puede utilizarse cualquiera de ellos a condición de que cumpla los criterios establecidos en los puntos 9.3.2.6.1 o 9.3.2.6.2, respectivamente. Para la determinación de la equivalencia de otro procedimiento de medición conforme al punto 5.1.1, solo se permitirá el CLD.

#### 9.3.2.6.1. Detector quimioluminiscente (CLD)

Si la medición se efectúa en base seca, el analizador de óxidos de nitrógeno será del tipo detector quimioluminiscente (CLD) o detector quimioluminiscente calentado (HCLD), con un convertidor  $\text{NO}_2/\text{NO}$ . Si la medición se efectúa en base húmeda, se utilizará un HCLD con convertidor mantenido a una temperatura superior a 328 °K (55 °C), siempre que se compruebe el factor de extinción por el agua (véase el punto 9.3.9.2.2). Tanto con el CLD como con el HCLD, el circuito de muestreo se mantendrá a una temperatura de pared de 328 K a 473 K (55 °C a 200 °C) hasta el convertidor en el caso de la medición en base seca, y hasta el analizador en el caso de la medición en base húmeda.

#### 9.3.2.6.2. Detector de ultravioleta no dispersivo (NDUV)

Para medir la concentración de  $\text{NO}_x$  se utilizará un analizador de ultravioleta no dispersivo (NDUV). Si el analizador NDUV solo mide el  $\text{NO}$ , antes del mismo se colocará un convertidor  $\text{NO}_2/\text{NO}$ . Se mantendrá la temperatura del NDUV para evitar la condensación acuosa, excepto cuando se instale un secador de muestras antes del convertidor  $\text{NO}_2/\text{NO}$ , en caso de utilizarse, o antes del analizador.

#### 9.3.2.7. Medición de la relación aire/combustible

El equipo de medición de la relación aire/combustible utilizado para determinar el caudal de gas de escape según se especifica en el punto 8.4.1.6 será un sensor de la relación aire/combustible de gama amplia o un sensor lambda de tipo Zirconia. El sensor se instalará directamente en el tubo de escape, en un punto en el que la temperatura del gas de escape sea suficientemente elevada para eliminar la condensación de agua.

La exactitud del sensor con dispositivos electrónicos incorporados será de:

$\pm 3\%$  de la lectura para  $\lambda < 2$

$\pm 5\%$  de la lectura para  $2 \leq \lambda < 5$

$\pm 10\%$  de la lectura para  $5 \leq \lambda$

Para alcanzar la exactitud indicada, el sensor se calibrará de acuerdo con las instrucciones del fabricante del instrumento.

#### 9.3.3. Gases

Se respetará la vida útil de todos los gases.

##### 9.3.3.1. Gases puros

La pureza que deben tener los gases la determinan los límites de contaminación indicados a continuación. Deberá disponerse de los gases enumerados a continuación.

a) Para el gas de escape bruto

Nitrógeno purificado

(Contaminación  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm  $\text{CO}_2$ ,  $\leq 0,1$  ppm NO)

Oxígeno purificado

(Pureza  $> 99,5\%$  vol.  $\text{O}_2$ )

Mezcla hidrógeno-helio (combustible del quemador del FID)

( $40 \pm 1\%$  de hidrógeno, y el resto de helio)

(Contaminación  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 400$  ppm  $\text{CO}_2$ )

Aire sintético purificado

(Contaminación  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO)

(Contenido de oxígeno entre 18 % y 21 % vol.)

b) Para el gas de escape diluido (opcionalmente para el gas de escape bruto)

Nitrógeno purificado

(Contaminación  $\leq 0,05$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 10$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,02$  ppm NO)

Oxígeno purificado

(Pureza  $> 99,5$  % vol. O<sub>2</sub>)

Mezcla hidrógeno-helio (combustible del quemador del FID)

( $40 \pm 1$  % de hidrógeno, y el resto de helio)

(Contaminación  $\leq 0,05$  ppm C1,  $\leq 10$  ppm CO<sub>2</sub>)

Aire sintético purificado

(Contaminación  $\leq 0,05$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 10$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,02$  ppm NO)

(Contenido de oxígeno entre 20,5 % y 21,5 % vol.)

Si no se dispone de gas en botellas podrá utilizarse un purificador de gas a condición de demostrar que los niveles de contaminación son satisfactorios.

#### 9.3.3.2. Gas de calibración y gas patrón

Se dispondrá de mezclas de gases que posean las siguientes composiciones químicas, en su caso. Se permiten otras combinaciones de gases siempre que dichos gases no reaccionen entre sí. Deberá registrarse la fecha de caducidad de estos gases que indique el fabricante.

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> y aire sintético purificado (véase el punto 9.3.3.1);

CO y nitrógeno purificado;

NO y nitrógeno purificado;

NO<sub>2</sub> y aire sintético purificado;

CO<sub>2</sub> y nitrógeno purificado;

CH<sub>4</sub> y aire sintético purificado;

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> y aire sintético purificado.

La concentración real de un gas de calibración y de un gas patrón deberá encontrarse dentro de un margen de  $\pm 1$  % respecto al valor nominal y ser conforme a las normas nacionales e internacionales. Todas las concentraciones de gas de calibración se indicarán en función del volumen (porcentaje en volumen o ppm en volumen).

## 9.3.3.3. Separadores de gas

Los gases utilizados con fines de calibración y ajuste de la calibración pueden obtenerse también mediante separadores de gas (mezcladores de precisión), una dilución con N<sub>2</sub> o aire sintético purificado. La exactitud del separador de gas será tal que permita determinar la concentración de los gases de calibración mezclados con una exactitud de  $\pm 2\%$ . Esta exactitud implica que los gases primarios utilizados para la mezcla deben conocerse con una exactitud de al menos  $\pm 1\%$ , de acuerdo con las normas nacionales o internacionales sobre los gases. La verificación se realizará a un valor de entre el 15 % y el 50 % del fondo de escala para cada calibración que incorpore un separador de gas. Se podrá efectuar una verificación adicional utilizando otro gas de calibración si no ha dado resultado la primera verificación.

Otra posibilidad es verificar el mezclador con un instrumento que sea lineal por naturaleza, por ejemplo, utilizando gas NO con un detector quimioluminiscente. El fondo de escala del instrumento se ajustará con el gas patrón directamente conectado al mismo. El separador de gas se verificará en las posiciones de reglaje que se hayan utilizado y el valor nominal se comparará con la concentración medida del instrumento. La diferencia en cada punto deberá encontrarse en un margen de  $\pm 1\%$  respecto al valor nominal.

Para efectuar la verificación de linealidad con arreglo al punto 9.2.1, el separador de gas tendrá una exactitud de  $\pm 1\%$ .

## 9.3.3.4. Gases de verificación de la interferencia del oxígeno

Los gases de verificación de la interferencia del oxígeno son una mezcla de propano, oxígeno y nitrógeno. Incluirán propano con  $350 \text{ ppm C} \pm 75 \text{ ppm C}$  de hidrocarburos. El valor de concentración se determinará con arreglo a las tolerancias del gas de calibración mediante análisis cromatográfico del total de hidrocarburos más las impurezas o mediante mezcla dinámica. Las concentraciones de oxígeno requeridas para los ensayos de los motores de encendido por chispa y de encendido por compresión figuran en el cuadro 8 y el resto consistirá en nitrógeno purificado.

Cuadro 8

## Gases de verificación de la interferencia del oxígeno

| Tipo de motor                         | Concentración de O <sub>2</sub> (%) |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Encendido por compresión              | 21 (20 a 22)                        |
| Encendido por compresión y por chispa | 10 (9 a 11)                         |
| Encendido por compresión y por chispa | 5 (4 a 6)                           |
| Encendido por chispa                  | 0 (0 a 1)                           |

## 9.3.4. Ensayo de fuga

Se efectuará un ensayo de fuga del sistema. Se desconectará la sonda del sistema de escape y se obturará su extremidad. A continuación, se pondrá en marcha la bomba del analizador. Después de un periodo de estabilización inicial, en ausencia de fugas, todos los caudalímetros indicarán cero. En caso contrario, se verificarán los conductos de muestreo y se corregirá el defecto.

El índice de fuga máximo admisible en el lado del vacío será de un 0,5 % del índice del caudal utilizado en la porción del sistema que se está verificando. Los caudales del analizador y los caudales de derivación podrán utilizarse para estimar los caudales utilizados.

Otra posibilidad consiste en vaciar el sistema hasta una presión mínima de 20 kPa de vacío (80 kPa absoluta). Tras un periodo de estabilización inicial, el incremento de presión  $\Delta p$  (kPa/min) en el sistema no deberá superar el resultado siguiente:

$$\Delta p = p/V_s \times 0,005 \times q_{vs} \quad (71)$$

donde:

$V_s$  es el volumen del sistema, en l

$q_{vs}$  es el caudal del sistema, en l/min

Otro método consiste en introducir una variación escalonada en la concentración al principio de la línea de muestreo, pasando de gas cero a gas patrón. Si, con un analizador correctamente calibrado, al cabo de un periodo de tiempo adecuado el valor leído es  $\leq 99\%$  de la concentración introducida, es probable que haya un problema de fuga que debe corregirse.

### 9.3.5. Verificación del tiempo de respuesta del sistema analítico

Los reglajes del sistema para la evaluación del tiempo de respuesta serán exactamente los mismos que durante la medición en el periodo de ensayo (es decir, presión, caudales, reglajes de los filtros en los analizadores y todos los demás elementos que influyen en el tiempo de respuesta). El tiempo de respuesta se determinará cambiando el gas directamente en la entrada de la sonda de muestreo. El cambio de gas se realizará en menos de 0,1 segundos. Los gases utilizados en el ensayo darán lugar a un cambio de la concentración de un 60 % del fondo de escala, como mínimo.

Se registrará la curva de la concentración de cada uno de los componentes del gas. El tiempo de respuesta se define como el intervalo de tiempo que transcurre entre el cambio de gas y el cambio correspondiente de la concentración registrada. El tiempo de respuesta del sistema ( $t_{90}$ ) equivale al tiempo de retraso del detector de medición y el tiempo de subida del detector. Por tiempo de retraso se entiende el intervalo de tiempo que transcurre desde el cambio ( $t_0$ ) hasta que la respuesta alcance el 10 % de la lectura final ( $t_{10}$ ). Por tiempo de subida se entiende el que transcurre entre la respuesta al 10 % y al 90 % de la lectura final ( $t_{90} - t_{10}$ ).

Para la alineación del tiempo del analizador y las señales del caudal del gas de escape, se entenderá por tiempo de transformación el que transcurre desde el cambio ( $t_0$ ) hasta que la respuesta alcanza un 50 % de la lectura final ( $t_{50}$ ).

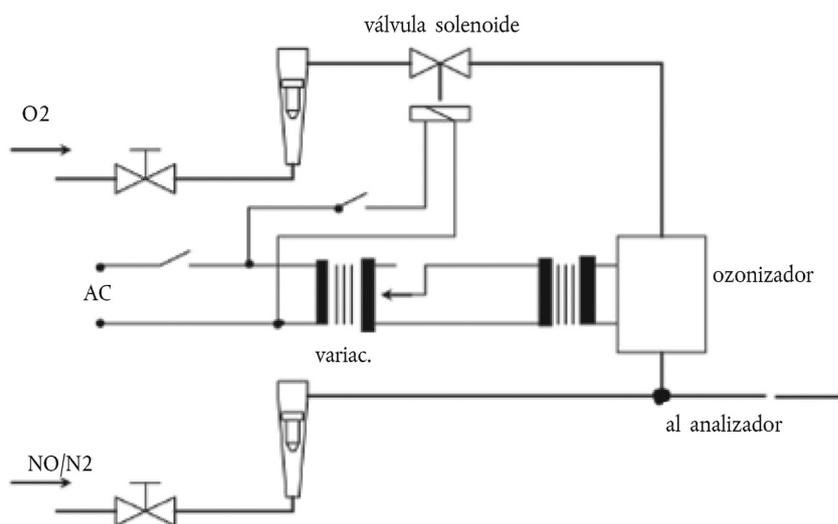
El tiempo de respuesta del sistema será  $\leq 10$  segundos, con un tiempo de subida  $\leq 2,5$  segundos, de acuerdo con lo dispuesto en el punto 9.3.1.7, para todos los componentes limitados (CO, NO<sub>x</sub>, HC o NMHC) y todos los intervalos utilizados. Si se utiliza un separador de hidrocarburos no metánicos para medir los hidrocarburos no metánicos, el tiempo de respuesta del sistema podrá ser superior a 10 segundos.

### 9.3.6. Eficiencia del convertidor de NO<sub>x</sub>

La eficiencia del convertidor utilizado para la conversión de NO<sub>2</sub> en NO deberá comprobarse como se indica en los puntos 9.3.6.1 a 9.3.6.8 (véase la figura 8).

Figura 8

Esquema del dispositivo de control de la eficiencia del convertidor de NO<sub>2</sub>



#### 9.3.6.1. Organización del ensayo

La eficiencia del convertidor podrá controlarse con un ozonizador, aplicando la organización ilustrada esquemáticamente en la figura 8 y el procedimiento descrito a continuación.

#### 9.3.6.2. Calibración

El CLD y el HCLD deberán calibrarse en el intervalo de funcionamiento más común, según las especificaciones del fabricante, utilizando gas cero y gas patrón (cuyo contenido de NO deberá equivaler aproximadamente a un 80 % del intervalo de funcionamiento y la concentración de NO<sub>2</sub> de la mezcla de gases será inferior al 5 % de la concentración de NO). El analizador de NO<sub>x</sub> deberá encontrarse en el modo NO, de manera que el gas patrón no pase por el convertidor. Se registrará la concentración indicada.

### 9.3.6.3. Cálculo

El porcentaje de eficiencia del convertidor se calculará de la manera siguiente:

$$E_{\text{NO}_x} = \left( 1 + \frac{a-b}{c-d} \right) \times 100 \quad (72)$$

donde:

*a* es la concentración de NO<sub>x</sub> de acuerdo con el punto 9.3.6.6

*b* es la concentración de NO<sub>x</sub> de acuerdo con el punto 9.3.6.7

*c* es la concentración de NO de acuerdo con el punto 9.3.6.4

*d* es la concentración de NO de acuerdo con el punto 9.3.6.5

### 9.3.6.4. Adición de oxígeno

Mediante un conector en T, se añadirá oxígeno o aire cero de manera continua al flujo de gas hasta que la concentración indicada sea aproximadamente un 20 % inferior a la concentración de calibración indicada en el punto 9.3.6.2 (el analizador se encuentra en el modo NO).

Se registrará la concentración indicada (*c*). El ozonizador se mantendrá desactivado durante todo el proceso.

### 9.3.6.5. Activación del ozonizador

Se activa el ozonizador con el fin de generar suficiente ozono para reducir la concentración de NO a aproximadamente un 20 % (mínimo 10 %) de la concentración de calibración indicada en el punto 9.3.6.2. Se registra la concentración (*d*) indicada (el analizador se encuentra en el modo NO).

### 9.3.6.6. Modo NO<sub>x</sub>

El analizador de NO se cambia entonces al modo NO<sub>x</sub>, de manera que la mezcla de gases (constituida por NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>) pase por el convertidor. Se registra la concentración (*a*) indicada (el analizador se encuentra en el modo NO<sub>x</sub>).

### 9.3.6.7. Desactivación del ozonizador

Se desactiva el ozonizador. La mezcla de gases descrita en el punto 9.3.6.6 pasa al detector a través del convertidor. Se registra la concentración (*b*) indicada (el analizador se encuentra en el modo NO<sub>x</sub>).

### 9.3.6.8. Modo NO

Tras el cambio al modo NO con el ozonizador desactivado, se interrumpe también el flujo de oxígeno o de aire sintético. La medida de NO<sub>x</sub> indicada por el analizador no debe diferir en más de ± 5 % del valor medido con arreglo al punto 9.3.6.2 (el analizador se encuentra en el modo NO).

### 9.3.6.9. Intervalo de ensayo

Se verificará la eficiencia del convertidor al menos una vez al mes.

### 9.3.6.10. Requisito de eficiencia

La eficiencia del convertidor  $E_{\text{NO}_x}$  deberá ser inferior al 95 %.

Si, estando el analizador en el intervalo más común, el ozonizador no logra una reducción del 80 % al 20 % según lo indicado en el punto 9.3.6.5, se utilizará el intervalo más alto que permita esa reducción.

## 9.3.7. Ajuste del FID

### 9.3.7.1. Optimización de la respuesta del detector

El FID deberá ajustarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante del instrumento. Se utilizará un gas patrón de propano en aire para optimizar la respuesta en el intervalo de funcionamiento más común.

Tras seleccionar el caudal de combustible y de aire que recomiende el fabricante, se introducirá en el analizador un gas patrón de  $350 \pm 75$  ppm C. La respuesta a un determinado caudal de combustible se determinará a partir de la diferencia entre la respuesta del gas patrón y la respuesta del gas cero. El caudal de combustible deberá ajustarse de modo incremental por encima y por debajo del valor especificado por el fabricante. Se registrarán las respuestas del gas patrón y del gas cero con esos caudales de combustible. Se representará gráficamente la diferencia entre la respuesta del gas patrón y la respuesta del gas cero y el caudal de combustible se ajustará al lado rico de la curva. Este es el ajuste inicial del caudal, que quizás deba ser optimizado posteriormente en función de los resultados de los factores de respuesta a los hidrocarburos y de la verificación de la interferencia del oxígeno con arreglo a lo dispuesto en los puntos 9.3.7.2 y 9.3.7.3. Si la interferencia del oxígeno o los factores de respuesta a los hidrocarburos no se ajustan a las prescripciones siguientes, el caudal de aire se ajustará de modo incremental por encima y por debajo del valor especificado por el fabricante, y se repetirán los puntos 9.3.7.2 y 9.3.7.3 para cada caudal.

La optimización también podrá llevarse a cabo siguiendo los procedimientos descritos en el documento SAE n° 770141.

#### 9.3.7.2. Factores de respuesta a los hidrocarburos

Se efectuará una verificación de la linealidad del analizador utilizando propano en aire y aire sintético purificado, tal como se indica en el punto 9.2.1.3.

Los factores de respuesta se determinarán cuando se ponga en servicio un analizador y después de largos periodos de servicio. El factor de respuesta ( $r_h$ ) para un tipo de hidrocarburo particular es la relación entre el valor leído de C1 del FID y la concentración de gas en el cilindro, expresada en ppm C1.

Se utilizará la concentración del gas de ensayo que proporcione una respuesta de aproximadamente un 80 % del fondo de escala. La concentración deberá conocerse con una precisión de  $\pm 2$  % en relación con un patrón gravimétrico expresado en volumen. Asimismo, el cilindro de gas se acondicionará previamente durante veinticuatro horas a una temperatura de  $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ).

Los gases de ensayo que deberán utilizarse y los correspondientes intervalos del factor de respuesta son los siguientes:

- a) metano y aire sintético purificado  $1,00 \leq r_h \leq 1,15$ ;
- b) propileno y aire sintético purificado  $0,90 \leq r_h \leq 1,1$ ;
- c) tolueno y aire sintético purificado  $0,90 \leq r_h \leq 1,1$ .

Estos valores corresponden a un  $r_h$  de 1 para el propano y el aire sintético purificado.

#### 9.3.7.3. Comprobación de la interferencia del oxígeno

Solo para los analizadores de gas de escape bruto, el control de la interferencia del oxígeno se efectuará cuando se ponga en servicio un analizador, y tras largos periodos de servicio.

Se escogerá un intervalo de medición en el que los gases de comprobación de la interferencia del oxígeno caigan en el 50 % superior. La prueba se realizará con el horno a la temperatura necesaria. Las especificaciones del gas de control de la interferencia del oxígeno figuran en el punto 9.3.3.4.

- a) Se pondrá a cero el analizador.
- b) Se calibrará el analizador con la mezcla de 0 % de oxígeno para motores de encendido por chispa. Los instrumentos del motor de encendido por chispa se calibrarán con una mezcla de 21 % de oxígeno.
- c) Se volverá a comprobar la respuesta cero. Si ha cambiado en más de un 0,5 % del fondo de escala, se repetirán los pasos a) y b) del presente punto.
- d) Se introducirán los gases de comprobación del 5 % y el 10 % de interferencia del oxígeno.
- e) Se volverá a comprobar la respuesta cero. Si ha cambiado en más de  $\pm 1$  % del fondo de escala, se repetirá el ensayo.

f) Se calculará la interferencia del oxígeno  $E_{O_2}$  para cada mezcla de la letra d) de la manera siguiente:

$$E_{O_2} = (c_{\text{ref,d}} - c) \times 100 / c_{\text{ref,d}} \quad (73)$$

y la respuesta del analizador es

$$c = \frac{c_{\text{ref,b}} \times c_{\text{FS,b}}}{c_{\text{m,b}}} \times \frac{c_{\text{m,d}}}{c_{\text{FS,d}}} \quad (74)$$

donde:

$c_{\text{ref,b}}$  es la concentración de referencia de los HC en el paso b), en ppm C

$c_{\text{ref,d}}$  es la concentración de referencia de los HC en el paso d), en ppm C

$c_{\text{FS,b}}$  es la concentración del fondo de escala de los HC en el paso b), en ppm C

$c_{\text{FS,d}}$  es la concentración del fondo de escala de los HC en el paso d), en ppm C

$c_{\text{m,b}}$  es la concentración medida de los HC en el paso b), en ppm C

$c_{\text{m,d}}$  es la concentración medida de los HC en el paso d), en ppm C

g) La interferencia del oxígeno  $E_{O_2}$  será inferior a  $\pm 1,5\%$  en todos los gases de control de la interferencia del oxígeno requeridos antes del ensayo.

h) Si la interferencia del oxígeno  $E_{O_2}$  es superior a  $\pm 1,5\%$ , podrán adoptarse medidas correctoras ajustando de manera incremental el caudal de aire, así como el caudal de combustible y el caudal de muestreo, por encima y por debajo de las especificaciones del fabricante.

i) La interferencia del oxígeno se comprobará para cada nuevo reglaje.

### 9.3.8. Eficiencia del separador de hidrocarburos no metánicos (NMC)

El NMC se utiliza para eliminar los hidrocarburos no metánicos del gas de muestreo mediante oxidación de todos los hidrocarburos excepto el metano. Idealmente, la conversión es del 0 % para el metano y del 100 % para el resto de hidrocarburos representados por el etano. Para medir con precisión los NMHC, será preciso determinar las dos eficiencias y utilizarlas para calcular el caudal másico de emisión de NMHC (véase el punto 8.6.2).

#### 9.3.8.1. Eficiencia del metano

Se hará circular gas de calibración de metano por el FID, en derivación y por el NMC, y se registrarán las dos concentraciones. La eficiencia se determinará de la manera siguiente:

$$E_M = 1 - \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}}}{c_{\text{HC(w/o NMC)}}} \quad (75)$$

donde:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  es la concentración de HC con  $\text{CH}_4$  pasando por el NMC, en ppm C

$c_{\text{HC(w/o NMC)}}$  es la concentración de HC con  $\text{CH}_4$  en derivación, sin pasar por el NMC, en ppm C

#### 9.3.8.2. Eficiencia del etano

Se hará circular gas de calibración de etano por el FID, en derivación y pasando por el NMC, y se registrarán las dos concentraciones. La eficiencia se determinará de la manera siguiente:

$$E_E = 1 - \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}}}{c_{\text{HC(w/o NMC)}}} \quad (76)$$

donde:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  es la concentración de HC con  $\text{C}_2\text{H}_6$  pasando por el NMC, en ppm C

$c_{\text{HC(w/o NMC)}}$  es la concentración de HC con  $\text{C}_2\text{H}_6$  en derivación, sin pasar por el NMC, en ppm C

### 9.3.9. Efectos interferentes

Otros gases, aparte del que se analiza, pueden interferir en la lectura de diversas maneras. En los analizadores NDIR se produce una interferencia positiva cuando el gas interferente provoca el mismo efecto que el gas que se está midiendo, pero en menor grado. Se produce una interferencia negativa en los analizadores NDIR cuando el gas interferente ensancha la banda de absorción del gas medido, y en los analizadores CLD, cuando el gas interferente provoca la extinción de la reacción. Los ensayos de interferencia descritos en los puntos 9.3.9.1 y 9.3.9.3 se efectuarán antes de utilizar por primera vez un analizador y tras un largo periodo de servicio.

#### 9.3.9.1. Control de la interferencia en el analizador de CO

El agua y el  $\text{CO}_2$  pueden interferir en el funcionamiento del analizador de CO. En consecuencia, se tomará gas patrón de  $\text{CO}_2$  con una concentración del 80 % al 100 % del fondo de escala del intervalo de funcionamiento máximo utilizado durante el ensayo, se hará borbotear dicho gas en agua a temperatura ambiente y se registrará la respuesta del analizador. Esta no superará el 2 % de la concentración media de CO esperada durante el ensayo.

Los procedimientos de control de la interferencia del  $\text{CO}_2$  y del  $\text{H}_2\text{O}$  también podrán ejecutarse por separado. Si los niveles de  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  utilizados son superiores a los máximos previstos durante el ensayo, cada valor de la interferencia observado se reducirá multiplicando la interferencia observada por el cociente del valor esperado de la concentración máxima y del valor efectivo utilizado durante dicho procedimiento. Podrán aplicarse procedimientos de interacción distintos a concentraciones de  $\text{H}_2\text{O}$  inferiores a los niveles máximos esperados durante el ensayo, pero el valor de la interferencia del  $\text{H}_2\text{O}$  observado se aumentará multiplicando la interferencia observada por el cociente del valor esperado de la concentración máxima de  $\text{H}_2\text{O}$  y del valor efectivo utilizado durante dicho procedimiento. La suma de los dos valores de la interferencia así corregidos respetará la tolerancia especificada en el presente punto.

#### 9.3.9.2. Controles de los efectos de extinción de los analizadores de $\text{NO}_x$ en lo referente a los analizadores CLD

Los dos gases en cuestión, en el caso de los analizadores CLD (y HCLD) son el  $\text{CO}_2$  y el vapor de agua. Dichos gases provocan efectos de extinción proporcionales a sus concentraciones, de modo que se precisan técnicas de ensayo para determinar la extinción a las concentraciones máximas que se alcanzaron durante el ensayo. Si el analizador CLD utiliza algoritmos de compensación de los efectos de extinción que utilizan instrumentos de medición del  $\text{H}_2\text{O}$  y/o del  $\text{CO}_2$ , el efecto de extinción será evaluado con dichos instrumentos en funcionamiento y aplicando los algoritmos de compensación.

##### 9.3.9.2.1. Control del efecto de extinción del $\text{CO}_2$

Se hará pasar por el analizador NDIR un gas patrón de  $\text{CO}_2$  con una concentración del 80 % al 100 % del fondo de escala del intervalo de funcionamiento máximo y el valor del  $\text{CO}_2$  se registrará como A. A continuación se diluirá aproximadamente al 50 % con gas patrón de NO y se hará pasar por los analizadores NDIR y CLD y se registrarán los valores del  $\text{CO}_2$  y del NO como B y C respectivamente. Por último, se interrumpirá el paso del  $\text{CO}_2$ , por lo que solo se hará pasar el gas patrón de NO por el analizador (H)CLD, y se registrará el valor de NO como valor D.

La extinción expresada en porcentaje se calculará de la manera siguiente:

$$E_{\text{CO}_2} = \left[ 1 - \left( \frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100 \quad (77)$$

donde:

A es la concentración de  $\text{CO}_2$  no diluido medida con el NDIR, en %

B es la concentración de  $\text{CO}_2$  diluido medida con el NDIR, en %

C es la concentración de NO diluido medida con el (H)CLD, en ppm

D es la concentración de NO no diluido medida con el (H)CLD, en ppm

Podrán utilizarse otros métodos para diluir y cuantificar los valores de los gases patrón de  $\text{CO}_2$  y NO, por ejemplo, el mezclado dinámico, previa aprobación por la autoridad de homologación de tipo.

## 9.3.9.2.2. Control del efecto de extinción del agua

Este control se aplica exclusivamente a las mediciones de concentraciones de gas en base húmeda. El cálculo del efecto de extinción del agua debe tener en cuenta la dilución del gas patrón de NO con vapor de agua y la adaptación de la concentración de vapor de agua de la mezcla a la esperada durante el ensayo.

Se hará pasar por el analizador (H)CLD un gas patrón de NO con una concentración de entre el 80 % y el 100 % del fondo de escala del intervalo de funcionamiento normal y el valor de NO se registrará como *D*. A continuación, el gas patrón de NO se hará borbotear en agua a temperatura ambiente y se hará pasar por el analizador (H)CLD y se registrará el valor de NO como valor *C*. Se determinará la temperatura del agua y se registrará como *F*. Se determinará la presión de vapor de saturación de la mezcla correspondiente a la temperatura (*F*) del agua borboteante y se registrará como *G*.

La concentración de vapor de agua (en %) de la mezcla se calculará de la manera siguiente:

$$H = 100 \times (G/p_b) \quad (78)$$

y se registrará como *H*. La concentración del gas patrón de NO diluido (en vapor de agua) que se espera alcanzar se calculará de la manera siguiente:

$$D_e = D \times (1 - H/100) \quad (79)$$

y se registrará como *D<sub>e</sub>*. Se estimará la máxima concentración de vapor de agua del gas de escape (en %) que se espera obtener durante el ensayo a partir de la máxima concentración de CO<sub>2</sub> del gas de escape *A* de la manera siguiente:

$$H_m = \alpha/2 \times A \quad (80)$$

y se registrará como *H<sub>m</sub>*.

El porcentaje de extinción por el agua se calculará de la manera siguiente:

$$E_{H_2O} = 100 \times ((D_e - C)/D_e) \times (H_m/H) \quad (81)$$

donde:

*D<sub>e</sub>* es la concentración esperada de NO diluido, en ppm

*C* es la concentración medida de NO diluido, en ppm

*H<sub>m</sub>* es la concentración máxima de vapor de agua, en %,

*H* es la concentración real de vapor de agua, en %

## 9.3.9.2.3. Extinción máxima admitida

La extinción combinada del CO<sub>2</sub> y del agua no superará el 2 % del fondo de escala.

9.3.9.3. Control de los efectos de extinción de los analizadores de NO<sub>x</sub> en lo referente a los analizadores NDUV

Los hidrocarburos y el H<sub>2</sub>O pueden interferir positivamente con un analizador NDUV causando una respuesta similar a los NO<sub>x</sub>. Si el analizador NDUV utiliza algoritmos de compensación que emplean mediciones de otros gases para superar esta comprobación de la interferencia, dichas mediciones se efectuarán simultáneamente para verificar los algoritmos durante la comprobación de la interferencia del analizador.

## 9.3.9.3.1. Procedimiento

El analizador NDUV será puesto en marcha, se hará funcionar, será puesto a cero y se calibrará con arreglo a las instrucciones del fabricante del instrumento. Se recomienda extraer gas de escape del motor para realizar esta comprobación. Se utilizará un CLD para cuantificar los NO<sub>x</sub> del gas de escape. La respuesta del CLD se empleará como valor de referencia. Asimismo, se medirán los HC del gas de escape con un analizador FID. La respuesta del FID se empleará como valor de referencia de los hidrocarburos.

El gas de escape se introducirá en el analizador NDUV antes de cualquier secador de muestras, en caso de que se utilicen durante el ensayo. Se esperará a que la respuesta del analizador se estabilice. El tiempo necesario para la estabilización podrá incluir tiempo para purgar el conducto de transferencia y el tiempo de respuesta del analizador. Mientras que todos los analizadores miden la concentración de la muestra, se registrarán 30 segundos de datos y se calcularán las medias aritméticas correspondientes a los tres analizadores.

El valor medio del CLD se restará del valor medio del NDUV. La diferencia se multiplicará por el cociente de la concentración media esperada de HC y la concentración de HC medida durante la verificación con arreglo a la ecuación siguiente:

$$E_{\text{HC}/\text{H}_2\text{O}} = (c_{\text{NO}_x,\text{CLD}} - c_{\text{NO}_x,\text{NDUV}}) \times \left( \frac{c_{\text{HC},e}}{c_{\text{HC},m}} \right) \quad (82)$$

donde:

$c_{\text{NO}_x,\text{CLD}}$  es la concentración de  $\text{NO}_x$  medida con el CLD, en ppm

$c_{\text{NO}_x,\text{NDUV}}$  es la concentración de  $\text{NO}_x$  medida con el NDUV, en ppm

$c_{\text{HC},e}$  es la concentración máxima esperada de HC, en ppm

$c_{\text{HC},m}$  es la concentración medida de HC, en ppm

#### 9.3.9.3.2. Extinción máxima admitida

La extinción combinada de los HC y del agua no superará el 2 % de la concentración de  $\text{NO}_x$  esperada durante el ensayo.

#### 9.3.9.4. Secador de muestras

Los secadores de muestras eliminan el agua, que puede interferir con las mediciones de  $\text{NO}_x$ .

##### 9.3.9.4.1. Eficiencia del secador de muestras

Para los analizadores CLD en base seca, se demostrará que con la concentración de vapor de agua esperada  $H_m$  más alta (véase el punto 9.3.9.2.2), el secador de muestras mantiene la humedad del analizador CLD  $\leq 5$  g de agua/kg de aire seco (o aproximadamente 0,008 % de  $\text{H}_2\text{O}$ ), lo que equivale a un 100 % de humedad relativa a 3,9 °C y 101,3 kPa. Esta especificación de humedad es también equivalente a aproximadamente un 25 % de la humedad relativa a 25 °C y 101,3 kPa. Esto podrá demostrarse midiendo la temperatura en la salida de un deshumidificador térmico, o midiendo la humedad en un punto situado justo antes del analizador CLD. Puede medirse también la humedad del gas de escape en el analizador CLD si por este último solamente pasa el flujo procedente del deshumidificador.

##### 9.3.9.4.2. Penetración de $\text{NO}_2$ en el secador de muestras

El agua en estado líquido que quede en un secador de muestras mal diseñado puede eliminar el  $\text{NO}_2$  de la muestra. Si se utiliza un secador de muestras con un analizador NDUV sin un convertidor  $\text{NO}_2/\text{NO}$  situado antes, podría eliminar el  $\text{NO}_2$  de la muestra antes de la medición de los  $\text{NO}_x$ .

El secador de muestras permitirá medir al menos un 95 % del total de  $\text{NO}_2$  a la concentración máxima esperada de  $\text{NO}_2$ .

#### 9.3.10. Muestreo de las emisiones gaseosas brutas, en su caso

Las sondas de muestreo de emisiones gaseosas se introducirán a una profundidad mínima de 0,5 m o tres veces el diámetro del tubo de escape (el valor que sea más elevado) antes del punto de salida del sistema de escape, pero lo suficientemente cerca del motor como para garantizar que el gas de escape se mantiene a una temperatura de al menos 343 K (70 °C) en la sonda.

En el caso de los motores multicilíndricos cuyo colector de escape esté ramificado, la entrada de la sonda estará situada suficientemente lejos de la ramificación como para garantizar que la muestra obtenida sea representativa del promedio de emisiones de escape de todos los cilindros. En el caso de los motores multicilíndricos con grupos de colectores distintos, como los «motores en V», se recomienda combinar los colectores antes de la sonda de muestreo. Si esta solución no fuera práctica, se permitirá tomar una muestra del grupo que presenta la mayor emisión de  $\text{CO}_2$ . Para calcular las emisiones de escape deberá utilizarse el caudal másico total del gas de escape.

Si el motor está equipado con un sistema de postratamiento del gas de escape, la muestra del gas de escape se tomará después de dicho sistema.

#### 9.3.11. Muestreo de las emisiones gaseosas diluidas, en su caso

El tubo de escape situado entre el motor y el sistema de dilución de flujo total deberá cumplir los requisitos establecidos en el apéndice 2 del presente anexo. La(s) sonda(s) de muestreo de emisiones gaseosas se instalará(n) en el túnel de dilución, en un punto muy próximo a la sonda de muestreo de partículas, en el que el diluyente y el gas de escape estén bien mezclados.

Generalmente, el muestreo puede efectuarse de dos maneras:

- a) las emisiones se recogen en una bolsa de muestreo durante el ciclo y se miden tras finalizar el ensayo; para los HC, la bolsa de muestreo se calentará a  $464\text{ K} \pm 11\text{ K}$  ( $191\text{ °C} \pm 11\text{ °C}$ ), y para los  $\text{NO}_x$ , la temperatura de la bolsa de muestreo será superior a la temperatura del punto de condensación;
- b) las emisiones se muestrean de forma continua y se integran a lo largo del ciclo.

La concentración de fondo se determinará antes del túnel de dilución conforme a lo dispuesto en a) o b), y se restará de la concentración de emisiones de acuerdo al punto 8.5.2.3.2.

#### 9.4. Medición de las partículas y sistema de muestreo

##### 9.4.1. Especificaciones generales

Para determinar la masa de las partículas se precisa un sistema de muestreo y dilución de partículas, filtros de muestreo de partículas, una balanza de precisión micrográmic y una cámara de pesaje con control de la temperatura y la humedad. El sistema de muestreo de partículas estará diseñado de manera que se obtenga una muestra representativa de las partículas proporcional al caudal del gas de escape.

##### 9.4.2. Requisitos generales del sistema de dilución

Para determinar las partículas es preciso diluir la muestra con aire ambiente filtrado, aire sintético o nitrógeno (el diluyente). El sistema de dilución reunirá las condiciones siguientes:

- a) eliminar por completo la condensación de agua en los sistemas de dilución y de muestreo;
- b) mantener la temperatura del gas de escape diluido entre  $315\text{ K}$  ( $42\text{ °C}$ ) y  $325\text{ K}$  ( $52\text{ °C}$ ) en los 20 cm situados antes o después de los portafiltros;
- c) la temperatura del diluyente se situará entre  $293\text{ K}$  y  $315\text{ K}$  ( $20\text{ °C}$  a  $42\text{ °C}$ ) muy cerca de la entrada del túnel de dilución;
- d) la relación de dilución mínima se situará entre 5:1 y 7:1 y será como mínimo de 2:1 en el caso de la fase de dilución primaria basándose en el caudal máximo de gas de escape del motor;
- e) en el caso de un sistema de dilución de flujo parcial, el tiempo de estancia en el sistema desde el punto de introducción del diluyente hasta el portafiltro o los portafiltros se situará entre 0,5 segundos y 5 segundos;
- f) en el caso de un sistema de dilución de flujo total, el tiempo total de estancia en el sistema desde el punto de introducción del diluyente hasta el portafiltro o los portafiltros se situará entre 1 segundo y 5 segundos y el tiempo de estancia en el sistema de dilución secundario, en caso de utilizarse, será de un mínimo de 0,5 segundos desde el punto de introducción del diluyente secundario hasta el portafiltro o los portafiltros.

Se permite la deshumidificación del diluyente antes de que penetre en el sistema de dilución, lo que resulta especialmente útil si la humedad del diluyente es elevada.

### 9.4.3. Muestreo de partículas

#### 9.4.3.1. Sistema de dilución de flujo parcial

La sonda de muestreo de partículas se instalará muy cerca de la sonda de muestreo de las emisiones gaseosas, pero a una distancia suficiente para no provocar interferencias. Por consiguiente, también serán aplicables al muestreo de partículas las disposiciones del punto 9.3.10. La línea de muestreo deberá cumplir los requisitos establecidos en el apéndice 2 del presente anexo.

En el caso de los motores multicilíndricos cuyo colector de escape esté ramificado, la entrada de la sonda estará situada suficientemente lejos de la ramificación como para garantizar que la muestra obtenida sea representativa del promedio de emisiones de escape de todos los cilindros. En el caso de los motores multicilíndricos con grupos de colectores distintos, como los «motores en V», se recomienda combinar los colectores antes de la sonda de muestreo. Si esta solución no fuera práctica, se permitirá tomar una muestra del grupo que presente la mayor emisión de partículas. Para calcular las emisiones de escape se utilizará el caudal másico de escape total del colector de admisión.

#### 9.4.3.2. Sistema de dilución de flujo total

La sonda de muestreo de partículas se instalará muy cerca de la sonda de muestreo de emisiones gaseosas, pero a una distancia suficiente para no provocar interferencias en el túnel de dilución. Por consiguiente, también serán aplicables al muestreo de partículas las disposiciones del punto 9.3.11. La línea de muestreo deberá cumplir los requisitos establecidos en el apéndice 2 del presente anexo.

### 9.4.4. Filtros de muestreo de partículas

El filtro utilizado para el muestreo del gas de escape diluido deberá cumplir los requisitos establecidos en los puntos 9.4.4.1 a 9.4.4.3 durante la secuencia de ensayo.

#### 9.4.4.1. Características de los filtros

Todos los tipos de filtros deberán tener una eficiencia de recogida de DOP (ftalato de dioctilo) o PAO (polialfaolefina) de  $0,3 \mu\text{m}$  de al menos un 99 %. Las mediciones del fabricante del filtro de muestreo reflejadas en su producto podrán utilizarse para mostrar este requisito. El material filtrante será:

a) fluorocarburo (PTFE) revestido de fibra de vidrio, o bien

b) membrana de fluorocarburo (PTFE).

#### 9.4.4.2. Tamaño del filtro

El filtro será circular, con un diámetro nominal de 47 mm (tolerancia de  $46,50 \text{ mm} \pm 0,6 \text{ mm}$ ) y un diámetro expuesto (diámetro de la superficie filtrante) de al menos 38 mm.

#### 9.4.4.3. Velocidad de entrada en el filtro

La velocidad de entrada en el filtro se situará entre 0,90 m/s y 1,00 m/s; menos del 5 % de los valores del flujo registrados podrán superar este rango. Si la masa total de las partículas en el filtro supera los 400  $\mu\text{g}$ , la velocidad de entrada en el filtro podrá reducirse a 0,50 m/s. La velocidad de entrada se calculará dividiendo el caudal volumétrico de la muestra a la presión previa al filtro y la temperatura de la superficie del mismo por la superficie expuesta de este.

### 9.4.5. Características de la cámara de pesaje y de la balanza analítica

El aire ambiente de la cámara (o de la sala) deberá estar libre de contaminantes ambientales (por ejemplo, polvo, aerosoles o materia semivolátil) que puedan contaminar los filtros de partículas. La cámara de pesaje deberá cumplir las especificaciones establecidas al menos durante los 60 min previos al pesaje de los filtros.

#### 9.4.5.1. Características de la cámara de pesaje

La temperatura de la cámara (o sala) en la que se acondicionan y pesan los filtros de partículas deberá mantenerse a  $295 \text{ K} \pm 1 \text{ K}$  ( $22 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ ) durante todo el proceso de acondicionamiento y pesaje de los filtros. La humedad deberá mantenerse en un punto de condensación de  $282,5 \text{ K} \pm 1 \text{ K}$  ( $9,5 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ ).

Si el medio ambiente de estabilización y el de pesaje son distintos, la temperatura del medio ambiente de estabilización se mantendrá a una tolerancia de  $295\text{ K} \pm 3\text{ K}$  ( $22\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ ), pero el requisito relativo al punto de condensación permanecerá en  $282,5\text{ K} \pm 1\text{ K}$  ( $9,5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ ).

Se registrarán la humedad y la temperatura ambiente.

#### 9.4.5.2. Pesaje del filtro de referencia

En las doce horas siguientes al pesaje del filtro de muestreo, aunque es preferible hacerlo al mismo tiempo, se pesarán al menos dos filtros de referencia sin usar. Estos filtros serán del mismo material que los filtros de muestreo. Se aplicará la corrección de la flotabilidad a los resultados del pesaje.

Si el peso de cualquiera de los filtros de referencia cambia entre distintos pesajes del filtro de muestreo en más de  $10\text{ }\mu\text{g}$ , se desecharán todos los filtros de muestreo y se repetirá el ensayo de emisiones.

Los filtros de referencia se sustituirán periódicamente basándose en criterios técnicos bien fundamentados y, en todo caso, al menos una vez al año.

#### 9.4.5.3. Balanza analítica

La balanza analítica utilizada para determinar el peso del filtro deberá cumplir el criterio de verificación de la linealidad establecido en el cuadro 7 del punto 9.2. Ello implica una precisión (desviación típica) mínima de  $2\text{ }\mu\text{g}$  y una resolución mínima de  $1\text{ }\mu\text{g}$  (1 dígito =  $1\text{ }\mu\text{g}$ ).

Para garantizar la precisión del pesaje de los filtros, se recomienda adoptar las medidas siguientes:

- a) instalar la balanza en una plataforma que la aisle del ruido exterior y de la vibración;
- b) proteger la balanza de las corrientes de aire convectivas con una pantalla antiestática conectada a tierra.

#### 9.4.5.4. Eliminación de los efectos de la electricidad estática

El filtro se neutralizará antes del pesaje, por ejemplo, con un neutralizador de polonio o un dispositivo de efecto similar. Si se utiliza un filtro con membrana de PTFE, se medirá la electricidad estática; se recomienda que esta sea neutra y se sitúe dentro de  $\pm 2,0\text{ V}$ .  $q_{medf}$

La carga de electricidad estática se reducirá al mínimo en el entorno de la balanza. Para ello, se describen estos posibles métodos:

- a) la balanza estará conectada a tierra;
- b) se utilizarán pinzas de acero inoxidable si las muestras de partículas son manipuladas manualmente;
- c) las pinzas estarán conectadas a tierra con una tira para conexión a masa, o el operador llevará una de tales tiras que comparta una puesta a masa común con la balanza. Las tiras para conexión a masa contarán con una resistencia adecuada para proteger a los operarios de los choques eléctricos accidentales.

#### 9.4.5.5. Especificaciones adicionales

Todos los elementos del sistema de dilución y del sistema de muestreo, desde el tubo de escape hasta el portafiltros, que estén en contacto con gas de escape bruto y diluido, deberán estar diseñados de tal modo que se reduzca al mínimo la deposición o alteración de las partículas. Todos los elementos estarán fabricados con materiales conductores de electricidad que no reaccionen con los componentes del gas de escape, y estarán conectados a tierra para evitar efectos electrostáticos.

#### 9.4.5.6. Calibración de los instrumentos de medición del caudal

Cada caudalímetro utilizado en un muestreo de partículas y un sistema de dilución de flujo parcial será sometido a una verificación de la linealidad, tal como se describe en el punto 9.2.1, con la frecuencia necesaria para satisfacer los requisitos de exactitud del presente Reglamento. Para los valores de referencia del caudal, se utilizará un caudalímetro preciso, con arreglo a las normas internacionales y/o nacionales. En el punto 9.4.6.2 se ofrecen los detalles relativos a la calibración para la medición diferencial del caudal.

#### 9.4.6. Requisitos especiales para los sistemas de dilución de flujo parcial

El sistema de dilución de flujo parcial deberá estar diseñado de tal manera que permita tomar una muestra proporcional del gas de escape bruto en el flujo de escape del motor, respondiendo así a las variaciones en el caudal de escape. Para ello, es esencial determinar la relación de dilución o la relación de muestreo  $r_d$  o  $r_s$  de forma que se respeten los criterios de exactitud establecidos en el punto 9.4.6.2.

##### 9.4.6.1. Tiempo de respuesta del sistema

Para controlar el sistema de dilución de flujo parcial es necesaria una respuesta rápida del sistema. El tiempo de transformación del sistema se determinará mediante el procedimiento descrito en el punto 9.4.6.6. Si el tiempo combinado de transformación de la medición del caudal de escape (véase el punto 8.4.1.2) y del sistema de flujo parcial es  $\leq 0,3$  segundos, podrá utilizarse el control en línea. Si el tiempo de transformación es superior a 0,3 segundos, se utilizará un control previo basado en un periodo de ensayo pregrabado. En ese caso, el tiempo combinado de subida será  $\leq 1$  segundo y el tiempo de retraso combinado,  $\leq 10$  segundos.

La respuesta total del sistema estará determinada de manera que se obtenga una muestra representativa de las partículas,  $q_{mp,i}$  proporcional al caudal másico de las emisiones de escape. Para determinar la proporcionalidad, se realizará un análisis de regresión de  $q_{mp,i}$  en relación con  $q_{mew,i}$  a una frecuencia mínima de adquisición de datos de 5 Hz y se cumplirán los criterios siguientes:

- el coeficiente de determinación  $r^2$  de la regresión lineal entre  $q_{mp,i}$  y  $q_{mew,i}$  no será inferior a 0,95;
- el error típico de estimación de  $q_{mp,i}$  sobre  $q_{mew,i}$  no será superior al 5 % del valor máximo de  $q_{mp}$ ;
- la intersección de la línea de regresión con  $q_{mp}$  no será superior a  $\pm 2$  % del valor máximo de  $q_{mp}$ .

Se requiere un control previo si los tiempos de transformación combinados del sistema de muestreo de partículas,  $t_{50,P}$  y de la señal del caudal másico del gas de escape,  $t_{50,F}$ , son  $> 0,3$  segundos. En ese caso, se realizará un ensayo previo y se utilizará la señal del caudal másico de escape de dicho ensayo para controlar el caudal de muestreo que entra en el sistema de muestreo de partículas. Se consigue un control correcto del sistema de dilución de flujo parcial si la curva del tiempo del valor de  $q_{mew,pre}$  del ensayo previo, que controla el valor de  $q_{mp}$ , es desplazada un tiempo «anticipado» de  $t_{50,P} + t_{50,F}$ .

Para establecer la correlación entre  $q_{mp,i}$  y  $q_{mew,i}$  se utilizarán los datos registrados durante el ensayo efectivo, con una alineación del tiempo de  $q_{mew,i}$  mediante  $t_{50,F}$  respecto a  $q_{mp,i}$  ( $t_{50,P}$  no contribuye a la alineación del tiempo). La diferencia de tiempo entre  $q_{mew}$  y  $q_{mp}$  equivale, pues, a la diferencia entre sus tiempos de transformación determinados de acuerdo con lo dispuesto en el punto 9.4.6.6.

##### 9.4.6.2. Especificaciones para la medición diferencial del caudal

Para los sistemas de dilución de flujo parcial, reviste especial importancia la exactitud del caudal de muestreo  $q_{mp}$ , si este no se mide directamente sino que se determina mediante medición diferencial del caudal:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} \quad (83)$$

En ese caso, el error máximo de la diferencia será tal que la exactitud de  $q_{mp}$  sea de  $\pm 5$  % cuando la relación de dilución sea inferior a 15. Este puede calcularse tomando la media cuadrática de los errores de cada instrumento.

Para obtener unas exactitudes admisibles de  $q_{mp}$ , podrá utilizarse cualquiera de los métodos siguientes:

- las exactitudes absolutas de  $q_{mdew}$  y  $q_{mdw}$  son de  $\pm 0,2$  %, lo que garantiza una exactitud de  $q_{mp} \leq 5$  % con una relación de dilución de 15. No obstante, se producirán errores mayores si la relación de dilución es superior;
- la calibración de  $q_{mdw}$  en relación con  $q_{mdew}$  se realiza de manera que se obtengan las exactitudes de  $q_{mp}$  indicadas en la letra a). En el punto 9.4.6.3 se ofrecen los detalles al respecto;
- la exactitud de  $q_{mp}$  se determina indirectamente a partir de la exactitud de la relación de dilución determinada mediante un gas trazador, por ejemplo el  $CO_2$ . Se requieren exactitudes de  $q_{mp}$  equivalentes a las del método de la letra a);
- la exactitud absoluta de  $q_{mdew}$  y de  $q_{mdw}$  es de  $\pm 2$  % del fondo de escala, el error máximo de la diferencia entre  $q_{mdew}$  y  $q_{mdw}$  no supera el 0,2 % y el error de linealidad es de  $\pm 0,2$  % del valor más elevado de  $q_{mdew}$  que se observe durante el ensayo.

#### 9.4.6.3. Calibración del sistema de medición diferencial del caudal

El caudalímetro o los instrumentos de medición de caudal se calibrarán siguiendo uno de los procedimientos que se describen a continuación, de modo que el caudal de la sonda de  $q_{mp}$  en el túnel cumpla los requisitos de exactitud del punto 9.4.6.2:

- a) el caudalímetro de  $q_{mdw}$  estará conectado en serie al caudalímetro de  $q_{mdew}$ , y se calibrará la diferencia entre ambos en al menos cinco puntos de reglaje con valores de caudal equidistantes entre el valor de  $q_{mdw}$  más bajo utilizado durante el ensayo y el valor de  $q_{mdew}$  utilizado durante el ensayo. Se podrá circunvalar el túnel de dilución;
- b) se conectará en serie un dispositivo de caudal calibrado al caudalímetro de  $q_{mdew}$  y se verificará su exactitud para el valor utilizado en el ensayo. El dispositivo de caudal calibrado se conectará en serie al caudalímetro de  $q_{mdw}$  y se verificará su precisión en al menos cinco posiciones de reglaje correspondientes a una relación de dilución de entre 3 y 50, en relación con el valor de  $q_{mdew}$  utilizado durante el ensayo;
- c) se desconectará del escape el tubo de transferencia (TT) y se conectará a este un dispositivo calibrado de medición de caudal con un intervalo adecuado para medir  $q_{mp}$ . El valor de  $q_{mdew}$  se ajustará al valor utilizado durante el ensayo y  $q_{mdw}$  se ajustará secuencialmente a un mínimo de cinco valores correspondientes a relaciones de dilución de entre 3 y 50. Otra posibilidad consiste en establecer un recorrido especial del caudal de calibración que circunvale el túnel, pero en el que el flujo del aire de dilución y el flujo del aire total pasen por los medidores correspondientes, como en el ensayo real;
- d) se introducirá un gas trazador en el tubo de transferencia del escape TT. Dicho gas podrá ser un componente del gas de escape, por ejemplo,  $CO_2$  o  $NO_x$ . Tras su dilución en el túnel se medirá el gas trazador. Esta operación se realizará para cinco relaciones de dilución de entre 3 y 50. La exactitud del caudal de muestreo se determinará a partir de la relación de dilución  $r_d$ :

$$q_{mp} = q_{mdew}/r_d \quad (84)$$

Se tendrán en cuenta las exactitudes de los analizadores de gas para garantizar la exactitud de  $q_{mp}$ .

#### 9.4.6.4. Verificación del caudal de carbono

Es muy recomendable verificar el caudal de carbono utilizando el gas de escape real para detectar posibles problemas de medición y control y verificar el buen funcionamiento del sistema de flujo parcial. La verificación del caudal de carbono debería efectuarse al menos cada vez que se instale un motor nuevo o se introduzca un cambio significativo en la configuración de la celda de ensayo.

El motor se hará funcionar al par y régimen máximos o de cualquier otro modo en estado constante que genere al menos un 5 % de  $CO_2$ . El sistema de muestreo de flujo parcial funcionará con un factor de dilución de aproximadamente 15 a 1.

Si se efectúa una verificación del caudal de carbono, se aplicará el procedimiento previsto en el apéndice 4. Los caudales de carbono se calcularán de acuerdo con las ecuaciones 112 a 114 del apéndice 4 del presente anexo. Todos los caudales de carbono deberán coincidir dentro de un margen del 3 %.

#### 9.4.6.5. Verificación previa al ensayo

En las dos horas previas a la realización del ensayo se procederá a una verificación de la manera siguiente:

la exactitud de los caudalímetros se verificará siguiendo el mismo método utilizado para la calibración (véase el punto 9.4.6.2) en al menos dos puntos, incluyendo los valores de  $q_{mdw}$  que correspondan a relaciones de dilución de entre 5 y 15 para el valor de  $q_{mdew}$  utilizado durante el ensayo.

Si puede demostrarse, mediante los registros del procedimiento de calibración descrito en el punto 9.4.6.2, que la calibración del caudalímetro se mantiene estable durante un periodo de tiempo más largo, podrá omitirse la verificación previa al ensayo.

#### 9.4.6.6. Determinación del tiempo de transformación

Los reglajes del sistema para la evaluación del tiempo de transformación serán exactamente los mismos que durante la medición en el ensayo. El tiempo de transformación se determinará mediante el método siguiente.

Se instalará en serie, estrechamente acoplado a la sonda, un caudalímetro de referencia independiente con un intervalo de medición adecuado para el caudal de la sonda. Este caudalímetro tendrá un tiempo de transformación inferior a 100 ms para el nivel de caudal utilizado en la medición del tiempo de respuesta, con una restricción del caudal suficientemente baja como para no afectar a las prestaciones dinámicas del sistema de dilución de flujo parcial y conforme a las buenas prácticas técnicas.

Se efectuará un cambio escalonado del caudal del gas de escape (o del caudal de aire si se calcula el caudal del gas de escape) que entra en el sistema de dilución de flujo parcial, desde un caudal bajo hasta un mínimo del 90 % del caudal de escape máximo. El detonante del cambio escalonado debería ser el mismo que el utilizado para iniciar el control anticipado en los ensayos reales. El estímulo escalonado del caudal de escape y la respuesta del caudalímetro se registrarán con una frecuencia de muestreo de al menos 10 Hz.

A partir de esos datos, se determinará el tiempo de transformación del sistema de dilución de flujo parcial, es decir, el tiempo que transcurre desde que se activa el estímulo escalonado hasta que se alcanza el punto correspondiente al 50 % de la respuesta del caudalímetro. De manera similar, se determinarán los tiempos de transformación de la señal del valor de  $q_{mp}$  del sistema de dilución de flujo parcial y de la señal del valor de  $q_{mew,i}$  del caudalímetro de escape. Estas señales se utilizarán en las verificaciones de regresión que se realizan después de cada ensayo (véase el punto 9.4.6.1).

Se repetirá el cálculo para al menos cinco estímulos de subida y bajada y se calculará la media de los resultados. Se restará de este valor el tiempo de transformación interna (< 100 ms) del caudalímetro de referencia. Este será el valor anticipado del sistema de dilución de flujo parcial, que se aplicará de conformidad con lo dispuesto en el punto 9.4.6.1.

#### 9.5. Calibración del sistema de muestreo de volumen constante (CVS)

##### 9.5.1. Generalidades

El sistema de muestreo de volumen constante (CVS) se calibrará utilizando un caudalímetro preciso y un dispositivo limitador. Se medirá el caudal que circula por el sistema para distintas posiciones del limitador, y los parámetros de control del sistema se medirán y se pondrán en relación con el caudal.

Podrán utilizarse varios tipos de caudalímetros, por ejemplo, un venturi calibrado, un caudalímetro laminar calibrado o un turbidímetro calibrado.

##### 9.5.2. Calibración de la bomba de desplazamiento positivo (PDP)

Todos los parámetros relacionados con la bomba se medirán junto con los parámetros relacionados con el venturi de calibración conectado en serie a la bomba. El caudal calculado (en m<sup>3</sup>/s en la entrada de la bomba, a una presión y una temperatura absolutas) se representará gráficamente respecto a una función de correlación que represente el valor de una combinación específica de parámetros de la bomba. A continuación se determinará la ecuación lineal que relaciona el caudal de la bomba y la función de correlación. Si se utiliza un CVS con múltiples regímenes, la calibración deberá efectuarse para cada intervalo utilizado.

La temperatura deberá mantenerse estable durante la calibración.

Las fugas en todas las conexiones y los conductos entre el venturi de calibración y la bomba del CVS serán inferiores al 0,3 % del caudal más bajo (restricción más elevada y régimen de la PDP más bajo).

##### 9.5.2.1. Análisis de los datos

El caudal de aire ( $q_{vCVS}$ ) para cada posición de limitación (mínimo seis posiciones) se calculará en m<sup>3</sup>/s estándar a partir de los datos del caudalímetro, utilizando el método prescrito por el fabricante. A continuación, el caudal de aire deberá convertirse en caudal de la bomba ( $V_0$ ), en m<sup>3</sup>/rev., a temperatura y presión absolutas en la entrada de la bomba, de la manera siguiente:

$$V_0 = \frac{q_{vCVS}}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{p_p} \quad (85)$$

donde:

$q_{vCVS}$  es el caudal de aire en condiciones estándar (101,3 kPa, 273 K), en m<sup>3</sup>/s

$T$  es la temperatura en la entrada de la bomba, en K

$p_p$  es la presión absoluta en la entrada de la bomba, en kPa

$n$  es el régimen de la bomba, en rev./s

Para tener en cuenta la interacción de las variaciones de presión en la bomba y el índice de deslizamiento de esta última, se calculará la función de correlación ( $X_0$ ) entre el régimen de la bomba, la diferencia de presión entre la entrada y la salida de la bomba y la presión absoluta en la salida de la bomba, de la manera siguiente:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (86)$$

donde:

$\Delta p_p$  es la diferencia de presión entre la entrada y la salida de la bomba, en kPa

$p_p$  es la presión absoluta en la salida de la bomba, en kPa

Se realizará un ajuste lineal por mínimos cuadrados para generar la ecuación de calibración siguiente:

$$V_0 = D_0 - m \times X_0 \quad (87)$$

$D_0$  y  $m$  son la intersección y la pendiente, respectivamente, que describen las líneas de regresión.

Para un sistema CVS con múltiples regímenes, las curvas de calibración generadas para los distintos intervalos de caudal de la bomba serán aproximadamente paralelas, y los valores de intersección ( $D_0$ ) aumentarán a medida que disminuya el intervalo de caudal de la bomba.

Los valores calculados con la ecuación deberán encontrarse dentro de un margen de  $\pm 0,5\%$  respecto al valor medido de  $V_0$ . Los valores de  $m$  variarán de una bomba a otra. Con el tiempo, el flujo de partículas acabará provocando una disminución del deslizamiento de la bomba, tal como lo refleja el descenso de los valores de  $m$ . En consecuencia, la calibración deberá efectuarse en el momento de la puesta en servicio de la bomba, después de una operación de mantenimiento importante y cuando la verificación total del sistema indique que se ha producido una variación del índice de deslizamiento.

### 9.5.3. Calibración del venturi de flujo crítico (CFV)

La calibración del CFV se basa en la ecuación del caudal para un venturi crítico. El caudal del gas es función de la presión y la temperatura de entrada del venturi.

Para determinar el intervalo del caudal crítico,  $K_v$  se representará gráficamente como función de la presión en la entrada del venturi. Para el caudal crítico (estrangulado),  $K_v$  tendrá un valor relativamente constante. A medida que disminuye la presión (aumenta el vacío), desaparece el estrangulamiento del venturi y  $K_v$  disminuye, lo que indica que el CFV funciona fuera del intervalo admisible.

#### 9.5.3.1. Análisis de los datos

El caudal de aire ( $q_{v\text{CVS}}$ ) para cada posición de limitación (mínimo ocho posiciones) se calculará en  $\text{m}^3/\text{s}$  estándar a partir de los datos del caudalímetro, utilizando el método prescrito por el fabricante. El coeficiente de calibración se calculará a partir de los datos de calibración para cada posición, de la manera siguiente:

$$K_v = \frac{q_{v\text{CVS}} \times \sqrt{T}}{p_p} \quad (88)$$

donde:

$q_{v\text{CVS}}$  es el caudal de aire en condiciones estándar (101,3 kPa, 273 K), en  $\text{m}^3/\text{s}$

$T$  es la temperatura en la entrada del venturi, en K

$p_p$  es la presión absoluta en la entrada del venturi, en kPa

Se calcularán el  $K_v$  y la desviación típica. La desviación típica no deberá superar  $\pm 0,3\%$  del  $K_v$  medio.

## 9.5.4. Calibración del venturi subsónico (SSV)

La calibración del SSV se basa en la ecuación del caudal para un venturi subsónico. El caudal del gas es función de la presión y la temperatura de entrada y de la caída de la presión entre la entrada y el cuello del SSV, como muestra la ecuación 53 (véase el punto 8.5.1.4).

## 9.5.4.1. Análisis de los datos

El caudal de aire ( $Q_{SSV}$ ) para cada posición de limitación (con un mínimo de dieciséis posiciones) se calculará en  $m^3/s$  estándar a partir de los datos del caudalímetro, utilizando el método prescrito por el fabricante. El coeficiente de descarga se calculará a partir de los datos de calibración para cada posición, de la manera siguiente:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{d_v^2 \times p_p \times \sqrt{\left[ \frac{1}{T} \times \left( r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143} \right) \times \left( \frac{1}{1 - r_D^4 \times r_p^{1,4286}} \right) \right]}} \quad (89)$$

donde:

$Q_{SSV}$  es el caudal de *aire* en condiciones estándar (101,3 kPa, 273 K), en  $m^3/s$

$T$  es la temperatura en la entrada del venturi, en K

$d_v$  es el diámetro del cuello del SSV, en m

$r_p$  es la relación del cuello *del* SSV con la presión estática absoluta de entrada =  $1 - \frac{\Delta p}{p_p}$

$r_D$  es la relación del diámetro del cuello *del* SSV,  $d_v$ , con el diámetro interior del tubo de entrada,  $D$

Para determinar el intervalo del caudal subsónico, se representará gráficamente  $C_d$  como función del número de Reynolds  $Re$  en el cuello del SSV. El valor  $Re$  en el cuello del SSV se calculará mediante la ecuación siguiente:

$$Re = A_1 \times \frac{Q_{SSV}}{d_v \times \mu} \quad (90)$$

con

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T} \quad (91)$$

donde:

$A_1$  es 25,55152 en las unidades SI de  $\left( \frac{1}{m^3} \right) \left( \frac{min}{s} \right) \left( \frac{mm}{m} \right)$

$Q_{SSV}$  es el *caudal* de aire en condiciones estándar (101,3 kPa, 273 K), en  $m^3/s$

$d_v$  es el *diámetro* del cuello del SSV, en m

$\mu$  es la viscosidad *absoluta* o dinámica del gas, en kg/ms

$b$  es  $1,458 \times 10^6$  (constante *empírica*), en kg/ms  $K^{0,5}$

$S$  es 110,4 (constante *empírica*), en K

Como  $Q_{SSV}$  es un dato introducido en la ecuación de  $Re$ , los cálculos deben comenzar con un valor inicial supuesto de  $Q_{SSV}$  o  $C_d$  del venturi de calibración y repetirse hasta que  $Q_{SSV}$  converja. El método de convergencia deberá tener una precisión mínima del 0,1 %.

Para un mínimo de dieciséis puntos en la región del caudal subsónico, los valores de  $C_d$  calculados a partir de la ecuación que se ajusta a la curva de calibración resultante no variarán más de  $\pm 0,5$  % del  $C_d$  medido en cada punto de calibración.

#### 9.5.5. Verificación de todo el sistema

La exactitud total del sistema de muestro de volumen constante (CVS) y del sistema analítico se determinará introduciendo una masa conocida de un contaminante gaseoso en el sistema mientras este funciona normalmente. Se analizará el contaminante y se calculará la masa de acuerdo con el punto 8.5.2.4, excepto en el caso del propano, para el que se utilizará un factor  $u$  de 0,000472 en lugar del valor 0,000480 utilizado para los demás hidrocarburos. Se utilizará cualquiera de las dos técnicas siguientes.

##### 9.5.5.1. Medición con un orificio de flujo crítico

Se introducirá una cantidad conocida de gas puro (monóxido de carbono o propano) en el sistema CVS a través de un orificio de flujo crítico calibrado. Si la presión de entrada es suficientemente alta, el caudal, que se regula mediante el orificio de flujo crítico, es independiente de la presión de salida del orificio (flujo crítico). El sistema CVS deberá funcionar como en un ensayo de emisiones de escape normal durante un intervalo de cinco a diez minutos aproximadamente. Se analizará una muestra de gas con el equipo habitual (bolsa de muestreo o método de integración) y se calculará la masa del gas.

La masa determinada deberá encontrarse dentro de un margen de  $\pm 3\%$  respecto a la masa conocida del gas inyectado.

##### 9.5.5.2. Medición por medio de una técnica gravimétrica

Se determinará la masa de un pequeño cilindro lleno de monóxido de carbono o propano con una precisión de  $\pm 0,01$  g. Durante un intervalo de entre cinco y diez minutos aproximadamente, el sistema CVS funcionará como en un ensayo de emisiones de escape normal, mientras se inyecta monóxido de carbono o propano en el sistema. La cantidad de gas puro introducido se determinará mediante pesaje diferencial. Se analizará una muestra de gas con el equipo habitual (bolsa de muestreo o método de integración) y se calculará la masa del gas.

La masa determinada deberá encontrarse dentro de un margen de  $\pm 3\%$  respecto a la masa conocida del gas inyectado.

## 10. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO PARA EL RECUENTO DE PARTÍCULAS

### 10.1. Muestreo

El número de partículas emitidas se medirá mediante muestreo continuo con un sistema de dilución de flujo parcial, tal como se describe en el apéndice 2 del presente anexo, puntos A.2.2.1 y A.2.2.2, o con un sistema de dilución de flujo total, tal como se describe en el apéndice 2 del presente anexo, puntos A.2.2.3 y A.2.2.4.

#### 10.1.1. Filtrado del diluyente

El diluyente utilizado en la primera y, en su caso, en la segunda dilución del gas de escape en el sistema de dilución se hará pasar por filtros que cumplan los requisitos aplicables a los filtros absolutos (HEPA) definidos en el apéndice 2 del presente anexo, puntos A.2.2.2 o A.2.2.4. El diluyente puede limpiarse también con carbón vegetal antes de pasar por el filtro HEPA para reducir y estabilizar las concentraciones de hidrocarburos que contiene. Se recomienda colocar un filtro adicional de partículas gruesas antes del filtro HEPA y después del punto de limpieza con carbón vegetal, si se utiliza.

### 10.2. Compensación del flujo de muestreo del número de partículas: sistemas de dilución de flujo total

Para compensar el caudal másico extraído del sistema de dilución para el muestreo del número de partículas, dicho caudal másico extraído (filtrado) se devolverá al sistema de dilución. Otra posibilidad es corregir matemáticamente el caudal másico total en el sistema de dilución de acuerdo con el caudal de muestreo del número de partículas extraído. Si el caudal másico total extraído del sistema de dilución para la suma del muestreo del número de partículas y el muestreo de la masa de partículas es inferior a un 0,5 % del caudal del gas de escape total diluido en el túnel de dilución ( $m_{ed}$ ), podrá ignorarse la corrección o la devolución del flujo.

### 10.3. Compensación del caudal de muestreo del número de partículas: sistemas de dilución de flujo parcial

#### 10.3.1. En el caso de los sistemas de dilución de flujo parcial, se tendrá en cuenta el caudal másico extraído del sistema de dilución para el muestreo del número de partículas a la hora de controlar la proporcionalidad de muestreo. Se hará reintroduciendo el flujo de muestreo del número de partículas en el sistema de dilución antes del dispositivo de medición del caudal o haciendo una corrección matemática, tal como se explica en el punto 10.3.2. En el caso de los sistemas de dilución de flujo parcial del tipo de muestreo total, el caudal másico extraído para el muestreo del número de partículas se corregirá también en el cálculo de la masa de partículas, tal como se indica en el punto 10.3.3.

10.3.2. El caudal másico instantáneo del gas de escape que entra en el sistema de dilución ( $q_{mp}$ ), utilizado para controlar la proporcionalidad del muestreo, se corregirá siguiendo uno de los métodos siguientes.

- a) En el caso de que se descarte el caudal de muestreo del número de partículas extraído, la ecuación 83 del punto 9.4.6.2 será sustituida por la siguiente:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} \quad (92)$$

donde:

$q_{mp}$  = caudal de muestreo del gas de escape que entra en el sistema de dilución de flujo parcial, en kg/s,

$q_{mdew}$  = caudal másico del gas de escape diluido, en kg/s,

$q_{mdw}$  = caudal másico del aire de dilución, en kg/s,

$q_{ex}$  = caudal másico del muestreo del número de partículas, en kg/s.

La señal  $q_{ex}$  enviada al controlador del sistema de flujo parcial tendrá una precisión de 0,1 % del  $q_{mdew}$  en todo momento y debería ser enviada con una frecuencia mínima de 1 Hz.

- b) En el caso de que se descarte total o parcialmente el flujo de muestreo del número de partículas extraído, pero se vuelva a introducir un flujo equivalente en el sistema de dilución antes del dispositivo de medición del caudal, la ecuación 83 del punto 9.4.6.2 se sustituirá por la siguiente:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} - q_{sw} \quad (93)$$

donde:

$q_{mp}$  = caudal de muestreo del gas de escape que entra en el sistema de dilución de flujo parcial, en kg/s,

$q_{mdew}$  = caudal másico del gas de escape diluido, en kg/s,

$q_{mdw}$  = caudal másico del aire de dilución, en kg/s,

$q_{ex}$  = caudal másico del muestreo del número de partículas, en kg/s,

$q_{sw}$  = caudal másico reintroducido en el túnel de dilución para compensar la extracción de la muestra del número de partículas, en kg/s.

La diferencia entre  $q_{ex}$  y  $q_{sw}$  que se envía al controlador del sistema de flujo parcial tendrá una precisión del 0,1 % del  $q_{mdew}$  en todo momento. La señal o las señales deberían ser enviadas con una frecuencia mínima de 1 Hz.

10.3.3. Corrección de la medición de la masa de partículas

Cuando se extrae el flujo de muestreo del número de partículas de un sistema de dilución de flujo parcial de muestreo total, la masa de partículas ( $m_{PM}$ ) calculada en los puntos 8.4.3.2.1 u 8.4.3.2.2 será corregida de la manera siguiente para tener en cuenta el flujo extraído. Esta corrección es necesaria incluso cuando el flujo extraído filtrado vuelve a introducirse en los sistemas de dilución de flujo parcial.

$$m_{PM,corr} = m_{PM} \times \frac{m_{sed}}{(m_{sed} - m_{ex})} \quad (94)$$

donde:

$m_{PM,corr}$  = masa de partículas corregida en función de la extracción del flujo de muestreo del número de partículas, en g/ensayo,

$m_{PM}$  = masa de partículas determinada de acuerdo con los puntos 8.4.3.2.1 u 8.4.3.2.2, en g/ensayo,

$m_{sed}$  = masa total del gas de escape diluido que pasa por el túnel de dilución, en kg,

$m_{ex}$  = masa total del gas de escape diluido extraído del túnel de dilución para el muestreo del número de partículas, en kg.

## 10.3.4. Proporcionalidad del muestreo de dilución de flujo parcial

A efectos del recuento del número de partículas, se utiliza el caudal másico de escape, determinado por cualquiera de los métodos descritos en los puntos 8.4.1.3 a 8.4.1.7, para controlar el sistema de dilución de flujo parcial y tomar una muestra proporcional al caudal másico del gas de escape. La calidad de la proporcionalidad se verificará mediante un análisis de regresión entre la muestra y el caudal del gas de escape de acuerdo con lo dispuesto en el punto 9.4.6.1.

## 10.4. Determinación de los números de partículas

## 10.4.1. Alineación del tiempo

En el caso de sistemas de dilución de flujo parcial, se tendrá en cuenta el tiempo de estancia en el sistema de muestreo y recuento del número de partículas alineando el tiempo de la señal del número de partículas con el ciclo de ensayo y el caudal másico del gas de escape, de acuerdo con el procedimiento definido en el punto 8.4.2.2. El tiempo de transformación del sistema de muestreo y recuento del número de partículas se determinará de acuerdo con el punto A.8.1.3.7 del apéndice 8 del presente anexo.

## 10.4.2. Determinación de los números de partículas con un sistema de dilución de flujo parcial

Cuando las muestras de los números de partículas se toman con un sistema de dilución de flujo parcial siguiendo los procedimientos establecidos en el punto 8.4, el número de partículas emitidas durante el ciclo de ensayo se calculará mediante la ecuación siguiente:

$$N = \frac{m_{edf}}{1,293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6 \quad (95)$$

donde:

$N$  = número de partículas emitidas durante el ciclo de ensayo,

$m_{edf}$  = masa del gas de escape diluido equivalente durante el ciclo, determinado de acuerdo con el punto 8.4.3.2.2, en kg/ensayo,

$k$  = factor de calibración para corregir las mediciones del contador de partículas en función del nivel del instrumento de referencia si no se aplica de manera interna en el contador de partículas. Si el factor de calibración se aplica de manera interna en el contador de partículas, en la ecuación anterior se considerará que  $k$  equivale a 1,

$\bar{c}_s$  = concentración media de partículas en el gas de escape diluido corregida en función de las condiciones estándar (273,2 K y 101,33 kPa), en partículas por centímetro cúbico,

$\bar{f}_r$  = factor de reducción de la concentración media de partículas del eliminador de partículas volátiles específico para los parámetros de dilución utilizados en el ensayo.

$\bar{c}_s$  se calculará mediante la ecuación siguiente:

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (96)$$

donde:

$c_{s,i}$  = una medición diferenciada de la concentración de partículas en el gas de escape diluido que sale del contador de partículas, corregida para tener en cuenta la coincidencia y las condiciones estándar (273,2 K y 101,33 kPa), en partículas por centímetro cúbico,

$n$  = número de mediciones de la concentración de partículas efectuadas durante el ensayo.

## 10.4.3. Determinación de los números de partículas con un sistema de dilución de flujo total

Cuando las muestras de los números de partículas se toman con un sistema de dilución de flujo total siguiendo los procedimientos establecidos en el punto 8.5, el número de partículas emitidas durante el ciclo de ensayo se calculará mediante la ecuación siguiente:

$$N = \frac{m_{edf}}{1,293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6 \quad (97)$$

donde:

$N$  = número de partículas emitidas durante el ciclo de ensayo,

$m_{ed}$  = caudal total de gas de escape diluido durante el ciclo calculado de acuerdo con cualquiera de los métodos descritos en los puntos 8.5.1.2 a 8.5.1.4, en kg/ensayo,

$k$  = factor de calibración para corregir las mediciones del contador de partículas en función del nivel del instrumento de referencia si no se aplica de manera interna en el contador de partículas. Si el factor de calibración se aplica de manera interna en el contador de partículas, en la ecuación anterior se considerará que  $k$  equivale a 1,

$\bar{c}_g$  = concentración media de partículas en el gas de escape diluido corregida en función de las condiciones estándar (273,2 K y 101,33 kPa), en partículas por centímetro cúbico,

$\bar{f}_r$  = factor de reducción de la concentración media de partículas del eliminador de partículas volátiles específico para los parámetros de dilución utilizados en el ensayo.

$\bar{c}_g$  se calculará mediante la ecuación siguiente:

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (98)$$

donde:

$c_{s,i}$  = una medición diferenciada de la concentración de partículas en el gas de escape diluido que sale del contador de partículas, corregida para tener en cuenta la coincidencia y las condiciones estándar (273,2 K y 101,33 kPa), en partículas por centímetro cúbico,

$n$  = número de mediciones de la concentración de partículas efectuadas durante el ensayo.

#### 10.4.4. Resultado del ensayo

##### 10.4.4.1. Cálculo de las emisiones específicas

En cada ciclo WHSC individual, WHTC con arranque en caliente y WHTC con arranque en frío, se calcularán las emisiones específicas, en número de partículas/kWh, de la manera siguiente:

$$e = \frac{N}{W_{act}} \quad (99)$$

donde:

$e$  = número de partículas emitidas por kWh,

$W_{act}$  = trabajo efectivo del ciclo determinado de conformidad con el punto 7.8.6, en kWh.

##### 10.4.4.2. Sistemas de postratamiento del gas de escape con regeneración periódica

En el caso de los motores equipados con sistemas de postratamiento de regeneración periódica se aplicarán las disposiciones generales que contempla el punto 6.6.2. Las emisiones del ciclo WHTC con arranque en caliente se ponderarán de acuerdo con la ecuación 5, siendo  $\bar{e}$  el número medio de partículas/kWh sin regeneración y  $\bar{e}_r$ , el número medio de partículas/kWh con regeneración. Los factores de ajuste de la regeneración se calcularán con arreglo a las ecuaciones 6, 6a, 7 u 8, según el caso.

##### 10.4.4.3. Resultado medio ponderado del ensayo del ciclo WHTC

En el ciclo WHTC, el resultado final del ensayo será una media ponderada del ensayo de arranque en frío y del ensayo de arranque en caliente (incluyendo la regeneración periódica si resulta pertinente) calculada mediante una de las ecuaciones siguientes:

a) en caso de ajuste de la regeneración multiplicativo, o de motores sin postratamiento con regeneración periódica:

$$e = k_r \left( \frac{(0,14 \times N_{cold}) + (0,86 \times N_{hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})} \right) \quad (100)$$

b) en caso de ajuste de la regeneración aditivo:

$$e = k_r + \left( \frac{(0,14 \times N_{cold}) + (0,86 \times N_{hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})} \right) \quad (101)$$

donde:

$N_{cold}$  = número total de partículas emitidas durante el ciclo de ensayo WHTC con arranque en frío,

$N_{hot}$  = número total de partículas emitidas durante el ciclo de ensayo WHTC con arranque en caliente,

$W_{act,cold}$  = trabajo efectivo del ciclo durante el ciclo de ensayo WHTC con arranque en frío de acuerdo con el punto 7.8.6, en kWh,

$W_{act,hot}$  = trabajo efectivo del ciclo durante el ciclo de ensayo WHTC con arranque en caliente de acuerdo con el punto 7.8.6, en kWh,

$k_r$  = ajuste de la regeneración, de acuerdo con el punto 6.6.2; en el caso de motores sin postratamiento de regeneración periódica  $k_r = 1$ .

#### 10.4.4.4. Redondeo de los resultados finales

Los resultados de ensayo finales del ciclo WHSC y del ciclo WHTC medio ponderado se redondearán a tres cifras significativas en una operación de acuerdo con la norma ASTM E 29-06B. No está permitido el redondeo de los valores intermedios utilizados para calcular el resultado final de las emisiones específicas del freno.

#### 10.5. Determinación del número de partículas de fondo

10.5.1. A petición del fabricante del motor, podrán tomarse muestras de las concentraciones de partículas de fondo del túnel de dilución, antes o después del ensayo, en un punto anterior a los filtros de partículas y de hidrocarburos del sistema de recuento de partículas, para determinar las concentraciones de partículas de fondo del túnel.

10.5.2. No se permitirá deducir el número de partículas de las concentraciones de fondo del túnel para la homologación de tipo, pero podrá utilizarse a petición del fabricante, con el consentimiento previo de la autoridad de homologación de tipo, para el ensayo de la conformidad de la producción si puede demostrarse que la contribución del fondo del túnel es significativa, en cuyo caso puede deducirse de los valores medidos en el gas de escape diluido.

## Apéndice I

## Programa dinamométrico del motor durante el ensayo WHTC

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 1      | 0,0            | 0,0        | 39     | 21,0           | 0,0        | 77     | 57,0           | 14,1       |
| 2      | 0,0            | 0,0        | 40     | 19,1           | 0,0        | 78     | 58,1           | 7,0        |
| 3      | 0,0            | 0,0        | 41     | 13,7           | 0,0        | 79     | 43,3           | 0,0        |
| 4      | 0,0            | 0,0        | 42     | 2,2            | 0,0        | 80     | 28,5           | 25,0       |
| 5      | 0,0            | 0,0        | 43     | 0,0            | 0,0        | 81     | 30,4           | 47,8       |
| 6      | 0,0            | 0,0        | 44     | 0,0            | 0,0        | 82     | 32,1           | 39,2       |
| 7      | 1,5            | 8,9        | 45     | 0,0            | 0,0        | 83     | 32,7           | 39,3       |
| 8      | 15,8           | 30,9       | 46     | 0,0            | 0,0        | 84     | 32,4           | 17,3       |
| 9      | 27,4           | 1,3        | 47     | 0,0            | 0,0        | 85     | 31,6           | 11,4       |
| 10     | 32,6           | 0,7        | 48     | 0,0            | 0,0        | 86     | 31,1           | 10,2       |
| 11     | 34,8           | 1,2        | 49     | 0,0            | 0,0        | 87     | 31,1           | 19,5       |
| 12     | 36,2           | 7,4        | 50     | 0,0            | 13,1       | 88     | 31,4           | 22,5       |
| 13     | 37,1           | 6,2        | 51     | 13,1           | 30,1       | 89     | 31,6           | 22,9       |
| 14     | 37,9           | 10,2       | 52     | 26,3           | 25,5       | 90     | 31,6           | 24,3       |
| 15     | 39,6           | 12,3       | 53     | 35,0           | 32,2       | 91     | 31,9           | 26,9       |
| 16     | 42,3           | 12,5       | 54     | 41,7           | 14,3       | 92     | 32,4           | 30,6       |
| 17     | 45,3           | 12,6       | 55     | 42,2           | 0,0        | 93     | 32,8           | 32,7       |
| 18     | 48,6           | 6,0        | 56     | 42,8           | 11,6       | 94     | 33,7           | 32,5       |
| 19     | 40,8           | 0,0        | 57     | 51,0           | 20,9       | 95     | 34,4           | 29,5       |
| 20     | 33,0           | 16,3       | 58     | 60,0           | 9,6        | 96     | 34,3           | 26,5       |
| 21     | 42,5           | 27,4       | 59     | 49,4           | 0,0        | 97     | 34,4           | 24,7       |
| 22     | 49,3           | 26,7       | 60     | 38,9           | 16,6       | 98     | 35,0           | 24,9       |
| 23     | 54,0           | 18,0       | 61     | 43,4           | 30,8       | 99     | 35,6           | 25,2       |
| 24     | 57,1           | 12,9       | 62     | 49,4           | 14,2       | 100    | 36,1           | 24,8       |
| 25     | 58,9           | 8,6        | 63     | 40,5           | 0,0        | 101    | 36,3           | 24,0       |
| 26     | 59,3           | 6,0        | 64     | 31,5           | 43,5       | 102    | 36,2           | 23,6       |
| 27     | 59,0           | 4,9        | 65     | 36,6           | 78,2       | 103    | 36,2           | 23,5       |
| 28     | 57,9           | m          | 66     | 40,8           | 67,6       | 104    | 36,8           | 22,7       |
| 29     | 55,7           | m          | 67     | 44,7           | 59,1       | 105    | 37,2           | 20,9       |
| 30     | 52,1           | m          | 68     | 48,3           | 52,0       | 106    | 37,0           | 19,2       |
| 31     | 46,4           | m          | 69     | 51,9           | 63,8       | 107    | 36,3           | 18,4       |
| 32     | 38,6           | m          | 70     | 54,7           | 27,9       | 108    | 35,4           | 17,6       |
| 33     | 29,0           | m          | 71     | 55,3           | 18,3       | 109    | 35,2           | 14,9       |
| 34     | 20,8           | m          | 72     | 55,1           | 16,3       | 110    | 35,4           | 9,9        |
| 35     | 16,9           | m          | 73     | 54,8           | 11,1       | 111    | 35,5           | 4,3        |
| 36     | 16,9           | 42,5       | 74     | 54,7           | 11,5       | 112    | 35,2           | 6,6        |
| 37     | 18,8           | 38,4       | 75     | 54,8           | 17,5       | 113    | 34,9           | 10,0       |
| 38     | 20,7           | 32,9       | 76     | 55,6           | 18,0       | 114    | 34,7           | 25,1       |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 115    | 34,4           | 29,3       | 156    | 9,7            | 20,7       | 197    | 0,0            | 0,0        |
| 116    | 34,5           | 20,7       | 157    | 13,6           | 21,1       | 198    | 0,0            | 0,0        |
| 117    | 35,2           | 16,6       | 158    | 15,6           | 21,5       | 199    | 0,0            | 0,0        |
| 118    | 35,8           | 16,2       | 159    | 16,5           | 21,9       | 200    | 0,0            | 0,0        |
| 119    | 35,6           | 20,3       | 160    | 18,0           | 22,3       | 201    | 0,0            | 0,0        |
| 120    | 35,3           | 22,5       | 161    | 21,1           | 46,9       | 202    | 0,0            | 0,0        |
| 121    | 35,3           | 23,4       | 162    | 25,2           | 33,6       | 203    | 0,0            | 0,0        |
| 122    | 34,7           | 11,9       | 163    | 28,1           | 16,6       | 204    | 0,0            | 0,0        |
| 123    | 45,5           | 0,0        | 164    | 28,8           | 7,0        | 205    | 0,0            | 0,0        |
| 124    | 56,3           | m          | 165    | 27,5           | 5,0        | 206    | 0,0            | 0,0        |
| 125    | 46,2           | m          | 166    | 23,1           | 3,0        | 207    | 0,0            | 0,0        |
| 126    | 50,1           | 0,0        | 167    | 16,9           | 1,9        | 208    | 0,0            | 0,0        |
| 127    | 54,0           | m          | 168    | 12,2           | 2,6        | 209    | 0,0            | 0,0        |
| 128    | 40,5           | m          | 169    | 9,9            | 3,2        | 210    | 0,0            | 0,0        |
| 129    | 27,0           | m          | 170    | 9,1            | 4,0        | 211    | 0,0            | 0,0        |
| 130    | 13,5           | m          | 171    | 8,8            | 3,8        | 212    | 0,0            | 0,0        |
| 131    | 0,0            | 0,0        | 172    | 8,5            | 12,2       | 213    | 0,0            | 0,0        |
| 132    | 0,0            | 0,0        | 173    | 8,2            | 29,4       | 214    | 0,0            | 0,0        |
| 133    | 0,0            | 0,0        | 174    | 9,6            | 20,1       | 215    | 0,0            | 0,0        |
| 134    | 0,0            | 0,0        | 175    | 14,7           | 16,3       | 216    | 0,0            | 0,0        |
| 135    | 0,0            | 0,0        | 176    | 24,5           | 8,7        | 217    | 0,0            | 0,0        |
| 136    | 0,0            | 0,0        | 177    | 39,4           | 3,3        | 218    | 0,0            | 0,0        |
| 137    | 0,0            | 0,0        | 178    | 39,0           | 2,9        | 219    | 0,0            | 0,0        |
| 138    | 0,0            | 0,0        | 179    | 38,5           | 5,9        | 220    | 0,0            | 0,0        |
| 139    | 0,0            | 0,0        | 180    | 42,4           | 8,0        | 221    | 0,0            | 0,0        |
| 140    | 0,0            | 0,0        | 181    | 38,2           | 6,0        | 222    | 0,0            | 0,0        |
| 141    | 0,0            | 0,0        | 182    | 41,4           | 3,8        | 223    | 0,0            | 0,0        |
| 142    | 0,0            | 4,9        | 183    | 44,6           | 5,4        | 224    | 0,0            | 0,0        |
| 143    | 0,0            | 7,3        | 184    | 38,8           | 8,2        | 225    | 0,0            | 0,0        |
| 144    | 4,4            | 28,7       | 185    | 37,5           | 8,9        | 226    | 0,0            | 0,0        |
| 145    | 11,1           | 26,4       | 186    | 35,4           | 7,3        | 227    | 0,0            | 0,0        |
| 146    | 15,0           | 9,4        | 187    | 28,4           | 7,0        | 228    | 0,0            | 0,0        |
| 147    | 15,9           | 0,0        | 188    | 14,8           | 7,0        | 229    | 0,0            | 0,0        |
| 148    | 15,3           | 0,0        | 189    | 0,0            | 5,9        | 230    | 0,0            | 0,0        |
| 149    | 14,2           | 0,0        | 190    | 0,0            | 0,0        | 231    | 0,0            | 0,0        |
| 150    | 13,2           | 0,0        | 191    | 0,0            | 0,0        | 232    | 0,0            | 0,0        |
| 151    | 11,6           | 0,0        | 192    | 0,0            | 0,0        | 233    | 0,0            | 0,0        |
| 152    | 8,4            | 0,0        | 193    | 0,0            | 0,0        | 234    | 0,0            | 0,0        |
| 153    | 5,4            | 0,0        | 194    | 0,0            | 0,0        | 235    | 0,0            | 0,0        |
| 154    | 4,3            | 5,6        | 195    | 0,0            | 0,0        | 236    | 0,0            | 0,0        |
| 155    | 5,8            | 24,4       | 196    | 0,0            | 0,0        | 237    | 0,0            | 0,0        |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 238    | 0,0            | 0,0        | 279    | 0,0            | 0,0        | 320    | 0,0            | 0,0        |
| 239    | 0,0            | 0,0        | 280    | 0,0            | 0,0        | 321    | 0,0            | 0,0        |
| 240    | 0,0            | 0,0        | 281    | 0,0            | 0,0        | 322    | 0,0            | 0,0        |
| 241    | 0,0            | 0,0        | 282    | 0,0            | 0,0        | 323    | 0,0            | 0,0        |
| 242    | 0,0            | 0,0        | 283    | 0,0            | 0,0        | 324    | 4,5            | 41,0       |
| 243    | 0,0            | 0,0        | 284    | 0,0            | 0,0        | 325    | 17,2           | 38,9       |
| 244    | 0,0            | 0,0        | 285    | 0,0            | 0,0        | 326    | 30,1           | 36,8       |
| 245    | 0,0            | 0,0        | 286    | 0,0            | 0,0        | 327    | 41,0           | 34,7       |
| 246    | 0,0            | 0,0        | 287    | 0,0            | 0,0        | 328    | 50,0           | 32,6       |
| 247    | 0,0            | 0,0        | 288    | 0,0            | 0,0        | 329    | 51,4           | 0,1        |
| 248    | 0,0            | 0,0        | 289    | 0,0            | 0,0        | 330    | 47,8           | m          |
| 249    | 0,0            | 0,0        | 290    | 0,0            | 0,0        | 331    | 40,2           | m          |
| 250    | 0,0            | 0,0        | 291    | 0,0            | 0,0        | 332    | 32,0           | m          |
| 251    | 0,0            | 0,0        | 292    | 0,0            | 0,0        | 333    | 24,4           | m          |
| 252    | 0,0            | 0,0        | 293    | 0,0            | 0,0        | 334    | 16,8           | m          |
| 253    | 0,0            | 31,6       | 294    | 0,0            | 0,0        | 335    | 8,1            | m          |
| 254    | 9,4            | 13,6       | 295    | 0,0            | 0,0        | 336    | 0,0            | m          |
| 255    | 22,2           | 16,9       | 296    | 0,0            | 0,0        | 337    | 0,0            | 0,0        |
| 256    | 33,0           | 53,5       | 297    | 0,0            | 0,0        | 338    | 0,0            | 0,0        |
| 257    | 43,7           | 22,1       | 298    | 0,0            | 0,0        | 339    | 0,0            | 0,0        |
| 258    | 39,8           | 0,0        | 299    | 0,0            | 0,0        | 340    | 0,0            | 0,0        |
| 259    | 36,0           | 45,7       | 300    | 0,0            | 0,0        | 341    | 0,0            | 0,0        |
| 260    | 47,6           | 75,9       | 301    | 0,0            | 0,0        | 342    | 0,0            | 0,0        |
| 261    | 61,2           | 70,4       | 302    | 0,0            | 0,0        | 343    | 0,0            | 0,0        |
| 262    | 72,3           | 70,4       | 303    | 0,0            | 0,0        | 344    | 0,0            | 0,0        |
| 263    | 76,0           | m          | 304    | 0,0            | 0,0        | 345    | 0,0            | 0,0        |
| 264    | 74,3           | m          | 305    | 0,0            | 0,0        | 346    | 0,0            | 0,0        |
| 265    | 68,5           | m          | 306    | 0,0            | 0,0        | 347    | 0,0            | 0,0        |
| 266    | 61,0           | m          | 307    | 0,0            | 0,0        | 348    | 0,0            | 0,0        |
| 267    | 56,0           | m          | 308    | 0,0            | 0,0        | 349    | 0,0            | 0,0        |
| 268    | 54,0           | m          | 309    | 0,0            | 0,0        | 350    | 0,0            | 0,0        |
| 269    | 53,0           | m          | 310    | 0,0            | 0,0        | 351    | 0,0            | 0,0        |
| 270    | 50,8           | m          | 311    | 0,0            | 0,0        | 352    | 0,0            | 0,0        |
| 271    | 46,8           | m          | 312    | 0,0            | 0,0        | 353    | 0,0            | 0,0        |
| 272    | 41,7           | m          | 313    | 0,0            | 0,0        | 354    | 0,0            | 0,5        |
| 273    | 35,9           | m          | 314    | 0,0            | 0,0        | 355    | 0,0            | 4,9        |
| 274    | 29,2           | m          | 315    | 0,0            | 0,0        | 356    | 9,2            | 61,3       |
| 275    | 20,7           | m          | 316    | 0,0            | 0,0        | 357    | 22,4           | 40,4       |
| 276    | 10,1           | m          | 317    | 0,0            | 0,0        | 358    | 36,5           | 50,1       |
| 277    | 0,0            | m          | 318    | 0,0            | 0,0        | 359    | 47,7           | 21,0       |
| 278    | 0,0            | 0,0        | 319    | 0,0            | 0,0        | 360    | 38,8           | 0,0        |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 361    | 30,0           | 37,0       | 402    | 64,6           | 44,6       | 443    | 59,7           | 29,2       |
| 362    | 37,0           | 63,6       | 403    | 51,6           | 0,0        | 444    | 45,1           | 0,0        |
| 363    | 45,5           | 90,8       | 404    | 38,7           | 37,4       | 445    | 30,6           | 4,2        |
| 364    | 54,5           | 40,9       | 405    | 42,4           | 70,3       | 446    | 30,9           | 8,4        |
| 365    | 45,9           | 0,0        | 406    | 46,5           | 89,1       | 447    | 30,5           | 4,3        |
| 366    | 37,2           | 47,5       | 407    | 50,6           | 93,9       | 448    | 44,6           | 0,0        |
| 367    | 44,5           | 84,4       | 408    | 53,8           | 33,0       | 449    | 58,8           | m          |
| 368    | 51,7           | 32,4       | 409    | 55,5           | 20,3       | 450    | 55,1           | m          |
| 369    | 58,1           | 15,2       | 410    | 55,8           | 5,2        | 451    | 50,6           | m          |
| 370    | 45,9           | 0,0        | 411    | 55,4           | m          | 452    | 45,3           | m          |
| 371    | 33,6           | 35,8       | 412    | 54,4           | m          | 453    | 39,3           | m          |
| 372    | 36,9           | 67,0       | 413    | 53,1           | m          | 454    | 49,1           | 0,0        |
| 373    | 40,2           | 84,7       | 414    | 51,8           | m          | 455    | 58,8           | m          |
| 374    | 43,4           | 84,3       | 415    | 50,3           | m          | 456    | 50,7           | m          |
| 375    | 45,7           | 84,3       | 416    | 48,4           | m          | 457    | 42,4           | m          |
| 376    | 46,5           | m          | 417    | 45,9           | m          | 458    | 44,1           | 0,0        |
| 377    | 46,1           | m          | 418    | 43,1           | m          | 459    | 45,7           | m          |
| 378    | 43,9           | m          | 419    | 40,1           | m          | 460    | 32,5           | m          |
| 379    | 39,3           | m          | 420    | 37,4           | m          | 461    | 20,7           | m          |
| 380    | 47,0           | m          | 421    | 35,1           | m          | 462    | 10,0           | m          |
| 381    | 54,6           | m          | 422    | 32,8           | m          | 463    | 0,0            | 0,0        |
| 382    | 62,0           | m          | 423    | 45,3           | 0,0        | 464    | 0,0            | 1,5        |
| 383    | 52,0           | m          | 424    | 57,8           | m          | 465    | 0,9            | 41,1       |
| 384    | 43,0           | m          | 425    | 50,6           | m          | 466    | 7,0            | 46,3       |
| 385    | 33,9           | m          | 426    | 41,6           | m          | 467    | 12,8           | 48,5       |
| 386    | 28,4           | m          | 427    | 47,9           | 0,0        | 468    | 17,0           | 50,7       |
| 387    | 25,5           | m          | 428    | 54,2           | m          | 469    | 20,9           | 52,9       |
| 388    | 24,6           | 11,0       | 429    | 48,1           | m          | 470    | 26,7           | 55,0       |
| 389    | 25,2           | 14,7       | 430    | 47,0           | 31,3       | 471    | 35,5           | 57,2       |
| 390    | 28,6           | 28,4       | 431    | 49,0           | 38,3       | 472    | 46,9           | 23,8       |
| 391    | 35,5           | 65,0       | 432    | 52,0           | 40,1       | 473    | 44,5           | 0,0        |
| 392    | 43,8           | 75,3       | 433    | 53,3           | 14,5       | 474    | 42,1           | 45,7       |
| 393    | 51,2           | 34,2       | 434    | 52,6           | 0,8        | 475    | 55,6           | 77,4       |
| 394    | 40,7           | 0,0        | 435    | 49,8           | m          | 476    | 68,8           | 100,0      |
| 395    | 30,3           | 45,4       | 436    | 51,0           | 18,6       | 477    | 81,7           | 47,9       |
| 396    | 34,2           | 83,1       | 437    | 56,9           | 38,9       | 478    | 71,2           | 0,0        |
| 397    | 37,6           | 85,3       | 438    | 67,2           | 45,0       | 479    | 60,7           | 38,3       |
| 398    | 40,8           | 87,5       | 439    | 78,6           | 21,5       | 480    | 68,8           | 72,7       |
| 399    | 44,8           | 89,7       | 440    | 65,5           | 0,0        | 481    | 75,0           | m          |
| 400    | 50,6           | 91,9       | 441    | 52,4           | 31,3       | 482    | 61,3           | m          |
| 401    | 57,6           | 94,1       | 442    | 56,4           | 60,1       | 483    | 53,5           | m          |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 484    | 45,9           | 58,0       | 525    | 44,2           | 15,8       | 566    | 51,4           | m          |
| 485    | 48,1           | 80,0       | 526    | 44,9           | 2,9        | 567    | 48,7           | m          |
| 486    | 49,4           | 97,9       | 527    | 45,1           | m          | 568    | 45,6           | m          |
| 487    | 49,7           | m          | 528    | 44,8           | m          | 569    | 42,4           | m          |
| 488    | 48,7           | m          | 529    | 43,9           | m          | 570    | 40,4           | m          |
| 489    | 45,5           | m          | 530    | 42,4           | m          | 571    | 39,8           | 5,8        |
| 490    | 40,4           | m          | 531    | 40,2           | m          | 572    | 40,7           | 39,7       |
| 491    | 49,7           | 0,0        | 532    | 37,1           | m          | 573    | 43,8           | 37,1       |
| 492    | 59,0           | m          | 533    | 47,0           | 0,0        | 574    | 48,1           | 39,1       |
| 493    | 48,9           | m          | 534    | 57,0           | m          | 575    | 52,0           | 22,0       |
| 494    | 40,0           | m          | 535    | 45,1           | m          | 576    | 54,7           | 13,2       |
| 495    | 33,5           | m          | 536    | 32,6           | m          | 577    | 56,4           | 13,2       |
| 496    | 30,0           | m          | 537    | 46,8           | 0,0        | 578    | 57,5           | 6,6        |
| 497    | 29,1           | 12,0       | 538    | 61,5           | m          | 579    | 42,6           | 0,0        |
| 498    | 29,3           | 40,4       | 539    | 56,7           | m          | 580    | 27,7           | 10,9       |
| 499    | 30,4           | 29,3       | 540    | 46,9           | m          | 581    | 28,5           | 21,3       |
| 500    | 32,2           | 15,4       | 541    | 37,5           | m          | 582    | 29,2           | 23,9       |
| 501    | 33,9           | 15,8       | 542    | 30,3           | m          | 583    | 29,5           | 15,2       |
| 502    | 35,3           | 14,9       | 543    | 27,3           | 32,3       | 584    | 29,7           | 8,8        |
| 503    | 36,4           | 15,1       | 544    | 30,8           | 60,3       | 585    | 30,4           | 20,8       |
| 504    | 38,0           | 15,3       | 545    | 41,2           | 62,3       | 586    | 31,9           | 22,9       |
| 505    | 40,3           | 50,9       | 546    | 36,0           | 0,0        | 587    | 34,3           | 61,4       |
| 506    | 43,0           | 39,7       | 547    | 30,8           | 32,3       | 588    | 37,2           | 76,6       |
| 507    | 45,5           | 20,6       | 548    | 33,9           | 60,3       | 589    | 40,1           | 27,5       |
| 508    | 47,3           | 20,6       | 549    | 34,6           | 38,4       | 590    | 42,3           | 25,4       |
| 509    | 48,8           | 22,1       | 550    | 37,0           | 16,6       | 591    | 43,5           | 32,0       |
| 510    | 50,1           | 22,1       | 551    | 42,7           | 62,3       | 592    | 43,8           | 6,0        |
| 511    | 51,4           | 42,4       | 552    | 50,4           | 28,1       | 593    | 43,5           | m          |
| 512    | 52,5           | 31,9       | 553    | 40,1           | 0,0        | 594    | 42,8           | m          |
| 513    | 53,7           | 21,6       | 554    | 29,9           | 8,0        | 595    | 41,7           | m          |
| 514    | 55,1           | 11,6       | 555    | 32,5           | 15,0       | 596    | 40,4           | m          |
| 515    | 56,8           | 5,7        | 556    | 34,6           | 63,1       | 597    | 39,3           | m          |
| 516    | 42,4           | 0,0        | 557    | 36,7           | 58,0       | 598    | 38,9           | 12,9       |
| 517    | 27,9           | 8,2        | 558    | 39,4           | 52,9       | 599    | 39,0           | 18,4       |
| 518    | 29,0           | 15,9       | 559    | 42,8           | 47,8       | 600    | 39,7           | 39,2       |
| 519    | 30,4           | 25,1       | 560    | 46,8           | 42,7       | 601    | 41,4           | 60,0       |
| 520    | 32,6           | 60,5       | 561    | 50,7           | 27,5       | 602    | 43,7           | 54,5       |
| 521    | 35,4           | 72,7       | 562    | 53,4           | 20,7       | 603    | 46,2           | 64,2       |
| 522    | 38,4           | 88,2       | 563    | 54,2           | 13,1       | 604    | 48,8           | 73,3       |
| 523    | 41,0           | 65,1       | 564    | 54,2           | 0,4        | 605    | 51,0           | 82,3       |
| 524    | 42,9           | 25,6       | 565    | 53,4           | 0,0        | 606    | 52,1           | 0,0        |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 607    | 52,0           | m          | 648    | 0,0            | 0,0        | 689    | 46,6           | 0,0        |
| 608    | 50,9           | m          | 649    | 0,0            | 0,0        | 690    | 32,3           | 34,6       |
| 609    | 49,4           | m          | 650    | 0,0            | 0,0        | 691    | 32,7           | 68,6       |
| 610    | 47,8           | m          | 651    | 0,0            | 0,0        | 692    | 32,6           | 67,0       |
| 611    | 46,6           | m          | 652    | 0,0            | 0,0        | 693    | 31,3           | m          |
| 612    | 47,3           | 35,3       | 653    | 0,0            | 0,0        | 694    | 28,1           | m          |
| 613    | 49,2           | 74,1       | 654    | 0,0            | 0,0        | 695    | 43,0           | 0,0        |
| 614    | 51,1           | 95,2       | 655    | 0,0            | 0,0        | 696    | 58,0           | m          |
| 615    | 51,7           | m          | 656    | 0,0            | 3,4        | 697    | 58,9           | m          |
| 616    | 50,8           | m          | 657    | 1,4            | 22,0       | 698    | 49,4           | m          |
| 617    | 47,3           | m          | 658    | 10,1           | 45,3       | 699    | 41,5           | m          |
| 618    | 41,8           | m          | 659    | 21,5           | 10,0       | 700    | 48,4           | 0,0        |
| 619    | 36,4           | m          | 660    | 32,2           | 0,0        | 701    | 55,3           | m          |
| 620    | 30,9           | m          | 661    | 42,3           | 46,0       | 702    | 41,8           | m          |
| 621    | 25,5           | 37,1       | 662    | 57,1           | 74,1       | 703    | 31,6           | m          |
| 622    | 33,8           | 38,4       | 663    | 72,1           | 34,2       | 704    | 24,6           | m          |
| 623    | 42,1           | m          | 664    | 66,9           | 0,0        | 705    | 15,2           | m          |
| 624    | 34,1           | m          | 665    | 60,4           | 41,8       | 706    | 7,0            | m          |
| 625    | 33,0           | 37,1       | 666    | 69,1           | 79,0       | 707    | 0,0            | 0,0        |
| 626    | 36,4           | 38,4       | 667    | 77,1           | 38,3       | 708    | 0,0            | 0,0        |
| 627    | 43,3           | 17,1       | 668    | 63,1           | 0,0        | 709    | 0,0            | 0,0        |
| 628    | 35,7           | 0,0        | 669    | 49,1           | 47,9       | 710    | 0,0            | 0,0        |
| 629    | 28,1           | 11,6       | 670    | 53,4           | 91,3       | 711    | 0,0            | 0,0        |
| 630    | 36,5           | 19,2       | 671    | 57,5           | 85,7       | 712    | 0,0            | 0,0        |
| 631    | 45,2           | 8,3        | 672    | 61,5           | 89,2       | 713    | 0,0            | 0,0        |
| 632    | 36,5           | 0,0        | 673    | 65,5           | 85,9       | 714    | 0,0            | 0,0        |
| 633    | 27,9           | 32,6       | 674    | 69,5           | 89,5       | 715    | 0,0            | 0,0        |
| 634    | 31,5           | 59,6       | 675    | 73,1           | 75,5       | 716    | 0,0            | 0,0        |
| 635    | 34,4           | 65,2       | 676    | 76,2           | 73,6       | 717    | 0,0            | 0,0        |
| 636    | 37,0           | 59,6       | 677    | 79,1           | 75,6       | 718    | 0,0            | 0,0        |
| 637    | 39,0           | 49,0       | 678    | 81,8           | 78,2       | 719    | 0,0            | 0,0        |
| 638    | 40,2           | m          | 679    | 84,1           | 39,0       | 720    | 0,0            | 0,0        |
| 639    | 39,8           | m          | 680    | 69,6           | 0,0        | 721    | 0,0            | 0,0        |
| 640    | 36,0           | m          | 681    | 55,0           | 25,2       | 722    | 0,0            | 0,0        |
| 641    | 29,7           | m          | 682    | 55,8           | 49,9       | 723    | 0,0            | 0,0        |
| 642    | 21,5           | m          | 683    | 56,7           | 46,4       | 724    | 0,0            | 0,0        |
| 643    | 14,1           | m          | 684    | 57,6           | 76,3       | 725    | 0,0            | 0,0        |
| 644    | 0,0            | 0,0        | 685    | 58,4           | 92,7       | 726    | 0,0            | 0,0        |
| 645    | 0,0            | 0,0        | 686    | 59,3           | 99,9       | 727    | 0,0            | 0,0        |
| 646    | 0,0            | 0,0        | 687    | 60,1           | 95,0       | 728    | 0,0            | 0,0        |
| 647    | 0,0            | 0,0        | 688    | 61,0           | 46,7       | 729    | 0,0            | 0,0        |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 730    | 0,0            | 0,0        | 771    | 0,0            | 22,0       | 812    | 43,4           | 78,3       |
| 731    | 0,0            | 0,0        | 772    | 4,5            | 25,8       | 813    | 47,2           | 73,4       |
| 732    | 0,0            | 0,0        | 773    | 15,5           | 42,8       | 814    | 49,6           | 66,9       |
| 733    | 0,0            | 0,0        | 774    | 30,5           | 46,8       | 815    | 50,2           | 62,0       |
| 734    | 0,0            | 0,0        | 775    | 45,5           | 29,3       | 816    | 50,2           | 57,7       |
| 735    | 0,0            | 0,0        | 776    | 49,2           | 13,6       | 817    | 50,6           | 62,1       |
| 736    | 0,0            | 0,0        | 777    | 39,5           | 0,0        | 818    | 52,3           | 62,9       |
| 737    | 0,0            | 0,0        | 778    | 29,7           | 15,1       | 819    | 54,8           | 37,5       |
| 738    | 0,0            | 0,0        | 779    | 34,8           | 26,9       | 820    | 57,0           | 18,3       |
| 739    | 0,0            | 0,0        | 780    | 40,0           | 13,6       | 821    | 42,3           | 0,0        |
| 740    | 0,0            | 0,0        | 781    | 42,2           | m          | 822    | 27,6           | 29,1       |
| 741    | 0,0            | 0,0        | 782    | 42,1           | m          | 823    | 28,4           | 57,0       |
| 742    | 0,0            | 0,0        | 783    | 40,8           | m          | 824    | 29,1           | 51,8       |
| 743    | 0,0            | 0,0        | 784    | 37,7           | 37,6       | 825    | 29,6           | 35,3       |
| 744    | 0,0            | 0,0        | 785    | 47,0           | 35,0       | 826    | 29,7           | 33,3       |
| 745    | 0,0            | 0,0        | 786    | 48,8           | 33,4       | 827    | 29,8           | 17,7       |
| 746    | 0,0            | 0,0        | 787    | 41,7           | m          | 828    | 29,5           | m          |
| 747    | 0,0            | 0,0        | 788    | 27,7           | m          | 829    | 28,9           | m          |
| 748    | 0,0            | 0,0        | 789    | 17,2           | m          | 830    | 43,0           | 0,0        |
| 749    | 0,0            | 0,0        | 790    | 14,0           | 37,6       | 831    | 57,1           | m          |
| 750    | 0,0            | 0,0        | 791    | 18,4           | 25,0       | 832    | 57,7           | m          |
| 751    | 0,0            | 0,0        | 792    | 27,6           | 17,7       | 833    | 56,0           | m          |
| 752    | 0,0            | 0,0        | 793    | 39,8           | 6,8        | 834    | 53,8           | m          |
| 753    | 0,0            | 0,0        | 794    | 34,3           | 0,0        | 835    | 51,2           | m          |
| 754    | 0,0            | 0,0        | 795    | 28,7           | 26,5       | 836    | 48,1           | m          |
| 755    | 0,0            | 0,0        | 796    | 41,5           | 40,9       | 837    | 44,5           | m          |
| 756    | 0,0            | 0,0        | 797    | 53,7           | 17,5       | 838    | 40,9           | m          |
| 757    | 0,0            | 0,0        | 798    | 42,4           | 0,0        | 839    | 38,1           | m          |
| 758    | 0,0            | 0,0        | 799    | 31,2           | 27,3       | 840    | 37,2           | 42,7       |
| 759    | 0,0            | 0,0        | 800    | 32,3           | 53,2       | 841    | 37,5           | 70,8       |
| 760    | 0,0            | 0,0        | 801    | 34,5           | 60,6       | 842    | 39,1           | 48,6       |
| 761    | 0,0            | 0,0        | 802    | 37,6           | 68,0       | 843    | 41,3           | 0,1        |
| 762    | 0,0            | 0,0        | 803    | 41,2           | 75,4       | 844    | 42,3           | m          |
| 763    | 0,0            | 0,0        | 804    | 45,8           | 82,8       | 845    | 42,0           | m          |
| 764    | 0,0            | 0,0        | 805    | 52,3           | 38,2       | 846    | 40,8           | m          |
| 765    | 0,0            | 0,0        | 806    | 42,5           | 0,0        | 847    | 38,6           | m          |
| 766    | 0,0            | 0,0        | 807    | 32,6           | 30,5       | 848    | 35,5           | m          |
| 767    | 0,0            | 0,0        | 808    | 35,0           | 57,9       | 849    | 32,1           | m          |
| 768    | 0,0            | 0,0        | 809    | 36,0           | 77,3       | 850    | 29,6           | m          |
| 769    | 0,0            | 0,0        | 810    | 37,1           | 96,8       | 851    | 28,8           | 39,9       |
| 770    | 0,0            | 0,0        | 811    | 39,6           | 80,8       | 852    | 29,2           | 52,9       |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 853    | 30,9           | 76,1       | 894    | 0,0            | 0,0        | 935    | 56,3           | 56,0       |
| 854    | 34,3           | 76,5       | 895    | 0,0            | 0,0        | 936    | 59,9           | 27,2       |
| 855    | 38,3           | 75,5       | 896    | 0,0            | 0,0        | 937    | 45,8           | 0,0        |
| 856    | 42,5           | 74,8       | 897    | 0,0            | 0,0        | 938    | 31,8           | 28,8       |
| 857    | 46,6           | 74,2       | 898    | 0,0            | 0,0        | 939    | 32,7           | 56,5       |
| 858    | 50,7           | 76,2       | 899    | 0,0            | 0,0        | 940    | 33,4           | 62,8       |
| 859    | 54,8           | 75,1       | 900    | 0,0            | 0,0        | 941    | 34,6           | 68,2       |
| 860    | 58,7           | 36,3       | 901    | 0,0            | 5,8        | 942    | 35,8           | 68,6       |
| 861    | 45,2           | 0,0        | 902    | 2,5            | 27,9       | 943    | 38,6           | 65,0       |
| 862    | 31,8           | 37,2       | 903    | 12,4           | 29,0       | 944    | 42,3           | 61,9       |
| 863    | 33,8           | 71,2       | 904    | 19,4           | 30,1       | 945    | 44,1           | 65,3       |
| 864    | 35,5           | 46,4       | 905    | 29,3           | 31,2       | 946    | 45,3           | 63,2       |
| 865    | 36,6           | 33,6       | 906    | 37,1           | 10,4       | 947    | 46,5           | 30,6       |
| 866    | 37,2           | 20,0       | 907    | 40,6           | 4,9        | 948    | 46,7           | 11,1       |
| 867    | 37,2           | m          | 908    | 35,8           | 0,0        | 949    | 45,9           | 16,1       |
| 868    | 37,0           | m          | 909    | 30,9           | 7,6        | 950    | 45,6           | 21,8       |
| 869    | 36,6           | m          | 910    | 35,4           | 13,8       | 951    | 45,9           | 24,2       |
| 870    | 36,0           | m          | 911    | 36,5           | 11,1       | 952    | 46,5           | 24,7       |
| 871    | 35,4           | m          | 912    | 40,8           | 48,5       | 953    | 46,7           | 24,7       |
| 872    | 34,7           | m          | 913    | 49,8           | 3,7        | 954    | 46,8           | 28,2       |
| 873    | 34,1           | m          | 914    | 41,2           | 0,0        | 955    | 47,2           | 31,2       |
| 874    | 33,6           | m          | 915    | 32,7           | 29,7       | 956    | 47,6           | 29,6       |
| 875    | 33,3           | m          | 916    | 39,4           | 52,1       | 957    | 48,2           | 31,2       |
| 876    | 33,1           | m          | 917    | 48,8           | 22,7       | 958    | 48,6           | 33,5       |
| 877    | 32,7           | m          | 918    | 41,6           | 0,0        | 959    | 48,8           | m          |
| 878    | 31,4           | m          | 919    | 34,5           | 46,6       | 960    | 47,6           | m          |
| 879    | 45,0           | 0,0        | 920    | 39,7           | 84,4       | 961    | 46,3           | m          |
| 880    | 58,5           | m          | 921    | 44,7           | 83,2       | 962    | 45,2           | m          |
| 881    | 53,7           | m          | 922    | 49,5           | 78,9       | 963    | 43,5           | m          |
| 882    | 47,5           | m          | 923    | 52,3           | 83,8       | 964    | 41,4           | m          |
| 883    | 40,6           | m          | 924    | 53,4           | 77,7       | 965    | 40,3           | m          |
| 884    | 34,1           | m          | 925    | 52,1           | 69,6       | 966    | 39,4           | m          |
| 885    | 45,3           | 0,0        | 926    | 47,9           | 63,6       | 967    | 38,0           | m          |
| 886    | 56,4           | m          | 927    | 46,4           | 55,2       | 968    | 36,3           | m          |
| 887    | 51,0           | m          | 928    | 46,5           | 53,6       | 969    | 35,3           | 5,8        |
| 888    | 44,5           | m          | 929    | 46,4           | 62,3       | 970    | 35,4           | 30,2       |
| 889    | 36,4           | m          | 930    | 46,1           | 58,2       | 971    | 36,6           | 55,6       |
| 890    | 26,6           | m          | 931    | 46,2           | 61,8       | 972    | 38,6           | 48,5       |
| 891    | 20,0           | m          | 932    | 47,3           | 62,3       | 973    | 39,9           | 41,8       |
| 892    | 13,3           | m          | 933    | 49,3           | 57,1       | 974    | 40,3           | 38,2       |
| 893    | 6,7            | m          | 934    | 52,6           | 58,1       | 975    | 40,8           | 35,0       |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 976    | 41,9           | 32,4       | 1017   | 38,6           | 0,0        | 1058   | 34,1           | 15,5       |
| 977    | 43,2           | 26,4       | 1018   | 37,4           | 5,4        | 1059   | 33,5           | m          |
| 978    | 43,5           | m          | 1019   | 43,4           | 9,7        | 1060   | 31,8           | m          |
| 979    | 42,9           | m          | 1020   | 46,9           | 15,7       | 1061   | 30,1           | m          |
| 980    | 41,5           | m          | 1021   | 52,5           | 13,1       | 1062   | 29,6           | 10,3       |
| 981    | 40,9           | m          | 1022   | 56,2           | 6,3        | 1063   | 30,0           | 26,5       |
| 982    | 40,5           | m          | 1023   | 44,0           | 0,0        | 1064   | 31,0           | 18,8       |
| 983    | 39,5           | m          | 1024   | 31,8           | 20,9       | 1065   | 31,5           | 26,5       |
| 984    | 38,3           | m          | 1025   | 38,7           | 36,3       | 1066   | 31,7           | m          |
| 985    | 36,9           | m          | 1026   | 47,7           | 47,5       | 1067   | 31,5           | m          |
| 986    | 35,4           | m          | 1027   | 54,5           | 22,0       | 1068   | 30,6           | m          |
| 987    | 34,5           | m          | 1028   | 41,3           | 0,0        | 1069   | 30,0           | m          |
| 988    | 33,9           | m          | 1029   | 28,1           | 26,8       | 1070   | 30,0           | m          |
| 989    | 32,6           | m          | 1030   | 31,6           | 49,2       | 1071   | 29,4           | m          |
| 990    | 30,9           | m          | 1031   | 34,5           | 39,5       | 1072   | 44,3           | 0,0        |
| 991    | 29,9           | m          | 1032   | 36,4           | 24,0       | 1073   | 59,2           | m          |
| 992    | 29,2           | m          | 1033   | 36,7           | m          | 1074   | 58,3           | m          |
| 993    | 44,1           | 0,0        | 1034   | 35,5           | m          | 1075   | 57,1           | m          |
| 994    | 59,1           | m          | 1035   | 33,8           | m          | 1076   | 55,4           | m          |
| 995    | 56,8           | m          | 1036   | 33,7           | 19,8       | 1077   | 53,5           | m          |
| 996    | 53,5           | m          | 1037   | 35,3           | 35,1       | 1078   | 51,5           | m          |
| 997    | 47,8           | m          | 1038   | 38,0           | 33,9       | 1079   | 49,7           | m          |
| 998    | 41,9           | m          | 1039   | 40,1           | 34,5       | 1080   | 47,9           | m          |
| 999    | 35,9           | m          | 1040   | 42,2           | 40,4       | 1081   | 46,4           | m          |
| 1000   | 44,3           | 0,0        | 1041   | 45,2           | 44,0       | 1082   | 45,5           | m          |
| 1001   | 52,6           | m          | 1042   | 48,3           | 35,9       | 1083   | 45,2           | m          |
| 1002   | 43,4           | m          | 1043   | 50,1           | 29,6       | 1084   | 44,3           | m          |
| 1003   | 50,6           | 0,0        | 1044   | 52,3           | 38,5       | 1085   | 43,6           | m          |
| 1004   | 57,8           | m          | 1045   | 55,3           | 57,7       | 1086   | 43,1           | m          |
| 1005   | 51,6           | m          | 1046   | 57,0           | 50,7       | 1087   | 42,5           | 25,6       |
| 1006   | 44,8           | m          | 1047   | 57,7           | 25,2       | 1088   | 43,3           | 25,7       |
| 1007   | 48,6           | 0,0        | 1048   | 42,9           | 0,0        | 1089   | 46,3           | 24,0       |
| 1008   | 52,4           | m          | 1049   | 28,2           | 15,7       | 1090   | 47,8           | 20,6       |
| 1009   | 45,4           | m          | 1050   | 29,2           | 30,5       | 1091   | 47,2           | 3,8        |
| 1010   | 37,2           | m          | 1051   | 31,1           | 52,6       | 1092   | 45,6           | 4,4        |
| 1011   | 26,3           | m          | 1052   | 33,4           | 60,7       | 1093   | 44,6           | 4,1        |
| 1012   | 17,9           | m          | 1053   | 35,0           | 61,4       | 1094   | 44,1           | m          |
| 1013   | 16,2           | 1,9        | 1054   | 35,3           | 18,2       | 1095   | 42,9           | m          |
| 1014   | 17,8           | 7,5        | 1055   | 35,2           | 14,9       | 1096   | 40,9           | m          |
| 1015   | 25,2           | 18,0       | 1056   | 34,9           | 11,7       | 1097   | 39,2           | m          |
| 1016   | 39,7           | 6,5        | 1057   | 34,5           | 12,9       | 1098   | 37,0           | m          |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 1099   | 35,1           | 2,0        | 1140   | 59,2           | m          | 1181   | 0,0            | 0,0        |
| 1100   | 35,6           | 43,3       | 1141   | 47,2           | m          | 1182   | 0,0            | 0,0        |
| 1101   | 38,7           | 47,6       | 1142   | 35,1           | 0,0        | 1183   | 0,0            | 0,0        |
| 1102   | 41,3           | 40,4       | 1143   | 23,1           | m          | 1184   | 0,0            | 0,0        |
| 1103   | 42,6           | 45,7       | 1144   | 13,1           | m          | 1185   | 0,0            | 0,0        |
| 1104   | 43,9           | 43,3       | 1145   | 5,0            | m          | 1186   | 0,0            | 0,0        |
| 1105   | 46,9           | 41,2       | 1146   | 0,0            | 0,0        | 1187   | 0,0            | 0,0        |
| 1106   | 52,4           | 40,1       | 1147   | 0,0            | 0,0        | 1188   | 0,0            | 0,0        |
| 1107   | 56,3           | 39,3       | 1148   | 0,0            | 0,0        | 1189   | 0,0            | 0,0        |
| 1108   | 57,4           | 25,5       | 1149   | 0,0            | 0,0        | 1190   | 0,0            | 0,0        |
| 1109   | 57,2           | 25,4       | 1150   | 0,0            | 0,0        | 1191   | 0,0            | 0,0        |
| 1110   | 57,0           | 25,4       | 1151   | 0,0            | 0,0        | 1192   | 0,0            | 0,0        |
| 1111   | 56,8           | 25,3       | 1152   | 0,0            | 0,0        | 1193   | 0,0            | 0,0        |
| 1112   | 56,3           | 25,3       | 1153   | 0,0            | 0,0        | 1194   | 0,0            | 0,0        |
| 1113   | 55,6           | 25,2       | 1154   | 0,0            | 0,0        | 1195   | 0,0            | 0,0        |
| 1114   | 56,2           | 25,2       | 1155   | 0,0            | 0,0        | 1196   | 0,0            | 20,4       |
| 1115   | 58,0           | 12,4       | 1156   | 0,0            | 0,0        | 1197   | 12,6           | 41,2       |
| 1116   | 43,4           | 0,0        | 1157   | 0,0            | 0,0        | 1198   | 27,3           | 20,4       |
| 1117   | 28,8           | 26,2       | 1158   | 0,0            | 0,0        | 1199   | 40,4           | 7,6        |
| 1118   | 30,9           | 49,9       | 1159   | 0,0            | 0,0        | 1200   | 46,1           | m          |
| 1119   | 32,3           | 40,5       | 1160   | 0,0            | 0,0        | 1201   | 44,6           | m          |
| 1120   | 32,5           | 12,4       | 1161   | 0,0            | 0,0        | 1202   | 42,7           | 14,7       |
| 1121   | 32,4           | 12,2       | 1162   | 0,0            | 0,0        | 1203   | 42,9           | 7,3        |
| 1122   | 32,1           | 6,4        | 1163   | 0,0            | 0,0        | 1204   | 36,1           | 0,0        |
| 1123   | 31,0           | 12,4       | 1164   | 0,0            | 0,0        | 1205   | 29,3           | 15,0       |
| 1124   | 30,1           | 18,5       | 1165   | 0,0            | 0,0        | 1206   | 43,8           | 22,6       |
| 1125   | 30,4           | 35,6       | 1166   | 0,0            | 0,0        | 1207   | 54,9           | 9,9        |
| 1126   | 31,2           | 30,1       | 1167   | 0,0            | 0,0        | 1208   | 44,9           | 0,0        |
| 1127   | 31,5           | 30,8       | 1168   | 0,0            | 0,0        | 1209   | 34,9           | 47,4       |
| 1128   | 31,5           | 26,9       | 1169   | 0,0            | 0,0        | 1210   | 42,7           | 82,7       |
| 1129   | 31,7           | 33,9       | 1170   | 0,0            | 0,0        | 1211   | 52,0           | 81,2       |
| 1130   | 32,0           | 29,9       | 1171   | 0,0            | 0,0        | 1212   | 61,8           | 82,7       |
| 1131   | 32,1           | m          | 1172   | 0,0            | 0,0        | 1213   | 71,3           | 39,1       |
| 1132   | 31,4           | m          | 1173   | 0,0            | 0,0        | 1214   | 58,1           | 0,0        |
| 1133   | 30,3           | m          | 1174   | 0,0            | 0,0        | 1215   | 44,9           | 42,5       |
| 1134   | 29,8           | m          | 1175   | 0,0            | 0,0        | 1216   | 46,3           | 83,3       |
| 1135   | 44,3           | 0,0        | 1176   | 0,0            | 0,0        | 1217   | 46,8           | 74,1       |
| 1136   | 58,9           | m          | 1177   | 0,0            | 0,0        | 1218   | 48,1           | 75,7       |
| 1137   | 52,1           | m          | 1178   | 0,0            | 0,0        | 1219   | 50,5           | 75,8       |
| 1138   | 44,1           | m          | 1179   | 0,0            | 0,0        | 1220   | 53,6           | 76,7       |
| 1139   | 51,7           | 0,0        | 1180   | 0,0            | 0,0        | 1221   | 56,9           | 77,1       |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 1222   | 60,2           | 78,7       | 1263   | 35,6           | m          | 1304   | 71,6           | 85,9       |
| 1223   | 63,7           | 78,0       | 1264   | 34,2           | m          | 1305   | 73,3           | 86,2       |
| 1224   | 67,2           | 79,6       | 1265   | 32,9           | m          | 1306   | 74,8           | 86,5       |
| 1225   | 70,7           | 80,9       | 1266   | 31,8           | m          | 1307   | 76,3           | 42,9       |
| 1226   | 74,1           | 81,1       | 1267   | 30,7           | m          | 1308   | 63,3           | 0,0        |
| 1227   | 77,5           | 83,6       | 1268   | 29,6           | m          | 1309   | 50,4           | 21,2       |
| 1228   | 80,8           | 85,6       | 1269   | 40,4           | 0,0        | 1310   | 50,6           | 42,3       |
| 1229   | 84,1           | 81,6       | 1270   | 51,2           | m          | 1311   | 50,6           | 53,7       |
| 1230   | 87,4           | 88,3       | 1271   | 49,6           | m          | 1312   | 50,4           | 90,1       |
| 1231   | 90,5           | 91,9       | 1272   | 48,0           | m          | 1313   | 50,5           | 97,1       |
| 1232   | 93,5           | 94,1       | 1273   | 46,4           | m          | 1314   | 51,0           | 100,0      |
| 1233   | 96,8           | 96,6       | 1274   | 45,0           | m          | 1315   | 51,9           | 100,0      |
| 1234   | 100,0          | m          | 1275   | 43,6           | m          | 1316   | 52,6           | 100,0      |
| 1235   | 96,0           | m          | 1276   | 42,3           | m          | 1317   | 52,8           | 32,4       |
| 1236   | 81,9           | m          | 1277   | 41,0           | m          | 1318   | 47,7           | 0,0        |
| 1237   | 68,1           | m          | 1278   | 39,6           | m          | 1319   | 42,6           | 27,4       |
| 1238   | 58,1           | 84,7       | 1279   | 38,3           | m          | 1320   | 42,1           | 53,5       |
| 1239   | 58,5           | 85,4       | 1280   | 37,1           | m          | 1321   | 41,8           | 44,5       |
| 1240   | 59,5           | 85,6       | 1281   | 35,9           | m          | 1322   | 41,4           | 41,1       |
| 1241   | 61,0           | 86,6       | 1282   | 34,6           | m          | 1323   | 41,0           | 21,0       |
| 1242   | 62,6           | 86,8       | 1283   | 33,0           | m          | 1324   | 40,3           | 0,0        |
| 1243   | 64,1           | 87,6       | 1284   | 31,1           | m          | 1325   | 39,3           | 1,0        |
| 1244   | 65,4           | 87,5       | 1285   | 29,2           | m          | 1326   | 38,3           | 15,2       |
| 1245   | 66,7           | 87,8       | 1286   | 43,3           | 0,0        | 1327   | 37,6           | 57,8       |
| 1246   | 68,1           | 43,5       | 1287   | 57,4           | 32,8       | 1328   | 37,3           | 73,2       |
| 1247   | 55,2           | 0,0        | 1288   | 59,9           | 65,4       | 1329   | 37,3           | 59,8       |
| 1248   | 42,3           | 37,2       | 1289   | 61,9           | 76,1       | 1330   | 37,4           | 52,2       |
| 1249   | 43,0           | 73,6       | 1290   | 65,6           | 73,7       | 1331   | 37,4           | 16,9       |
| 1250   | 43,5           | 65,1       | 1291   | 69,9           | 79,3       | 1332   | 37,1           | 34,3       |
| 1251   | 43,8           | 53,1       | 1292   | 74,1           | 81,3       | 1333   | 36,7           | 51,9       |
| 1252   | 43,9           | 54,6       | 1293   | 78,3           | 83,2       | 1334   | 36,2           | 25,3       |
| 1253   | 43,9           | 41,2       | 1294   | 82,6           | 86,0       | 1335   | 35,6           | m          |
| 1254   | 43,8           | 34,8       | 1295   | 87,0           | 89,5       | 1336   | 34,6           | m          |
| 1255   | 43,6           | 30,3       | 1296   | 91,2           | 90,8       | 1337   | 33,2           | m          |
| 1256   | 43,3           | 21,9       | 1297   | 95,3           | 45,9       | 1338   | 31,6           | m          |
| 1257   | 42,8           | 19,9       | 1298   | 81,0           | 0,0        | 1339   | 30,1           | m          |
| 1258   | 42,3           | m          | 1299   | 66,6           | 38,2       | 1340   | 28,8           | m          |
| 1259   | 41,4           | m          | 1300   | 67,9           | 75,5       | 1341   | 28,0           | 29,5       |
| 1260   | 40,2           | m          | 1301   | 68,4           | 80,5       | 1342   | 28,6           | 100,0      |
| 1261   | 38,7           | m          | 1302   | 69,0           | 85,5       | 1343   | 28,8           | 97,3       |
| 1262   | 37,1           | m          | 1303   | 70,0           | 85,2       | 1344   | 28,8           | 73,4       |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 1345   | 29,6           | 56,9       | 1386   | 60,0           | 0,0        | 1427   | 51,1           | 74,6       |
| 1346   | 30,3           | 91,7       | 1387   | 45,1           | 41,6       | 1428   | 51,9           | 75,0       |
| 1347   | 31,0           | 90,5       | 1388   | 47,7           | 84,2       | 1429   | 52,7           | 37,2       |
| 1348   | 31,8           | 81,7       | 1389   | 50,4           | 50,2       | 1430   | 41,6           | 0,0        |
| 1349   | 32,6           | 79,5       | 1390   | 53,0           | 26,1       | 1431   | 30,4           | 36,6       |
| 1350   | 33,5           | 86,9       | 1391   | 59,5           | 0,0        | 1432   | 30,5           | 73,2       |
| 1351   | 34,6           | 100,0      | 1392   | 66,2           | 38,4       | 1433   | 30,3           | 81,6       |
| 1352   | 35,6           | 78,7       | 1393   | 66,4           | 76,7       | 1434   | 30,4           | 89,3       |
| 1353   | 36,4           | 50,5       | 1394   | 67,6           | 100,0      | 1435   | 31,5           | 90,4       |
| 1354   | 37,0           | 57,0       | 1395   | 68,4           | 76,6       | 1436   | 32,7           | 88,5       |
| 1355   | 37,3           | 69,1       | 1396   | 68,2           | 47,2       | 1437   | 33,7           | 97,2       |
| 1356   | 37,6           | 49,5       | 1397   | 69,0           | 81,4       | 1438   | 35,2           | 99,7       |
| 1357   | 37,8           | 44,4       | 1398   | 69,7           | 40,6       | 1439   | 36,3           | 98,8       |
| 1358   | 37,8           | 43,4       | 1399   | 54,7           | 0,0        | 1440   | 37,7           | 100,0      |
| 1359   | 37,8           | 34,8       | 1400   | 39,8           | 19,9       | 1441   | 39,2           | 100,0      |
| 1360   | 37,6           | 24,0       | 1401   | 36,3           | 40,0       | 1442   | 40,9           | 100,0      |
| 1361   | 37,2           | m          | 1402   | 36,7           | 59,4       | 1443   | 42,4           | 99,5       |
| 1362   | 36,3           | m          | 1403   | 36,6           | 77,5       | 1444   | 43,8           | 98,7       |
| 1363   | 35,1           | m          | 1404   | 36,8           | 94,3       | 1445   | 45,4           | 97,3       |
| 1364   | 33,7           | m          | 1405   | 36,8           | 100,0      | 1446   | 47,0           | 96,6       |
| 1365   | 32,4           | m          | 1406   | 36,4           | 100,0      | 1447   | 47,8           | 96,2       |
| 1366   | 31,1           | m          | 1407   | 36,3           | 79,7       | 1448   | 48,8           | 96,3       |
| 1367   | 29,9           | m          | 1408   | 36,7           | 49,5       | 1449   | 50,5           | 95,1       |
| 1368   | 28,7           | m          | 1409   | 36,6           | 39,3       | 1450   | 51,0           | 95,9       |
| 1369   | 29,0           | 58,6       | 1410   | 37,3           | 62,8       | 1451   | 52,0           | 94,3       |
| 1370   | 29,7           | 88,5       | 1411   | 38,1           | 73,4       | 1452   | 52,6           | 94,6       |
| 1371   | 31,0           | 86,3       | 1412   | 39,0           | 72,9       | 1453   | 53,0           | 65,5       |
| 1372   | 31,8           | 43,4       | 1413   | 40,2           | 72,0       | 1454   | 53,2           | 0,0        |
| 1373   | 31,7           | m          | 1414   | 41,5           | 71,2       | 1455   | 53,2           | m          |
| 1374   | 29,9           | m          | 1415   | 42,9           | 77,3       | 1456   | 52,6           | m          |
| 1375   | 40,2           | 0,0        | 1416   | 44,4           | 76,6       | 1457   | 52,1           | m          |
| 1376   | 50,4           | m          | 1417   | 45,4           | 43,1       | 1458   | 51,8           | m          |
| 1377   | 47,9           | m          | 1418   | 45,3           | 53,9       | 1459   | 51,3           | m          |
| 1378   | 45,0           | m          | 1419   | 45,1           | 64,8       | 1460   | 50,7           | m          |
| 1379   | 43,0           | m          | 1420   | 46,5           | 74,2       | 1461   | 50,7           | m          |
| 1380   | 40,6           | m          | 1421   | 47,7           | 75,2       | 1462   | 49,8           | m          |
| 1381   | 55,5           | 0,0        | 1422   | 48,1           | 75,5       | 1463   | 49,4           | m          |
| 1382   | 70,4           | 41,7       | 1423   | 48,6           | 75,8       | 1464   | 49,3           | m          |
| 1383   | 73,4           | 83,2       | 1424   | 48,9           | 76,3       | 1465   | 49,1           | m          |
| 1384   | 74,0           | 83,7       | 1425   | 49,9           | 75,5       | 1466   | 49,1           | m          |
| 1385   | 74,9           | 41,7       | 1426   | 50,4           | 75,2       | 1467   | 49,1           | 8,3        |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 1468   | 48,9           | 16,8       | 1509   | 55,4           | 1,3        | 1550   | 57,0           | 26,6       |
| 1469   | 48,8           | 21,3       | 1510   | 55,0           | m          | 1551   | 56,7           | 27,8       |
| 1470   | 49,1           | 22,1       | 1511   | 54,4           | m          | 1552   | 56,7           | 29,7       |
| 1471   | 49,4           | 26,3       | 1512   | 54,2           | m          | 1553   | 56,8           | 32,1       |
| 1472   | 49,8           | 39,2       | 1513   | 53,5           | m          | 1554   | 56,5           | 34,9       |
| 1473   | 50,4           | 83,4       | 1514   | 52,4           | m          | 1555   | 56,6           | 34,9       |
| 1474   | 51,4           | 90,6       | 1515   | 51,8           | m          | 1556   | 56,3           | 35,8       |
| 1475   | 52,3           | 93,8       | 1516   | 50,7           | m          | 1557   | 56,6           | 36,6       |
| 1476   | 53,3           | 94,0       | 1517   | 49,9           | m          | 1558   | 56,2           | 37,6       |
| 1477   | 54,2           | 94,1       | 1518   | 49,1           | m          | 1559   | 56,6           | 38,2       |
| 1478   | 54,9           | 94,3       | 1519   | 47,7           | m          | 1560   | 56,2           | 37,9       |
| 1479   | 55,7           | 94,6       | 1520   | 47,3           | m          | 1561   | 56,6           | 37,5       |
| 1480   | 56,1           | 94,9       | 1521   | 46,9           | m          | 1562   | 56,4           | 36,7       |
| 1481   | 56,3           | 86,2       | 1522   | 46,9           | m          | 1563   | 56,5           | 34,8       |
| 1482   | 56,2           | 64,1       | 1523   | 47,2           | m          | 1564   | 56,5           | 35,8       |
| 1483   | 56,0           | 46,1       | 1524   | 47,8           | m          | 1565   | 56,5           | 36,2       |
| 1484   | 56,2           | 33,4       | 1525   | 48,2           | 0,0        | 1566   | 56,5           | 36,7       |
| 1485   | 56,5           | 23,6       | 1526   | 48,8           | 23,0       | 1567   | 56,7           | 37,8       |
| 1486   | 56,3           | 18,6       | 1527   | 49,1           | 67,9       | 1568   | 56,7           | 37,8       |
| 1487   | 55,7           | 16,2       | 1528   | 49,4           | 73,7       | 1569   | 56,6           | 36,6       |
| 1488   | 56,0           | 15,9       | 1529   | 49,8           | 75,0       | 1570   | 56,8           | 36,1       |
| 1489   | 55,9           | 21,8       | 1530   | 50,4           | 75,8       | 1571   | 56,5           | 36,8       |
| 1490   | 55,8           | 20,9       | 1531   | 51,4           | 73,9       | 1572   | 56,9           | 35,9       |
| 1491   | 55,4           | 18,4       | 1532   | 52,3           | 72,2       | 1573   | 56,7           | 35,0       |
| 1492   | 55,7           | 25,1       | 1533   | 53,3           | 71,2       | 1574   | 56,5           | 36,0       |
| 1493   | 56,0           | 27,7       | 1534   | 54,6           | 71,2       | 1575   | 56,4           | 36,5       |
| 1494   | 55,8           | 22,4       | 1535   | 55,4           | 68,7       | 1576   | 56,5           | 38,0       |
| 1495   | 56,1           | 20,0       | 1536   | 56,7           | 67,0       | 1577   | 56,5           | 39,9       |
| 1496   | 55,7           | 17,4       | 1537   | 57,2           | 64,6       | 1578   | 56,4           | 42,1       |
| 1497   | 55,9           | 20,9       | 1538   | 57,3           | 61,9       | 1579   | 56,5           | 47,0       |
| 1498   | 56,0           | 22,9       | 1539   | 57,0           | 59,5       | 1580   | 56,4           | 48,0       |
| 1499   | 56,0           | 21,1       | 1540   | 56,7           | 57,0       | 1581   | 56,1           | 49,1       |
| 1500   | 55,1           | 19,2       | 1541   | 56,7           | 69,8       | 1582   | 56,4           | 48,9       |
| 1501   | 55,6           | 24,2       | 1542   | 56,8           | 58,5       | 1583   | 56,4           | 48,2       |
| 1502   | 55,4           | 25,6       | 1543   | 56,8           | 47,2       | 1584   | 56,5           | 48,3       |
| 1503   | 55,7           | 24,7       | 1544   | 57,0           | 38,5       | 1585   | 56,5           | 47,9       |
| 1504   | 55,9           | 24,0       | 1545   | 57,0           | 32,8       | 1586   | 56,6           | 46,8       |
| 1505   | 55,4           | 23,5       | 1546   | 56,8           | 30,2       | 1587   | 56,6           | 46,2       |
| 1506   | 55,7           | 30,9       | 1547   | 57,0           | 27,0       | 1588   | 56,5           | 44,4       |
| 1507   | 55,4           | 42,5       | 1548   | 56,9           | 26,2       | 1589   | 56,8           | 42,9       |
| 1508   | 55,3           | 25,8       | 1549   | 56,7           | 26,2       | 1590   | 56,5           | 42,8       |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 1591   | 56,7           | 43,2       | 1632   | 56,7           | 44,9       | 1673   | 56,8           | 68,6       |
| 1592   | 56,5           | 42,8       | 1633   | 56,6           | 45,2       | 1674   | 56,6           | 68,0       |
| 1593   | 56,9           | 42,2       | 1634   | 56,8           | 46,0       | 1675   | 56,8           | 65,1       |
| 1594   | 56,5           | 43,1       | 1635   | 56,5           | 46,6       | 1676   | 56,9           | 60,9       |
| 1595   | 56,5           | 42,9       | 1636   | 56,6           | 48,3       | 1677   | 57,1           | 57,4       |
| 1596   | 56,7           | 42,7       | 1637   | 56,4           | 48,6       | 1678   | 57,1           | 54,3       |
| 1597   | 56,6           | 41,5       | 1638   | 56,6           | 50,3       | 1679   | 57,0           | 48,6       |
| 1598   | 56,9           | 41,8       | 1639   | 56,3           | 51,9       | 1680   | 57,4           | 44,1       |
| 1599   | 56,6           | 41,9       | 1640   | 56,5           | 54,1       | 1681   | 57,4           | 40,2       |
| 1600   | 56,7           | 42,6       | 1641   | 56,3           | 54,9       | 1682   | 57,6           | 36,9       |
| 1601   | 56,7           | 42,6       | 1642   | 56,4           | 55,0       | 1683   | 57,5           | 34,2       |
| 1602   | 56,7           | 41,5       | 1643   | 56,4           | 56,2       | 1684   | 57,4           | 31,1       |
| 1603   | 56,7           | 42,2       | 1644   | 56,2           | 58,6       | 1685   | 57,5           | 25,9       |
| 1604   | 56,5           | 42,2       | 1645   | 56,2           | 59,1       | 1686   | 57,5           | 20,7       |
| 1605   | 56,8           | 41,9       | 1646   | 56,2           | 62,5       | 1687   | 57,6           | 16,4       |
| 1606   | 56,5           | 42,0       | 1647   | 56,4           | 62,8       | 1688   | 57,6           | 12,4       |
| 1607   | 56,7           | 42,1       | 1648   | 56,0           | 64,7       | 1689   | 57,6           | 8,9        |
| 1608   | 56,4           | 41,9       | 1649   | 56,4           | 65,6       | 1690   | 57,5           | 8,0        |
| 1609   | 56,7           | 42,9       | 1650   | 56,2           | 67,7       | 1691   | 57,5           | 5,8        |
| 1610   | 56,7           | 41,8       | 1651   | 55,9           | 68,9       | 1692   | 57,3           | 5,8        |
| 1611   | 56,7           | 41,9       | 1652   | 56,1           | 68,9       | 1693   | 57,6           | 5,5        |
| 1612   | 56,8           | 42,0       | 1653   | 55,8           | 69,5       | 1694   | 57,3           | 4,5        |
| 1613   | 56,7           | 41,5       | 1654   | 56,0           | 69,8       | 1695   | 57,2           | 3,2        |
| 1614   | 56,6           | 41,9       | 1655   | 56,2           | 69,3       | 1696   | 57,2           | 3,1        |
| 1615   | 56,8           | 41,6       | 1656   | 56,2           | 69,8       | 1697   | 57,3           | 4,9        |
| 1616   | 56,6           | 41,6       | 1657   | 56,4           | 69,2       | 1698   | 57,3           | 4,2        |
| 1617   | 56,9           | 42,0       | 1658   | 56,3           | 68,7       | 1699   | 56,9           | 5,5        |
| 1618   | 56,7           | 40,7       | 1659   | 56,2           | 69,4       | 1700   | 57,1           | 5,1        |
| 1619   | 56,7           | 39,3       | 1660   | 56,2           | 69,5       | 1701   | 57,0           | 5,2        |
| 1620   | 56,5           | 41,4       | 1661   | 56,2           | 70,0       | 1702   | 56,9           | 5,5        |
| 1621   | 56,4           | 44,9       | 1662   | 56,4           | 69,7       | 1703   | 56,6           | 5,4        |
| 1622   | 56,8           | 45,2       | 1663   | 56,2           | 70,2       | 1704   | 57,1           | 6,1        |
| 1623   | 56,6           | 43,6       | 1664   | 56,4           | 70,5       | 1705   | 56,7           | 5,7        |
| 1624   | 56,8           | 42,2       | 1665   | 56,1           | 70,5       | 1706   | 56,8           | 5,8        |
| 1625   | 56,5           | 42,3       | 1666   | 56,5           | 69,7       | 1707   | 57,0           | 6,1        |
| 1626   | 56,5           | 44,4       | 1667   | 56,2           | 69,3       | 1708   | 56,7           | 5,9        |
| 1627   | 56,9           | 45,1       | 1668   | 56,5           | 70,9       | 1709   | 57,0           | 6,6        |
| 1628   | 56,4           | 45,0       | 1669   | 56,4           | 70,8       | 1710   | 56,9           | 6,4        |
| 1629   | 56,7           | 46,3       | 1670   | 56,3           | 71,1       | 1711   | 56,7           | 6,7        |
| 1630   | 56,7           | 45,5       | 1671   | 56,4           | 71,0       | 1712   | 56,9           | 6,9        |
| 1631   | 56,8           | 45,0       | 1672   | 56,7           | 68,6       | 1713   | 56,8           | 5,6        |

| Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal | Tiempo | Régimen normal | Par normal |
|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
| s      | %              | %          | s      | %              | %          | s      | %              | %          |
| 1714   | 56,6           | 5,1        | 1744   | 56,2           | 44,6       | 1774   | 36,6           | m          |
| 1715   | 56,6           | 6,5        | 1745   | 56,2           | 46,0       | 1775   | 33,6           | m          |
| 1716   | 56,5           | 10,0       | 1746   | 56,4           | 46,2       | 1776   | 30,5           | m          |
| 1717   | 56,6           | 12,4       | 1747   | 55,8           | m          | 1777   | 42,8           | 0,0        |
| 1718   | 56,5           | 14,5       | 1748   | 55,5           | m          | 1778   | 55,2           | m          |
| 1719   | 56,6           | 16,3       | 1749   | 55,0           | m          | 1779   | 49,9           | m          |
| 1720   | 56,3           | 18,1       | 1750   | 54,1           | m          | 1780   | 44,0           | m          |
| 1721   | 56,6           | 20,7       | 1751   | 54,0           | m          | 1781   | 37,6           | m          |
| 1722   | 56,1           | 22,6       | 1752   | 53,3           | m          | 1782   | 47,2           | 0,0        |
| 1723   | 56,3           | 25,8       | 1753   | 52,6           | m          | 1783   | 56,8           | m          |
| 1724   | 56,4           | 27,7       | 1754   | 51,8           | m          | 1784   | 47,5           | m          |
| 1725   | 56,0           | 29,7       | 1755   | 50,7           | m          | 1785   | 42,9           | m          |
| 1726   | 56,1           | 32,6       | 1756   | 49,9           | m          | 1786   | 31,6           | m          |
| 1727   | 55,9           | 34,9       | 1757   | 49,1           | m          | 1787   | 25,8           | m          |
| 1728   | 55,9           | 36,4       | 1758   | 47,7           | m          | 1788   | 19,9           | m          |
| 1729   | 56,0           | 39,2       | 1759   | 46,8           | m          | 1789   | 14,0           | m          |
| 1730   | 55,9           | 41,4       | 1760   | 45,7           | m          | 1790   | 8,1            | m          |
| 1731   | 55,5           | 44,2       | 1761   | 44,8           | m          | 1791   | 2,2            | m          |
| 1732   | 55,9           | 46,4       | 1762   | 43,9           | m          | 1792   | 0,0            | 0,0        |
| 1733   | 55,8           | 48,3       | 1763   | 42,9           | m          | 1793   | 0,0            | 0,0        |
| 1734   | 55,6           | 49,1       | 1764   | 41,5           | m          | 1794   | 0,0            | 0,0        |
| 1735   | 55,8           | 49,3       | 1765   | 39,5           | m          | 1795   | 0,0            | 0,0        |
| 1736   | 55,9           | 47,7       | 1766   | 36,7           | m          | 1796   | 0,0            | 0,0        |
| 1737   | 55,9           | 47,4       | 1767   | 33,8           | m          | 1797   | 0,0            | 0,0        |
| 1738   | 55,8           | 46,9       | 1768   | 31,0           | m          | 1798   | 0,0            | 0,0        |
| 1739   | 56,1           | 46,8       | 1769   | 40,0           | 0,0        | 1799   | 0,0            | 0,0        |
| 1740   | 56,1           | 45,8       | 1770   | 49,1           | m          | 1800   | 0,0            | 0,0        |
| 1741   | 56,2           | 46,0       | 1771   | 46,2           | m          |        |                |            |
| 1742   | 56,3           | 45,9       | 1772   | 43,1           | m          |        |                |            |
| 1743   | 56,3           | 45,9       | 1773   | 39,9           | m          |        |                |            |

m = punto motriz.

## Apéndice 2

## Equipo de medición

A.2.1. Este apéndice contiene los requisitos básicos y las descripciones generales de los sistemas de muestreo y análisis para la medición de las emisiones de gases y partículas. Dado que es posible obtener resultados equivalentes con configuraciones distintas, no se precisa una conformidad exacta con los sistemas descritos en las figuras del presente apéndice. Podrán utilizarse elementos tales como instrumentos, válvulas, solenoides, bombas, dispositivos relacionados con el caudal e interruptores para obtener información adicional y coordinar las funciones de los sistemas de los elementos. Podrán excluirse otros elementos que no sean necesarios para mantener la precisión en determinados sistemas si ello corresponde a buenas prácticas técnicas.

A.2.1.1. Sistema de análisis

A.2.1.2. Descripción del sistema de análisis

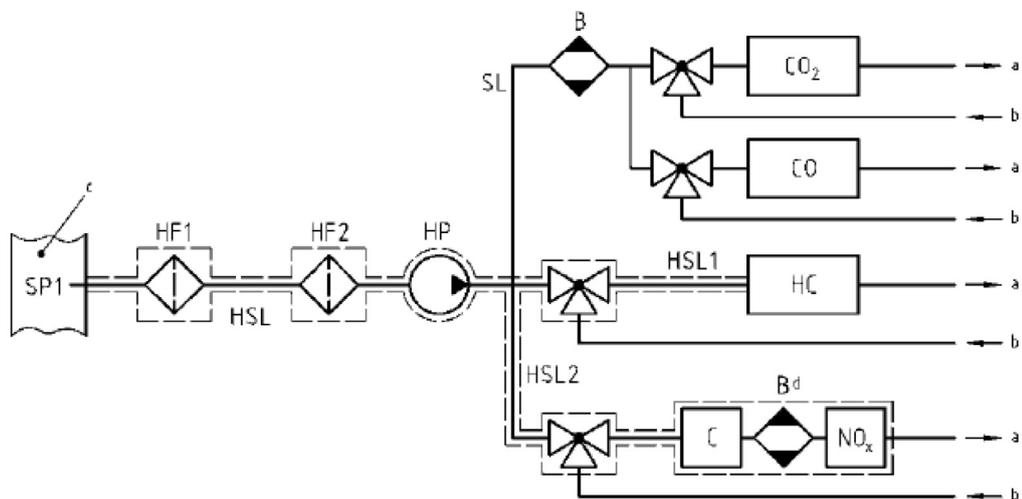
El sistema de análisis para determinar las emisiones gaseosas en el gas de escape bruto (figura 9) o diluido (figura 10) se describe en función de la utilización de:

- un analizador HFID o FID para la medición de los hidrocarburos;
- analizadores NDIR para la medición del monóxido de carbono y el dióxido de carbono;
- un analizador HCLD o CLD para la medición de los óxidos de nitrógeno.

La muestra de todos los componentes podrá tomarse con una sonda de muestreo dividida internamente en función de los diferentes analizadores. Se podrán utilizar también dos sondas de muestreo situadas muy cerca la una de la otra. Deberá procurarse que no se produzca una condensación involuntaria de los componentes de escape (incluidos el agua y el ácido sulfúrico) en ningún punto del sistema de análisis.

Figura 9

Diagrama esquemático del sistema de flujo del gas de escape bruto para CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e HC



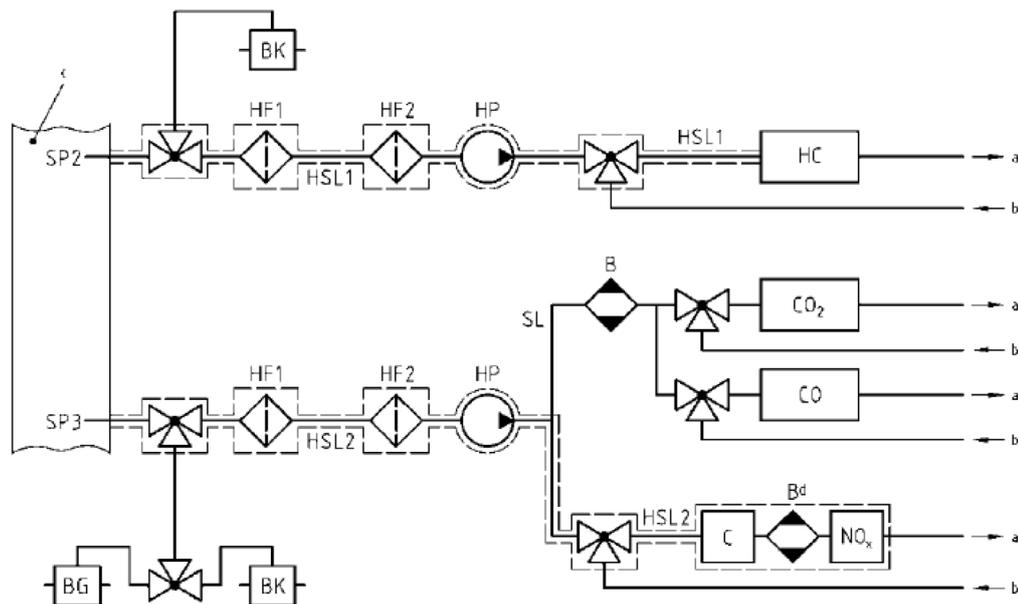
a = ventilación

b = gas cero, gas patrón

c = tubo de escape

d = opcional

Figura 10

Diagrama esquemático del sistema de flujo del gas de escape diluido para CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e HC

a = ventilación      b = gas cero, gas patrón      c = túnel de dilución      d = opcional

## A.2.1.3. Elementos de las figuras 9 y 10

EP      Tubo de escape

SP      Sonda de muestreo del gas de escape bruto (solo la figura 9)

Se recomienda utilizar una sonda recta de acero inoxidable cerrada en su extremidad y con múltiples agujeros. El diámetro interior no será mayor que el diámetro interior del conducto de muestreo. El grosor de la pared de la sonda no será superior a 1 mm. Deberá haber un mínimo de tres orificios en tres planos radiales diferentes dimensionados para muestrear aproximadamente el mismo caudal. La sonda ocupará al menos un 80 % del diámetro del tubo de escape. Podrán utilizarse una o dos sondas de muestreo.

SP2      Sonda de muestreo del gas de escape diluido para HC (solo la figura 10)

La sonda:

- se definirá como los primeros 254 mm a 762 mm del conducto de muestreo calentado (HSL1);
- tendrá un diámetro interior mínimo de 5 mm;
- se instalará en el túnel de dilución (DT) (véase la figura 15) en un punto donde el aire de dilución y el gas de escape se mezclen adecuadamente (es decir, aproximadamente a diez veces el diámetro del túnel después del punto en que el gas de escape penetra en el túnel de dilución);
- se encontrará a una distancia suficiente (radialmente) de otras sondas y de la pared del túnel para que no se vea afectada por ninguna estela o turbulencia;
- se calentará para aumentar la temperatura del flujo de gas hasta  $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$ ) en la salida de la sonda, o hasta  $385 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $112 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$ ) para los motores de encendido por chispa;
- no se calentará en caso de medición con un FID (frío).

SP3      Sonda de muestreo del gas de escape diluido para CO, CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> (solo la figura 10)

La sonda:

- a) estará en el mismo plano que la sonda SP2;
- b) se encontrará a una distancia suficiente (radialmente) de otras sondas y de la pared del túnel como para que no se vea afectada por ninguna estela o turbulencia;
- c) estará aislada en toda su longitud y calentada a una temperatura mínima de 328 K (55 °C) para evitar la condensación de agua.

HF1 Filtro previo calentado (opcional)

Deberá mantenerse a la misma temperatura que el conducto de muestreo calentado HSL1.

HF2 Filtro calentado

El filtro deberá extraer todas las partículas sólidas de la muestra de gas antes del analizador. Deberá mantenerse a la misma temperatura que el conducto de muestreo calentado HSL1. Deberá cambiarse el filtro cuando sea necesario.

HSL1 Conducto de muestreo calentado

El conducto de muestreo permite transportar una muestra de gas desde una única sonda hasta el punto o los puntos de separación y el analizador de hidrocarburos.

El conducto de muestreo:

- a) tendrá un diámetro interior mínimo de 4 mm y máximo de 13,5 mm;
- b) deberá ser de acero inoxidable o de PTFE;
- c) mantendrá una temperatura de pared de 463 K  $\pm$  10 K (190 °C  $\pm$  10 °C) medida en cada sección calentada y controlada por separado, si la temperatura del gas de escape en la sonda de muestreo es igual o inferior a 463 K (190 °C);
- d) mantendrá una temperatura de pared superior a 453 K (180 °C), si la temperatura del gas de escape en la sonda de muestreo es superior a 463 K (190 °C);
- e) mantendrá una temperatura del gas de 463 K  $\pm$  10 K (190 °C  $\pm$  10 °C) inmediatamente antes del filtro calentado HF2 y del detector HFID.

HSL2 Conducto de muestreo de NO<sub>x</sub> calentado

El conducto de muestreo:

- a) se mantendrá a una temperatura de pared de 328 K a 473 K (55 °C a 200 °C) hasta el convertidor en caso de medición en base seca, y hasta el analizador en caso de medición en base húmeda;
- b) deberá ser de acero inoxidable o de PTFE.

HP Bomba de muestreo calentada

La bomba se calentará a la misma temperatura que el HSL.

SL Conducto de muestreo para CO y CO<sub>2</sub>

El conducto deberá ser de PTFE o de acero inoxidable. Podrá estar calentado o no.

HC Analizador HFID

Detector de ionización de llama calentado (HFID) o detector de ionización de llama (FID) para determinar los hidrocarburos. La temperatura del HFID se mantendrá entre 453 K y 473 K (180 °C a 200 °C).

CO, CO<sub>2</sub> Analizador NDIR

Analizador NDIR para determinar el monóxido de carbono y el dióxido de carbono (opcional para determinar la relación de dilución para la medición de partículas).

NO<sub>x</sub> Analizador CLD o NDUV

Analizador CLD, HCLD o NDUV para determinar los óxidos de nitrógeno. Si se utiliza un analizador HCLD, se mantendrá a una temperatura de 328 K a 473 K (55 °C a 200 °C).

B Secador de muestras (opcional para la medición de NO)

Para refrigerar y condensar el agua de la muestra de escape. Es opcional si el analizador no se ve afectado por interferencias de vapor de agua, tal como se indica en el punto 9.3.9.2.2 del presente anexo. Si se elimina el agua por condensación, se controlarán la temperatura o el punto de condensación de la muestra de gas, ya sea en el interior del filtro de agua o en otro lugar después de este. La temperatura o el punto de condensación de la muestra de gas no deberán superar 280 K (7 °C). No se permite la utilización de secadores químicos para eliminar el agua de la muestra.

BK Bolsa de fondo (opcional; figura 10 únicamente)

Para la medición de las concentraciones de fondo únicamente.

BG Bolsa de muestreo (opcional; figura 10 únicamente)

Para la medición de las concentraciones de la muestra.

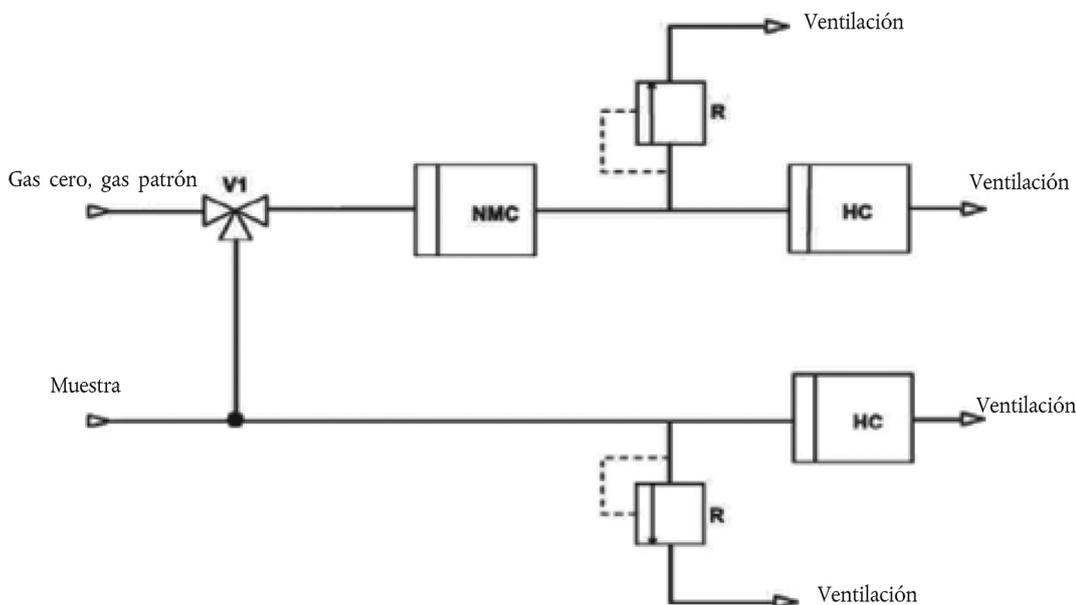
A.2.1.4. Método del separador de hidrocarburos no metánicos (NMC)

El separador oxida todos los hidrocarburos, excepto el CH<sub>4</sub>, en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, de manera que al hacer pasar la muestra por el NMC, el HFID detecta únicamente el CH<sub>4</sub>. Además del tren de muestreo de hidrocarburos habitual (véanse las figuras 9 y 10), se instalará un segundo tren de muestreo de hidrocarburos dotado de un separador, tal como se indica en la figura 11. Ello permitirá una medición simultánea del total de HC, CH<sub>4</sub> y NMHC.

Antes de utilizarlo en el ensayo, el separador se caracterizará a una temperatura mínima de 600 K (327 °C) respecto a su efecto catalítico sobre el CH<sub>4</sub> y el C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, con valores de H<sub>2</sub>O representativos de las condiciones del flujo de escape. Deberán conocerse el punto de condensación y el nivel de O<sub>2</sub> del flujo de gas de escape muestreado. La respuesta relativa del FID al CH<sub>4</sub> y el C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> se determinará de conformidad con lo dispuesto en el punto 9.3.8 del presente anexo.

Figura 11

Diagrama esquemático del análisis del flujo de metano con el NMC



A.2.1.5. Elementos de la figura 11

NMC Separador de hidrocarburos no metánicos

Para oxidar todos los hidrocarburos excepto el metano.

HC

Detector de ionización de llama calentado (HFID) o detector de ionización de llama (FID) para medir las concentraciones de HC y de CH<sub>4</sub>. La temperatura del HFID se mantendrá entre 453 K y 473 K (180 °C a 200 °C).

V1 Válvula selectora

Para seleccionar el gas cero y el gas patrón.

R Regulador de presión

Para controlar la presión en el conducto de muestreo y el caudal del detector HFID.

#### A.2.2. Sistema de dilución y muestreo de partículas

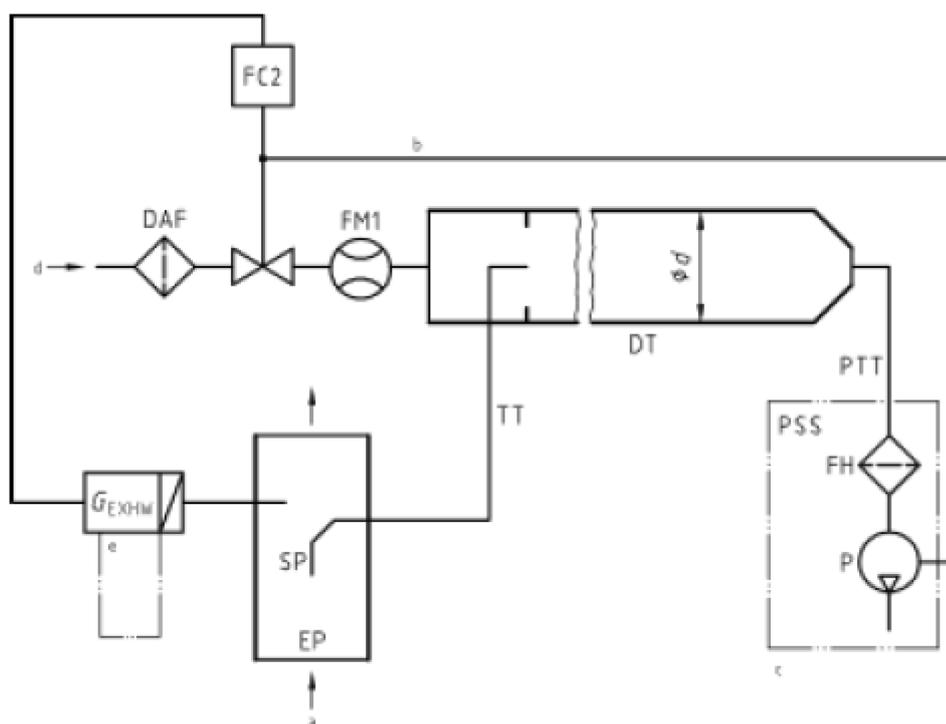
##### A.2.2.1. Descripción del sistema de flujo parcial

Se describe un sistema de dilución basado en la dilución de una parte del flujo de gas de escape. La división del flujo de gas de escape y el posterior proceso de dilución pueden efectuarse con distintos tipos de sistemas de dilución. Para la posterior recogida de las partículas, la totalidad, o solo una parte, del gas de escape diluido se hará pasar por el sistema de muestreo de partículas. El primer método se denominará tipo de muestreo total y el segundo, tipo de muestreo fraccionado. El cálculo de la relación de dilución depende del tipo de sistema utilizado.

Con el sistema de muestreo total ilustrado en la figura 12, el gas de escape bruto se transfiere desde el tubo de escape EP al túnel de dilución DT por la sonda de muestreo SP y el tubo de transferencia TT. El flujo total que circula por el túnel se regula con el regulador de caudal FC2 y la bomba de muestreo P del sistema de muestreo de partículas (véase la figura 16). El flujo de aire de dilución se controla mediante el regulador de caudal FC1, que puede utilizar  $q_{mew}$  o  $q_{maw}$  y  $q_{mf}$  como señales de mando, para conseguir la división deseada del gas de escape. El caudal de muestreo que entra en el túnel de dilución es la diferencia entre el caudal total y el caudal del diluyente. El caudal del diluyente se mide con el dispositivo de medición de caudal FM1 y el caudal total, con el dispositivo de medición de caudal FM3 del sistema de muestreo de partículas (véase la figura 16). La relación de dilución se calcula a partir de estos dos caudales.

Figura 12

#### Esquema del sistema de dilución de flujo parcial (muestreo total)



a = gas de escape

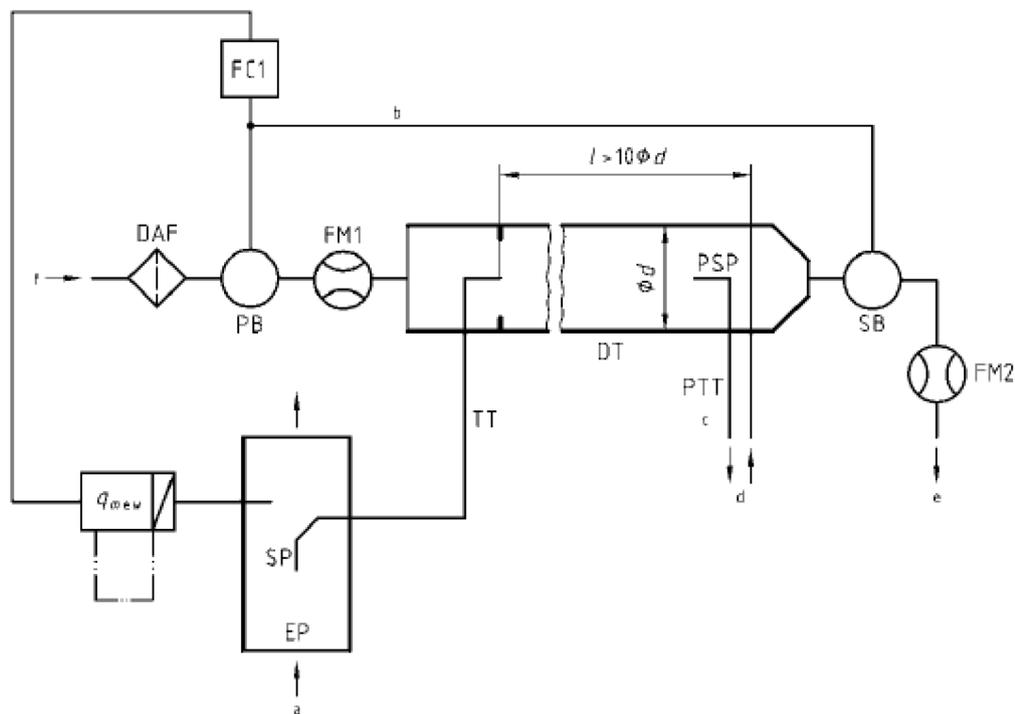
b = opcional

c = véanse los detalles en la figura 16

Con el sistema de muestreo fraccionado ilustrado en la figura 13, el gas de escape bruto se transfiere desde el tubo de escape EP al túnel de dilución DT por la sonda de muestreo SP y el tubo de transferencia TT. El caudal total que pasa por el túnel se ajusta con el regulador de caudal FC1 conectado bien al flujo del diluyente o al aspirador para el caudal total del túnel. El regulador de caudal FC1 puede utilizar  $q_{mew}$  o  $q_{maw}$  y  $q_{mf}$  como señales de mando de la división deseada del gas de escape. El caudal de muestreo que entra en el túnel de dilución es la diferencia entre el caudal total y el caudal del diluyente. El caudal del diluyente se mide con el dispositivo de medición de caudal FM1 y el caudal total, con el dispositivo de medición de caudal FM2. La relación de dilución se calcula a partir de estos dos caudales. A partir del túnel de dilución, se toma una muestra de partículas con el sistema de muestreo de partículas (véase la figura 16).

Figura 13

## Esquema del sistema de dilución de flujo parcial (muestreo fraccionado)



a = gas de escape    b = hacia PB o SB    c = véanse los detalles en la figura 16    d = hacia el sistema de muestreo de partículas    e = ventilación

## A.2.2.2. Elementos de las figuras 12 y 13

EP    Tubo de escape

El tubo de escape podrá estar aislado. Para reducir la inercia térmica del tubo de escape, se recomienda que su relación grosor/diámetro sea como máximo de 0,015. El empleo de secciones flexibles se limitará a una relación longitud/diámetro máxima de 12. Se limitará al mínimo el número de codos a fin de reducir la deposición inercial. Si el sistema incluye un silenciador del banco de pruebas, también podrá aislarse el silenciador. Se recomienda utilizar un tubo recto de una longitud equivalente a seis veces el diámetro del tubo antes de la extremidad de la sonda y a tres veces el diámetro del tubo después de dicha extremidad.

SP    Sonda de muestreo

Se utilizará uno de los tipos de sonda siguientes:

- tubo abierto orientado a contracorriente en la línea central del tubo de escape;
- tubo abierto orientado en dirección de la corriente en la línea central del tubo de escape;
- sonda con múltiples agujeros, tal como se describe en el punto A.2.1.3;

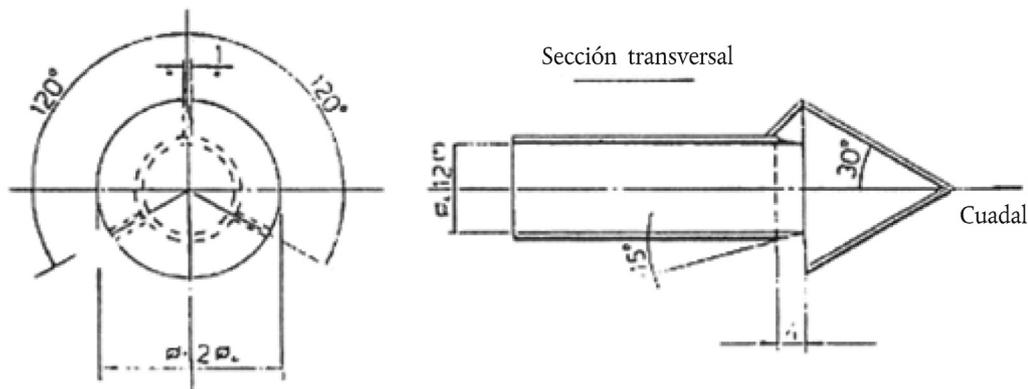
d) sonda cubierta orientada a contracorriente en el eje central del tubo de escape tal como se ilustra en la figura 14.

El diámetro interior mínimo de la extremidad de la sonda será de 4 mm. La relación diametral mínima entre el tubo de escape y la sonda será de cuatro.

Si se utiliza una sonda de tipo a), podrá instalarse un preclasificador inercial (ciclón o impactor) con un punto de corte del 50 % entre 2,5  $\mu\text{m}$  y 10  $\mu\text{m}$  inmediatamente antes del portafiltros.

Figura 14

**Esquema de la sonda cubierta**



TT Tubo de transferencia del gas de escape

El tubo de transferencia será lo más corto posible, pero:

a) su longitud no será superior a 0,26 m si está aislado en el 80 % de la longitud total, medida entre el extremo de la sonda y la fase de dilución;

o

b) su longitud no será superior a 1 m si es calentado por encima de 150 °C en el 90 % de la longitud total, medida entre el extremo de la sonda y la fase de dilución.

Debe tener un diámetro igual o superior al de la sonda, pero no debe superar los 25 mm, y su salida debe situarse en el eje central del túnel de dilución y debe estar orientado a favor de la corriente.

Con respecto a la letra a) anterior, el aislamiento se efectuará con un material que posea una conductividad térmica máxima de 0,05 W/mK y un grosor radial del aislante equivalente al diámetro de la sonda.

FC1 Regulador de caudal

Podrá utilizarse un regulador de caudal para controlar el caudal del diluyente que pasa por el ventilador centrífugo PB y/o el aspirador SB. El regulador podrá conectarse a las señales del sensor del caudal de escape especificadas en el punto 8.4.1 del presente anexo. Podrá instalarse antes o después del ventilador respectivo. Si se utiliza un sistema de suministro de aire presurizado, el FC1 controlará directamente el caudal de aire.

FM1 Dispositivo de medición del caudal

Caudalímetro de gas u otro instrumento para medir el caudal del diluyente. El FM1 es opcional si el ventilador centrífugo PB se calibra para medir el caudal.

DAF Filtro del diluyente

El diluyente (aire ambiente, aire sintético o nitrógeno) se filtrará con un filtro de gran eficiencia (HEPA), cuya capacidad de recogida inicial sea como mínimo del 99,97 % con arreglo a la norma EN 1822-1 (clase de filtro H14 o superior), ASTM F 1471-93 o a una norma equivalente.

FM2 Dispositivo de medición del caudal (muestreo fraccionado, figura 13 únicamente)

Caudalímetro de gas u otro instrumento utilizado para medir el caudal del gas de escape diluido. El FM2 es opcional si el aspirador SB se ha calibrado para medir el caudal.

PB Ventilador centrífugo (muestreo fraccionado, figura 13 únicamente)

Para controlar el caudal del diluyente, podrá conectarse un ventilador centrífugo a los reguladores de caudal FC1 o FC2. El ventilador centrífugo no es necesario si se utiliza una válvula de mariposa. Si está calibrado, el ventilador centrífugo puede utilizarse para medir el caudal del diluyente.

SB Aspirador (muestreo fraccionado, figura 13 únicamente)

Si está calibrado, el aspirador podrá utilizarse para medir el caudal de gas de escape diluido.

DT Túnel de dilución (flujo parcial)

El túnel de dilución:

- a) tendrá una longitud suficiente para que el gas de escape y el aire de dilución se mezclen por completo en condiciones de flujo con turbulencias (número de Reynolds,  $Re$ , superior a 4 000, donde  $Re$  está basado en el diámetro interior del túnel de dilución) para un sistema de muestreo fraccionado; no es necesaria una mezcla completa para un sistema de muestreo total;
- b) será de acero inoxidable;
- c) podrá calentarse hasta una temperatura de pared máxima de 325 K (52 °C);
- d) podrá estar aislado.

PSP Sonda de muestreo de partículas (muestreo fraccionado, figura 13 únicamente)

La sonda de muestreo de partículas constituye la sección inicial del tubo de transferencia de partículas PTT (véase el punto A.2.2.6) y:

- a) se situará a contracorriente, en un punto donde el diluyente y el gas de escape se mezclen adecuadamente, es decir, en el eje central del túnel de dilución DT a una distancia equivalente a unas diez veces el diámetro del túnel después del punto en el que el gas de escape penetra en el túnel de dilución;
- b) tendrá un diámetro interior mínimo de 8 mm;
- c) podrá calentarse hasta alcanzar una temperatura de pared máxima de 325 K (52 °C) mediante calentamiento directo o precalentamiento del diluyente, a condición de que la temperatura del diluyente no supere 325 K (52 °C) antes de que el gas de escape sea introducido en el túnel de dilución;
- d) podrá estar aislada.

#### A.2.2.3. Descripción del sistema de flujo total

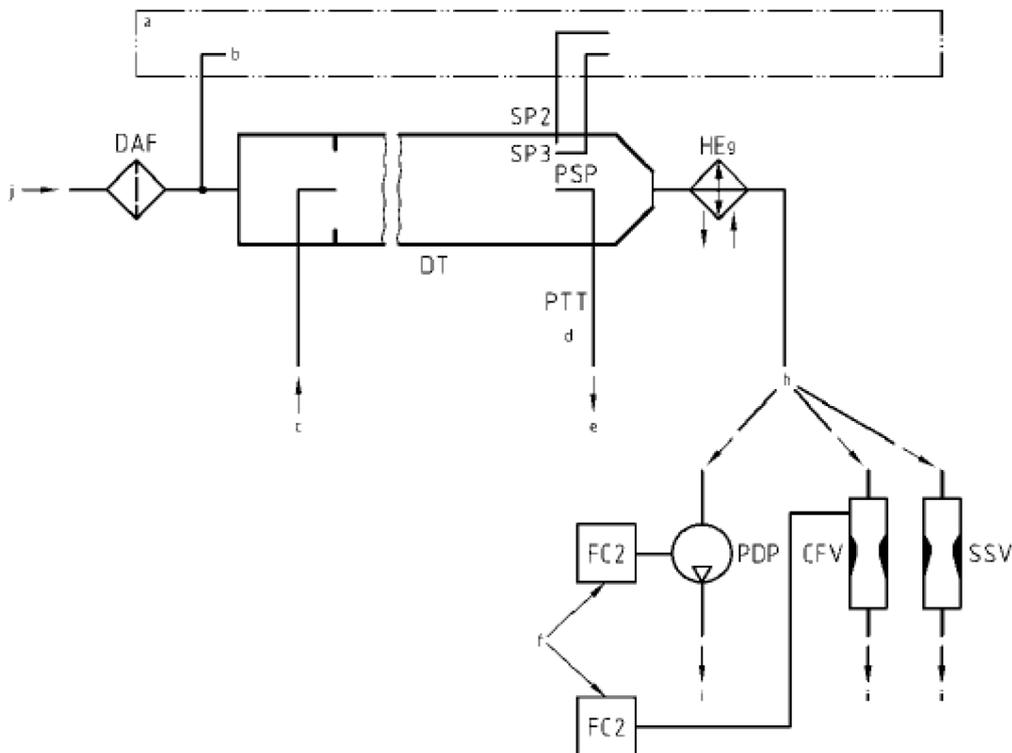
Un sistema de dilución se describe en función de la cantidad total de gas de escape bruto en el túnel de dilución DT aplicando el concepto de muestreo de volumen constante (CVS), tal como se muestra en la figura 15.

El caudal de gas de escape diluido se medirá con una bomba de desplazamiento positivo (PDP), un venturi de flujo crítico (CFV) o un venturi subsónico (SSV). Para el muestreo proporcional de partículas y la determinación del caudal podrá utilizarse un intercambiador de calor (HE) o un compensador electrónico de caudal (EFC). Dado que la determinación de la masa de partículas se basa en el caudal total de gas de escape diluido, no es necesario calcular la relación de dilución.

Para la posterior recogida de partículas, se transfiere una muestra del gas de escape diluido al sistema de muestreo de partículas de doble dilución (figura 17). Aunque se trata en parte de un sistema de dilución, el sistema de doble dilución se describe como una modificación de un sistema de muestreo de partículas, dado que comparte la mayoría de los elementos de un sistema de muestreo de partículas típico.

Figura 15

## Esquema del sistema de dilución de flujo total



- a = sistema analizador      b = aire de fondo      c = gas de escape      d = véanse los detalles en la figura 17
- e = hacia el sistema de doble dilución ventilación      f = si se utiliza un compensador electrónico de caudal      i =
- g = opcional      h = o bien

## A.2.2.4. Elementos de la figura 15

EP      Tubo de escape

La longitud del tubo de escape desde la salida del colector de escape del motor, del turbocompresor o del dispositivo de postratamiento hasta el túnel de dilución no será superior a 10 m. Si la longitud del sistema es superior a 4 m de longitud, deberá aislarse toda la longitud del tubo que exceda de 4 m, salvo el medidor de humo en línea, si se utiliza. El grosor radial del aislante será de 25 mm como mínimo y la conductividad térmica del aislante será como máximo de 0,1 W/mK medida a 673 K. Para reducir la inercia térmica del tubo de escape, se recomienda que su relación grosor/diámetro sea de 0,015 o menos. El empleo de secciones flexibles se limitará a una relación longitud/diámetro máxima de 12.

PDP      Bomba de desplazamiento positivo

La bomba de desplazamiento positivo mide el caudal total del gas de escape diluido a partir del número de revoluciones y del desplazamiento de la bomba. La bomba o el sistema de admisión de diluyente no deberán reducir artificialmente la contrapresión del sistema de escape. La contrapresión estática del escape medida con el sistema de la bomba de desplazamiento positivo en funcionamiento deberá mantenerse dentro de un margen de  $\pm 1,5$  kPa respecto al valor de la presión estática medido sin conexión con la PDP a idéntico régimen e idéntica carga del motor. La temperatura de la mezcla de gases inmediatamente antes de la PDP deberá encontrarse dentro de un margen de  $\pm 6$  K respecto a la temperatura de funcionamiento media observada durante el ensayo cuando no se utilice compensación de caudal (EFC). La compensación de caudal solo podrá utilizarse si la temperatura en la entrada de la PDP no supera 323 K (50 °C).

CFV      Venturi de caudal crítico

El venturi de caudal crítico mide el caudal total del gas de escape diluido con el flujo estrangulado (flujo crítico). La contrapresión estática del escape medida con el sistema de CFV en funcionamiento deberá mantenerse dentro de un margen de  $\pm 1,5$  kPa respecto al valor de la presión estática medido sin conexión con el CFV a idéntico

régimen e idéntica carga del motor. La temperatura de la mezcla de gases inmediatamente antes del CFV deberá encontrarse dentro de un margen de  $\pm 11$  K respecto a la temperatura de funcionamiento media observada durante el ensayo cuando no se utilice compensación de flujo (EFC).

SSV Venturi subsónico

El venturi subsónico mide el caudal total del gas de escape diluido mediante la función de caudal de gas de un venturi subsónico en función de la presión y la temperatura de entrada y la caída de presión entre la entrada y el cuello del venturi. La contrapresión estática del escape medida con el sistema de SSV en funcionamiento deberá mantenerse dentro de un margen de  $\pm 1,5$  kPa respecto al valor de la presión estática medido sin conexión con el SSV a idéntico régimen e idéntica carga del motor. La temperatura de la mezcla de gases inmediatamente antes del SSV deberá encontrarse dentro de un margen  $\pm 11$  K respecto a la temperatura de funcionamiento media observada durante el ensayo cuando no se utilice compensación de flujo (EFC).

HE Intercambiador de calor (opcional)

El intercambiador de calor deberá tener una capacidad suficiente para mantener la temperatura dentro de los límites indicados anteriormente. Si se aplica la compensación de flujo electrónica no es necesario un intercambiador de calor.

EFC Compensación de flujo electrónica (opcional)

Si la temperatura en la entrada de la PDP, del CFV o del SSV no se mantiene dentro de los límites indicados anteriormente, deberá utilizarse un compensador de caudal para medir continuamente el caudal y controlar el muestreo proporcional en el sistema de doble dilución. A tal fin, las señales del caudal medidas de manera continua se utilizarán para mantener la proporcionalidad del caudal de muestreo de los filtros de partículas del sistema de doble dilución (véase la figura 17) dentro de un margen de  $\pm 2,5$  %.

DT Túnel de dilución (flujo total)

El túnel de dilución:

- a) tendrá un diámetro suficientemente pequeño como para provocar un flujo turbulento (número de Reynolds,  $Re$ , superior a 4 000, donde  $Re$  está basado en el diámetro interior del túnel de dilución) y tendrá una longitud suficiente para que el gas de escape y el diluyente se mezclen completamente;
- b) podrá estar aislado;
- c) podrá calentarse hasta una temperatura de pared suficiente para eliminar la condensación acuosa.

El gas de escape del motor se llevará al punto de introducción en el túnel de dilución y se mezclará adecuadamente. Podrá utilizarse un orificio de mezcla.

Para el sistema de doble dilución, se transferirá una muestra del túnel de dilución al túnel de dilución secundario, donde se seguirá diluyendo, y se pasará a continuación por los filtros de muestreo (figura 17). El sistema de dilución secundario deberá suministrar suficiente diluyente secundario para mantener el flujo de gas de escape doblemente diluido a una temperatura comprendida entre 315 K (42 °C) y 325 K (52 °C) inmediatamente antes del filtro de partículas.

DAF Filtro del diluyente

El diluyente (aire ambiente, aire sintético o nitrógeno) se filtrará con un filtro de gran eficiencia (HEPA), cuya capacidad de recogida inicial sea como mínimo del 99,97 % con arreglo a la norma EN 1822-1 (clase de filtro H14 o superior), ASTM F 1471-93 o una norma equivalente.

PSP Sonda de muestreo de partículas

La sonda constituye la sección inicial del tubo de transferencia de partículas y:

- a) se instalará a contracorriente, en un punto donde el diluyente y el gas de escape se mezclen adecuadamente, es decir, en el eje central del túnel de dilución DT a una distancia equivalente a unas diez veces el diámetro del túnel después del punto en el que el gas de escape penetra en el túnel de dilución;
- b) tendrá un diámetro interior mínimo de 8 mm;
- c) podrá calentarse hasta alcanzar una temperatura de pared máxima de 325 K (52 °C) mediante calentamiento directo o precalentamiento del diluyente, a condición de que la temperatura del aire no supere 325 K (52 °C) antes de que el gas de escape sea introducido en el túnel de dilución;

d) podrá estar aislada.

#### A.2.2.5. Descripción del sistema de muestreo de partículas

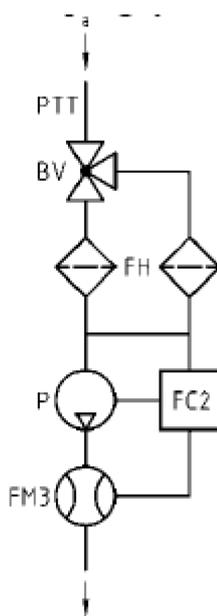
El sistema de muestreo de partículas es necesario para recoger las partículas en el filtro de partículas, tal como se muestra en las figuras 16 y 17. En el caso del sistema de dilución de flujo parcial con muestreo total, que consiste en hacer pasar por los filtros la totalidad de la muestra de gas de escape diluido, los sistemas de dilución y muestreo suelen formar una unidad integral (véase la figura 12). En el caso del sistema de dilución de flujo parcial o flujo total con muestreo fraccionado, que consiste en hacer pasar por los filtros solo una porción del gas de escape diluido, los sistemas de dilución y de muestreo suelen constituir unidades diferentes.

Para un sistema de dilución de flujo parcial, se toma una muestra de gas de escape diluido en el túnel de dilución DT a través de la sonda de muestreo de partículas PSP y del tubo de transferencia de partículas PTT mediante la bomba de muestreo P, tal como se indica en la figura 16. La muestra se hace pasar por los portafiltros FH que contienen los filtros de muestreo de partículas. El caudal de muestreo se controlará con el regulador de caudal FC3.

Para un sistema de dilución de flujo total, se utilizará un sistema de muestreo de partículas de doble dilución, tal como se indica en la figura 17. A través de la sonda de muestreo de partículas PSP y del tubo de transferencia de partículas PTT, se transfiere una muestra del gas de escape diluido desde el túnel de dilución DT de un sistema de dilución de flujo total hasta el túnel de dilución secundario SDT, donde se vuelve a diluir. A continuación, la muestra se hace pasar por los portafiltros FH que contienen los filtros de muestreo de partículas. El caudal del diluyente suele ser constante, mientras que el caudal de muestreo se controla con el regulador de caudal FC3. Si se utiliza un compensador electrónico de caudal EFC (véase la figura 15), el flujo total de gas de escape diluido se utiliza como señal de mando para el FC3.

Figura 16

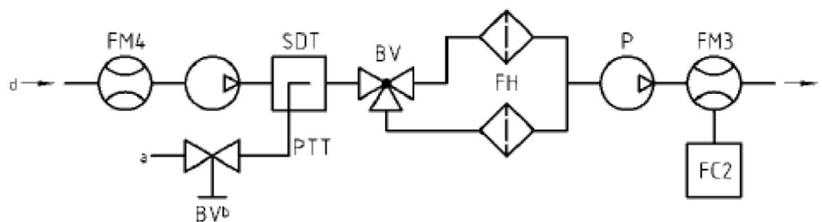
#### Esquema del sistema de muestreo de partículas



a = a partir del túnel de dilución

Figura 17

## Esquema del sistema de muestreo de partículas de doble dilución



a = gas de escape diluido procedente del DT      b = opcional      c = ventilación      d = diluyente secundario

A.2.2.6. Elementos de las figuras 16 (únicamente sistema de flujo parcial) y 17 (únicamente sistema de flujo total)  
PTT      Tubo de transferencia de partículas

El tubo de transferencia:

- a) será inerte con respecto a las partículas;
- b) podrá calentarse hasta una temperatura de pared máxima de 325 K (52 °C);
- c) podrá estar aislado.

SDT      Túnel de dilución secundario (figura 17 únicamente)

El túnel de dilución secundario:

- a) tendrá una longitud y un diámetro suficientes para cumplir los requisitos relativos al tiempo de estancia previstos en el punto 9.4.2, letra f), del presente anexo;
- b) podrá calentarse hasta una temperatura de pared máxima de 325 K (52 °C);
- c) podrá estar aislado.

FH      Portafiltros

El portafiltros:

- a) formará un cono divergente de 12,5° (a partir del centro) en la superficie de transición entre el diámetro del tubo de transferencia y el diámetro expuesto de la cara del filtro;
- b) podrá calentarse hasta una temperatura de pared máxima de 325 K (52 °C);
- c) podrá estar aislado.

Se admiten los cambiadores de filtros múltiples en la medida en que no se produzcan interacciones entre los filtros de muestreo.

Los filtros con membrana de PTFE se instalarán en un recipiente específico dentro del portafiltros.

Podrá instalarse un preclasificador inercial con un punto de corte del 50 % entre 2,5 µm y 10 µm inmediatamente antes del portafiltros, si se utiliza una sonda de muestreo consistente en un tubo abierto orientado a contracorriente.

P      Bomba de muestreo

FC2      Regulador de caudal

Se utilizará un regulador de caudal para controlar el caudal de muestreo de partículas.

FM3      Dispositivo de medición del caudal

Caudalímetro de gas o instrumental para determinar el caudal de muestreo de partículas que pasa por el filtro de partículas. Podrá instalarse antes o después de la bomba de muestreo P.

FM4      Dispositivo de medición del caudal

Caudalímetro de gas o instrumental para determinar el caudal de diluyente secundario que pasa por el filtro de partículas.

BV        Válvula de bola (opcional)

La válvula de bola deberá tener un diámetro interior no inferior al diámetro interior del tubo de transferencia de partículas PTT y un tiempo de conmutación inferior a 0,5 segundos.

---

## Apéndice 3

## Estadística

## A.3.1. Valor medio y desviación típica

La media aritmética se calculará de la manera siguiente:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (102)$$

La desviación típica se calculará como se indica a continuación:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (103)$$

## A.3.2. Análisis de regresión

La pendiente de la regresión se calculará de la manera siguiente:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) \times (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (104)$$

La ordenada y en el origen de la regresión se calculará como sigue:

$$a_0 = \bar{y} - (a_1 \times \bar{x}) \quad (105)$$

El error típico de estimación (SEE) se calculará de la manera siguiente:

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}{n-2}} \quad (106)$$

El coeficiente de determinación se calculará como se indica a continuación:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (107)$$

## A.3.3. Determinación de la equivalencia de sistema

La determinación de la equivalencia de sistema con arreglo al punto 5.1.1 del presente anexo se basará en un estudio correlacional de siete pares de muestras (o más) del sistema candidato y uno de los sistemas de referencia aceptados del presente anexo utilizando el ciclo o los ciclos de ensayo adecuados. Los criterios de equivalencia que se aplicarán serán el ensayo F y el ensayo t de Student bilateral.

Este método estadístico examina la hipótesis de que la desviación típica de la muestra y el valor medio de la muestra de una emisión medida con el sistema candidato no difieran de la desviación típica de la muestra y el valor medio de la muestra de dicha emisión medida con el sistema de referencia. La hipótesis se someterá a ensayo basándose en un nivel de significancia del 10 % de los valores F y t. En el cuadro 9 se ofrecen los valores críticos F y t para entre siete y diez pares de muestras. Si los valores F y t, calculados conforme a la fórmula que figura más adelante, son mayores que los valores críticos F y t, el sistema candidato no es equivalente.

Se empleará el procedimiento siguiente. Los subíndices R y C se refieren, respectivamente, al sistema de referencia y al sistema candidato.

- Realizar un mínimo de siete ensayos con el sistema candidato y el sistema de referencia funcionando en paralelo. El número de ensayos se indicará como  $n_R$  y  $n_C$ .
- Calcular los valores medios  $\bar{x}_R$  y  $\bar{x}_C$  y las desviaciones típicas  $s_R$  y  $s_C$ .
- Calcular el valor  $F$  de la manera siguiente:

$$F = \frac{s_{\text{mayor}}^2}{s_{\text{menor}}^2} \quad (108)$$

(la mayor de las dos desviaciones típicas,  $s_R$  o  $s_C$ , deberá estar en el numerador).

- Calcular el valor de  $t$  como se indica a continuación:

$$t = \frac{|\bar{x}_C - \bar{x}_R|}{\sqrt{s_C^2/n_C + s_R^2/n_R}} \quad (109)$$

- Comparar los valores calculados  $F$  y  $t$  con los valores críticos  $F$  y  $t$  correspondientes al número respectivo de ensayos indicados en el cuadro 9. Si se seleccionan muestras mayores, consúltense las tablas estadísticas correspondientes a una significancia del 10 % (confianza del 90 %).
- Determinar los grados de libertad ( $df$ ) de la manera siguiente:

$$\text{para el ensayo } F: df1 = n_R - 1, df2 = n_C - 1 \quad (110)$$

$$\text{para el ensayo } t: df = (n_C + n_R - 2)/2 \quad (111)$$

- Determinar la equivalencia del modo siguiente:

- si  $F < F_{\text{crít}}$  y  $t < t_{\text{crít}}$ , el sistema candidato es equivalente al sistema de referencia del presente anexo;
- si  $F \geq F_{\text{crít}}$  y  $t \geq t_{\text{crít}}$ , el sistema candidato es distinto del sistema de referencia del presente anexo.

Cuadro 9

Valores  $F$  y  $t$  correspondientes a los tamaños de la muestra seleccionada

| Tamaño de la muestra | Ensayo F |                   | Ensayo t |                   |
|----------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|
|                      | df       | F <sub>crít</sub> | df       | t <sub>crít</sub> |
| 7                    | 6, 6     | 3,055             | 6        | 1,943             |
| 8                    | 7, 7     | 2,785             | 7        | 1,895             |
| 9                    | 8, 8     | 2,589             | 8        | 1,860             |
| 10                   | 9, 9     | 2,440             | 9        | 1,833             |

## Apéndice 4

## Verificación del caudal de carbono

## A.4.1. Introducción

Todo el carbono presente en el gas de escape, salvo una parte mínima, procede del combustible, y casi todo está en forma de CO<sub>2</sub>. Por ello, el control de la verificación del sistema se basa en las mediciones de CO<sub>2</sub>.

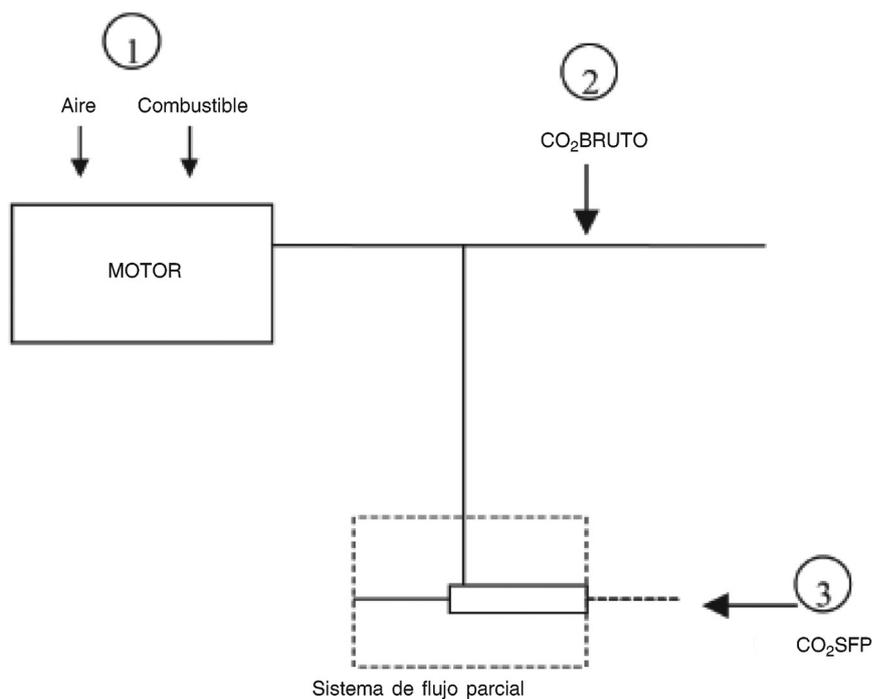
El caudal de carbono que entra en los sistemas de medición del gas de escape se determina a partir del caudal de combustible. El caudal de carbono en distintos puntos de muestreo de los sistemas de muestreo de emisiones y de partículas se determina a partir de las concentraciones de CO<sub>2</sub> y de los caudales de gas en dichos puntos.

En este sentido, el motor genera un caudal de carbono conocido, y la constatación de que el caudal de carbono es idéntico en el tubo de escape y en la salida del sistema de muestreo de partículas de flujo parcial permite confirmar la ausencia de fugas y la exactitud de la medición del caudal. Esta verificación tiene la ventaja de que los componentes actúan en condiciones de ensayo del motor reales por lo que respecta a la temperatura y al caudal.

La figura 18 muestra los puntos de muestreo en los que deberán comprobarse los caudales de carbono. Más abajo aparecen las ecuaciones específicas para los caudales de carbono en cada uno de los puntos de muestreo.

Figura 18

## Puntos de medición para verificar el caudal de carbono



## A.4.2. Caudal de carbono que entra en el motor (posición 1)

El caudal másico de carbono que entra en el motor en el caso de un combustible CH<sub>a</sub>O<sub>e</sub> se calcula de la manera siguiente:

$$q_{mCf} = \frac{12,011}{12,011 + 1,00794a + 15,9994e} \cdot q_{mf} \quad (112)$$

donde:

$q_{mf}$  es el caudal másico del combustible, en kg/s

## A.4.3. Caudal de carbono en el gas de escape bruto (posición 2)

El caudal másico de carbono en el tubo de escape del motor se determinará a partir de la concentración de CO<sub>2</sub> bruto y del caudal másico del gas de escape:

$$q_{mCe} = \left( \frac{c_{CO_2,r} - c_{CO_2,a}}{100} \right) \times q_{mew} \times \frac{12,011}{M_e} \quad (113)$$

donde:

$c_{CO_2,r}$  es la concentración de CO<sub>2</sub> en base húmeda en el gas de escape bruto, en %

$c_{CO_2,a}$  es la concentración de CO<sub>2</sub> en base húmeda en el aire ambiente, en %

$q_{mew}$  es el caudal másico de gas de escape en base húmeda, en kg/s

$M_e$  es la masa molar del gas de escape, en g/mol

Si el CO<sub>2</sub> se mide en base seca, el valor obtenido deberá calcularse en base húmeda de conformidad con lo dispuesto en el punto 8.1 del presente anexo.

## A.5.4. Caudal de carbono en el sistema de dilución (posición 3)

Para el sistema de dilución de flujo parcial, debe tomarse también en consideración la relación de división. El caudal de carbono se determinará a partir de la concentración de CO<sub>2</sub> diluido, el caudal másico de gas de escape y el caudal de muestreo:

$$q_{mCp} = \left( \frac{c_{CO_2,r} - c_{CO_2,a}}{100} \right) \times q_{mdew} \times \frac{12,011}{M_e} \times \frac{q_{mew}}{q_{mp}} \quad (114)$$

donde:

$c_{CO_2,d}$  es la concentración de CO<sub>2</sub> en base húmeda en el gas de escape diluido en la salida del túnel de dilución, en %

$c_{CO_2,a}$  es la concentración de CO<sub>2</sub> en base húmeda en el aire ambiente, en %

$q_{mew}$  es el caudal másico de gas de escape en base húmeda, en kg/s

$q_{mp}$  es el caudal de muestreo del gas de escape dentro del sistema de dilución de flujo parcial, en kg/s

$M_e$  es la masa molar del gas de escape, en g/mol

Si el CO<sub>2</sub> se mide en base seca, el valor obtenido deberá calcularse en base húmeda de conformidad con lo dispuesto en el punto 8.1 del presente anexo.

## A.4.4. Cálculo de la masa molar del gas de escape

La masa molar del gas de escape se calculará con la ecuación 41 (véase el punto 8.4.2.4 del presente anexo).

Como alternativa, pueden utilizarse las siguientes masas molares de gas de escape:

$M_e$  (diésel) = 28,9 g/mol

$M_e$  (GLP) = 28,6 g/mol

$M_e$  (GN) = 28,3 g/mol

## Apéndice 5

## Ejemplo de procedimiento de cálculo

## A.5.1. Procedimiento de desnormalización de la velocidad y del par

A modo de ejemplo, desnormalizaremos el siguiente punto de ensayo:

porcentaje de régimen = 43 %

porcentaje de par = 82 %

Teniendo en cuenta los valores siguientes:

$$n_{lo} = 1\,015 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{hi} = 2\,200 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{pref} = 1\,300 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{idle} = 600 \text{ min}^{-1}$$

se obtiene lo siguiente:

$$\text{régimen efectivo} = \frac{43 \times (0,45 \times 1015 + 0,45 \times 1300 + 0,1 \times 2200 - 600) \times 2,0327}{100} + 600 = 1,178 \text{ min}^{-1}$$

donde el par máximo de 700 Nm observado a partir de la curva gráfica es de 1,178 min<sup>-1</sup>

$$\text{par efectivo} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

## A.5.2. Datos básicos para cálculos estequiométricos

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| Masa atómica del hidrógeno          | 1,00794 g/átomo |
| Masa atómica del carbono            | 12,011 g/átomo  |
| Masa atómica del azufre             | 32,065 g/átomo  |
| Masa atómica del nitrógeno          | 14,0067 g/átomo |
| Masa atómica del oxígeno            | 15,9994 g/átomo |
| Masa atómica del argón              | 39,9 g/átomo    |
| Masa molar del agua                 | 18,01534 g/mol  |
| Masa molar del dióxido de carbono   | 44,01 g/mol     |
| Masa molar del monóxido de carbono  | 28,011 g/mol    |
| Masa molar del oxígeno              | 31,9988 g/mol   |
| Masa molar del nitrógeno            | 28,011 g/mol    |
| Masa molar del óxido nítrico        | 30,008 g/mol    |
| Masa molar del dióxido de nitrógeno | 46,01 g/mol     |
| Masa molar del dióxido de azufre    | 64,066 g/mol    |
| Masa molar del aire seco            | 28,965 g/mol    |

Teniendo en cuenta los efectos de la compresibilidad, todos los gases implicados en el proceso de admisión/combustión/escape pueden considerarse ideales y, por lo tanto, cualquier cálculo volumétrico estará basado en un volumen molar de 22,414 l/mol, de acuerdo con la hipótesis de Avogadro.

## A.5.3. Emisiones gaseosas (diésel)

Los datos de medición de un punto individual del ciclo de ensayo (frecuencia de muestreo de datos de 1 Hz) para el cálculo de las emisiones máximas instantáneas se indican a continuación. En el presente ejemplo, el CO y los NO<sub>x</sub> se miden en base seca y los HC, en base húmeda. La concentración de HC se indica en equivalente de propano (C3) y debe multiplicarse por 3 para obtener el equivalente de C1. El procedimiento de cálculo es idéntico para los demás puntos del ciclo.

Para ilustrarlo mejor, el ejemplo de cálculo muestra los resultados intermedios redondeados de las diferentes etapas. Cabe señalar que para el cálculo real no se permite el redondeo de los resultados intermedios (véase el punto 8 del presente anexo).

| $T_{a,i}$<br>(K) | $H_{a,i}$<br>(g/kg) | $W_{act}$<br>(kWh) | $q_{mew,i}$<br>(kg/s) | $q_{maw,i}$<br>(kg/s) | $q_{mf,i}$<br>(kg/s) | $c_{HC,i}$<br>(ppm) | $c_{CO,i}$<br>(ppm) | $c_{NO_x,i}$<br>(ppm) |
|------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 295              | 8,0                 | 40                 | 0,155                 | 0,150                 | 0,005                | 10                  | 40                  | 500                   |

Se considerará la composición de combustible siguiente:

| Componente | Relación molar      | Porcentaje de masa |
|------------|---------------------|--------------------|
| H          | $\alpha = 1,8529$   | $w_{ALF} = 13,45$  |
| C          | $\beta = 1,0000$    | $w_{BET} = 86,50$  |
| S          | $\gamma = 0,0002$   | $w_{GAM} = 0,050$  |
| N          | $\delta = 0,0000$   | $w_{DEL} = 0,000$  |
| O          | $\epsilon = 0,0000$ | $w_{EPS} = 0,000$  |

Paso 1: Corrección base seca/base húmeda (punto 8.1 del presente anexo):

Ecuación 16:

$$k_f = 0,055584 \times 13,45 - 0,0001083 \times 86,5 - 0,0001562 \times 0,05 = 0,7382$$

Ecuación 13:

$$k_{w,a} = \left( 1 - \frac{1,2434 \times 8 + 111,12 \times 13,45 \times \frac{0,005}{0,148}}{773,4 + 1,2434 \times 8 + \frac{0,005}{0,148} \times 0,7382 \times 1,000} \right) \times 1,008 = 0,9331$$

Ecuación 12:

$$c_{CO,i} \text{ (húmedo)} = 40 \times 0,9331 = 37,3 \text{ ppm}$$

$$c_{NO_x,i} \text{ (húmedo)} = 500 \times 0,9331 = 466,6 \text{ ppm}$$

Paso 2: Corrección de  $NO_x$  en función de la humedad y la temperatura (punto 8.2.1 del presente anexo):

Ecuación 23:

$$k_{h,D} = \frac{15,698 \times 8,00}{1\,000} + 0,832 = 0,9576$$

Paso 3: Cálculo de las emisiones instantáneas de cada punto del ciclo (punto 8.4.2.3 del presente anexo):

Ecuación 36:

$$m_{HC,i} = 10 \times 3 \times 0,155 = 4,650$$

$$m_{CO,i} = 37,3 \times 0,155 = 5,782$$

$$m_{NO_x,i} = 466,6 \times 0,9576 \times 0,155 = 69,26$$

Paso 4: Cálculo de la emisión másica durante el ciclo mediante integración de los valores de emisión másica instantánea y de los valores  $u$  del cuadro 5 (punto 8.4.2.3 del presente anexo):

se considera el cálculo siguiente para el ciclo WHTC (1800 s) y la misma emisión en cada punto del ciclo.

Ecuación 36:

$$m_{\text{HC}} = 0,000479 \times \sum_{i=1}^{1800} 4,650 = 4,01 \text{ g/ensayo}$$

$$m_{\text{CO}} = 0,000966 \times \sum_{i=1}^{1800} 5,782 = 10,05 \text{ g/ensayo}$$

$$m_{\text{NO}_x} = 0,001586 \times \sum_{i=1}^{1800} 69,26 = 197,72 \text{ g/ensayo}$$

Paso 5: Cálculo de las emisiones específicas (punto 8.6.3 del presente anexo):

Ecuación 69:

$$e_{\text{HC}} = 4,01/40 = 0,10 \text{ g/kWh}$$

$$e_{\text{CO}} = 10,05/40 = 0,25 \text{ g/kWh}$$

$$e_{\text{NO}_x} = 197,72/40 = 4,94 \text{ g/kWh}$$

#### A.5.4. Emisiones de partículas (diésel)

| $P_{b,b}$<br>(kPa) | $P_{b,a}$<br>(kPa) | $W_{act}$<br>(kWh) | $q_{mew,i}$<br>(kg/s) | $q_{mf,i}$<br>(kg/s) | $q_{mdw,i}$<br>(kg/s) | $q_{mdew,i}$<br>(kg/s) | $m_{uncor,b}$<br>(mg) | $m_{uncor,a}$<br>(mg) | $m_{sep}$<br>(kg) |
|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| 99                 | 100                | 40                 | 0,155                 | 0,005                | 0,0015                | 0,0020                 | 90,0000               | 91,7000               | 1,515             |

Paso 1: Cálculo de  $m_{edf}$  (punto 8.4.3.2.2 del presente anexo):

Ecuación 48:

$$r_{d,l} = \frac{0,002}{(0,002 - 0,0015)} = 4$$

Ecuación 47:

$$q_{medf,l} = 0,155 \times 4 = 0,620 \text{ kg/s}$$

Ecuación 46:

$$m_{edf} = \sum_{i=1}^{1800} 0,620 = 1,116 \text{ kg/ensayo}$$

Paso 2: Corrección de flotabilidad de la masa de partículas (punto 8.3 del presente anexo):

Antes del ensayo:

Ecuación 26:

$$\rho_{a,b} = \frac{99 \times 28,836}{8,3144 \times 295} = 1,164 \text{ kg/m}^3$$

Ecuación 25:

$$m_{f,T} = 90,0000 \times \frac{(1 - 1,164/8\ 000)}{(1 - 1,164/2\ 300)} = 90,0325 \text{ mg}$$

Después del ensayo:

Ecuación 26:

$$\rho_{a,a} = \frac{100 \times 28,836}{8,3144 \times 295} = 1,176 \text{ kg/m}^3$$

Ecuación 25:

$$m_{f,G} = 91,7000 \times \frac{(1 - 1,176/8\,000)}{(1 - 1,176/2\,300)} = 91,7334 \text{ mg}$$

Ecuación 27:

$$m_p = 91,7334 \text{ mg} - 90,0325 \text{ mg} = 1,7009 \text{ mg}$$

Paso 3: Cálculo de la emisión másica de partículas (punto 8.4.3.2.2 del presente anexo):

Ecuación 45:

$$m_{PM} = \frac{1,7009 \times 1\,166}{1,515 \times 1\,000} = 1,253 \text{ g/ensayo}$$

Paso 4: Cálculo de la emisión específica (punto 8.6.3 del presente anexo):

Ecuación 69:

$$e_{PM} = 1,253/40 = 0,031 \text{ g/kWh}$$

#### A.5.5. Factor de desplazamiento $\lambda$ ( $S_\lambda$ )

##### A.5.5.1. Cálculo del factor de desplazamiento $\lambda$ ( $S_\lambda$ ) <sup>(1)</sup>

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inerte}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}}$$

donde:

$S_\lambda$  = factor de desplazamiento  $\lambda$ ;

inerte % = % en volumen de gases inertes en el combustible (es decir,  $N_2$ ,  $CO_2$ , He, etc.);

$O_2^*$  = % en volumen de oxígeno original en el combustible;

n y m = se refieren al promedio de  $C_nH_m$  que representan los hidrocarburos del combustible, es decir:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_4\%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{C_5\%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluyente}\%}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100}\right] + \dots + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluyente}\%}{100}}$$

donde:

$CH_4$  = % en volumen de metano en el combustible;

$C_2$  = % en volumen de todos los hidrocarburos  $C_2$  ( $C_2H_6$ ,  $C_2H_4$ , etc.) en el combustible;

$C_3$  = % en volumen de todos los hidrocarburos  $C_3$  ( $C_3H_8$ ,  $C_3H_6$ , etc.) en el combustible;

<sup>(1)</sup> Stoichiometric Air/Fuel ratios of automotive fuels - SAE J1829, junio de 1987. John B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, 1988, capítulo 3.4 "Combustion stoichiometry" (páginas 68 a 72).

$C_4$  = % en volumen de todos los hidrocarburos  $C_4$  ( $C_4H_{10}$ ,  $C_4H_8$ , etc.) en el combustible;

$C_5$  = % en volumen de todos los hidrocarburos  $C_5$  ( $C_5H_{12}$ ,  $C_5H_{10}$ , etc.) en el combustible;

diluyente = % en volumen de los gases de dilución ( $O_2^*$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ , He, etc.) en el combustible.

#### A.5.5.2. Ejemplos para el cálculo del factor de desplazamiento $\lambda$ ( $S_\lambda$ )

Ejemplo 1: G25:  $CH_4 = 86\%$ ,  $N_2 = 14\%$  (en volumen)

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluyente \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0,86}{0,86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_2H_4\%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluyente \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,86}{0,86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inerte\%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1,16$$

Ejemplo 2: G<sub>R</sub>:  $CH_4 = 87\%$ ,  $C_2H_6 = 13\%$  (en volumen)

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluyente \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,87 + 2 \times 0,13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_2H_4\%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluyente \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,87 + 6 \times 0,13}{1} = 4,26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inerte\%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1,13 + \frac{4,26}{4}\right)} = 0,911$$

Ejemplo 3: EE. UU.:  $CH_4 = 89\%$ ,  $C_2H_6 = 4,5\%$ ,  $C_3H_8 = 2,3\%$ ,  $C_6H_{14} = 0,2\%$ ,  $O_2 = 0,6\%$ ,  $N_2 = 4\%$

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluyente \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,89 + 2 \times 0,045 + 3 \times 0,023 + 4 \times 0,002}{1 - \frac{0,64 + 4}{100}} = 1,11$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_2H_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[ \frac{C_2H_6\%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[ \frac{C_3H_8\%}{100} \right]}{1 - \frac{\text{diluyente \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,89 + 4 \times 0,045 + 8 \times 0,023 + 14 \times 0,002}{1 - \frac{0,6 + 4}{100}} = 4,24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inerte\%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1,11 + \frac{4,24}{4}\right) - \frac{0,6}{100}} = 0,96$$

## Apéndice 6

## Instalación de accesorios y equipo para los ensayos de emisiones

| Número | Accesorios  | Instalados para el ensayo de emisiones                     |
|--------|---|--|
| 1      | Sistema de admisión   |  |
|        | Colector de admisión  | Sí   |
|        | Sistema de control de las emisiones del cárter  | Sí   |
|        | Dispositivos de control para el sistema de colector de admisión doble a inducción                     | Sí   |
|        | Flujómetro de aire  | Sí   |
|        | Conducto de admisión de aire  | Sí, o equipo de la celda de ensayo                         |
|        | Filtro de aire  | Sí, o equipo de la celda de ensayo                         |
|        | Silenciador de admisión   | Sí, o equipo de la celda de ensayo                         |
|        | Limitador de velocidad  | Sí   |
| 2      | Calentador por inducción del colector de admisión   | Sí, a ser posible se regulará en la posición más favorable |
| 3      | Sistema de escape   |  |
|        | Colector de escape  | Sí   |
|        | Tubos de conexión   | Sí   |
|        | Silenciador   | Sí   |
|        | Tubo de salida  | Sí   |
|        | Ralentizador de escape  | No, o totalmente abierto                                   |
|        | Dispositivo de sobrealimentación  | Sí   |
| 4      | Bomba de alimentación de combustible  | Sí   |
| 5      | Equipo para motores de gas  |  |
|        | Sistema de control electrónico, flujómetro de aire, etc.  | Sí   |
|        | Reductor de presión   | Sí   |
|        | Evaporador  | Sí   |
|        | Mezclador   | Sí   |
| 6      | Equipo de inyección de combustible  |  |
|        | Prefiltro   | Sí   |
|        | Filtro  | Sí   |
|        | Bomba   | Sí   |
|        | Tubo de alta presión  | Sí   |
|        | Inyector  | Sí   |
|        | Válvula de admisión de aire   | Sí   |
|        | Sistema de control electrónico, sensores, etc.  | Sí   |
|        | Regulador/sistema de control  | Sí   |
|        | Tope automático de plena carga de la cremallera de control en función de las condiciones atmosféricas | Sí   |

| Número | Accesorios  | Instalados para el ensayo de emisiones           |
|--------|---|--|
| 7      | Equipamiento de refrigeración por líquido                                   |  |
|        | Radiador  | No   |
|        | Ventilador  | No   |
|        | Carenado del ventilador   | No   |
|        | Bomba de agua   | Sí   |
|        | Termostato  | Sí, puede dejarse en posición totalmente abierta |
| 8      | Refrigeración por aire  |  |
|        | Carenado  | No   |
|        | Ventilador o soplante   | No   |
|        | Dispositivo termostático  | No   |
| 9      | Equipo eléctrico  |  |
|        | Generador   | No   |
|        | Bobina o bobinas  | Sí   |
|        | Cableado  | Sí   |
|        | Sistema de control electrónico  | Sí   |
| 10     | Equipo de sobrealimentación   |  |
|        | Compresor accionado directamente por el motor y/o los gases de escape       | Sí   |
|        | Refrigerador del aire de admisión   | Sí, o sistema de la celda de ensayo              |
|        | Bomba del refrigerante o ventilador (accionados por el motor)               | No   |
|        | Dispositivo regulador del caudal de refrigerante                            | Sí   |
| 11     | Dispositivo anticontaminación (sistema de postratamiento del gas de escape) | Sí   |
| 12     | Equipamiento de arranque  | Sí, o sistema de la celda de ensayo              |
| 13     | Bomba del aceite lubricante   | Sí   |

## Apéndice 7

**Procedimiento aplicable a la medición del amoniaco**

- A.7.1. El presente apéndice describe el procedimiento para la medición del amoniaco ( $\text{NH}_3$ ). En el caso de analizadores no lineales se permitirá el uso de circuitos de linealización.
- A.7.2. Para la medición del  $\text{NH}_3$  se especifican dos principios de medición; puede utilizarse cualquiera de ellos a condición de que cumpla los criterios establecidos en los puntos A.7.2.1 o A.7.2.2, respectivamente. No se permitirán los desecadores de gas para la medición del  $\text{NH}_3$ .
- A.7.2.1. Espectrómetro de diodo láser (LDS)
- A.7.2.1.1. Principio de medición
- El LDS emplea el principio de espectroscopia de línea única. La línea de absorción de  $\text{NH}_3$  se elige en la gama espectral de infrarrojo cercana y se escanea mediante un diodo láser de modo único.
- A.7.2.1.2. Instalación
- Se instalará el analizador bien directamente en el tubo de escape (*in situ*) o bien en un armario utilizando un muestreo extractivo de conformidad con las instrucciones de los fabricantes del instrumento. Si se instala en un armario, la trayectoria de muestra (línea de muestreo, prefiltros y válvulas) será de acero inoxidable o de PTFE y se calentará a  $463 \pm 10 \text{ K}$  ( $190 \pm 10 \text{ °C}$ ) para minimizar las pérdidas de  $\text{NH}_3$  y los instrumentos de muestreo. Además, la línea de muestreo debe ser lo más corta posible.
- Se minimizará la influencia de la temperatura y la presión de escape, el entorno de instalación y las vibraciones en la medición o, de lo contrario, se utilizarán técnicas de compensación.
- Si procede, el aire del recubrimiento utilizado en conjunción con la medición *in situ* para proteger el instrumento no deberá afectar a la concentración de ningún componente de escape medida corriente abajo respecto al dispositivo o, de lo contrario, el muestreo de otros componentes de escape deberá hacerse corriente arriba respecto al dispositivo.
- A.7.2.1.3. Interferencia cruzada
- La resolución espectral del láser no rebasará  $0,5 \text{ cm}^{-1}$  para minimizar la interferencia cruzada de otros gases presentes en el gas de escape.
- A.7.2.2. Analizador de infrarrojo por transformadas de Fourier (en lo sucesivo, «FTIR»)
- A.7.2.2.1. Principio de medición
- El FTIR emplea el principio de espectroscopia infrarroja de banda ancha. Permite la medición simultánea de los componentes de escape cuyos espectros normalizados están disponibles en el instrumento. El espectro de absorción (intensidad/longitud de onda) se calcula a partir del interferograma medido (intensidad/tiempo) mediante el método de transformadas de Fourier.
- A.7.2.2.2. Instalación y muestreo
- El FTIR se instalará de acuerdo con las instrucciones del fabricante del instrumento. Se seleccionará la longitud de onda del  $\text{NH}_3$  para la evaluación. La trayectoria de muestra (línea de muestreo, prefiltros y válvulas) será de acero inoxidable o de PTFE y se calentará a  $463 \pm 10 \text{ K}$  ( $190 \pm 10 \text{ °C}$ ) para minimizar las pérdidas de  $\text{NH}_3$  y los instrumentos de muestreo. Además, la línea de muestreo debe ser lo más corta posible.
- A.7.2.2.3. Interferencia cruzada
- La resolución espectral de la longitud de onda del  $\text{NH}_3$  no rebasará  $0,5 \text{ cm}^{-1}$  para minimizar la interferencia cruzada de otros gases presentes en el gas de escape.
- A.7.3. Procedimiento de ensayo de emisiones y evaluación
- A.7.3.1. Verificación de los analizadores
- Antes del ensayo de emisiones, se seleccionará el rango del analizador. Se autorizarán los analizadores de emisiones con una función de selección automática o manual del rango de medición. Durante el ciclo de ensayo no se cambiará el rango de los analizadores.
- Se determinará la respuesta al cero y al punto final en caso de que lo dispuesto en el punto A.7.3.4.2 no sea aplicable al instrumento. Para la respuesta al punto final, se utilizará un gas  $\text{NH}_3$  que cumpla las especificaciones del punto A.7.4.2.7. Está permitido el uso de celdas de referencia que contengan gas patrón  $\text{NH}_3$ .

#### A.7.3.2. Recogida de los datos pertinentes sobre emisiones

Al inicio de la secuencia de ensayo, se iniciará simultáneamente la recogida de los datos de NH<sub>3</sub>. La concentración de NH<sub>3</sub> se medirá de forma continua y se almacenará, con al menos 1 Hz, en un sistema informático.

#### A.7.3.3. Operaciones después del ensayo

Cuando se haya concluido el ensayo, el muestreo proseguirá hasta que hayan transcurrido los tiempos de respuesta del sistema. Solo se exigirá la determinación de la desviación del analizador conforme al punto A.7.3.4.1 si la información contemplada en el punto A.7.3.4.2 no está disponible.

#### A.7.3.4. Desviación del analizador

A.7.3.4.1. Las respuestas de puesta a cero y al punto final del analizador se determinarán lo antes posible, a más tardar a los treinta minutos de haber finalizado el ciclo de ensayo o durante el periodo de homogeneización del calor. La diferencia entre los resultados antes y después del ensayo deberá ser inferior al 2 % del fondo de escala.

A.7.3.4.2. No se requiere la determinación de la desviación del analizador en las situaciones siguientes:

- a) si la desviación del cero y del punto final especificada por el fabricante del instrumento en los puntos A.7.4.2.3 y A.7.4.2.4 cumple los requisitos del punto A.7.3.4.1;
- b) si el intervalo de tiempo de la desviación del cero y del punto final especificado por el fabricante del instrumento en los puntos A.7.4.2.3 y A.7.4.2.4 supera la duración del ensayo.

#### A.7.3.5. Evaluación de los datos

La concentración media de NH<sub>3</sub> (ppm/ensayo) se determinará integrando los valores instantáneos a lo largo del ciclo. Se aplicará la ecuación siguiente:

$$c_{\text{NH}_3} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} c_{\text{NH}_3,i} \text{ en ppm/ensayo} \quad (115)$$

donde:

$c_{\text{NH}_3,i}$  es la concentración instantánea de NH<sub>3</sub> en el gas de escape, en ppm

$n$  es el número de mediciones

En el caso del ciclo WHTC, se determinará el resultado del ensayo final mediante la ecuación siguiente:

$$c_{\text{NH}_3} = (0,14 \times c_{\text{NH}_3,\text{cold}}) + (0,86 \times c_{\text{NH}_3,\text{hot}}) \quad (116)$$

donde:

$c_{\text{NH}_3,\text{cold}}$  es la concentración media de NH<sub>3</sub> del ensayo de arranque en frío, en ppm

$c_{\text{NH}_3,\text{hot}}$  es la concentración media de NH<sub>3</sub> del ensayo de arranque en caliente, en ppm

#### A.7.4. Verificación y especificaciones del analizador

##### A.7.4.1. Requisitos de linealidad

El analizador cumplirá los requisitos de linealidad establecidos en el cuadro 7 del presente anexo. La verificación de la linealidad con arreglo al punto 9.2.1 del presente anexo se llevará a cabo, como mínimo, cada doce meses o siempre que se realice una reparación o modificación del sistema que pueda influir en la calibración. Con la autorización previa de la autoridad de homologación de tipo, se permitirán menos de diez puntos de referencia, siempre que se pueda demostrar una precisión equivalente.

Para la verificación de la linealidad, se utilizará un gas NH<sub>3</sub> que cumpla las especificaciones del punto A.7.4.2.7. Está permitido el uso de celdas de referencia que contengan gas patrón NH<sub>3</sub>.

Los instrumentos cuyas señales se utilicen para algoritmos de compensación cumplirán los requisitos de linealidad establecidos en el cuadro 7 del presente anexo. La verificación de la linealidad se efectuará como indiquen los procedimientos de control internos, el fabricante del instrumento o los requisitos ISO 9000.

#### A.7.4.2. Especificaciones del analizador

El analizador deberá tener un rango de medición y un tiempo de respuesta acordes con la exactitud necesaria para medir la concentración de  $\text{NH}_3$  en condiciones de estado transitorio y continuo.

##### A.7.4.2.1. Límite mínimo de detección

El analizador deberá tener un límite mínimo de detección de  $< 2$  ppm en todas las condiciones de ensayo.

##### A.7.4.2.2. Exactitud

La exactitud, definida como la desviación de la lectura del analizador respecto al valor de referencia, no superará el límite de  $\pm 3\%$  de la lectura o de  $\pm 2$  ppm (el valor que sea mayor).

##### A.7.4.2.3. Desviación del cero

La desviación de la respuesta al cero y el intervalo de tiempo asociado serán especificados por el fabricante del instrumento.

##### A.7.4.2.4. Desviación del punto final

La desviación de la respuesta al punto final y el intervalo de tiempo asociado serán especificados por el fabricante del instrumento.

##### A.7.4.2.5. Tiempo de respuesta del sistema

El tiempo de respuesta del sistema será  $\leq 20$  s.

##### A.7.4.2.6. Tiempo de subida

El tiempo de subida del analizador será  $\leq 5$  s.

##### A.7.4.2.7. Gas de calibración de $\text{NH}_3$

Se dispondrá de una mezcla de gases que posean la siguiente composición química.

$\text{NH}_3$  y nitrógeno purificado.

La concentración real del gas de calibración se situará en  $\pm 3\%$  del valor nominal. La concentración de  $\text{NH}_3$  se indicará en función del volumen (porcentaje en volumen o ppm en volumen).

Deberá registrarse la fecha de caducidad de estos gases que indique el fabricante.

#### A.7.5. Sistemas alternativos

La autoridad de homologación de tipo podrá aceptar otros sistemas o analizadores si se comprueba que ofrecen resultados equivalentes con arreglo al punto 5.1.1 del presente anexo.

Los «resultados» se referirán a las concentraciones medias de  $\text{NH}_3$  de ese ciclo en particular.

---

## Apéndice 8

**Equipo de recuento del número de partículas en las emisiones**

## A.8.1. Especificación

## A.8.1.1. Descripción del sistema

A.8.1.1.1. El sistema de muestreo de partículas consistirá en una sonda o punto de muestreo de donde se extrae una muestra de un flujo mezclado homogéneamente en un sistema de dilución, tal como se describe en el apéndice 2 del presente anexo, puntos A.2.2.1 y A.2.2.2 o A.2.2.3 y A.2.2.4, un eliminador de partículas volátiles, situado antes de un contador de partículas, y un tubo de transferencia adecuado.

A.8.1.1.2. Se recomienda colocar un preclasificador del tamaño de las partículas (por ejemplo, ciclón, impactador, etc.) antes de la entrada del eliminador de partículas volátiles. No obstante, una sonda de muestreo que actúe como dispositivo adecuado de clasificación del tamaño, como el mostrado en la figura 14 del apéndice 2 del presente anexo, es una alternativa aceptable a un preclasificador del tamaño de las partículas. En el caso de sistemas de dilución de flujo parcial, puede aceptarse la utilización del mismo preclasificador para tomar la muestra de la masa de partículas y la muestra del número de partículas; esta última se extraerá del sistema de dilución después del preclasificador. También se pueden utilizar preclasificadores separados y extraer la muestra del número de partículas del sistema de dilución antes del preclasificador de la masa de partículas.

## A.8.1.2. Requisitos generales

A.8.1.2.1. El punto de muestreo de partículas estará situado dentro del sistema de dilución.

La punta de sonda de muestreo o el punto de muestreo de partículas y el tubo de transferencia de partículas juntos comprenden el sistema de transferencia de partículas. Este último lleva la muestra desde el túnel de dilución hasta la entrada del eliminador de partículas volátiles. El sistema de transferencia de partículas deberá cumplir las condiciones que se indican a continuación.

En el caso de los sistemas de dilución de flujo total y de los sistemas de dilución de flujo parcial del tipo de muestreo fraccionado (tal como se describen en el apéndice 2 del presente anexo, punto A.2.2.1), la sonda de muestreo estará instalada cerca del eje central del túnel, a una distancia después del punto de entrada del gas equivalente a entre 10 y 20 veces el diámetro del túnel, orientada a contracorriente en el túnel del flujo de gas y con el eje de la punta paralelo al del túnel de dilución. La sonda de muestreo estará posicionada dentro del tracto de dilución de tal manera que la muestra se tome en una mezcla homogénea de diluyente/gas de escape.

En el caso de los sistemas de dilución de flujo parcial del tipo de muestreo total (tal como se describen en el apéndice 2 del presente anexo, punto A.2.2.1), el punto o la sonda de muestreo de partículas se situarán en el tubo de transferencia de partículas, antes del soporte del filtro de partículas, del dispositivo de medición del caudal y de cualquier punto de muestreo/bifurcación de derivación. La sonda o el punto de muestreo estarán posicionados de tal manera que la muestra se tome en una mezcla homogénea de diluyente/gas de escape. La sonda de muestreo de partículas deberá estar dimensionada de tal manera que no interfiera con el funcionamiento del sistema de dilución de flujo parcial.

El gas de muestreo que pasa por el sistema de transferencia de partículas deberá reunir las condiciones siguientes:

en el caso de sistemas de dilución de flujo total, el flujo tendrá un número de Reynolds ( $Re$ )  $< 1\ 700$ ;

en el caso de sistemas de dilución de flujo parcial, el flujo tendrá un número de Reynolds ( $Re$ )  $< 1\ 700$  en el tubo de transferencia de partículas, a saber, después de la sonda o el punto de muestreo;

su tiempo de estancia en el sistema de transferencia de partículas será de  $\leq 3$  segundos.

Se considerará aceptable cualquier otra configuración de muestreo del sistema de transferencia de partículas si puede demostrarse una penetración equivalente de partículas de 30 nm.

El tubo de salida que conduce la muestra diluida del eliminador de partículas volátiles a la entrada del contador de partículas tendrá las propiedades siguientes:

tendrá un diámetro interno  $\geq 4$  mm;

el flujo del gas de muestreo que pasa por el tubo de salida tendrá un tiempo de estancia  $\leq 0,8$  segundos.

Se considerará aceptable cualquier otra configuración de muestreo del tubo de salida si puede demostrarse una penetración equivalente de partículas de 30 nm.

A.8.1.2.2. El eliminador de partículas volátiles comprenderá dispositivos de dilución de la muestra y eliminación de las partículas volátiles.

A.8.1.2.3. Todas las partes del sistema de dilución y del sistema de muestreo, desde el tubo de escape hasta el contador de partículas, que estén en contacto con gas de escape bruto y diluido, deberán estar diseñadas de tal modo que se reduzca al mínimo la deposición de partículas. Todos los elementos estarán fabricados con materiales conductores de electricidad que no reaccionen con los componentes del gas de escape, y estarán conectados a tierra para evitar efectos electrostáticos.

- A.8.1.2.4. El sistema de muestreo de partículas será conforme con las buenas prácticas de muestreo de aerosoles y, a tal efecto, se evitarán los codos en ángulos agudos y los cambios bruscos de sección, se utilizarán superficies internas lisas y se reducirá al mínimo la longitud de la línea de muestreo. Se permitirán cambios de sección graduales.
- A.8.1.3. Requisitos específicos
- A.8.1.3.1. La muestra de partículas no pasará por una bomba antes de pasar por el contador de partículas.
- A.8.1.3.2. Se recomienda utilizar un preclasificador.
- A.8.1.3.3. La unidad de acondicionamiento de la muestra:
- A.8.1.3.3.1. será capaz de diluir la muestra en una o varias fases para alcanzar una concentración de partículas inferior al umbral superior del modo de recuento único de partículas del contador de partículas y una temperatura del gas inferior a 35 °C en la entrada del mencionado contador;
- A.8.1.3.3.2. incluirá una fase de dilución inicial calentada que produzca una muestra a una temperatura  $\geq 150$  °C y  $\leq 400$  °C, y cuyo factor de dilución sea como mínimo de 10;
- A.8.1.3.3.3. controlará las fases calentadas a unas temperaturas nominales de funcionamiento constantes, dentro del intervalo especificado en el punto A.8.1.3.3.2, con una tolerancia de  $\pm 10$  °C. Indicará si las fases calentadas se encuentran a las temperaturas de funcionamiento adecuadas;
- A.8.1.3.3.4. alcanzará un factor de reducción de la concentración  $[f_r(d_i)]$ , tal como se define en el punto A.8.2.2.2, de las partículas de 30 nm y 50 nm de diámetro de movilidad eléctrica, como máximo un 30 % y un 20 % superior, respectivamente, y un 5 % inferior al correspondiente a las partículas de 100 nm de diámetro de movilidad eléctrica en todo el eliminador de partículas volátiles;
- A.8.1.3.3.5. superará también un 99,0 % de vaporización de las partículas de 30 nm de tetracontano  $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3]$ , con una concentración  $\geq 10\,000\text{ cm}^{-3}$ , mediante calentamiento y reducción de las presiones parciales del tetracontano.
- A.8.1.3.4. El contador de partículas:
- A.8.1.3.4.1. funcionará en condiciones de flujo total;
- A.8.1.3.4.2. tendrá una precisión de recuento de  $\pm 10$  % en el intervalo de  $1\text{ cm}^{-3}$  hasta el umbral superior del modo de recuento único del contador de partículas respecto a un patrón certificado. En concentraciones inferiores a  $100\text{ cm}^{-3}$ , podrá ser necesario efectuar mediciones promediadas durante extensos periodos de muestreo para demostrar la precisión del contador de partículas con un mayor grado de seguridad estadística;
- A.8.1.3.4.3. tendrá una legibilidad de al menos  $0,1\text{ partículas cm}^{-3}$  en concentraciones inferiores a  $100\text{ cm}^{-3}$ ;
- A.8.1.3.4.4. tendrá una respuesta lineal a las concentraciones de partículas en todo el intervalo de medición en el modo de recuento único de partículas;
- A.8.1.3.4.5. tendrá una frecuencia de envío de datos igual o superior a 0,5 Hz;
- A.8.1.3.4.6. tendrá un tiempo de respuesta  $t_{90}$  en el intervalo de concentración medido inferior a 5 segundos;
- A.8.1.3.4.7. incorporará una función de corrección de la coincidencia de un máximo del 10 % y podrá hacer uso de un factor de calibración interno, según lo determinado en el punto A.8.2.1.3, pero no hará uso de ningún otro algoritmo para corregir o definir la eficacia de recuento;
- A.8.1.3.4.8. tendrá eficacias de recuento de partículas de 23 nm ( $\pm 1$  nm) y 41 nm ( $\pm 1$  nm) de diámetro de movilidad eléctrica del 50 % ( $\pm 12$  %) y  $> 90$  %, respectivamente. Estas eficacias de recuento podrán alcanzarse por medios internos (por ejemplo, control del diseño del instrumento) o externos (por ejemplo, preclasificación del tamaño);
- A.8.1.3.4.9. si el contador de partículas utiliza un líquido de trabajo, será sustituido a la frecuencia especificada por el fabricante del instrumento.
- A.8.1.3.5. Cuando no se mantengan a un nivel constante conocido en el punto en el que se controla el caudal del contador de partículas, la presión y/o la temperatura se medirán y se notificarán en la entrada del mencionado contador a efectos de corrección de las mediciones de la concentración de partículas de acuerdo con las condiciones estándar.
- A.8.1.3.6. La suma del tiempo de estancia en el sistema de transferencia de partículas, el eliminador de partículas volátiles y el tubo de salida, más el tiempo de respuesta  $t_{90}$  del contador de partículas, no excederá de 20 segundos.
- A.8.1.3.7. El tiempo de transformación de todo el sistema de muestreo del número de partículas (sistema de transferencia de partículas, eliminador de partículas volátiles, tubo de salida y contador de partículas) se determinará mediante la conmutación del aerosol directamente en la entrada del sistema de transferencia de partículas. La conmutación del aerosol se realizará en menos de 0,1 segundos. El aerosol utilizado en este ensayo provocará un cambio de concentración de al menos un 60 % del fondo de escala.

Se registrará la curva de concentración. Para alinear el tiempo de las señales de la concentración de partículas y del caudal del gas de escape, se entenderá por tiempo de transformación el que transcurre desde el cambio ( $t_0$ ) hasta que la respuesta alcanza un 50 % del valor final leído ( $t_{50}$ ).

#### A.8.1.4. Descripción del sistema recomendado

A continuación se describe la práctica recomendada para contar las partículas. No obstante, será aceptable cualquier sistema que cumpla las especificaciones de rendimiento indicadas en los puntos A.8.1.2 y A.8.1.3.

Las figuras 19 y 20 son dibujos esquemáticos de las configuraciones del sistema de muestreo de partículas recomendadas para los sistemas de dilución de flujo parcial y de flujo total, respectivamente.

Figura 19

#### Esquema del sistema de muestreo de partículas recomendado: muestreo de flujo parcial

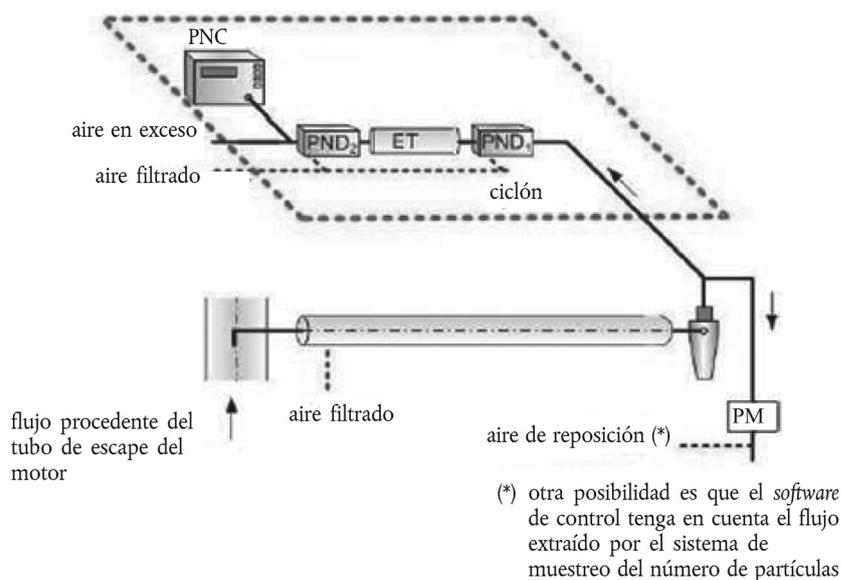
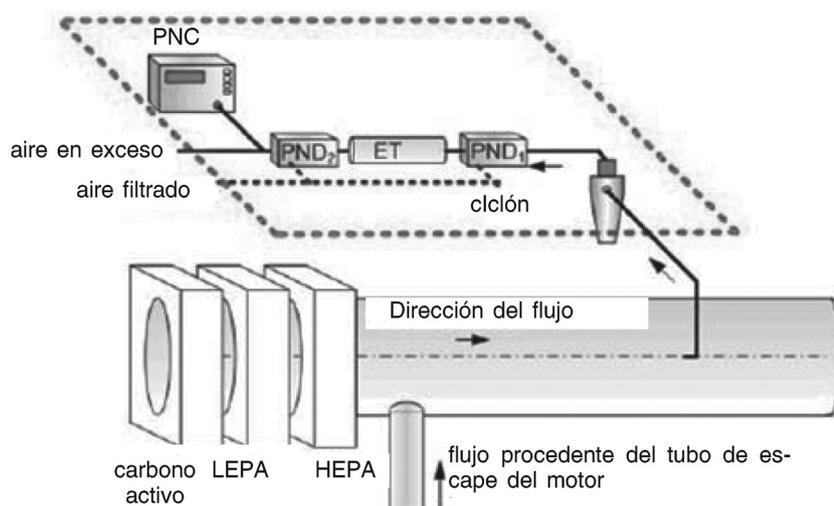


Figura 20

#### Esquema del sistema de muestreo de partículas recomendado: muestreo de flujo total



#### A.8.1.4.1. Descripción del sistema de muestreo

El sistema de muestreo de partículas constará de una punta de sonda de muestreo o un punto de muestreo de partículas en el sistema de dilución, un tubo de transferencia de partículas, un preclasificador de partículas y un eliminador de partículas volátiles situado antes del contador de partículas. El eliminador de partículas volátiles comprenderá dispositivos para diluir la muestra (diluidores del número de partículas:  $DNP_1$  y  $DNP_2$ ) y evaporar las partículas (tubo de evaporación, TE). La sonda o el punto de muestreo del flujo del gas de

ensayo se dispondrán de tal manera dentro del tracto de dilución que se tome una muestra del flujo de gas representativa en una mezcla de diluyente/gas de escape homogénea. La suma del tiempo de estancia en el sistema y el tiempo de respuesta  $t_{90}$  del contador de partículas no excederá de 20 segundos.

#### A.8.1.4.2. Sistema de transferencia de partículas

La punta de sonda o el punto de muestreo de partículas y el tubo de transferencia de partículas juntos comprenden el sistema de transferencia de partículas. Este último lleva la muestra desde el túnel de dilución hasta la entrada del primer diluidor del número de partículas. El sistema de transferencia de partículas deberá cumplir las condiciones siguientes.

En el caso de los sistemas de dilución de flujo total y de los sistemas de dilución de flujo parcial del tipo de muestreo fraccionado (tal como se describen en el apéndice 2 del presente anexo, punto A.2.2.1), la sonda de muestreo estará instalada cerca del eje central del túnel, a una distancia después del punto de entrada del gas equivalente a entre 10 y 20 veces el diámetro del túnel, orientada a contracorriente en el túnel del flujo de gas y con el eje de la punta paralelo al del túnel de dilución. La sonda de muestreo estará posicionada dentro del tracto de dilución de tal manera que la muestra se tome en una mezcla homogénea de diluyente/gas de escape.

En el caso de sistemas de dilución de flujo parcial del tipo de muestreo total (tal como se describen en el apéndice 2 del presente anexo, punto A.2.2.1), el punto de muestreo de partículas se situará en el tubo de transferencia de partículas, antes del soporte del filtro de partículas, del dispositivo de medición del caudal y de cualquier punto de muestreo/bifurcación de derivación. La sonda o el punto de muestreo estarán posicionados de tal manera que la muestra se tome en una mezcla homogénea de diluyente/gas de escape.

El gas de muestreo que pasa por el sistema de transferencia de partículas deberá reunir las condiciones siguientes:

tendrá un número de Reynolds ( $Re$ )  $< 1\ 700$ ;

tendrá un tiempo de estancia en el sistema de transferencia de partículas  $\leq 3$  segundos.

Se considerará aceptable cualquier otra configuración de muestreo del sistema de transferencia de partículas si puede demostrarse una penetración equivalente de partículas de 30 nm de diámetro de movilidad eléctrica.

El tubo de salida que conduce la muestra diluida del eliminador de partículas volátiles a la entrada del contador de partículas tendrá las propiedades siguientes:

tendrá un diámetro interno  $\geq 4$  mm;

el tiempo de estancia del flujo del gas de muestreo en el tubo de salida será  $\leq 0,8$  segundos.

Se considerará aceptable cualquier otra configuración de muestreo del tubo de salida si puede demostrarse una penetración equivalente de partículas de 30 nm de diámetro de movilidad eléctrica.

#### A.8.1.4.3. Preclasificador de partículas

El preclasificador de partículas recomendado estará situado antes del eliminador de partículas volátiles. El diámetro de las partículas para un punto de corte del 50 % del preclasificador será de entre 2,5  $\mu\text{m}$  y 10  $\mu\text{m}$  en el caudal volumétrico seleccionado para el muestreo del número de partículas. El preclasificador permitirá que al menos el 99 % de la concentración máscica de partículas de 1  $\mu\text{m}$  que entren en él pasen por su salida al flujo volumétrico seleccionado para el muestreo del número de partículas. En el caso de sistemas de dilución de flujo parcial, puede aceptarse la utilización del mismo preclasificador para tomar la muestra de la masa de partículas y la muestra del número de partículas; esta última se extraerá del sistema de dilución después del preclasificador. También se pueden utilizar preclasificadores separados y extraer la muestra del número de partículas del sistema de dilución antes del preclasificador de la masa de partículas.

#### A.8.1.4.4. Eliminador de partículas volátiles

El eliminador de partículas volátiles comprenderá un diluidor del número de partículas ( $\text{DNP}_1$ ), un tubo de evaporación y un segundo diluidor del número de partículas ( $\text{DNP}_2$ ) en serie. Esta función de dilución consiste en reducir la concentración de partículas de la muestra que entra en la unidad de medición de la concentración de partículas hasta un nivel inferior al umbral superior del modo de recuento único del contador de partículas, y suprimir la nucleación en la muestra. El eliminador de partículas volátiles indicará si el  $\text{DNP}_1$  y el tubo de evaporación se encuentran a las temperaturas de funcionamiento adecuadas.

El eliminador de partículas volátiles superará también un 99,0 % de vaporización de las partículas de 30 nm de tetracontano [ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ], con una concentración de entrada  $\geq 10\ 000\ \text{cm}^{-3}$ , mediante el calentamiento y la reducción de las presiones parciales del tetracontano. Asimismo, alcanzará un factor de reducción de la concentración de partículas ( $f_p$ ) de 30 nm y 50 nm de diámetro de movilidad eléctrica, es decir, como máximo un 30 % y un 20 % superior, respectivamente, y un 5 % inferior al correspondiente a las partículas de 100 nm de diámetro de movilidad eléctrica en todo el eliminador de partículas volátiles.

#### A.8.1.4.4.1. Primer dispositivo de dilución del número de partículas (DNP<sub>1</sub>)

El primer dispositivo de dilución del número de partículas estará diseñado específicamente para diluir la concentración de partículas y funcionar a una temperatura (de pared) de entre 150 °C y 400 °C. El punto de referencia de la temperatura de pared deberá mantenerse a una temperatura de funcionamiento nominal constante, dentro de ese intervalo, con una tolerancia de  $\pm 10$  °C, y no superar la temperatura de pared del tubo de evaporación (punto A.8.1.4.4.2). El diluyente se suministrará con aire de dilución filtrado con un filtro HEPA y deberá poder mantener un factor de dilución de entre 10 y 200 veces.

#### A.8.1.4.4.2. Tubo de evaporación

En toda la longitud del tubo de evaporación se controlará una temperatura de pared superior o igual a la del primer dispositivo de dilución del número de partículas y la pared se mantendrá a una temperatura de funcionamiento nominal de entre 300 °C y 400 °C, con una tolerancia de  $\pm 10$  °C.

#### A.8.1.4.4.3. Segundo dispositivo de dilución del número de partículas (DNP<sub>2</sub>)

El DNP<sub>2</sub> estará diseñado específicamente para diluir la concentración del número de partículas. El diluyente se suministrará con aire de dilución filtrado con un filtro HEPA y deberá poder mantener un factor de dilución de entre 10 y 30 veces. El factor de dilución del DNP<sub>2</sub> se seleccionará en el intervalo de 10 a 15, de tal manera que la concentración del número de partículas después del segundo diluyente sea inferior al umbral superior del modo de recuento único de partículas del contador de partículas y la temperatura del gas antes de la entrada en el contador sea  $< 35$  °C.

#### A.8.1.4.5. Contador de partículas

El contador de partículas cumplirá los requisitos establecidos en el punto A.8.1.3.4.

### A.8.2. Calibración/validación del sistema de muestreo de partículas <sup>(1)</sup>

#### A.8.2.1. Calibración del contador de partículas

A.8.2.1.1. El servicio técnico se asegurará de la existencia de un certificado de calibración del contador de partículas que demuestre su conformidad con un patrón certificado en los doce meses previos al ensayo de emisiones.

A.8.2.1.2. Asimismo, deberá recalibrarse el contador de partículas y emitirse un nuevo certificado de calibración después de todo importante mantenimiento.

A.8.2.1.3. La calibración deberá estar certificada de acuerdo con un método de calibración normalizado:

- a) mediante comparación de la respuesta del contador de partículas con el de un electrómetro de aerosol calibrado en el muestreo simultáneo de partículas de calibración clasificadas electrostáticamente; o bien
- b) mediante comparación de la respuesta del contador de partículas que está siendo calibrado con la de un segundo contador que ha sido calibrado directamente según el método anterior.

En el caso del electrómetro, la calibración se llevará a cabo utilizando al menos seis concentraciones estándar separadas de la manera más uniforme posible en el intervalo de medición del contador de partículas. Estos puntos incluirán un punto de concentración nominal cero alcanzado mediante la utilización de filtros HEPA como mínimo de clase H13, según la norma EN 1822:2008, o de eficacia equivalente, en la entrada de cada instrumento. Si no se aplica un factor de calibración al contador de partículas que se está calibrando, las concentraciones medidas deberán situarse dentro de un margen de  $\pm 10$  % de la concentración estándar para cada concentración utilizada, salvo para el punto cero. De lo contrario, deberá rechazarse el contador de partículas. Se calculará y registrará el gradiente de una regresión lineal de los dos conjuntos de datos. Se aplicará al contador de partículas que se está calibrando un factor de calibración recíprocamente equivalente al gradiente. La linealidad de la respuesta se determinará calculando el cuadrado del coeficiente de correlación del momento del producto de Pearson ( $R^2$ ) de los dos conjuntos de datos y será igual o superior a 0,97. Al calcular el gradiente y  $R^2$ , la regresión lineal se hará pasar por el origen (concentración cero en ambos instrumentos).

En el caso del contador de partículas, la calibración se llevará a cabo utilizando al menos seis concentraciones estándar en el intervalo de medición del contador. Al menos tres puntos tendrán concentraciones inferiores a  $1\ 000\ \text{cm}^{-3}$  y las concentraciones restantes estarán espaciadas linealmente entre  $1\ 000\ \text{cm}^{-3}$  y el intervalo máximo del contador de partículas en modo de recuento único de partículas. Estos puntos incluirán un punto de concentración nominal cero alcanzado mediante la utilización de filtros HEPA como mínimo de clase H13, según la norma EN 1822:2008, o de eficacia equivalente, en la entrada de cada instrumento. Si no se aplica un factor de calibración al contador de partículas que se está calibrando, las concentraciones medidas deberán situarse dentro de un margen de  $\pm 10$  % de la concentración estándar para cada concentración, salvo para el punto cero. De lo contrario, deberá rechazarse el contador de partículas. Se calculará y registrará el gradiente de una regresión lineal de los dos conjuntos de datos. Se aplicará al contador de

<sup>(1)</sup> En la siguiente dirección se ofrecen ejemplos de métodos de calibración/validación: <http://www.unece.org/es/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpfcp.html.html>

partículas que se está calibrando un factor de calibración recíprocamente equivalente al gradiente. La linealidad de la respuesta se determinará calculando el cuadrado del coeficiente de correlación del momento del producto de Pearson ( $R^2$ ) de los dos conjuntos de datos y será igual o superior a 0,97. Al calcular el gradiente y  $R^2$ , la regresión lineal se hará pasar por el origen (concentración cero en ambos instrumentos).

A.8.2.1.4. La calibración incluirá también una comprobación, de acuerdo con los requisitos del punto A.8.1.3.4.8, sobre la eficacia de detección del contador de partículas con partículas de 23 nm de diámetro de movilidad eléctrica. No es necesario efectuar una comprobación de la eficacia de recuento con partículas de 41 nm.

A.8.2.2. Calibración/validación del eliminador de partículas volátiles

A.8.2.2.1. En el caso de una unidad nueva y después de todo mantenimiento importante, será necesario efectuar una calibración de los factores de reducción de la concentración de partículas del eliminador de partículas volátiles en todo su intervalo de parámetros de dilución, a las temperaturas nominales de funcionamiento establecidas del aparato. El requisito de validación periódica del factor de reducción de la concentración de partículas del eliminador de partículas volátiles se limita a una comprobación de un único parámetro, típico del utilizado para la medición en vehículos dotados de filtros de partículas diésel. El servicio técnico se asegurará de la existencia de un certificado de calibración o de validación del eliminador de partículas volátiles en los seis meses previos al ensayo de emisiones. Si el eliminador de partículas volátiles incorpora alarmas de control de la temperatura, será admisible un intervalo de validación de doce meses.

El eliminador de partículas volátiles se caracterizará por un factor de reducción de la concentración de partículas sólidas de 30 nm, 50 nm y 100 nm de diámetro de movilidad eléctrica. Los factores de reducción de la concentración [ $f_r(d_i)$ ] de partículas de 30 nm y 50 nm de diámetro de movilidad eléctrica serán como máximo un 30 % y un 20 % superiores, respectivamente, y un 5 % inferiores al correspondiente a las partículas de 100 nm de diámetro de movilidad eléctrica. A efectos de validación, el factor medio de reducción de la concentración de partículas se encontrará dentro de un intervalo de  $\pm 10$  % del factor medio de reducción de la concentración de partículas ( $\bar{f}_r$ ) determinado durante la calibración primaria del eliminador de partículas volátiles.

A.8.2.2.2. El aerosol de ensayo utilizado en estas mediciones constará de partículas sólidas de 30 nm, 50 nm y 100 nm de diámetro de movilidad eléctrica y una concentración mínima de 5 000 partículas  $\text{cm}^{-3}$  en la entrada del eliminador de partículas volátiles. Las concentraciones de partículas se medirán antes y después de los componentes.

El factor de reducción de la concentración de partículas para cada tamaño de partícula [ $f_r(d_i)$ ] se calculará de la manera siguiente:

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)} \quad (117)$$

donde:

$N_{in}(d_i)$  = es la concentración del número de partículas antes del componente en el caso de las partículas de diámetro  $d_i$ ;

$N_{out}(d_i)$  = es la concentración del número de partículas después del componente en el caso de las partículas de diámetro  $d_i$ ;

$d_i$  = es el diámetro de movilidad eléctrica de las partículas (30 nm, 50 nm o 100 nm);

$N_{in}(d_i)$  y  $N_{out}(d_i)$  se corregirán de acuerdo con las mismas condiciones.

La reducción media de la concentración de partículas ( $\bar{f}_r$ ) en un parámetro de dilución determinado se calculará de la manera siguiente:

$$\bar{f}_r = \frac{f_r(30nm) + f_r(50nm) + f_r(100nm)}{3} \quad (118)$$

Se recomienda calibrar y validar el eliminador de partículas volátiles como una unidad completa.

A.8.2.2.3. El servicio técnico se asegurará de la existencia de un certificado de validación del eliminador de partículas volátiles que demuestre su eficacia en los seis meses previos al ensayo de emisiones. Si el eliminador de partículas volátiles incorpora alarmas de control de la temperatura, será admisible un intervalo de validación de doce meses. El eliminador de partículas volátiles demostrará eliminar más de un 99,0 % de partículas de tetracontano [ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ] de un mínimo de 30 nm de diámetro de movilidad eléctrica con una concentración de entrada  $\geq 10\,000 \text{ cm}^{-3}$  cuando funciona en su posición de dilución mínima y a la temperatura de funcionamiento recomendada por los fabricantes.

- A.8.2.3. Procedimientos de control del sistema de recuento de partículas
- A.8.2.3.1. Antes de cada ensayo, el contador de partículas indicará una concentración medida inferior a 0,5 partículas  $\text{cm}^{-3}$  tras colocar un filtro HEPA como mínimo de clase H13, según la norma EN 1822:2008, o de eficacia equivalente, en la entrada de todo el sistema de muestreo de partículas (eliminador de partículas volátiles y contador de partículas).
- A.8.2.3.2. El control mensual del flujo introducido en el contador de partículas con un caudalímetro calibrado indicará un valor medido dentro de un margen del 5 % del caudal másico nominal del contador de partículas.
- A.8.2.3.3. Cada día, tras la aplicación de un filtro HEPA de como mínimo clase H13, según la norma EN 1822:2008, o de eficacia equivalente, en la entrada del contador de partículas, este indicará una concentración  $\leq 0,2 \text{ cm}^{-3}$ . El contador de partículas mostrará un aumento de las concentraciones medidas de al menos 100 partículas  $\text{cm}^{-3}$  tras quitar el filtro HEPA y ser sometido a aire ambiente y volverá a indicar concentraciones  $\leq 0,2 \text{ cm}^{-3}$  tras colocar de nuevo el mencionado filtro.
- A.8.2.3.4. Antes del inicio de cada ensayo, se confirmará que el sistema de medición indica que el eventual tubo de evaporación ha alcanzado su temperatura de funcionamiento adecuada.
- A.8.2.3.5. Antes del inicio de cada ensayo, se confirmará que el sistema de medición indica que el diluidor  $\text{DNP}_1$  ha alcanzado su temperatura de funcionamiento adecuada.
-

## ANEXO 5

## ESPECIFICACIONES DE LOS COMBUSTIBLES DE REFERENCIA

Datos técnicos sobre combustibles para someter a ensayo motores de encendido por compresión y de combustible dual  
Tipo: Diésel (B7)

| Parámetro  | Unidad             | Límites <sup>(1)</sup> |         | Método de ensayo            |
|--|--------------------|------------------------|---------|-----------------------------|
|  |                    | Mínimo                 | Máximo  |                             |
| Índice de cetano   |                    | 46,0                   |         | EN ISO 4264                 |
| Número de cetano <sup>(2)</sup>                          |                    | 52,0                   | 56,0    | EN-ISO 5165                 |
| Densidad a 15 °C   | kg/m <sup>3</sup>  | 833                    | 837     | EN-ISO 3675<br>EN ISO 12185 |
| Destilación:   |                    |                        |         |                             |
| — punto 50 %   | °C                 | 245                    |         | EN-ISO 3405                 |
| — punto 95 %   | °C                 | 345                    | 350     | EN-ISO 3405                 |
| — punto de ebullición final                              | °C                 |                        | 360     | EN-ISO 3405                 |
| Punto de inflamación                                     | °C                 | 55                     |         | EN 22719                    |
| Punto de obstrucción del filtro en frío                  | °C                 |                        | 5       | EN 116                      |
| Viscosidad a 40 °C                                       | mm <sup>2</sup> /s | 2,3                    | 3,3     | EN-ISO 3104                 |
| Hidrocarburos aromáticos policíclicos                    | % m/m              | 2,0                    | 4,0     | EN 12916                    |
| Contenido de azufre                                      | mg/kg              |                        | 10      | EN ISO 20846 / EN ISO 20884 |
| Corrosión del cobre (3 h a 50 °C)                        | Clasificación      |                        | Clase 1 | EN-ISO 2160                 |
| Residuo de carbono Conradson (10 % de residuo destilado) | % m/m              |                        | 0,2     | EN-ISO 10370                |
| Contenido de cenizas                                     | % m/m              |                        | 0,01    | EN-ISO 6245                 |
| Contaminación total                                      | mg/kg              |                        | 24      | EN 12662                    |
| Contenido de agua  | % m/m              |                        | 0,02    | EN-ISO 12937                |
| Número de neutralización (ácido fuerte)                  | mg KOH/g           |                        | 0,10    | ASTM D 974                  |
| Estabilidad a la oxidación <sup>(3)</sup>                | mg/ml              |                        | 0,025   | EN-ISO 12205                |
| Lubricidad (HFRR a 60 °C)                                | µm                 |                        | 400     | EN ISO 12156                |
| Estabilidad a la oxidación a 110 °C <sup>(3)</sup>       | H                  | 20,0                   |         | EN 15751                    |
| FAME <sup>(4)</sup>                                      | % v/v              | 6,0                    | 7,0     | EN 14078                    |

Notas:

<sup>(1)</sup> Los valores indicados en la especificación son «valores reales». Para determinar sus valores límite se han aplicado las disposiciones de la norma ISO 4259, Productos del petróleo — Determinación y aplicación de datos de precisión en relación a métodos de ensayo. Para fijar un valor mínimo se ha tenido en cuenta una diferencia mínima de 2R por encima de cero; para determinar un valor máximo y un valor mínimo, la diferencia mínima es de 4R (R = reproducibilidad). A pesar de esta medida, que es necesaria por razones técnicas, el fabricante de un combustible debe procurar obtener un valor cero cuando el valor máximo establecido sea de 2R, y obtener el valor medio cuando se indiquen límites máximo y mínimo. Si fuera necesario aclarar si un combustible cumple los requisitos de las especificaciones, se aplicarían los términos de la norma ISO 4259.

- (<sup>2</sup>) El intervalo para el índice de cetano no cumple el requisito de un intervalo mínimo de 4R. No obstante, en caso de litigio entre el proveedor y el usuario del combustible, podrán aplicarse los términos de la norma ISO 4259 para resolver dicho litigio siempre que se efectúen varias mediciones, en número suficiente para conseguir la precisión necesaria, antes que determinaciones individuales.
- (<sup>3</sup>) Aunque la estabilidad a la oxidación esté controlada, es probable que la vida útil sea limitada. Se consultará al proveedor acerca de las condiciones y el periodo de conservación.
- (<sup>4</sup>) El contenido de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) ha de cumplir la especificación de la norma EN 14214.

Tipo: Etanol para motores de encendido por compresión (ED95) (<sup>1</sup>)

| Parámetro  | Unidad            | Límites ( <sup>2</sup> ) |        | Método de ensayo ( <sup>3</sup> )                    |
|--|-------------------|--------------------------|--------|--|
|  |                   | Mínimo                   | Máximo |  |
| Alcohol total (etanol, incluido el contenido de alcohol superior saturado) | % m/m             | 92,4                     |        | EN 15721   |
| Otros monoalcoholes superiores saturados (C3-C5)                           | % m/m             |                          | 2,0    | EN 15721   |
| Metanol  | % m/m             |                          | 0,3    | EN 15721   |
| Densidad 15 °C   | kg/m <sup>3</sup> | 793,0                    | 815,0  | EN ISO 12185   |
| Acidez, calculada como ácido acético                                       | % m/m             |                          | 0,0025 | EN 15491   |
| Aspecto  |                   | Brillante y claro        |        |  |
| Punto de inflamación   | °C                | 10                       |        | EN 3679  |
| Residuo seco   | mg/kg             |                          | 15     | EN 15691   |
| Contenido de agua  | % m/m             |                          | 6,5    | EN 15489 ( <sup>4</sup> )<br>EN-ISO 12937<br>EN15692 |
| Aldehídos, calculados como acetaldehído                                    | % m/m             |                          | 0,0050 | ISO 1388-4   |
| Ésteres, calculados como acetato de etilo                                  | % m/m             |                          | 0,1    | ASTM D1617   |
| Contenido de azufre  | mg/kg             |                          | 10,0   | EN 15485<br>EN 15486                                 |
| Sulfatos   | mg/kg             |                          | 4,0    | EN 15492   |
| Contaminación por partículas   | mg/kg             |                          | 24     | EN 12662   |
| Fósforo  | mg/l              |                          | 0,20   | EN 15487   |
| Cloruro inorgánico   | mg/kg             |                          | 1,0    | EN 15484<br>o EN 15492                               |
| Cobre  | mg/kg             |                          | 0,100  | EN 15488   |
| Conductividad eléctrica  | µS/cm             |                          | 2,50   | DIN 51627-4<br>o prEN 15938                          |

Notas:

- (<sup>1</sup>) Se puede utilizar un aditivo para mejorar el índice de cetano del combustible de etanol, de acuerdo con las especificaciones del fabricante del motor, siempre que no haya constancia de efectos secundarios adversos. Si se cumplen estas condiciones, la cantidad máxima permitida es del 10 % m/m.
- (<sup>2</sup>) Los valores indicados en la especificación son «valores reales». Para determinar sus valores límite se han aplicado las disposiciones de la norma ISO 4259, Productos del petróleo — Determinación y aplicación de datos de precisión en relación a métodos de ensayo. Para fijar un valor mínimo se ha tenido en cuenta una diferencia mínima de 2R por encima de cero; para determinar un valor máximo y un valor mínimo, la diferencia mínima es de 4R (R = reproducibilidad). A pesar de esta medida, que es necesaria por razones técnicas, el fabricante de un combustible debe procurar obtener un valor cero cuando el valor máximo establecido sea de 2R, y obtener el valor medio cuando se indiquen límites máximo y mínimo. Si fuera necesario aclarar si un combustible cumple los requisitos de las especificaciones, se aplicarían los términos de la norma ISO 4259.
- (<sup>3</sup>) Se adoptarán métodos EN/ISO equivalentes una vez que se publiquen para las características indicadas anteriormente.
- (<sup>4</sup>) Si fuera necesario aclarar si un combustible cumple los requisitos de las especificaciones, se aplicarían los términos de la norma EN 15489.

Datos técnicos sobre combustibles para someter a ensayo motores de encendido por chispa y de combustible dual  
Tipo: Gasolina (E10)

| Parámetro                            | Unidad            | Límites <sup>(1)</sup> |         | Método de ensayo <sup>(2)</sup> |
|--------------------------------------|-------------------|------------------------|---------|---------------------------------|
|                                      |                   | Mínimo                 | Máximo  |                                 |
| Índice de octanos investigado, RON   |                   | 95,0                   | 97,0    | EN ISO 5164:2005 <sup>(3)</sup> |
| Índice de octano motor, MON          |                   | 84,0                   | 86,0    | EN ISO 5163:2005 <sup>(3)</sup> |
| Densidad a 15 °C                     | kg/m <sup>3</sup> | 743                    | 756     | EN ISO 3675<br>EN ISO 12185     |
| Presión de vapor                     | kPa               | 56,0                   | 60,0    | EN ISO 13016-1<br>(DVPE)        |
| Contenido de agua                    | % v/v             |                        | 0,015   | ASTM E 1064                     |
| Destilación:                         |                   |                        |         |                                 |
| — evaporación a 70 °C                | % v/v             | 24,0                   | 44,0    | EN-ISO 3405                     |
| — evaporación a 100 °C               | % v/v             | 56,0                   | 60,0    | EN-ISO 3405                     |
| — evaporación a 150 °C               | % v/v             | 88,0                   | 90,0    | EN-ISO 3405                     |
| — punto de ebullición final          | °C                | 190                    | 210     | EN-ISO 3405                     |
| Residuo                              | % v/v             | —                      | 2,0     | EN-ISO 3405                     |
| Análisis de hidrocarburos:           |                   |                        |         |                                 |
| — olefinas                           | % v/v             | 3,0                    | 18,0    | EN 14517<br>EN 15553            |
| — aromáticos                         | % v/v             | 25,0                   | 35,0    | EN 14517<br>EN 15553            |
| — benceno                            | % v/v             | 0,4                    | 1,0     | EN 12177<br>EN 238,<br>EN 14517 |
| — saturados                          | % v/v             | Informe                |         | EN 14517<br>EN 15553            |
| Relación carbono/hidrógeno           |                   | Informe                |         |                                 |
| Relación carbono/oxígeno             |                   | Informe                |         |                                 |
| Periodo de inducción <sup>(4)</sup>  | minutos           | 480                    |         | EN-ISO 7536                     |
| Contenido de oxígeno <sup>(5)</sup>  | % m/m             | 3,7                    |         | EN 1601<br>EN 13132<br>EN 14517 |
| Goma existente                       | mg/ml             | —                      | 0,04    | EN-ISO 6246                     |
| Contenido de azufre <sup>(6)</sup>   | mg/kg             | —                      | 10      | EN ISO 20846<br>EN ISO 20884    |
| Corrosión del cobre<br>(3 h a 50 °C) | clasificación     | —                      | Clase 1 | EN-ISO 2160                     |
| Contenido de plomo                   | mg/l              | —                      | 5       | EN 237                          |

| Parámetro                           | Unidad | Límites <sup>(1)</sup> |        | Método de ensayo <sup>(2)</sup> |
|-------------------------------------|--------|------------------------|--------|---------------------------------|
|                                     |        | Mínimo                 | Máximo |                                 |
| Contenido de fósforo <sup>(7)</sup> | mg/l   | —                      | 1,3    | ASTM D 3231                     |
| Etanol <sup>(4)</sup>               | % v/v  | 9,5                    | 10,0   | EN 1601<br>EN 13132<br>EN 14517 |

## Notas:

<sup>(1)</sup> Los valores indicados en la especificación son «valores reales». Para determinar sus valores límite se han aplicado las disposiciones de la norma ISO 4259, Productos del petróleo — Determinación y aplicación de datos de precisión en relación a métodos de ensayo. Para fijar un valor mínimo se ha tenido en cuenta una diferencia mínima de 2R por encima de cero; para determinar un valor máximo y un valor mínimo, la diferencia mínima es de 4R (R = reproducibilidad). A pesar de esta medida, que es necesaria por razones técnicas, el fabricante de un combustible debe procurar obtener un valor cero cuando el valor máximo establecido sea de 2R, y obtener el valor medio cuando se indiquen límites máximo y mínimo. Si fuera necesario aclarar si un combustible cumple los requisitos de las especificaciones, se aplicarían los términos de la norma ISO 4259.

<sup>(2)</sup> Se adoptarán métodos EN/ISO equivalentes una vez que se publiquen para las características indicadas anteriormente.

<sup>(3)</sup> Se sustraerá un factor de corrección de 0,2 del MON y el RON para el cálculo del resultado final de conformidad con la norma EN 228:2008.

<sup>(4)</sup> El combustible podrá contener antioxidantes y desactivadores de metales utilizados normalmente para estabilizar el caudal de la gasolina en las refinerías, pero no llevará ningún aditivo detergente/dispersante ni aceites disolventes.

<sup>(5)</sup> A condición de que cumpla la especificación de la norma EN 15376, el etanol es el único compuesto oxigenado que se añadirá intencionadamente a este combustible de referencia.

<sup>(6)</sup> Deberá declararse el contenido real de azufre del combustible utilizado en el ensayo del tipo 1.

<sup>(7)</sup> No se añadirán de manera intencionada a este combustible de referencia compuestos que contengan fósforo, hierro, manganeso o plomo.

## Tipo: Etanol (E85)

| Parámetro   | Unidad            | Límites <sup>(1)</sup>  |        | Método de ensayo                                 |
|---|-------------------|---|--------|--|
|   |                   | Mínimo  | Máximo |  |
| Índice de octanos investigado, RON  |                   | 95,0  | —      | EN ISO 5164                                      |
| Índice de octano motor, MON   |                   | 85,0  | —      | EN ISO 5163                                      |
| Densidad a 15 °C  | kg/m <sup>3</sup> | Informe   |        | ISO 3675   |
| Presión de vapor  | kPa               | 40,0  | 60,0   | EN ISO 13016-1 (DVPE)                            |
| Contenido de azufre <sup>(2)</sup>  | mg/kg             | —   | 10     | EN 15485<br>o EN 15486                           |
| Estabilidad a la oxidación  | Minutos           | 360   |        | EN ISO 7536                                      |
| Contenido de goma existente (lavada por solvente)   | mg/100ml          | —   | 5      | EN-ISO 6246                                      |
| Aspecto<br>Este se determinará a temperatura ambiente o a 15 °C, el valor que sea superior. |                   | Claro y brillante, visiblemente libre de contaminantes suspendidos o precipitados |        | Inspección visual                                |
| Etanol y alcoholes superiores <sup>(3)</sup>  | % v/v             | 83  | 85     | EN 1601<br>EN 13132<br>EN 14517<br>E DIN 51627-3 |
| Alcoholes superiores (C3-C8)  | % v/v             | —   | 2,0    | E DIN 51627-3                                    |
| Metanol   | % v/v             |   | 1,00   | E DIN 51627-3                                    |
| Gasolina <sup>(4)</sup>   | % v/v             | Resto   |        | EN 228   |
| Fósforo   | mg/l              | 0,20 <sup>(5)</sup>   |        | EN 15487   |

| Parámetro   | Unidad          | Límites <sup>(1)</sup> |                | Método de ensayo            |
|---|-----------------|------------------------|----------------|-----------------------------|
|   |                 | Mínimo                 | Máximo         |                             |
| Contenido de agua                                   | % v/v           |                        | 0,300          | EN 15489<br>o EN 15692      |
| Contenido de cloruro inorgánico                     | mg/l            |                        | 1              | EN 15492                    |
| pHe   |                 | 6,5                    | 9,0            | EN 15490                    |
| Corrosión de la lámina de cobre<br>(3 h a 50°C)     | Clasificación   | Clase 1                |                | EN ISO 2160                 |
| Acidez (como ácido acético<br>CH <sub>3</sub> COOH) | % m/m<br>(mg/l) | —                      | 0,0050<br>(40) | EN 15491                    |
| Conductividad eléctrica                             | µS/cm           | 1,5                    |                | DIN 51627-4<br>o prEN 15938 |
| Relación carbono/hidrógeno                          |                 | informe                |                |                             |
| Relación carbono/oxígeno                            |                 | informe                |                |                             |

## Notas:

- (1) Los valores indicados en la especificación son «valores reales». Para determinar sus valores límite se han aplicado las disposiciones de la norma ISO 4259, Productos del petróleo — Determinación y aplicación de datos de precisión en relación a métodos de ensayo. Para fijar un valor mínimo se ha tenido en cuenta una diferencia mínima de 2R por encima de cero; para determinar un valor máximo y un valor mínimo, la diferencia mínima es de 4R (R = reproducibilidad). A pesar de esta medida, que es necesaria por razones técnicas, el fabricante de un combustible debe procurar obtener un valor cero cuando el valor máximo establecido sea de 2R, y obtener el valor medio cuando se indiquen límites máximo y mínimo. Si fuera necesario aclarar si un combustible cumple los requisitos de las especificaciones, se aplicarían los términos de la norma ISO 4259.
- (2) Se comunicará el contenido real de azufre del combustible utilizado en los ensayos de emisiones.
- (3) A condición de que cumpla la especificación de la norma EN 15376, el etanol es el único compuesto oxigenado que se añadirá intencionadamente a este combustible de referencia.
- (4) El contenido de gasolina sin plomo puede determinarse como 100 menos la suma del contenido en porcentaje de agua, alcoholes, MTBE y ETBE.
- (5) No se añadirán de manera intencionada a este combustible de referencia compuestos que contengan fósforo, hierro, manganeso o plomo.

## Tipo: GLP

| Parámetro  | Unidad        | Combustible A        | Combustible B        | Método de ensayo                 |
|--|---------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| Composición:                                     |               |                      |                      | EN 27941                         |
| Contenido de C <sub>3</sub>                      | % v/v         | 30 ± 2               | 85 ± 2               |                                  |
| Contenido de C <sub>4</sub>                      | % v/v         | Resto <sup>(1)</sup> | Resto <sup>(1)</sup> |                                  |
| < C <sub>3</sub> , > C <sub>4</sub>              | % v/v         | Máximo 2             | Máximo 2             |                                  |
| Olefinas   | % v/v         | Máximo 12            | Máximo 15            |                                  |
| Residuo de evaporación                           | mg/kg         | Máximo 50            | Máximo 50            | EN 15470                         |
| Agua a 0 °C                                      |               | Exento               | Exento               | EN 15469                         |
| Contenido total de azufre, incluido el odorante  | mg/kg         | Máximo 10            | Máximo 10            | EN 24260, ASTM D 3246, ASTM 6667 |
| Sulfuro de hidrógeno                             |               | Ninguno              | Ninguno              | EN ISO 8819                      |
| Corrosión de la lámina de cobre<br>(1 h a 40 °C) | Clasificación | Clase 1              | Clase 1              | ISO 6251 <sup>(2)</sup>          |

| Parámetro                             | Unidad | Combustible A  | Combustible B  | Método de ensayo |
|---------------------------------------|--------|----------------|----------------|------------------|
| Olor                                  |        | Característico | Característico |                  |
| Índice de octano motor <sup>(3)</sup> |        | Mínimo 89,0    | Mínimo 89,0    | EN 589, anexo B  |

Notas:

<sup>(1)</sup> El resto se expresará como: resto = 100 - C<sub>3</sub> - <C<sub>3</sub> - >C<sub>4</sub>.

<sup>(2)</sup> Este método puede no determinar con exactitud la presencia de materiales corrosivos si la muestra contiene inhibidores de corrosión u otras sustancias químicas que disminuyan la corrosividad de la muestra respecto a la lámina de cobre. Por consiguiente, se prohíbe la adición de dichos compuestos con la única finalidad de sesgar el método de ensayo.

<sup>(3)</sup> A petición del fabricante del motor, podría utilizarse un MON superior para realizar los ensayos de homologación de tipo.

Tipo: Gas natural/ Biometano

| Características                          | Unidades                         | Base | Límites |        | Método de ensayo |
|--|----------------------------------|------|---------|--------|------------------|
|  |                                  |      | mínimo  | máximo |                  |
| Combustible de referencia G <sub>R</sub> |                                  |      |         |        |                  |
| Composición:                             |                                  |      |         |        |                  |
| Metano                                   |                                  | 87   | 84      | 89     |                  |
| Etano                                    |                                  | 13   | 11      | 15     |                  |
| Otros <sup>(1)</sup>                     | % mol                            | —    | —       | 1      | ISO 6974         |
| Contenido de azufre                      | mg/m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup> | —    |         | 10     | ISO 6326-5       |

Notas:

<sup>(1)</sup> Gases inertes +C<sub>2+</sub>

<sup>(2)</sup> Valor que debe determinarse en condiciones estándar: 293,2 K (20 °C) y 101,3 kPa.

Combustible de referencia G<sub>23</sub>

|                      |                                  |      |      |      |            |
|----------------------|----------------------------------|------|------|------|------------|
| Composición:         |                                  |      |      |      |            |
| Metano               |                                  | 92,5 | 91,5 | 93,5 |            |
| Otros <sup>(1)</sup> | % mol                            | —    | —    | 1    | ISO 6974   |
| N <sub>2</sub>       | % mol                            | 7,5  | 6,5  | 8,5  |            |
| Contenido de azufre  | mg/m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup> | —    | —    | 10   | ISO 6326-5 |

Notas:

<sup>(1)</sup> Gases inertes (distintos del N<sub>2</sub>) + C<sub>2</sub> + C<sub>2+</sub>

<sup>(2)</sup> Valor que debe determinarse a 293,2 K (20 °C) y 101,3 kPa.

Combustible de referencia G<sub>25</sub>

|                      |                                  |    |    |    |            |
|----------------------|----------------------------------|----|----|----|------------|
| Composición:         |                                  |    |    |    |            |
| Metano               | % mol                            | 86 | 84 | 88 |            |
| Otros <sup>(1)</sup> | % mol                            | —  | —  | 1  | ISO 6974   |
| N <sub>2</sub>       | % mol                            | 14 | 12 | 16 |            |
| Contenido de azufre  | mg/m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup> | —  | —  | 10 | ISO 6326-5 |

Notas:

<sup>(1)</sup> Gases inertes (distintos del N<sub>2</sub>) + C<sub>2</sub> + C<sub>2+</sub>

<sup>(2)</sup> Valor que debe determinarse a 293,2 K (20 °C) y 101,3 kPa.

Combustible de referencia G<sub>20</sub>

|                        |                                  |      |      |      |            |
|------------------------|----------------------------------|------|------|------|------------|
| Composición:           |                                  |      |      |      |            |
| Metano                 | % mol                            | 100  | 99   | 100  | ISO 6974   |
| Otros <sup>(1)</sup>   | % mol                            | —    | —    | 1    | ISO 6974   |
| N <sub>2</sub>         | % mol                            |      |      |      | ISO 6974   |
| Contenido de azufre    | mg/m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup> | —    | —    | 10   | ISO 6326-5 |
| Índice de Wobbe (neto) | MJ/m <sup>3</sup> <sup>(3)</sup> | 48,2 | 47,2 | 49,2 |            |

## Notas:

<sup>(1)</sup> Inertes (que no sean N<sub>2</sub>) + C<sub>2</sub> + C<sub>2</sub>+

<sup>(2)</sup> Valor que debe determinarse a 293,2 K (20 °C) y 101,3 kPa.

<sup>(3)</sup> Valor que debe determinarse a 273,2 K (0 °C) y 101,3 kPa.

## ANEXO 6

**DATOS DE EMISIONES EXIGIDOS EN LA HOMOLOGACIÓN DE TIPO CON RESPECTO A LA APTITUD PARA LA CIRCULACIÓN****MEDICIÓN DE EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO EN RÉGIMENES DE RALENTÍ**

## 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. En el presente anexo se expone el procedimiento de medición de emisiones de monóxido de carbono en regímenes de ralentí (normal y elevado) de motores de encendido por chispa alimentados con gasolina o etanol (E85) o de motores de encendido por chispa alimentados con gas natural/biometano o con GLP instalados en vehículos M<sub>2</sub>, N<sub>1</sub> o M<sub>1</sub> cuya masa máxima admisible no exceda de 7,5 toneladas.

## 2. REQUISITOS GENERALES

- 2.1. Los requisitos generales serán los establecidos en el punto 5.3.7 del Reglamento n° 83, con las excepciones expuestas en los puntos 2.2, 2.3 y 2.4.
- 2.2. Las relaciones atómicas especificadas en el punto 5.3.7.3 del Reglamento n° 83 se entenderán como sigue:

Hcv = relación atómica hidrógeno/carbono

- de la gasolina (E10) 1,93
- del GLP 2,525
- del GN/biometano 4,0
- del etanol (E85) 2,74

Ocv = relación atómica oxígeno/carbono

- de la gasolina (E10) 0,032
- del GLP 0,0
- del GN/biometano 0,0
- del etanol (E85) 0,385

- 2.3. El cuadro que figura en el punto 1.4.3 del anexo 2A (cuadro 6) se completará sobre la base de los requisitos especificados en los puntos 2.2 y 2.4 del presente anexo.
- 2.4. El fabricante confirmará la precisión del valor lambda registrado en el momento de la homologación de tipo con arreglo al punto 2.1 del presente anexo como representativa de los vehículos de producción en serie en un plazo de veinticuatro meses a partir de la fecha de concesión de la homologación de tipo. Se llevará a cabo una evaluación sobre la base de encuestas y estudios de los vehículos de producción.

## 3. REQUISITOS TÉCNICOS

- 3.1. Serán de aplicación los requisitos técnicos establecidos en el anexo 5 del Reglamento n° 83, salvo lo establecido en el punto 3.2.
- 3.2. Se entenderá que la referencia a los combustibles de referencia especificados en el anexo 5, punto 2.1, del Reglamento n° 83 se refiere a las especificaciones adecuadas del combustible de referencia que figuran en el anexo 5 del presente Reglamento.

## ANEXO 7

**VERIFICACIÓN DE LA DURABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE MOTOR**

1. INTRODUCCIÓN
  - 1.1. En el presente anexo se exponen los procedimientos para seleccionar los motores que se someterán a ensayo dentro de un programa de rodaje a fin de determinar los factores de deterioro. Los factores de deterioro se aplicarán, conforme a los requisitos del punto 3.6 del presente anexo, a las emisiones medidas con arreglo al anexo 4.
  - 1.2. Asimismo, en el presente anexo se expone el mantenimiento relacionado y no relacionado con las emisiones llevado a cabo en los motores sometidos a un programa de rodaje. Tal mantenimiento deberá ser conforme al realizado en los motores en servicio y ser comunicado a los propietarios de nuevos motores y vehículos.
2. SELECCIÓN DE MOTORES CON VISTAS AL ESTABLECIMIENTO DE FACTORES DE DETERIORO DURANTE LA VIDA ÚTIL
  - 2.1. Los motores se seleccionarán dentro de la familia de motores definida en el punto 7 del presente Reglamento con vistas a la realización de ensayos de emisiones para establecer los factores de deterioro durante la vida útil.
  - 2.2. Los motores pertenecientes a diferentes familias de motores podrán agruparse en nuevas familias en función del tipo de sistema de postratamiento del gas de escape utilizado. A fin de agrupar los motores que presentan distintos números de cilindros y diferente configuración cilíndrica, pero que poseen las mismas especificaciones técnicas y la misma instalación para los sistemas de postratamiento de gases de escape en la misma familia de motores-sistemas de postratamiento, el fabricante facilitará al autoridad de homologación de tipo datos que acrediten que el rendimiento en la reducción de las emisiones de dichos sistemas de motores es similar.
  - 2.3. El fabricante del motor seleccionará un motor en representación de la familia de motores-sistemas de postratamiento de conformidad con el punto 2.2 para someterlo a ensayo durante el programa de rodaje definido en el punto 3.2, e informará al respecto al autoridad de homologación de tipo antes de que se inicien los ensayos.
    - 2.3.1. En caso de que la autoridad de homologación de tipo decida que el caso más desfavorable de la familia de motores-sistemas de postratamiento puede caracterizarse mejor mediante otro motor, este será seleccionado conjuntamente por la autoridad de homologación de tipo y por el fabricante del motor.
3. ESTABLECIMIENTO DE LOS FACTORES DE DETERIORO DURANTE LA VIDA ÚTIL
  - 3.1. Generalidades

Los factores de deterioro aplicables a una familia de motores-sistemas de postratamiento se desarrollarán a partir de los motores seleccionados basándose en un programa de rodaje que incluya ensayos periódicos de emisiones de gases y de partículas durante los ensayos WHTC y WHSC.
  - 3.2. Programa de rodaje

Para la puesta en práctica de los programas de rodaje, el fabricante podrá optar por hacer funcionar un vehículo equipado con el motor seleccionado a lo largo de un programa de rodaje en servicio o por hacer funcionar el motor seleccionado a lo largo de un programa de rodaje en dinamómetro.

    - 3.2.1. Programa de rodaje en servicio y programa de rodaje en dinamómetro
      - 3.2.1.1. El fabricante determinará la forma y el alcance del rodaje, el periodo de rodaje y el ciclo de envejecimiento de los motores de conformidad con las buenas prácticas técnicas.
      - 3.2.1.2. El fabricante determinará los puntos de ensayo donde se comprobarán las emisiones de gases y partículas del motor con los ensayos WHSC y WHTC en caliente. Habrá, como mínimo, tres puntos de ensayo: uno al principio, uno aproximadamente a la mitad y uno al final del programa de rodaje.
      - 3.2.1.3. Los valores de emisión en el punto inicial y en el punto final de la vida útil calculados de conformidad con el punto 3.5.2 cumplirán los valores límite especificados en el punto 5.3 del presente Reglamento, pero los resultados de las emisiones individuales obtenidos en los puntos de ensayo podrán superar dichos valores límite.
      - 3.2.1.4. A petición del fabricante y previo consentimiento de la autoridad de homologación de tipo, solo será necesario llevar a cabo un ciclo de ensayo (ensayo WHSC o WHTC en caliente) en cada punto de ensayo, y el otro ciclo solo deberá aplicarse al principio y al final del programa de rodaje.
      - 3.2.1.5. Los programas de rodaje podrán ser diferentes para las distintas familias de motores-sistemas de postratamiento.

- 3.2.1.6. Los programas de rodaje podrán durar menos que la vida útil, pero su duración no será inferior a la indicada en el cuadro 1 del punto 3.2.1.8.
- 3.2.1.7. Respecto al programa de rodaje en dinamómetro, el fabricante deberá facilitar la correlación aplicable entre el periodo de rodaje (distancia recorrida) y de rodaje en dinamómetro (por ejemplo la correlación de consumo de combustible, la correlación entre la velocidad del vehículo y las revoluciones del motor, etc.).
- 3.2.1.8. Periodo mínimo de rodaje

Cuadro 1

## Periodo mínimo de rodaje

| Categoría de vehículo en el cual se instalará el motor <sup>(1)</sup>   | Periodo mínimo de rodaje | Vida útil                                  |
|---|--------------------------|--|
| Vehículos de categoría N <sub>1</sub>   | 160 000 km               | Véase el punto 5.4 del presente Reglamento |
| Vehículos de categoría N <sub>2</sub>   | 188 000 km               | Véase el punto 5.4 del presente Reglamento |
| Vehículos de categoría N <sub>3</sub> con una masa máxima técnicamente admisible no superior a 16 toneladas                             | 188 000 km               | Véase el punto 5.4 del presente Reglamento |
| Vehículos de categoría N <sub>3</sub> con una masa máxima técnicamente admisible superior a 16 toneladas                                | 233 000 km               | Véase el punto 5.4 del presente Reglamento |
| Vehículos de categoría M <sub>1</sub>   | 160 000 km               | Véase el punto 5.4 del presente Reglamento |
| Vehículos de categoría M <sub>2</sub>   | 160 000 km               | Véase el punto 5.4 del presente Reglamento |
| Vehículos de categoría M <sub>3</sub> de las clases I, II, A y B con una masa máxima técnicamente admisible no superior a 7,5 toneladas | 188 000 km               | Véase el punto 5.4 del presente Reglamento |
| Vehículos de categoría M <sub>3</sub> de las clases III y B con una masa máxima técnicamente admisible superior a 7,5 toneladas         | 233 000 km               | Véase el punto 5.4 del presente Reglamento |

<sup>(1)</sup> Según se define en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3) - documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2.

- 3.2.1.9. Se permite el envejecimiento acelerado adaptando el programa de rodaje sobre la base del consumo de combustible. El ajuste se basará en la proporción entre el consumo de combustible típico en funcionamiento durante el ciclo de envejecimiento, sin que el consumo de combustible durante el ciclo de envejecimiento supere el consumo de combustible típico en funcionamiento en más de un 30 %.
- 3.2.1.10. El programa de rodaje deberá describirse con todo detalle en la solicitud de homologación de tipo y se comunicará al autoridad de homologación de tipo antes de que se inicien los ensayos.
- 3.2.2. Si la autoridad de homologación de tipo decidiera que es necesario efectuar mediciones adicionales en los ensayos WHSC y WHTC en caliente entre los puntos seleccionados por el fabricante, lo notificará a esta. El programa de rodaje revisado será preparado por el fabricante y aprobado por la autoridad de homologación de tipo.
- 3.3. Ensayo del motor
- 3.3.1. Estabilización del sistema de motor
- 3.3.1.1. El fabricante determinará, para cada familia de motores-sistemas de postratamiento, el número de horas de funcionamiento del vehículo o del motor que son necesarias para que se establezca el funcionamiento del motor-sistema de postratamiento. A petición de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante pondrá a su disposición los datos y análisis utilizados para determinar dicho número de horas. Otra posibilidad sería que el fabricante optara por hacer funcionar el motor entre 60 y 125 horas o el kilometraje equivalente durante el ciclo de envejecimiento para estabilizar el motor-sistema de postratamiento.
- 3.3.1.2. Se considerará que el periodo de estabilización determinado en el punto 3.3.1.1 marca el inicio del programa de rodaje.

- 3.3.2. Ensayo de rodaje
- 3.3.2.1. Tras la estabilización, el motor estará en funcionamiento durante el programa de rodaje seleccionado por el fabricante, como se describe en el punto 3.2. En los intervalos periódicos del programa de rodaje determinados por el fabricante y, cuando sea pertinente, también según determine la autoridad de homologación de tipo con arreglo al punto 3.2.2, se comprobarán las emisiones de gases y de partículas del motor durante los ensayos WHSC y WHTC en caliente. De conformidad con el punto 3.2.1.4, si se ha acordado que solo se efectúe un ciclo de ensayo (WHSC o WHTC en caliente) en cada punto de ensayo, el otro ciclo de ensayo (WHSC o WHTC en caliente) se efectuará al principio y al final del programa de rodaje.
- 3.3.2.2. Durante el programa de rodaje, el mantenimiento del motor se llevará a cabo de conformidad con los requisitos del punto 4.
- 3.3.2.3. Durante el programa de rodaje, se podrán llevar a cabo operaciones de mantenimiento no programadas en el motor o en el vehículo, por ejemplo, si el sistema OBD detecta un problema específico que da lugar a la activación del indicador de mal funcionamiento (en lo sucesivo, «IMF»).
- 3.4. Notificación
- 3.4.1. Los resultados de todos los ensayos de emisiones (WHSC y WHTC en caliente) realizados durante el programa de rodaje se pondrán a disposición de la autoridad de homologación de tipo. En caso de que se declaren nulos los resultados de un ensayo de emisiones, el fabricante deberá explicar los motivos. En tal caso, se realizará otra serie de ensayos de emisiones con los ensayos WHSC y WHTC en caliente a lo largo del siguiente periodo de rodaje de cien horas.
- 3.4.2. El fabricante llevará un registro de toda la información relativa a los ensayos de emisiones y al mantenimiento llevados a cabo en el motor durante el programa de rodaje. Esta información se presentará al autoridad de homologación de tipo junto con los resultados de los ensayos de emisión realizados durante el programa de rodaje.
- 3.5. Determinación de los factores de deterioro
- 3.5.1. Para cada contaminante medido con los ensayos WHSC y WHTC en caliente en cada punto de ensayo durante el programa de rodaje, se efectuará un análisis de regresión lineal de «ajuste óptimo» basado en los resultados de todos los ensayos. Los resultados de cada ensayo de cada contaminante se expresarán con el mismo número de decimales, más uno, que el valor límite para dicho contaminante, tal como se indica el punto 5.3 del presente Reglamento. De conformidad con lo dispuesto en el punto 3.2.1.4 del presente anexo, si se ha acordado realizar un solo ciclo de ensayo (WHSC o WHTC en caliente) en cada punto de ensayo y realizar el otro ciclo (WHSC o WHTC en caliente) únicamente al principio y al final del programa de rodaje, el análisis de regresión se realizará atendiendo exclusivamente a los resultados del ciclo de ensayo efectuado en cada punto de ensayo.

A petición del fabricante y con la autorización previa de la autoridad de homologación de tipo, se permitirá una regresión no lineal.

- 3.5.2. Los valores de emisión de cada contaminante al inicio del programa de rodaje y en el punto final de la vida útil aplicable al motor sometido a ensayo se calcularán a partir de la ecuación de regresión. Si el programa de rodaje tiene una duración inferior a la vida útil, los valores de emisión en el punto final de la vida útil se determinarán por extrapolación de la ecuación de regresión determinada en el punto 3.5.1.
- 3.5.3. El factor de deterioro para cada contaminante se define como la relación entre los valores de emisión aplicados en el punto final de la vida útil y al inicio del programa de rodaje (factor de deterioro multiplicativo).

A petición del fabricante y con la autorización previa de la autoridad de homologación de tipo, se podrá aplicar un factor de deterioro aditivo para cada contaminante. El factor de deterioro aditivo se considerará la diferencia entre los valores de emisión calculados en el punto final de la vida útil y al inicio del programa de rodaje.

Si el resultado de los cálculos es un valor inferior a 1,00 para el factor de deterioro (FD) multiplicador, o inferior a 0,00 para el FD aditivo, entonces el FD será de 1,0 o 0,00 respectivamente.

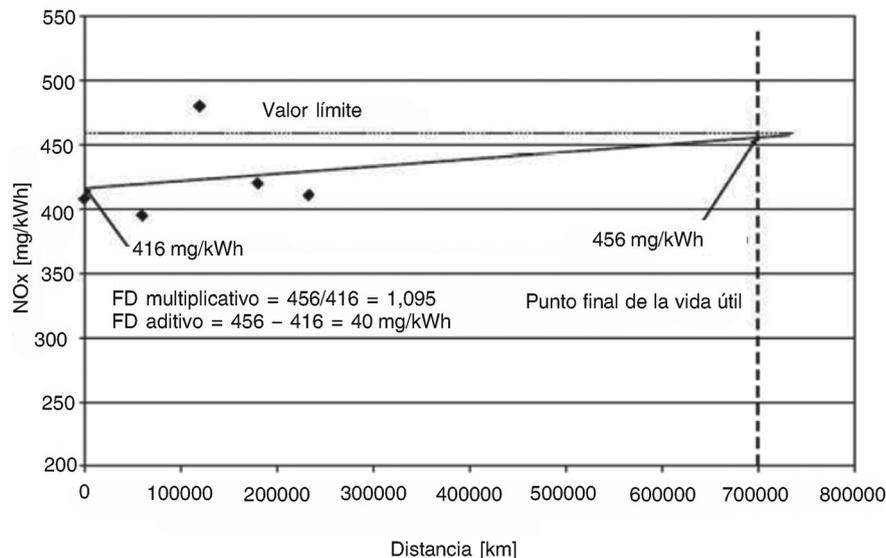
En la figura 1 se muestra un ejemplo para determinar los factores de deterioro mediante regresión lineal.

No se permitirá la mezcla de factores de deterioro multiplicativos y aditivos en un mismo conjunto de contaminantes.

Conforme a lo dispuesto en el punto 3.2.1.4, si se ha acordado realizar un solo ciclo de ensayo (WHSC o WHTC en caliente) en cada punto de ensayo y realizar el otro ciclo (WHSC o WHTC en caliente) únicamente al principio y al final del programa de rodaje, el factor de deterioro calculado para el ciclo de ensayo que se haya realizado en cada punto de ensayo será también aplicable para el otro ciclo de ensayo.

Figura 1

## Ejemplo de determinación del factor de deterioro



## 3.6. Factores de deterioro asignados

- 3.6.1. Como alternativa al uso de un programa de rodaje para determinar los factores de deterioro, los fabricantes de motores podrán optar por utilizar los siguientes factores de deterioro multiplicativo:

Cuadro 2

## Factores de deterioro

| Ciclo de ensayo | CO  | THC <sup>(1)</sup> | NMHC <sup>(2)</sup> | CH <sub>4</sub> <sup>(2)</sup> | NO <sub>x</sub> | NH <sub>3</sub> | Masa PM | Número PM |
|-----------------|-----|--------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|---------|-----------|
| WHTC            | 1,3 | 1,3                | 1,4                 | 1,4                            | 1,15            | 1,0             | 1,05    | 1,0       |
| WHSC            | 1,3 | 1,3                | 1,4                 | 1,4                            | 1,15            | 1,0             | 1,05    | 1,0       |

Notas:

(<sup>1</sup>) Se aplica en el caso de los motores de encendido por compresión.

(<sup>2</sup>) Se aplica en el caso de los motores de encendido por chispa.

No se dan los factores de deterioro aditivo asignados. No se permitirá transformar los factores de deterioro multiplicativo asignados en factores de deterioro aditivo.

## 3.7. Aplicación de los factores de deterioro

- 3.7.1. Los motores deberán cumplir los límites de emisión respectivos para cada contaminante, tal como figuran en el punto 5.3 del presente Reglamento, tras la aplicación de los factores de deterioro al resultado del ensayo medido de conformidad con el anexo 4 ( $e_{\text{gas}}$ ,  $e_{\text{PM}}$ ). En función del tipo de factor de deterioro (FD), se aplicarán las disposiciones siguientes:

a) multiplicativo:  $(e_{\text{gas}} \text{ o } e_{\text{PM}}) * \text{FD} \leq \text{límite de emisión}$

b) aditivo:  $(e_{\text{gas}} \text{ o } e_{\text{PM}}) + \text{FD} \leq \text{límite de emisión}$

- 3.7.2. El fabricante podrá optar por trasladar los FD determinados para una familia de motores-sistemas de post-tratamiento a un sistema de motor que no entre dentro de la misma familia de motores-sistemas de post-tratamiento. En tales casos, el fabricante deberá acreditar ante la autoridad de homologación de tipo que el sistema de motor para el que la familia de motores-sistemas de post-tratamiento haya sido sometido a ensayo inicialmente y el sistema de motor para el que se hayan trasladado los FD tienen las mismas especificaciones técnicas y los mismos requisitos de instalación en el vehículo y que las emisiones de dichos motores o sistemas de motor son similares.

- 3.7.3. Los factores de deterioro obtenidos para cada contaminante con el ciclo de ensayo apropiado se registrarán en los puntos 1.4.1 y 1.4.2 de la adenda del anexo 2A y en los puntos 1.4.1 y 1.4.2 de la adenda del anexo 2C.

- 3.8. Verificación de la conformidad de la producción
- 3.8.1. La verificación de la conformidad de la producción por lo que respecta a las emisiones se llevará a cabo de conformidad con los requisitos del punto 8 del presente Reglamento.
- 3.8.2. El fabricante podrá optar por medir las emisiones contaminantes antes de aplicar un sistema de postratamiento del gas de escape al tiempo que se efectúa el ensayo de homologación de tipo. Para ello, el fabricante podrá desarrollar un factor de deterioro informal separadamente para el motor y para el sistema de postratamiento que podrá utilizar como ayuda para auditar el final de la línea de producción.
- 3.8.3. A los efectos de la homologación de tipo, únicamente los factores de deterioro contemplados en los puntos 3.5 o 3.6 se registrarán en los puntos 1.4.1 y 1.4.2 de la adenda del anexo 2A y en los puntos 1.4.1 y 1.4.2 de la adenda del anexo 2C.
4. MANTENIMIENTO
- A los efectos del programa de rodaje, el mantenimiento se realizará de conformidad con el manual de servicio y mantenimiento facilitado por el fabricante.
- 4.1. Mantenimiento programado relacionado con las emisiones
- 4.1.1. El mantenimiento relacionado con las emisiones programado con vistas a la puesta en práctica de un programa de rodaje deberá efectuarse a la misma distancia o a intervalos equivalentes a los que se especifiquen en las instrucciones de mantenimiento que el fabricante facilitará al propietario del motor o el vehículo. Este programa de mantenimiento podrá actualizarse en caso necesario a lo largo de todo el programa de rodaje, siempre que no se suprima del programa de mantenimiento ninguna operación que haya sido realizada en el motor de ensayo.
- 4.1.2. El fabricante del motor deberá especificar, para el programa de rodaje, el ajuste, la limpieza y el mantenimiento (en su caso), así como el cambio previsto de los siguientes elementos:
- los filtros y refrigeradores del sistema de recirculación del gas de escape;
  - la válvula de ventilación positiva del cárter, en su caso;
  - las extremidades del inyector de combustible (solo limpieza);
  - los inyectores de combustible;
  - el turbocompresor;
  - la unidad de control electrónico del motor y sus sensores y actuadores relacionados;
  - el sistema de postratamiento de partículas (incluidos los componentes relacionados);
  - el sistema de eliminación de NO<sub>x</sub>;
  - el sistema de recirculación del gas de escape, incluidos todos los tubos y válvulas de control relacionados;
  - cualquier otro sistema de postratamiento del gas de escape.
- 4.1.3. El mantenimiento relacionado con las emisiones críticas programado solo se realizará en uso y si se comunica al mismo tiempo al propietario del vehículo.
- 4.2. Modificaciones del mantenimiento programado
- 4.2.1. El fabricante deberá someter a la aprobación de la autoridad de homologación de tipo cualquier nuevo mantenimiento programado que desee realizar durante el programa de rodaje y, en consecuencia, recomendarlo a los propietarios de motores o vehículos. La solicitud irá acompañada de datos que justifiquen la necesidad del nuevo mantenimiento programado y del intervalo de mantenimiento.
- 4.3. Mantenimiento programado no relacionado con las emisiones
- 4.3.1. El mantenimiento programado no relacionado con las emisiones que sea razonable y técnicamente necesario (por ejemplo, cambio del aceite, cambio del filtro del aceite, cambio del filtro del combustible, cambio del filtro del aire, mantenimiento del sistema de refrigeración, ajuste del ralentí, regulador, par de los pernos del motor, juego de la válvula, juego del inyector, avance de la inyección, ajuste de la tensión de las correas de transmisión, etc.) podrá realizarse en motores o vehículos seleccionados para el programa de rodaje a los intervalos menos frecuentes recomendados al propietario por el fabricante.
- 4.4. Reparación
- 4.4.1. Las reparaciones de los componentes de un motor seleccionado para la realización de ensayos durante un programa de rodaje que no sean el motor, el sistema de control de emisiones o el sistema de combustible se efectuarán únicamente como resultado del fallo de un componente o del mal funcionamiento del sistema de motor.

- 4.4.2. Si el propio motor, el sistema de control de emisiones o el sistema de combustible fallan durante el programa de rodaje, el rodaje se considerará nulo y se iniciará un nuevo rodaje con un nuevo sistema de motor.
-

## ANEXO 8

**CONFORMIDAD DE LOS VEHÍCULOS O LOS MOTORES EN SERVICIO**

1. INTRODUCCIÓN
- 1.1 El presente anexo establece requisitos para comprobar y demostrar la conformidad de los vehículos y motores en servicio.
2. PROCEDIMIENTO RELATIVO A LA CONFORMIDAD EN SERVICIO
- 2.1. La conformidad de los motores o vehículos en servicio de una familia de motores se demostrará sometiendo a ensayo vehículos por carretera, con circunstancias de conducción, condiciones y cargas útiles normales. El ensayo de conformidad en servicio será representativo de los vehículos utilizados en sus rutas habituales, con su carga normal y con el conductor profesional habitual. Cuando el vehículo no sea conducido por el conductor profesional habitual del vehículo concreto, el conductor alternativo deberá estar cualificado y formado para conducir vehículos de la categoría sometida a ensayo.
- 2.2. Si se considera que las condiciones en servicio normales de un determinado vehículo son incompatibles con la correcta realización de los ensayos, el fabricante o la autoridad de homologación de tipo podrán pedir que se utilicen rutas de conducción y cargas útiles alternativas.
- 2.3. El fabricante demostrará al autoridad de homologación de tipo que el vehículo elegido, las circunstancias de conducción, las condiciones y las cargas útiles son representativos de la familia de motores. Se utilizarán los requisitos especificados en los puntos 4.1 y 4.5 para determinar si las circunstancias de conducción y las cargas útiles son aceptables para el ensayo de conformidad en servicio.
- 2.4. El fabricante comunicará el calendario y el plan de muestreo de los ensayos de conformidad en el momento de la homologación de tipo inicial de una nueva familia de motores.
- 2.5. Se considerarán no conformes los vehículos que no dispongan de una interfaz de comunicación que permita la recogida de los datos de la ECU necesarios según lo especificado en los puntos 9.4.2.1 y 9.4.2.2 del presente Reglamento, que presenten datos incompletos o que tengan un protocolo de datos no normalizado.
- 2.6. Se considerarán no conformes los vehículos en los que la recogida de datos de la ECU afecte a las emisiones o al funcionamiento del vehículo.
3. SELECCIÓN DE MOTORES O VEHÍCULOS
- 3.1. Después de la concesión de la homologación de tipo para una familia de motores, el fabricante realizará el ensayo en servicio de dicha familia de motores en un plazo de 18 meses a partir de la primera matriculación de un vehículo equipado con un motor de esa familia. En caso de homologación de tipo multifásica, por «primera matriculación» se entenderá la primera matriculación de un vehículo completado.

Los ensayos se repetirán periódicamente, por lo menos cada dos años, para cada familia de motores, durante el periodo de vida útil de los vehículos, según lo especificado en el punto 5.4 del presente Reglamento.

A petición del fabricante, los ensayos podrán concluir cinco años después del final de la producción.
- 3.1.1. Con un tamaño de muestra mínimo de tres motores, el procedimiento de muestreo se configurará de manera que la probabilidad de que un lote de fabricación supere el ensayo con un 20 % de los vehículos o motores defectuosos sea de 0,90 (riesgo del fabricante = 10 %), mientras que la probabilidad de que se acepte un lote de fabricación con el 60 % de los vehículos o motores defectuosos sea de 0,10 (riesgo del consumidor = 10 %).
- 3.1.2. Deberá determinarse para la muestra el resultado estadístico del ensayo que cuantifica el número acumulado de ensayos no conformes en el ensayo n.
- 3.1.3. La decisión de aprobación o rechazo del lote se fundamentará en los requisitos siguientes:
  - a) si la estadística de prueba es menor o igual que el número de decisión de aprobación que figura en el cuadro 1 para el correspondiente tamaño de muestra, se aprueba el nivel de emisiones de ese lote;
  - b) si la estadística del ensayo es mayor o igual que el número de decisión de rechazo que figura en el cuadro 1 para el correspondiente tamaño de muestra, se adoptará una decisión de rechazo para ese lote;
  - c) en los demás casos, se someterá a ensayo un motor adicional de acuerdo con el presente anexo y se aplicará el procedimiento de cálculo a la muestra aumentada en una unidad.

En el cuadro 1, los números de decisión de aprobación y rechazo se calculan mediante la norma internacional ISO 8422/1991.

Cuadro 1

### Números de decisión de aprobación y rechazo del plan de muestreo

**Tamaño mínimo de la muestra: 3**

| Número acumulado de motores sometidos a ensayo (tamaño de la muestra) | Número correspondiente a la decisión de aprobación | Número correspondiente a la decisión de rechazo |
|---|--|---|
| 3   | —  | 3   |
| 4   | 0  | 4   |
| 5   | 0  | 4   |
| 6   | 1  | 4   |
| 7   | 1  | 4   |
| 8   | 2  | 4   |
| 9   | 2  | 4   |
| 10  | 3  | 4   |

La autoridad de homologación de tipo deberá homologar las configuraciones de los motores y vehículos seleccionados antes de iniciar los procedimientos de ensayo. La selección se realizará presentando al autoridad de homologación de tipo los criterios utilizados para seleccionar los vehículos específicos.

- 3.2. Los motores y los vehículos seleccionados deberán haber sido utilizados y matriculados en la región (por ejemplo, la Unión Europea). El vehículo habrá estado en servicio al menos 25 000 km.
- 3.3. Cada vehículo sometido a ensayo deberá estar provisto de un registro de mantenimiento que atestigüe que ha sido objeto de un uso y un mantenimiento correctos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- 3.4. Se verificará el sistema OBD para determinar el correcto funcionamiento del motor. Se registrarán todas las indicaciones de mal funcionamiento y el código de preparación que contenga la memoria del sistema OBD y se efectuarán las reparaciones necesarias.

No será obligatorio reparar los motores que presenten una anomalía de clase C antes de realizar los ensayos. No deberá borrarse el código de problema de diagnóstico (DTC).

No podrán ser sometidos a ensayo los motores que no tengan uno de los contadores exigidos por el anexo 11 regulado a «0». Se informará de ello al autoridad de homologación de tipo.

- 3.5. El motor o vehículo no deberá presentar señales de uso abusivo (por ejemplo, exceso de carga, uso de combustible inadecuado u otro uso inapropiado) ni de otros factores (manipulación, etc.) que puedan afectar a su nivel de emisiones. Se tendrá en cuenta el código de anomalía del sistema OBD y la información sobre las horas de rodaje del motor memorizada en el ordenador.
- 3.6. Todos los componentes del sistema de control de emisiones del vehículo cumplirán lo contemplado en los documentos de homologación de tipo aplicables.
- 3.7. De común acuerdo con la autoridad de homologación de tipo, el fabricante podrá efectuar ensayos de la conformidad en servicio en un número inferior de motores o vehículos al indicado en el punto 3.1, si el número de motores fabricados de una familia de motores fuera inferior a 500 unidades anuales.

#### 4. CONDICIONES DE ENSAYO

##### 4.1. Carga útil del vehículo

A efectos de los ensayos de la conformidad en servicio, podrá reproducirse la carga útil y utilizarse una carga artificial.

En ausencia de estadísticas que demuestren que la carga útil es representativa para el vehículo, su carga útil deberá ser entre un 50 % y un 60 % de la carga útil máxima del vehículo.

La carga útil máxima es la diferencia entre la masa máxima en carga técnicamente admisible del vehículo y la masa del vehículo en orden de marcha, con arreglo a lo especificado en el anexo 3 de la Resolución Especial n° 1 (TRANS/WP.29/1045).

#### 4.2. Condiciones ambientales

El ensayo se realizará en condiciones ambientales que cumplan las siguientes condiciones:

la presión atmosférica será superior o igual a 82,5 kPa,

la temperatura será superior o igual a 266 K (-7 °C) e inferior o igual a la temperatura determinada por la siguiente ecuación a la presión atmosférica especificada:

$$T = -0,4514 * (101,3 - pb) + 311$$

donde:

T es la temperatura del aire ambiente, en K

pb es la presión atmosférica, en kPa

#### 4.3. Temperatura del refrigerante del motor

La temperatura del refrigerante del motor se ajustará a lo dispuesto en el apéndice 1, punto A.1.2.6.1, del presente Anexo.

#### 4.4. El aceite lubricante, el combustible y el reactivo se ajustarán a las especificaciones publicadas por el fabricante.

##### 4.4.1. Aceite lubricante

Se recogerán muestras de aceite.

##### 4.4.2. Combustible

El combustible de ensayo deberá ser un combustible comercial cubierto por las normas pertinentes o un combustible de referencia que se ajuste a lo especificado en el anexo 5 del presente Reglamento. Se recogerán muestras de combustible.

##### 4.4.2.1. Si el fabricante ha declarado, con arreglo al punto 4 del presente Reglamento, la capacidad de cumplir los requisitos del presente Reglamento relativos a los combustibles comerciales indicados en el punto 3.2.2.2.1 de la parte 1 del anexo 1 del presente Reglamento, los ensayos deberán realizarse al menos en uno de los combustibles comerciales declarados o en una mezcla de los combustibles comerciales declarados y los combustibles comerciales cubiertos por las normas pertinentes.

##### 4.4.3. Reactivo

En lo que respecta a los sistemas de postratamiento del gas de escape que utilicen un reactivo para reducir las emisiones, deberá tomarse una muestra del reactivo. El reactivo no deberá estar congelado.

#### 4.5. Requisitos del trayecto

Las cuotas de funcionamiento se expresarán como porcentaje de la duración total del trayecto.

El trayecto consistirá en una conducción en ciudad, seguida de una conducción en carreteras rurales y en autopista con arreglo a las cuotas especificadas en los puntos 4.5.1 a 4.5.4. Si por razones prácticas se justifica una secuencia de ensayos diferente, y previo acuerdo de la autoridad de homologación de tipo, podrá utilizarse una secuencia diferente de funcionamiento en ciudad, en carretera rural y en autopista.

A efectos del presente punto, por «aproximadamente» se entenderá el valor objetivo  $\pm 5\%$ .

El funcionamiento en ciudad se caracteriza por velocidades del vehículo comprendidas entre 0 km/h y 50 km/h. El funcionamiento en carreteras rurales se caracteriza por velocidades del vehículo comprendidas entre 50 km/h y 75 km/h. El funcionamiento en autopista se caracteriza por velocidades del vehículo superiores a 75 km/h.

##### 4.5.1. Para los vehículos M<sub>1</sub> y N<sub>1</sub>, el trayecto constará aproximadamente de un 45 % de trayecto urbano, un 25 % en carreteras rurales y un 30 % en autopista.

##### 4.5.2. Para los vehículos M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub>, el trayecto constará aproximadamente de un 45 % de trayecto urbano, un 25 % en carreteras rurales y un 30 % en autopista. Los vehículos M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> de las clases I, II o de la clase A el ensayo constará aproximadamente de un 70 % de trayecto urbano y un 30 % de trayecto en carreteras rurales.

##### 4.5.3. Para los vehículos N<sub>2</sub>, el trayecto constará aproximadamente de un 45 % de trayecto urbano, un 25 % en carreteras rurales y seguidamente un 30 % en autopista.

##### 4.5.4. Para los vehículos N<sub>3</sub>, el trayecto constará aproximadamente de un 20 % de trayecto urbano, un 25 % en carreteras rurales y seguidamente un 55 % en autopista.

- 4.5.5 La siguiente distribución de los valores característicos del trayecto de la base de datos WHDC podrán servir de orientación adicional para la evaluación del trayecto:
- a) aceleración: 26,9 % del tiempo;
  - b) desaceleración: 22,6 % del tiempo;
  - c) velocidad de crucero: 38,1 % del tiempo;
  - d) parada (velocidad del vehículo = 0): 12,4 % del tiempo.
- 4.6. Requisitos operativos
- 4.6.1. El trayecto se seleccionará de forma que el ensayo no se interrumpa y los datos sean muestreados continuamente a fin de alcanzar la duración mínima de ensayo definida en el punto 4.6.5.
- 4.6.2. La toma de muestras de las emisiones y otros datos se iniciará antes de arrancar el motor. Las eventuales emisiones de arranque en frío podrán ser retiradas de la evaluación de las emisiones, con arreglo al punto A.1.2.6 del apéndice 1 del presente anexo.
- 4.6.3. No se permitirá combinar datos de trayectos diferentes ni alterar o retirar datos de un trayecto.
- 4.6.4. En caso de parada del motor, podrá procederse a un nuevo arranque, pero no se interrumpirá el muestreo.
- 4.6.5. La duración mínima del ensayo deberá ser suficientemente larga para permitir concluir cinco veces el trabajo realizado durante el WHTC o producir cinco veces la masa de referencia de CO<sub>2</sub> en kg/ciclo del WHTC, según proceda.
- 4.6.6. La alimentación eléctrica del sistema PEMS deberá provenir de una unidad externa y no de una fuente que obtenga la energía, directa o indirectamente, del motor sometido a ensayo.
- 4.6.7. La instalación del equipo PEMS no deberá afectar a las emisiones ni al rendimiento del vehículo.
- 4.6.8. Se recomienda hacer funcionar los vehículos en condiciones diurnas de circulación normales.
- 4.6.9. Si la autoridad de homologación de tipo no está satisfecho con los resultados de la verificación de la coherencia de los datos con arreglo al punto A.1.3.2 del apéndice 1 del presente anexo, podrá considerar nulo el ensayo.
- 4.6.10. Deberá utilizarse el mismo trayecto para los ensayos de los vehículos de la muestra descritos en los puntos 3.1.1 a 3.1.3.
5. FLUJO DE DATOS DE LA ECU
- 5.1. Verificación de la disponibilidad y la conformidad de la información de flujo de datos de la ECU exigida para los ensayos en servicio.
- 5.1.1. La disponibilidad de la información de flujo de datos con arreglo a los requisitos del punto 9.4.2 del presente Reglamento deberá demostrarse antes del ensayo en servicio.
- 5.1.1.1. Si dicha información no puede obtenerse del sistema PEMS de manera apropiada, deberá demostrarse la disponibilidad de la información mediante una herramienta externa de exploración del sistema OBD según lo descrito en el anexo 9B.
- 5.1.1.1.1. Si la herramienta de exploración puede obtener esta información de manera apropiada, se considerará que el sistema PEMS está averiado y el ensayo se considerará nulo.
- 5.1.1.1.2. Si esta información no puede obtenerse de manera apropiada de dos vehículos con motores de la misma familia de motores y la herramienta de exploración funciona correctamente, se considerará que el motor no es conforme.
- 5.1.2. La conformidad de la señal de par calculada mediante el equipo PEMS a partir de la información de flujo de datos de la ECU exigida en el punto 9.4.2.1 del presente Reglamento se verificará a plena carga.
- 5.1.2.1. El método utilizado para comprobar dicha conformidad se describe en el apéndice 4 del presente anexo.
- 5.1.2.2. Se considerará que la conformidad de la señal de par de la ECU es suficiente si el par calculado permanece dentro de la tolerancia del par a plena carga que se especifica en el punto 9.4.2.5 del presente Reglamento.
- 5.1.2.3. Si el par calculado no permanece dentro de la tolerancia del par a plena carga que se especifica en punto 9.4.2.5 del presente Reglamento, se considerará que el motor no ha superado el ensayo.

6. EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES
- 6.1. El ensayo se realizará y los resultados se calcularán con arreglo a lo dispuesto en el apéndice 1 del presente anexo.
- 6.2. Los factores de conformidad se calcularán y se presentarán tanto para el método basado en la masa de CO<sub>2</sub> como para el método basado en el trabajo. La decisión de aprobación o rechazo se tomará sobre la base de los resultados del método basado en el trabajo.
- 6.3. El percentil acumulado del 90 % de los factores de conformidad de las emisiones de escape de cada sistema de motor sometido a ensayo, determinado con arreglo a los procedimientos de medición y de cálculo especificados en el apéndice 1 del presente anexo, no superará los valores indicados en el cuadro 2.

Cuadro 2

**Factores de conformidad máximos autorizados para el control de las emisiones de los ensayos de conformidad en servicio**

| Contaminante    | Factor de conformidad máximo permitido |
|-----------------|--|
| CO              | 1,50                                   |
| THC             | 1,50                                   |
| NMHC            | 1,50                                   |
| CH <sub>4</sub> | 1,50                                   |
| NO <sub>x</sub> | 1,50                                   |
| Masa PM         | —                                      |
| Número PM       | —                                      |

7. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA CONFORMIDAD EN SERVICIO
- 7.1. Sobre la base del informe de conformidad en servicio al que se refiere el punto 10, la autoridad de homologación de tipo deberá optar por:
- decidir que el ensayo de conformidad en servicio de una familia de sistemas de motor es satisfactorio y no adoptar ninguna otra medida, o bien
  - decidir que los datos suministrados no bastan para tomar una decisión y solicitar más información o datos del ensayo al fabricante, o bien
  - decidir que la conformidad en servicio de una familia de sistemas de motor es insatisfactoria y adoptar las medidas contempladas en el punto 9.3 del presente Reglamento y en el punto 9 del presente anexo.
8. ENSAYO CONFIRMATORIO DEL VEHÍCULO
- 8.1. Los ensayos confirmatorios se realizan para confirmar la funcionalidad de las emisiones en circulación de una familia de motores.
- 8.2. Las autoridades de homologación podrán realizar ensayos confirmatorios.
- 8.3. El ensayo confirmatorio se llevará a cabo como ensayo del vehículo según lo especificado en los puntos 2.1 y 2.2. Se seleccionarán y utilizarán vehículos representativos en condiciones normales y se someterán a ensayo según los procedimientos definidos en el presente anexo.
- 8.4. El resultado de un ensayo podrá considerarse no satisfactorio cuando, en los ensayos realizados en dos o más vehículos representativos de la misma familia de motores, se supere significativamente, para cualquier componente contaminante regulado, el valor límite determinado con arreglo al punto 6.
9. PLAN DE MEDIDAS CORRECTORAS
- 9.1. El fabricante presentará un informe al autoridad de homologación de tipo del territorio donde se hayan matriculado o utilizado los motores o vehículos objeto de la medida correctora cuando prevea llevar a cabo una medida correctora, y presentará dicho informe cuando decida llevar a cabo la medida. El informe especificará los detalles de la medida correctora y describirá las familias de motores que se incluirán en la medida. El fabricante informará periódicamente al autoridad de homologación de tipo una vez que empiece a aplicar la medida correctora.
- 9.2. El fabricante facilitará una copia de cualquier comunicación relacionada con el plan de medidas correctoras, llevará un registro de la campaña de recuperación y presentará informes de situación periódicos al autoridad de homologación de tipo.

- 9.3. El fabricante asignará un único número o nombre de identificación al plan de medidas correctoras.
- 9.4. El fabricante presentará un plan de medidas correctoras que constará de la información especificada en los puntos 9.4.1 a 9.4.11.
- 9.4.1. Una descripción de cada tipo de sistema de motor incluido en el plan de medidas correctoras.
- 9.4.2. Una descripción de las modificaciones, alteraciones, reparaciones, correcciones, reglajes u otros cambios específicos que deban realizarse para que los vehículos sean conformes y un breve resumen de los datos y estudios técnicos en los que se apoya la decisión del fabricante en cuanto a las medidas concretas que vayan a adoptarse para corregir la falta de conformidad.
- 9.4.3. Una descripción del modo en que el fabricante informará a los propietarios del motor o del vehículo sobre las medidas correctoras.
- 9.4.4. Una descripción del mantenimiento o uso adecuados, en su caso, que establece el fabricante como condición de selección a efectos de reparación con arreglo al plan de medidas correctoras y una explicación de los motivos del fabricante para imponer dicha condición. No podrán imponerse condiciones relativas al mantenimiento o al uso, salvo que se pueda demostrar su relación con la falta de conformidad y con las medidas correctoras.
- 9.4.5. Una descripción del procedimiento que deberán seguir los propietarios del motor o vehículo para obtener la corrección de la falta de conformidad. La descripción deberá incluir la fecha a partir de la cual podrán adoptarse las medidas correctoras, el tiempo estimado para que el taller realice la reparación y el lugar donde esta podrá llevarse a cabo. La reparación se efectuará convenientemente, en un plazo razonable a partir de la entrega del vehículo.
- 9.4.6. Una copia de la información transmitida al propietario del motor o vehículo.
- 9.4.7. Una descripción sucinta del sistema que utilizará el fabricante para garantizar el suministro adecuado de componentes o sistemas a la hora de aplicar la medida correctora. Se indicará cuándo habrá un suministro adecuado de componentes o sistemas para poner en marcha la campaña.
- 9.4.8. Una copia de todas las instrucciones que deban enviarse a las personas que intervienen en la reparación.
- 9.4.9. Una descripción de las repercusiones que tienen las medidas correctoras propuestas en las emisiones, el consumo de combustible, la facilidad de conducción y la seguridad de cada tipo de motor o vehículo, incluidas en el plan de medidas correctoras con datos, estudios técnicos, etc. que respalden tales conclusiones.
- 9.4.10. Cualquier información, informe o dato adicional que la autoridad de homologación de tipo pueda razonablemente considerar necesario para evaluar el plan de medidas correctoras.
- 9.4.11. Cuando el plan de medidas correctoras incluya una recuperación, se enviará al autoridad de homologación de tipo una descripción del método de registro de la reparación. En caso de que se utilice una etiqueta, se remitirá un ejemplar de la misma.
- 9.5. Se podrá exigir al fabricante que realice ensayos diseñados razonablemente y necesarios de componentes y motores en los que se haya realizado un cambio, una reparación o una modificación que se haya propuesto para demostrar la eficacia de dicho cambio, reparación o modificación.
10. PROCEDIMIENTOS DE COMUNICACIÓN
- 10.1. Se presentará un informe técnico al autoridad de homologación de tipo para cada familia de motores sometida a ensayo. El informe mostrará las actividades y los resultados de los ensayos de conformidad en servicio e incluirá, al menos, los elementos que se enumeran a continuación.
- 10.1.1. Generalidades
- 10.1.1.1. Nombre y dirección del fabricante
- 10.1.1.2. Direcciones de las plantas de montaje
- 10.1.1.3. Nombre, dirección, número de teléfono y de fax y dirección de correo electrónico del representante del fabricante
- 10.1.1.4. Tipo y descripción comercial (mencionense las variantes, en su caso)
- 10.1.1.5. Familia de motores
- 10.1.1.6. Motor de referencia
- 10.1.1.7. Miembros de la familia de motores

- 10.1.1.8. Números de identificación del vehículo (VIN) aplicables a los vehículos equipados con un motor que forme parte del control de la conformidad en servicio
- 10.1.1.9. Modalidad y localización de la identificación del tipo, si se ha marcado en el vehículo
- 10.1.1.10. Categoría de vehículo
- 10.1.1.11. Tipo de motor: gasolina, etanol (E85), diésel/GN /GLP /etanol (ED95) (Táchese lo que no proceda)
- 10.1.1.12. Los números de las homologaciones de tipo correspondientes a los tipos de motores dentro de la familia de motores en circulación, incluidos, en su caso, los números de todas las extensiones y rectificaciones sobre el terreno/recuperaciones (modificaciones)
- 10.1.1.13. Información sobre las extensiones y rectificaciones sobre el terreno/recuperaciones que afecten a las homologaciones de los motores a los que se refiere la información del fabricante
- 10.1.1.14. El periodo de fabricación del motor al que se refiera la información del fabricante (por ejemplo, «vehículos o motores fabricados durante el año natural 2014»)
- 10.1.2. Selección de motor o vehículo
  - 10.1.2.1. Método de localización del vehículo o motor
  - 10.1.2.2. Criterios de selección de vehículos, motores, familias en servicio
  - 10.1.2.3. Zonas geográficas en las que el fabricante ha recogido vehículos
- 10.1.3. Equipo
  - 10.1.3.1. Equipo PEMS, marca y tipo
  - 10.1.3.2. Calibración del PEMS
  - 10.1.3.3. Fuente de alimentación del PEMS
  - 10.1.3.4. *Software* de cálculo y versión utilizados (por ejemplo, EMROAD 4.0)
- 10.1.4. Datos del ensayo
  - 10.1.4.1. Fecha y hora del ensayo
  - 10.1.4.2. Localización del ensayo, incluida información sobre el trayecto del ensayo
  - 10.1.4.3. Tiempo atmosférico y condiciones ambientales (por ejemplo, temperatura, humedad, altitud)
  - 10.1.4.4. Distancias recorridas por el vehículo en el trayecto del ensayo
  - 10.1.4.5. Características de las especificaciones del combustible de ensayo
  - 10.1.4.6. Especificaciones del reactivo (si procede)
  - 10.1.4.7. Especificaciones del aceite lubricante
  - 10.1.4.8. Resultados del ensayo de emisiones conforme al apéndice 1 del presente anexo
- 10.1.5. Información del motor
  - 10.1.5.1. Tipo de combustible del motor (por ejemplo, diésel, etanol ED95, GN, GLP, gasolina, E85)
  - 10.1.5.2. Sistema de combustión del motor (por ejemplo, encendido por compresión o por chispa)
  - 10.1.5.3. Número de homologación de tipo
  - 10.1.5.4. Motor reconstruido
  - 10.1.5.5. Fabricante del motor

- 10.1.5.6. Modelo de motor
- 10.1.5.7. Año y mes de producción del motor
- 10.1.5.8. Número de identificación del motor
- 10.1.5.9. Desplazamiento del motor [litros]
- 10.1.5.10. Número de cilindros
- 10.1.5.11. Potencia nominal del motor: [kW a rpm]
- 10.1.5.12. Par máximo del motor: [Nm a rpm]
- 10.1.5.13. Régimen de ralentí [rpm]
- 10.1.5.14. Disponibilidad de la curva de par a plena carga suministrada por el fabricante (sí/no)
- 10.1.5.15. Número de referencia de la curva de par a plena carga suministrada por el fabricante
- 10.1.5.16. Sistema de eliminación de NO<sub>x</sub> (por ejemplo, EGR, SCR)
- 10.1.5.17. Tipo de convertidor catalítico
- 10.1.5.18. Tipo de filtro de partículas
- 10.1.5.19. ¿Se ha modificado el postratamiento con respecto a la homologación de tipo? (sí/no)
- 10.1.5.20. Información de la ECU del motor (número de calibración del *software*)
- 10.1.6. Información del vehículo
  - 10.1.6.1. Propietario del vehículo
  - 10.1.6.2. Tipo de vehículo (por ejemplo, M<sub>3</sub>, N<sub>3</sub>) y aplicación (por ejemplo, camión rígido o articulado, autobús urbano)
  - 10.1.6.3. Fabricante del vehículo
  - 10.1.6.4. Número de identificación del vehículo
  - 10.1.6.5. Número de matrícula y país de matriculación
  - 10.1.6.6. Modelo del vehículo
  - 10.1.6.7. Año y mes de producción del vehículo
  - 10.1.6.8. Tipo de transmisión (por ejemplo, manual, automática u otra)
  - 10.1.6.9. Número de marchas hacia delante
  - 10.1.6.10. Kilometraje al inicio del ensayo [km]
  - 10.1.6.11. Masa bruta de la combinación de vehículos (GVW) [kg]
  - 10.1.6.12. Tamaño de los neumáticos [no obligatorio]
  - 10.1.6.13. Diámetro del tubo de escape [mm] [no obligatorio]
  - 10.1.6.14. Número de ejes
  - 10.1.6.15. Capacidad del tanque o de los tanques de combustible [litros] [no obligatorio]
  - 10.1.6.16. Número de tanques de combustible [no obligatorio]

- 10.1.6.17. Capacidad del tanque o de los tanques de reactivo [litros] [no obligatorio]
- 10.1.6.18. Número de tanques de reactivo [no obligatorio]
- 10.1.7. Características del trayecto del ensayo
  - 10.1.7.1. Kilometraje al inicio del ensayo [km]
  - 10.1.7.2. Duración o duraciones
  - 10.1.7.3. Condiciones ambientales medias (calculadas a partir de los datos instantáneos medidos)
  - 10.1.7.4. Información sobre las condiciones ambientales obtenidas con sensores (tipo y situación de los sensores)
  - 10.1.7.5. Información sobre la velocidad del vehículo (por ejemplo, distribución acumulativa de la velocidad)
  - 10.1.7.6. Porcentaje del tiempo del trayecto caracterizado por un funcionamiento en ciudad, en carreteras rurales y en autopista, con arreglo a lo descrito en el punto 4.5
  - 10.1.7.7. Porcentaje del tiempo del trayecto caracterizado por una aceleración, desaceleración, velocidad de cruceo y parada, con arreglo a lo descrito en el punto 4.5.5
- 10.1.8. Datos instantáneos medidos
  - 10.1.8.1. Concentración de THC [ppm]
  - 10.1.8.2. Concentración de CO [ppm]
  - 10.1.8.3. Concentración de NO<sub>x</sub> [ppm]
  - 10.1.8.4. Concentración de CO<sub>2</sub> [ppm]
  - 10.1.8.5. Concentración de CH<sub>4</sub> [ppm] (únicamente para motores de gas natural)
  - 10.1.8.6. Flujo del gas de escape [kg/h]
  - 10.1.8.7. Temperatura de escape [°C]
  - 10.1.8.8. Temperatura del aire ambiental [°C]
  - 10.1.8.9. Presión ambiental [kPa]
  - 10.1.8.10. Humedad ambiental [g/kg] [no obligatoria]
  - 10.1.8.11. Par motor [Nm]
  - 10.1.8.12. Régimen del motor [rpm]
  - 10.1.8.13. Flujo de combustible del motor [g/s]
  - 10.1.8.14. Temperatura del refrigerante del motor (°C)
  - 10.1.8.15. Velocidad del vehículo en el suelo [km/h] obtenida de la ECU y del GPS
  - 10.1.8.16. Latitud del vehículo [grados] (la exactitud debe ser suficiente para permitir la rastreabilidad del trayecto del ensayo)
  - 10.1.8.17. Longitud del vehículo [grados]
- 10.1.9. Datos instantáneos calculados
  - 10.1.9.1. Masa de THC [g/s]
  - 10.1.9.2. Masa de CO [g/s]
  - 10.1.9.3. Masa de NO<sub>x</sub> [g/s]
  - 10.1.9.4. Masa de CO<sub>2</sub> [g/s]

- 10.1.9.5. Masa de CH<sub>4</sub> [g/s] (únicamente para motores de encendido por chispa)
- 10.1.9.6. Masa acumulada de THC [g]
- 10.1.9.7. Masa acumulada de CO [g]
- 10.1.9.8. Masa acumulada de NO<sub>x</sub> [g]
- 10.1.9.9. Masa acumulada de CO<sub>2</sub> [g]
- 10.1.9.10. Masa acumulada de CH<sub>4</sub> [g] (únicamente para motores de gas natural)
- 10.1.9.11. Caudal de combustible calculado [g/s]
- 10.1.9.12. Potencia del motor [kW]
- 10.1.9.13. Trabajo del motor [kWh]
- 10.1.9.14. Duración de la ventana de trabajo [s]
- 10.1.9.15. Potencia media del motor en la ventana de trabajo [%]
- 10.1.9.16. Factor de conformidad del THC en la ventana de trabajo [-]
- 10.1.9.17. Factor de conformidad del CO en la ventana de trabajo [-]
- 10.1.9.18. Factor de conformidad del NO<sub>x</sub> en la ventana de trabajo [-]
- 10.1.9.19. Factor de conformidad del CH<sub>4</sub> en la ventana de trabajo [-] (únicamente para motores de gas natural)
- 10.1.9.20. Duración de la ventana de masa de CO<sub>2</sub> [s]
- 10.1.9.21. Factor de conformidad del THC en la ventana de masa de CO<sub>2</sub> [-]
- 10.1.9.22. Factor de conformidad del CO en la ventana de masa de CO<sub>2</sub> [-]
- 10.1.9.23. Factor de conformidad del NO<sub>x</sub> en la ventana de masa de CO<sub>2</sub> [-]
- 10.1.9.24. Factor de conformidad del CH<sub>4</sub> en la ventana de masa de CO<sub>2</sub> [-] (únicamente para motores de gas natural)
- 10.1.10. Datos integrados y medias
  - 10.1.10.1. Concentración media de THC [ppm] [no obligatoria]
  - 10.1.10.2. Concentración media de CO [ppm] [no obligatoria]
  - 10.1.10.3. Concentración media de NO<sub>x</sub> [ppm] [no obligatoria]
  - 10.1.10.4. Concentración media de CO<sub>2</sub> [ppm] [no obligatoria]
  - 10.1.10.5. Concentración media de CH<sub>4</sub> [ppm] (únicamente para motores de gas natural) [no obligatoria]
  - 10.1.10.6. Flujo medio del gas de escape [kg/h] [no obligatorio]
  - 10.1.10.7. Temperatura media del gas de escape [°C] [no obligatoria]
  - 10.1.10.8. Emisiones de THC [g]
  - 10.1.10.9. Emisiones de CO [g]
  - 10.1.10.10. Emisiones de NO<sub>x</sub> [g]
  - 10.1.10.11. Emisiones de CO<sub>2</sub> [g]

- 10.1.10.12. Emisiones de CH<sub>4</sub> [g] (únicamente para motores de gas natural)
  - 10.1.11. Resultados de aceptación o rechazo
    - 10.1.11.1. Mínimo, máximo y percentil acumulado del 90 %
    - 10.1.11.2. Factor de conformidad del THC en la ventana de trabajo [-]
    - 10.1.11.3. Factor de conformidad del CO en la ventana de trabajo [-]
    - 10.1.11.4. Factor de conformidad del NO<sub>x</sub> en la ventana de trabajo [-]
    - 10.1.11.5. Factor de conformidad del CH<sub>4</sub> en la ventana de trabajo [-] (únicamente para motores de gas natural)
    - 10.1.11.6. Factor de conformidad del THC en la ventana de masa de CO<sub>2</sub> [-]
    - 10.1.11.7. Factor de conformidad del CO en la ventana de masa de CO<sub>2</sub> [-]
    - 10.1.11.8. Factor de conformidad del NO<sub>x</sub> en la ventana de masa de CO<sub>2</sub> [-]
    - 10.1.11.9. Factor de conformidad del CH<sub>4</sub> en la ventana de masa de CO<sub>2</sub> [-] (únicamente para motores de gas natural)
    - 10.1.11.10. Ventana de trabajo: media de las potencias mínima y máxima de la ventana [%]
    - 10.1.11.11. Ventana de masa de CO<sub>2</sub>: duración mínima y máxima de la ventana [s]
    - 10.1.11.12. Ventana de trabajo: porcentaje de ventanas válidas
    - 10.1.11.13. Ventana de masa de CO<sub>2</sub>: porcentaje de ventanas válidas
  - 10.1.12. Verificaciones de los ensayos
    - 10.1.12.1. Puesta a cero, al punto final y resultados de la verificación del analizador de THC (antes y después del ensayo)
    - 10.1.12.2. Puesta a cero, al punto final y resultados de la verificación del analizador de CO (antes y después del ensayo)
    - 10.1.12.3. Puesta a cero, al punto final y resultados de la verificación del analizador de NO<sub>x</sub> (antes y después del ensayo)
    - 10.1.12.4. Puesta a cero, al punto final y resultados de la verificación del analizador de CO<sub>2</sub> (antes y después del ensayo)
    - 10.1.12.5. Puesta a cero, al punto final y resultados de la verificación del analizador de CH<sub>4</sub> (antes y después del ensayo) (únicamente para motores de gas natural)
    - 10.1.12.6. Resultados del control de la coherencia de los datos, según el apéndice 1, punto A.1.3.2, del presente anexo
      - 10.1.12.6.1. Resultados de la regresión lineal descrita en el punto A.1.3.2.1 del apéndice 1 del presente anexo, incluidos la pendiente de la línea de regresión, m, el coeficiente de determinación, r<sup>2</sup>, y la intersección b del eje de ordenadas de la línea de regresión
      - 10.1.12.6.2. Resultado de la verificación de la coherencia de los datos de la ECU con arreglo a lo dispuesto en el apéndice 1, punto A.1.3.2.2, del presente anexo
      - 10.1.12.6.3. Resultado de la verificación de la coherencia del consumo de combustible específico del freno con arreglo al punto A.1.3.2.3 del apéndice 1 del presente anexo, incluidos el consumo de combustible específico del freno calculado y la relación del consumo de combustible específico del freno calculado obtenido de la medición del PEMS y el consumo de combustible específico del freno declarado para el ensayo WHTC.
      - 10.1.12.6.4. Resultado de la verificación de la coherencia del cuentakilómetros con arreglo a lo dispuesto en el apéndice 1, punto A.1.3.2.4, del presente anexo.
      - 10.1.12.6.5. Resultado de la verificación de la coherencia de la presión ambiental con arreglo a lo dispuesto en el apéndice 1, punto A.1.3.2.5, del presente anexo.
  - 10.1.13. Lista de otros posibles documentos, en su caso.
-

## Apéndice 1

**Procedimiento de ensayo de las emisiones de los vehículos con sistemas portátiles de medición de emisiones**

## A.1.1. Introducción

El presente apéndice describe el procedimiento para determinar las emisiones de gases a partir de mediciones realizadas sobre vehículos por carretera utilizando sistemas portátiles de medición de emisiones (en lo sucesivo, «PEMS»). Las emisiones de gases que deben medirse del escape del motor incluyen los siguientes componentes: monóxido de carbono, hidrocarburos totales y óxidos de nitrógeno, con la adición del metano para los motores alimentados con gas natural.

Para los motores alimentados con gases distintos del gas natural, el fabricante, el servicio técnico o la autoridad de homologación de tipo podrán optar por medir las emisiones totales de hidrocarburos (THC) en lugar de medir las emisiones de hidrocarburos no metánicos. En ese caso, el límite de emisión para las emisiones totales de hidrocarburos será el mismo que el indicado en el punto 5.3 del presente Reglamento para las emisiones de hidrocarburos no metánicos. En tal caso el límite aplicable en los cálculos de los factores de conformidad previstos en los puntos A.1.4.2.3 y A.1.4.3.2 será el límite de emisión no metánica.

Además, se medirá el dióxido de carbono para poder realizar los procedimientos de cálculo descritos en los puntos A.1.3 y A.1.4.

## A.1.2. Procedimiento de ensayo

## A.1.2.1. Requisitos generales

Los ensayos se llevarán a cabo con un PEMS que incluirá:

- A.1.2.1.1. analizadores de gas para medir las concentraciones de contaminantes gaseosos regulados en el gas de escape;
- A.1.2.1.2. un medidor del caudal másico de escape basado en el principio de Pitot para el cálculo de medias o un principio equivalente;
- A.1.2.1.3. un sistema de posicionamiento global por satélite (en lo sucesivo, «GPS»);
- A.1.2.1.4. sensores para medir la temperatura y la presión ambientales;
- A.1.2.1.5. una conexión con la ECU del vehículo.

## A.1.2.2. Parámetros de ensayo

Se medirán y registrarán los parámetros que figuran en el cuadro 1.

Cuadro 1

**Parámetros de ensayo**

| Parámetro  | Unidad | Fuente                                      |
|--|--------|---|
| Concentración de THC <sup>(1)</sup>                            | ppm    | Analizador                                  |
| Concentración de CO <sup>(1)</sup>                             | ppm    | Analizador                                  |
| Concentración de NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup>                | ppm    | Analizador                                  |
| Concentración de CO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>                | ppm    | Analizador                                  |
| Concentración de CH <sub>4</sub> <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> | ppm    | Analizador                                  |
| Caudal del gas de escape                                       | kg/h   | Caudalímetro de escape (en adelante, «EFM») |
| Temperatura de escape  | °K     | EFM   |
| Temperatura ambiental <sup>(3)</sup>                           | °K     | Sensor                                      |
| Presión ambiental  | kPa    | Sensor                                      |
| Par motor <sup>(4)</sup>                                       | Nm     | ECU o sensor                                |

| Parámetro   | Unidad | Fuente       |
|---|--------|--------------|
| Régimen del motor   | rpm    | ECU o sensor |
| Flujo de combustible del motor                            | g/s    | ECU o sensor |
| Temperatura del refrigerante del motor                    | °K     | ECU o sensor |
| Temperatura del aire de admisión del motor <sup>(3)</sup> | °K     | Sensor       |
| Velocidad del vehículo en el suelo                        | km/h   | ECU y GPS    |
| Latitud del vehículo                                      | grados | GPS          |
| Longitud del vehículo                                     | grados | GPS          |

Notas:

(1) Medido o corregido en base húmeda.

(2) Únicamente para los motores de gas alimentados con gas natural.

(3) Se utilizará el sensor de temperatura ambiental o un sensor de la temperatura del aire de admisión.

(4) El valor registrado será a) el par neto o, b) el par neto calculado a partir de: del par real en porcentaje del motor, del par de fricción y del par de referencia, con arreglo a la norma SAE J1939-71.

#### A.1.2.3. Preparación del vehículo

La preparación del vehículo incluirá lo siguiente:

- la verificación del sistema OBD: cualquier problema identificado, una vez solucionado, se registrará y se presentará al autoridad de homologación de tipo;
- la sustitución del aceite, el combustible y el reactivo, cuando proceda.

#### A.1.2.4. Instalación del equipo de medición

##### A.1.2.4.1. Unidad principal

Siempre que sea posible, la unidad PEMS se instalará en un lugar en el que esté expuesta lo mínimo posible a los elementos siguientes:

- cambios de temperatura ambiental;
- cambios de presión ambiental;
- radiación electromagnética;
- choques mecánicos y vibraciones;
- hidrocarburos ambientales, si se utiliza un analizador FID que utilice el aire ambiental como aire del quemador FID.

La instalación seguirá las instrucciones del fabricante de la unidad PEMS.

##### A.1.2.4.2. Caudalímetro de escape

El caudalímetro de escape se fijará al tubo de escape del vehículo. Los sensores EFM deberán colocarse entre dos fragmentos de tubo recto cuya longitud sea al menos dos veces el diámetro del EFM (corriente arriba y corriente abajo). Se recomienda colocar el EFM después del silenciador del vehículo para limitar el efecto de las pulsaciones del gas de escape sobre las señales de medición.

##### A.1.2.4.3. Sistema de posicionamiento global por satélite

La antena deberá montarse lo más alto posible, sin que exista riesgo de interferencia con los obstáculos que puedan encontrarse durante la circulación por carretera.

##### A.1.2.4.4. Conexión con la ECU del vehículo

Se utilizará un registrador de datos para registrar los parámetros del motor enumerados en el cuadro 1. Este registrador de datos podrá utilizar el bus de la red de área de controlador (Control Area Network, en adelante «CAN») del vehículo para acceder a los datos de la ECU transmitidos a la CAN con protocolos estándar como SAE J1939, J1708 o ISO 15765-4.

#### A.1.2.4.5. Muestreo de emisiones gaseosas

El conducto de muestreo se calentará con arreglo a las especificaciones del apéndice 2 del presente anexo, punto A.2.2.3, y se aislará correctamente en los puntos de conexión (sonda de muestreo y parte trasera de la unidad principal) para evitar la presencia de puntos fríos que pudieran provocar la contaminación del sistema de muestreo con hidrocarburos condensados.

La sonda de muestreo se instalará en el tubo de escape con arreglo a los requisitos del punto 9.3.10 del anexo 4.

Si se cambia la longitud del conducto de muestreo, los tiempos de transporte del sistema se verificarán y, en caso de necesidad, se corregirán.

#### A.1.2.5. Procedimientos previos al ensayo

##### A.1.2.5.1. Arranque y estabilización de los instrumentos PEMS

Las unidades principales se calentarán y estabilizarán según las especificaciones del fabricante del instrumento hasta que las presiones, las temperaturas y los flujos hayan alcanzado sus puntos de funcionamiento fijados.

##### A.1.2.5.2. Limpieza del sistema de muestreo

Para evitar la contaminación del sistema, se purgarán los conductos de muestreo de los instrumentos PEMS hasta que comience el muestreo, con arreglo a las especificaciones del fabricante del instrumento.

##### A.1.2.5.3. Comprobación y calibración de los analizadores

Las verificaciones de la puesta a cero, al punto final y la linealidad de los analizadores se realizarán con gases de calibración que cumplan los requisitos del punto 9.3.3 del anexo 4.

##### A.1.2.5.4. Limpieza del EFM

El EFM se purgará en las conexiones del transductor de presión con arreglo a las especificaciones del fabricante del instrumento. En este procedimiento se deberán eliminar la condensación y las partículas de gasóleo de los conductos de presión y de los puertos de medición de la presión de los tubos de flujo asociados.

#### A.1.2.6. Realización del ensayo de emisiones

##### A.1.2.6.1. Inicio del ensayo

La toma de muestras de las emisiones, la medición de los parámetros de escape y el registro de datos sobre el motor y las condiciones ambientales empezarán antes del arranque del motor. La evaluación de los datos empezará después de que la temperatura del líquido refrigerante haya alcanzado por primera vez 343 °K (70 °C) o después de que el líquido refrigerante se estabilice en  $\pm 2$  °K durante un periodo de cinco minutos, lo que suceda antes, pero a más tardar veinte minutos después del arranque del motor.

##### A.1.2.6.2. Realización del ensayo

La toma de muestras de las emisiones, la medición de los parámetros de escape y el registro de datos sobre el motor y las condiciones ambientales continuarán durante el funcionamiento normal del motor. El motor podrá detenerse y volverse a poner en marcha, pero el muestreo de las emisiones continuará durante toda la duración del ensayo.

Los controles periódicos de los analizadores PEMS de gas se realizarán cada dos horas como mínimo. Se señalarán los datos registrados durante los controles y no se utilizarán para calcular las emisiones.

##### A.1.2.6.3. Fin de la secuencia de ensayo

Al final del ensayo, la toma de muestras deberá continuar hasta que hayan finalizado los tiempos de respuesta de los sistemas de muestreo. El motor podrá apagarse antes o después de que haya finalizado la toma de muestras.

#### A.1.2.7. Verificación de las mediciones

##### A.1.2.7.1. Comprobación de los analizadores

Las verificaciones de la puesta a cero, al punto final y la linealidad de los analizadores conforme al punto A.1.2.5.3 se realizarán con gases de calibración que cumplan los requisitos del punto 9.3.3 del anexo 4.

#### A.1.2.7.2. Desviación del cero

La desviación del cero se define como la respuesta media, incluyendo el ruido, a un gas cero durante un intervalo de al menos 30 segundos. La desviación de la respuesta al cero será inferior al 2 % del fondo de escala en el intervalo más bajo utilizado.

#### A.1.2.7.3. Desviación del punto final

La respuesta al punto final se define como la respuesta media, incluyendo el ruido, a un gas de punto final durante un intervalo de al menos 30 segundos. La desviación de la respuesta al punto final será inferior al 2 % del fondo de escala en el intervalo más bajo utilizado.

#### A.1.2.7.4. Verificación de la desviación

Solo se aplicará si, durante el ensayo, no se ha realizado ninguna corrección de la desviación del cero.

Lo antes posible, pero a más tardar 30 minutos después de la finalización del ensayo, la escala del analizador de gas utilizado se colocará a cero y se ajustará su punto final, a fin de verificar su desviación con respecto a los resultados obtenidos antes del ensayo.

En el caso de la desviación del analizador, serán de aplicación las disposiciones siguientes:

- a) si la desviación entre los resultados previos y posteriores al ensayo es inferior al 2 %, según lo previsto en los puntos A.1.2.7.2 y A.1.2.7.3, las concentraciones medidas podrán utilizarse sin corrección o con corrección de la desviación con arreglo a lo dispuesto en el punto A.1.2.7.5;
- b) si la diferencia entre los resultados previos y posteriores al ensayo es igual o superior al 2 %, según lo previsto en los puntos A.1.2.7.2 y A.1.2.7.3, se invalidará el ensayo o se corregirá la desviación de las concentraciones medidas con arreglo a lo dispuesto en el punto A.1.2.7.5.

#### A.1.2.7.5. Corrección de la desviación

Si se aplica la corrección de desviación con arreglo al punto A.1.2.7.4, el valor corregido de la concentración se calculará según lo dispuesto en el punto 8.6.1 del anexo 4.

La diferencia entre los valores no corregidos y los valores corregidos de las emisiones específicas del freno deberá situarse en una horquilla entre el  $\pm 6$  % de los valores no corregidos de las emisiones específicas del freno. Si la desviación es superior al 6 %, se invalidará el ensayo. Si se aplica corrección de la desviación, solo se utilizarán los resultados de las emisiones con corrección de la desviación al declararse las emisiones.

#### A.1.3. Cálculo de las emisiones

El resultado final del ensayo se redondeará, en una sola vez, al número de decimales a la derecha de la coma indicado en la norma sobre emisiones aplicable, más una cifra significativa, conforme a la norma ASTM E 29-06b. No está permitido el redondeo de los valores intermedios utilizados para calcular el resultado final de las emisiones específicas del freno.

##### A.1.3.1. Alineación temporal de los datos

Para minimizar la influencia del lapso de tiempo entre las diferentes señales en el cálculo de las emisiones máscas, los datos pertinentes para el cálculo de las emisiones deberán ser alineados en términos temporales, según lo descrito en los puntos A.1.3.1.1 a A.1.3.1.4.

##### A.1.3.1.1. Datos de los analizadores de gases

Se alinearán correctamente los datos de los analizadores de gases mediante el procedimiento descrito en el punto 9.3.5 del anexo 4.

##### A.1.3.1.2. Datos de los analizadores de gases y del EFM

Los datos de los analizadores de gases se alinearán correctamente con los datos del EFM siguiendo el procedimiento descrito en el punto A.1.3.1.4.

##### A.1.3.1.3. Datos del PEMS y del motor

Los datos del PEMS (analizadores de gases y EFM) se alinearán correctamente con los datos de la ECU del motor siguiendo el procedimiento descrito en el punto A.1.3.1.4.

##### A.1.3.1.4. Procedimiento para la alineación temporal mejorada de los datos del PEMS

Los datos de ensayo que figuran en el cuadro 1 se dividen en tres categorías:

- 1: analizadores de gases (concentraciones de THC y, cuando procedan, de CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>);
- 2: caudalímetro de escape (caudal máscico de escape y temperatura de escape);
- 3: motor (par, régimen, temperaturas, caudal de combustible, velocidad del vehículo con arreglo a la medición de la ECU).

La alineación temporal de cada categoría con las demás categorías se verificará determinando el coeficiente de correlación más elevado entre dos series de parámetros. Todos los parámetros de una categoría se desplazarán para maximizar el factor de correlación. Para calcular los coeficientes de correlación, se utilizarán los siguientes parámetros:

para la alineación temporal:

- a) categorías 1 y 2 (datos de los analizadores y del EFM) con la categoría 3 (datos del motor): la velocidad del vehículo obtenida a partir del GPS y de la ECU;
- b) categoría 1 con categoría 2: la concentración de CO<sub>2</sub> y la masa del gas de escape;
- c) categoría 2 con categoría 3: la concentración de CO<sub>2</sub> y el caudal de combustible del motor.

#### A.1.3.2. Verificaciones de la coherencia de los datos

##### A.1.3.2.1. Datos de los analizadores y del EFM

Deberá verificarse la coherencia de los datos (el caudal másico del gas de escape medido con el EFM y las concentraciones de gases) utilizando una correlación entre el caudal de combustible medido por la ECU y el caudal de combustible calculado con la fórmula indicada en el punto 8.4.1.6 del anexo 4. Se realizará una regresión lineal de los valores medidos y calculados de caudal de combustible. Se utilizará el método de los mínimos cuadrados, y la ecuación más adecuada tendrá la forma siguiente:

$$y = mx + b$$

donde:

y es el caudal de combustible calculado [g/s]

m es la pendiente de la línea de regresión

x es el caudal de combustible medido [g/s]

b es la ordenada y en el origen de la línea de regresión

Se calcularán la pendiente (m) y el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) para cada línea de regresión. Se recomienda llevar a cabo este análisis en la horquilla comprendida entre el 15 % del valor máximo y el valor máximo y a una frecuencia igual o superior a 1 Hz. Para que un ensayo se considere válido, se evaluarán los dos criterios siguientes:

Cuadro 2

#### Tolerancias

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Pendiente de la línea de regresión, m         | 0,9 a 1,1 - recomendado |
| Coefficiente de determinación, r <sup>2</sup> | mín. 0,90 - obligatorio |

##### A.1.3.2.2. Datos del par de la ECU

Deberá verificarse la coherencia de los datos del par de la ECU comparando los valores máximos del par de la ECU, a diferentes regímenes del motor, con los valores correspondientes de la curva del par a plena carga del motor oficial con arreglo al punto 5 del presente anexo.

##### A.1.3.2.3. Consumo de combustible específico del freno

Se verificará el consumo de combustible específico del freno (BSFC) utilizando:

- a) el consumo de combustible calculado a partir de los datos de las emisiones (concentraciones del analizador de gas y datos del caudal másico de escape), según las fórmulas del punto 8.4.1.6 del anexo 4;
- b) el trabajo calculado utilizando los datos de la ECU (par motor y régimen del motor).

##### A.1.3.2.4. Cuentakilómetros

Se verificará la distancia indicada por el cuentakilómetros del vehículo comparándola con los datos del GPS.

##### A.1.3.2.5. Presión ambiental

Se verificará el valor de la presión ambiental comparándola con la altitud indicada por los datos del GPS.

A.1.3.3. Corrección en seco/en condiciones de humedad

Si se mide la concentración en base seca, se convertirá a la concentración en base húmeda mediante la fórmula indicada en el punto 8.1 del anexo 4.

A.1.3.4. Corrección de  $\text{NO}_x$  en función de la humedad y la temperatura

Las concentraciones de  $\text{NO}_x$  medidas por el PEMS no se corregirán en función de la temperatura y de la humedad del aire ambiental.

A.1.3.5. Cálculo de las emisiones gaseosas instantáneas

Las emisiones másicas se determinarán de acuerdo con el punto 8.4.2.3 del anexo 4.

A.1.4. Determinación de las emisiones y factores de conformidad

A.1.4.1. Principio de la ventana de cálculo de medias

Las emisiones se integrarán utilizando un método de ventana de cálculo de medias móviles, sobre la base de la masa de referencia de  $\text{CO}_2$  o del trabajo de referencia. El principio de dicho cálculo es el siguiente: las emisiones másicas no se calculan para todo el conjunto de datos, sino para subconjuntos del conjunto de datos, determinando la longitud de dichos subconjuntos de forma que coincida con la masa de  $\text{CO}_2$  del motor o con el trabajo medido en el ciclo transitorio del laboratorio de referencia. Los cálculos de la media móvil se realizan con un incremento de tiempo  $\Delta t$  igual al periodo de muestreo de los datos. En los puntos siguientes, estos subconjuntos utilizados para calcular la media de los datos de las emisiones se denominan «ventanas de cálculo de medias».

Las partes de datos invalidadas no deberán ser consideradas para calcular el trabajo o la masa de  $\text{CO}_2$  ni las emisiones de la ventana de cálculo de medias.

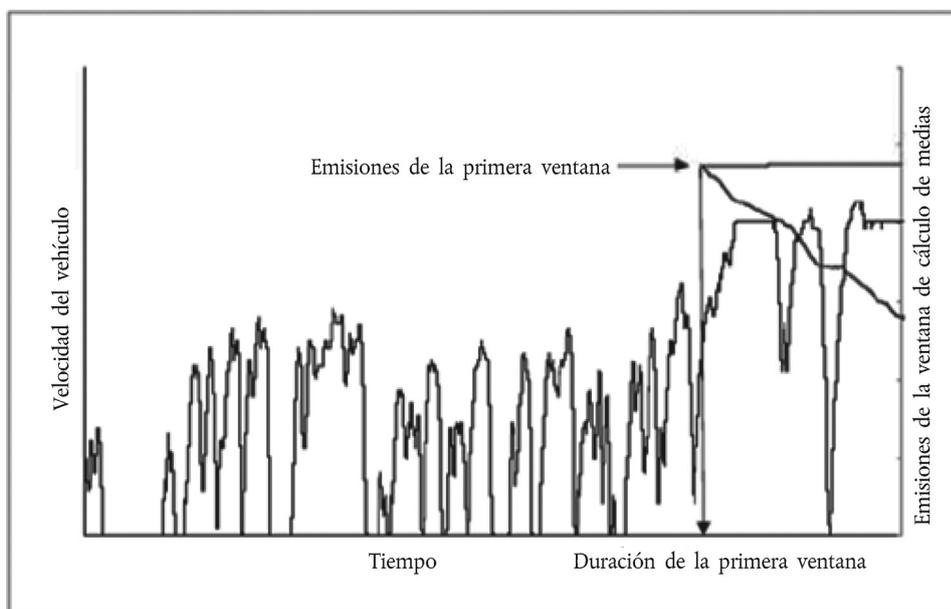
Los siguientes datos se considerarán invalidados:

- la verificación periódica de los instrumentos y/o después de las verificaciones de la desviación del cero;
- los datos obtenidos sin cumplirse las condiciones previstas en los puntos 4.2 y 4.3 del presente anexo.

Las emisiones másicas (mg/ventana) se determinarán de acuerdo con el punto 8.4.2.3 del anexo 4.

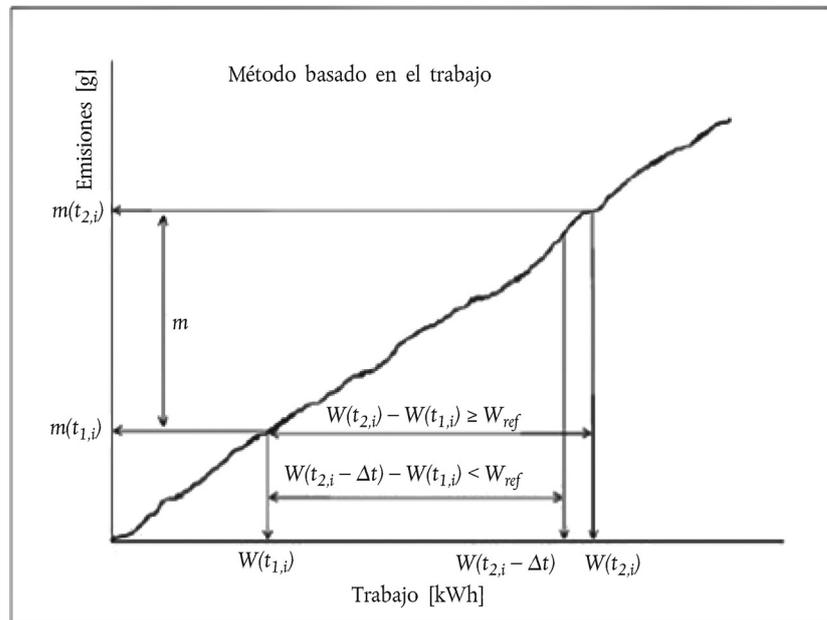
Figura 1.

**Velocidad del vehículo frente al tiempo, y emisiones medias del vehículo, empezando a partir de la primera ventana de cálculo de medias, frente al tiempo**



## A.1.4.2. Método basado en el trabajo

Figura 2.

**Método basado en el trabajo**

La duración  $(t_{2,i} - t_{1,i})$  de la ventana número  $i$  se determina mediante la fórmula siguiente:

$$W(t_{2,i}) - W(t_{1,i}) \geq W_{ref}$$

donde:

$W(t_{j,i})$  es el trabajo del motor medido entre el arranque y el tiempo  $t_{j,i}$ , en kWh;

$W_{ref}$  es el trabajo del motor para el WHTC, en kWh.

$t_{2,i}$  se seleccionará de manera que:

$t_{2,i}$  se seleccionará de manera que:

$$W(t_{2,i} - \Delta t) - W(t_{1,i}) < W_{ref} \leq W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$$

donde  $\Delta t$  es el periodo de muestreo de los datos, igual a 1 segundo o menos.

## A.1.4.2.1. Cálculo de las emisiones específicas

Las emisiones específicas  $e_{gas}$  (mg/kWh) se calcularán para cada ventana y cada contaminante de la forma siguiente:

$$e_{gas} = \frac{m}{W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})}$$

donde:

$m$  es la emisión másica del componente, en mg/ventana

$W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$  es el trabajo del motor durante la ventana de cálculo de medias número  $i$ , en kWh

## A.1.4.2.2. Selección de ventanas válidas

Las ventanas válidas son las ventanas cuya potencia media rebasa el umbral de potencia en un 20 % de la potencia máxima del motor. El porcentaje de ventanas válidas deberá ser superior o igual al 50 %.

A.1.4.2.2.1. Si el porcentaje de ventanas válidas es inferior al 50 %, la evaluación de los datos se repetirá utilizando umbrales de potencia inferiores. El umbral de potencia se reducirá gradualmente, de 1 % en 1 %, hasta que el porcentaje de ventanas válidas sea superior o igual al 50 %.

A.1.4.2.2.2. El umbral más bajo nunca será inferior al 15 %.

A.1.4.2.2.3. El ensayo será nulo si el porcentaje de ventanas válidas es inferior al 50 % con un umbral de potencia del 15 %.

A.1.4.2.3. Cálculo de los factores de conformidad

Los factores de conformidad se calcularán para cada ventana válida y cada contaminante mediante la fórmula siguiente:

$$CF = \frac{e}{L}$$

donde:

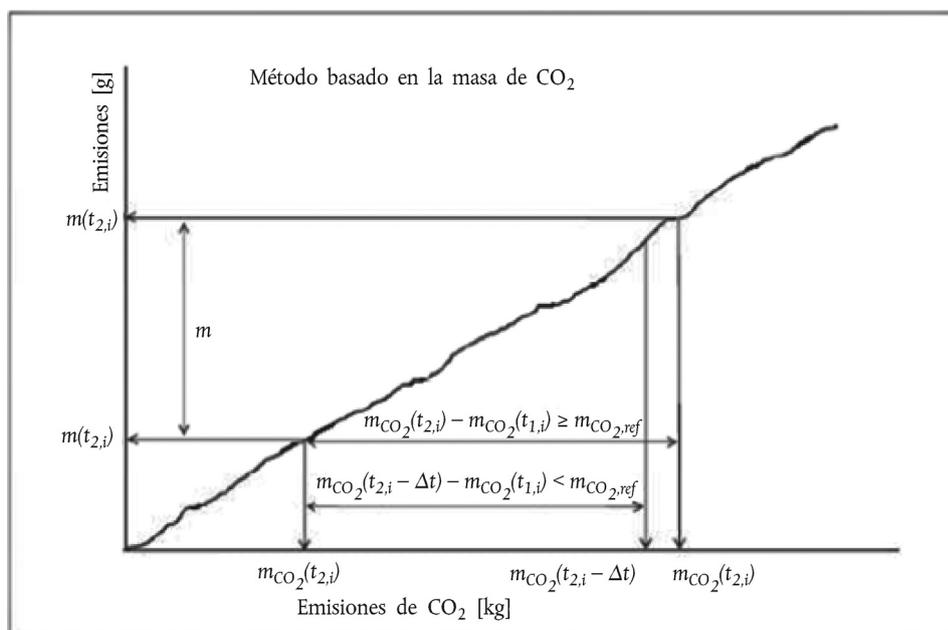
$e$  es la emisión específica del freno del componente, en mg/kWh;

$L$  es el límite aplicable, en mg/kWh.

A.1.4.3. Método basado en la masa de CO<sub>2</sub>

Figura 3.

Método basado en la masa de CO<sub>2</sub>



La duración ( $t_{2,i} - t_{1,i}$ ) de la ventana número  $i$  se determina mediante la fórmula siguiente:

$$m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i}) \geq m_{\text{CO}_2,\text{ref}}$$

donde:

$m_{\text{CO}_2}(t_{j,i})$  es la masa de CO<sub>2</sub> medida entre el inicio del ensayo y el tiempo  $t_{j,i}$ , en kg;

$m_{\text{CO}_2,\text{ref}}$  es la masa de CO<sub>2</sub> determinada para el WHTC, en kg;

$t_{2,i}$  se seleccionará de manera que:

$$m_{\text{CO}_2}(t_{2,i} - \Delta t) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i}) < m_{\text{CO}_2,\text{ref}} \leq m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i})$$

donde  $\Delta t$  es el periodo de muestreo de los datos, igual a 1 segundo o menos.

Las masas de CO<sub>2</sub> se calculan en las ventanas integrando las emisiones instantáneas calculadas según los requisitos que figuran en el punto A.1.3.5.

## A.1.4.3.1. Selección de ventanas válidas

Las ventanas válidas serán las ventanas cuya duración no exceda de la duración máxima calculada mediante la fórmula siguiente:

$$D_{\max} = 3600 \cdot \frac{W_{\text{ref}}}{0,2 \cdot P_{\max}}$$

donde:

$D_{\max}$  es la duración máxima de la ventana, en s;

$P_{\max}$  es la potencia máxima del motor, en kW.

A.1.4.3.1.1. Si el porcentaje de ventanas válidas es inferior al 50 %, la evaluación de los datos se repetirá utilizando duraciones de ventana superiores. Para ello se reducirá gradualmente, de 1 % en 1 %, el valor de 0,02 en la fórmula prevista en el punto A.1.4.3.1 hasta que el porcentaje de ventanas válidas sea superior o igual al 50 %.

A.1.4.3.1.2. En cualquier caso, el valor reducido en la fórmula anterior nunca será inferior a 0,15.

A.1.4.3.1.3. El ensayo será nulo si el porcentaje de ventanas válidas es inferior al 50 % con una duración máxima de ventana calculada de acuerdo con los puntos A.1.4.3.1, A.1.4.3.1.1 y A.1.4.3.1.2.

## A.1.4.3.2. Cálculo de los factores de conformidad

Los factores de conformidad se calcularán para cada ventana y cada contaminante de la siguiente manera:

$$CF = \frac{CF_I}{CF_C}$$

Con  $CF_I = \frac{m}{m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i})}$  (coeficiente en servicio) y

$$CF_C = \frac{m_L}{m_{\text{CO}_2,\text{ref}}} \text{ (coeficiente de certificación)}$$

donde:

$m$  es la emisión másica del componente, en mg/ventana;

$m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i})$  es la masa de CO<sub>2</sub> durante la ventana de cálculo de medias número i, en kg;

$m_{\text{CO}_2,\text{ref}}$  es la masa de CO<sub>2</sub> del motor determinada para el WHTC, en kg;

$m_L$  es la emisión másica del componente que corresponda al límite aplicable en el WHTC, en mg.

*Apéndice 2***Equipo de medición portátil**

## A.2.1. Generalidades

Las emisiones de gases se medirán con arreglo al procedimiento establecido en el apéndice 1 del presente anexo. El presente apéndice describe las características del equipo de medición portátil que se utilizará para realizar tales ensayos.

## A.2.2. Equipo de medición

## A.2.2.1. Especificaciones generales de los analizadores de gas

Las especificaciones de los analizadores PEMS de gas cumplirán los requisitos que establece el punto 9.3.1 del anexo 4.

## A.2.2.2. Tecnología de los analizadores de gas

Los gases se analizarán utilizando las tecnologías indicadas en el punto 9.3.2 del anexo 4.

El analizador de los óxidos de nitrógeno también podrá ser del tipo de resonancia ultravioleta no dispersivo (NDUV).

## A.2.2.3. Muestreo de emisiones gaseosas

Las sondas de muestreo cumplirán los requisitos definidos en el punto A.2.1.2 del apéndice 2 del anexo 4. El tubo de muestreo se calentará a 190 °C (+/- 10 °C).

## A.2.2.4. Otros instrumentos

Los instrumentos de medición cumplirán los requisitos que figuran en el cuadro 7 y en el punto 9.3.1 del anexo 4.

## A.2.3. Equipo auxiliar

## A.2.3.1. Conexión del tubo de escape al caudalímetro del gas de escape (EFM)

La instalación del EFM no aumentará la contrapresión en un valor mayor que el recomendado por el fabricante del motor ni aumentará la longitud del tubo de escape en más de 1,2 m. En lo que respecta a los componentes del equipo PEMS, la instalación del EFM cumplirá la normativa de seguridad vial y los requisitos en materia de seguros aplicables a nivel local.

## A.2.3.2. Ubicación del PEMS y material de montaje

El equipo PEMS se instalará según se indica en el punto A.1.2.4 del apéndice 1 del presente anexo.

## A.2.3.3. Corriente eléctrica

El equipo PEMS se alimentará utilizando el método descrito en el punto 4.6.6 del presente anexo.

---

---

*Apéndice 3***Calibrado del equipo de medición portátil**

## A.3.1. Calibración del equipo y verificación

## A.3.1.1. Gases de calibración

Los analizadores PEMS de gas se calibrarán con gases que cumplan los requisitos que establece el punto 9.3.3 del anexo 4.

## A.3.1.2. Ensayo de fuga

Los ensayos de fuga de los PEMS se realizarán con arreglo a los requisitos establecidos en el punto 9.3.4 del anexo 4.

## A.3.1.3. Verificación del tiempo de respuesta del sistema analítico

El tiempo de respuesta del sistema analítico del PEMS se verificará con arreglo a los requisitos establecidos en el punto 9.3.5 del anexo 4.

---

*Apéndice 4***Método para verificar la conformidad de la señal de par de la ECU**

## A.4.1. Introducción

El presente apéndice describe de forma no detallada el método utilizado para verificar la conformidad de la señal de par de la ECU durante el ensayo ISC-PEMS.

El procedimiento pormenorizado aplicable se deja a discreción del fabricante del motor y estará sujeto a la aprobación de la autoridad de homologación de tipo.

## A.4.2. Método del «par máximo»

## A.4.2.1. El método del «par máximo» consiste en demostrar que, durante el ensayo del vehículo, se ha alcanzado un punto de la curva del par máximo de referencia en función del régimen del motor.

A.4.2.2. Si durante el ensayo de emisiones ISC-PEMS no se alcanza un punto de la curva del par máximo de referencia en función de la velocidad del motor, el fabricante está autorizado a modificar, según sea necesario, la carga del vehículo y/o el trayecto del ensayo para llevar a cabo esa demostración después de que haya finalizado el ensayo de emisiones ISC-PEMS.

---

## ANEXO 9A

**SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO A BORDO (OBD)**

1. INTRODUCCIÓN
- 1.1. En el presente anexo se exponen los aspectos funcionales de los sistemas de diagnóstico a bordo (OBD) para el control de las emisiones de los sistemas de motor cubiertos por el presente Reglamento.
2. REQUISITOS GENERALES
- 2.1. Los requisitos generales, incluidos los requisitos específicos de seguridad de los sistemas electrónicos, serán los expuestos en el punto 4 del anexo 9B y los descritos en el punto 2 del presente anexo.
- 2.2. Reservado
- 2.3. Disposiciones adicionales sobre los requisitos de seguimiento.
  - 2.3.1. Inyectores con mal funcionamiento
    - 2.3.1.1. El fabricante presentará al autoridad de homologación de tipo un análisis de los efectos a largo plazo del sistema de control de emisiones de los inyectores de combustible que funcionen mal (por ejemplo, inyectores obstruidos o sucios) aun cuando no se superen los umbrales del sistema OBD (OTL) como consecuencia del mal funcionamiento.
    - 2.3.1.2. Una vez transcurrido el periodo previsto en el punto 4.10.7 del presente Reglamento, el fabricante presentará al autoridad de homologación de tipo un plan de las técnicas de seguimiento que tiene previsto utilizar además de las exigidas en el apéndice 3 del anexo 9B a fin de diagnosticar los efectos considerados en el punto 2.3.1.1.
      - 2.3.1.2.1. Una vez que la autoridad de homologación de tipo haya autorizado dicho plan, el fabricante aplicará dichas técnicas en el sistema OBD a fin de obtener la homologación de tipo.
    - 2.3.2. Requisitos de seguimiento relativos a los dispositivos de postratamiento de partículas
      - 2.3.2.1. El funcionamiento del dispositivo de postratamiento de partículas, incluidos los procesos de filtración y de regeneración continua, se supervisarán con respecto al umbral del sistema OBD especificado en el cuadro 1.
      - 2.3.2.2. En el caso de un filtro de partículas diésel (DPF) de flujo de pared, el fabricante podrá optar por aplicar los requisitos de seguimiento del funcionamiento previstos en el apéndice 8 del anexo 9B, en lugar de los requisitos del punto 2.3.3.1, si puede demostrar, con documentación técnica, que en caso de deterioro existe una correlación positiva entre la pérdida de eficacia de filtración y la pérdida de caída de presión («diferencial de presión») a través del DPF en las condiciones de funcionamiento del motor especificadas en el ensayo que se describe en el apéndice 8 del anexo 9B.
  - 2.4. Homologación alternativa
    - 2.4.1. Reservado <sup>(1)</sup>
    - 2.4.2. Como alternativa a los requisitos del punto 4 del anexo 9B y a los descritos en el presente anexo, los fabricantes de motores cuya producción mundial anual de motores de un tipo de motor sujeto al presente Reglamento sea inferior a 500 motores al año podrán obtener la homologación de tipo sobre la base de los requisitos del presente Reglamento cuando se supervise, como mínimo, la continuidad del circuito de los componentes del control de emisiones del sistema de motor, así como la racionalidad y la fiabilidad de los sensores de salida, y cuando se supervisen, como mínimo, los fallos de funcionamiento totales del sistema de postratamiento. Los fabricantes de motores cuya producción mundial anual de motores de un tipo de motor sujeto al presente Reglamento sea inferior a 50 motores al año podrán obtener la homologación de tipo sobre la base de los requisitos del presente Reglamento cuando se supervise, como mínimo, la continuidad del circuito de los componentes del control de emisiones del sistema de motor, así como la racionalidad y la fiabilidad de los sensores de salida («supervisión de los componentes»).

No se permitirá a ningún fabricante utilizar las disposiciones alternativas especificadas en el presente punto para más de 500 motores al año.
    - 2.4.3. La autoridad de homologación de tipo informará a las demás Partes Contratantes acerca de los detalles de cada homologación de tipo concedida con arreglo al [punto 2.4.1 y al] punto 2.4.2.
  - 2.5. Conformidad de la producción

El sistema OBD está sujeto a los requisitos de conformidad de la producción especificados en el punto 8.4 del presente Reglamento.

<sup>(1)</sup> El presente punto se ha reservado para futuras homologaciones alternativas (como por ejemplo la transposición de Euro VI al Reglamento 83).

Si la autoridad de homologación de tipo decide que es necesario verificar la conformidad de la producción del sistema OBD, la verificación se llevará a cabo de acuerdo con los requisitos especificados en el punto 8.4 del presente Reglamento.

### 3. RESULTADOS REQUERIDOS

3.1. Los resultados requeridos serán los previstos en el punto 5 del anexo 9B.

#### 3.2. Umbrales del sistema OBD

3.2.1. Los umbrales del sistema OBD (en lo sucesivo, «OTL») aplicables al sistema OBD son los especificados en las filas «requisitos generales» del cuadro 1 para los motores de encendido por compresión y del cuadro 2 para los motores alimentados con gas y los motores de encendido por chispa instalados en vehículos pertenecientes a la categoría M<sub>3</sub>, en vehículos de la categoría N<sub>2</sub> que tengan una masa máxima admisible superior a 7,5 toneladas, y en vehículos de la categoría N<sub>3</sub>.

3.2.2. Hasta el final de la fase de introducción progresiva contemplada en el punto 4.10.7 del presente Reglamento, se aplicarán los umbrales del sistema OBD especificados en las filas «fase de introducción progresiva» del cuadro 1 para los motores de encendido por compresión y del cuadro 2 para los motores alimentados con gas y los motores de encendido por chispa instalados en vehículos pertenecientes a la categoría M<sub>3</sub>, en vehículos de la categoría N<sub>2</sub> que tengan una masa máxima admisible superior a 7,5 toneladas, y en vehículos de la categoría N<sub>3</sub>.

Cuadro 1

#### OTL (motores de encendido por compresión)

|                                 | Límite en mg/kWh |         |
|---------------------------------|------------------|---------|
|                                 | NO <sub>x</sub>  | Masa PM |
| Fase de introducción progresiva | 1 500            | 25      |
| Requisitos generales            | 1 200            | 25      |

Cuadro 2

#### OTL (todos los motores alimentados con gas y motores de encendido por chispa instalados en vehículos de la categoría M<sub>3</sub>, en vehículos de la categoría N<sub>2</sub> que tengan una masa máxima admisible superior a 7,5 toneladas, y en vehículos de la categoría N<sub>3</sub>)

|                                 | Límite en mg/kWh |                   |
|---------------------------------|------------------|-------------------|
|                                 | NO <sub>x</sub>  | CO <sup>(1)</sup> |
| Fase de introducción progresiva | 1 500            |                   |
| Requisitos generales            | 1 200            |                   |

<sup>(1)</sup> Los OTL correspondientes al CO se fijarán en una fase posterior.

### 4. REQUISITOS DE DEMOSTRACIÓN

4.1. Los requisitos de demostración y procedimientos de ensayo serán los descritos en los puntos 6 y 7 del anexo 9B.

### 5. DOCUMENTACIÓN EXIGIDA

5.1. La documentación exigida será la prevista en el punto 8 del anexo 9B.

### 6. RESULTADOS EXIGIDOS EN SERVICIO

Los requisitos del presente punto se aplicarán a los monitores del sistema OBD conforme a lo dispuesto en el anexo 9C.

#### 6.1. Requisitos técnicos

6.1.1. Los requisitos técnicos para evaluar el funcionamiento en servicio de los sistemas OBD, incluidos los requisitos sobre protocolos de comunicación, numeradores, denominadores y su incremento, serán los expuestos en el anexo 9C.

6.1.2. En particular, la relación de funcionamiento en servicio (IUPR<sub>m</sub>) de un monitor específico m del sistema OBD se calculará mediante la fórmula siguiente:

$$IUPR_m = \text{Numerador}_m / \text{Denominador}_m$$

donde:

«Numerador<sub>m</sub>» se refiere al numerador de un monitor específico m y es un contador que indica el número de veces que un vehículo ha funcionado de tal manera que se hayan reunido todas las condiciones de supervisión necesarias para que dicho monitor detecte un mal funcionamiento;

Y

«Denominador<sub>m</sub>» se refiere al denominador de un monitor específico m y es un contador que indica el número de ciclos de conducción de un vehículo que son pertinentes para dicho monitor específico (o bien «en el que se producen acontecimientos pertinentes para dicho monitor específico»).

- 6.1.3. La relación de funcionamiento en servicio (IUPR<sub>g</sub>) de un grupo g de monitores a bordo de un vehículo se calculará mediante la fórmula siguiente:

$$\text{IUPR}_g = \text{Numerador}_g / \text{Denominador}_g$$

donde:

«Numerador<sub>g</sub>» se refiere al numerador de un grupo g de monitores y es el valor real (Numerador<sub>m</sub>) del monitor específico m que tiene la relación de funcionamiento en servicio, tal como se define en el punto 6.1.2, más baja de todos los monitores de dicho grupo g de monitores a bordo de un vehículo concreto;

y

«Denominador<sub>g</sub>» se refiere al denominador de un grupo g de monitores y es el valor real (Denominador<sub>m</sub>) del monitor específico m que tiene la relación de funcionamiento en servicio, tal como se define en el punto 6.1.2, más baja de todos los monitores de dicho grupo g de monitores a bordo de un vehículo concreto.

- 6.2. Relación mínima de funcionamiento en servicio
- 6.2.1. La relación de funcionamiento en servicio IUPR<sub>m</sub> de un monitor m del sistema OBD, tal como se define en el punto 5 del anexo 9C, será mayor o igual a la relación mínima de funcionamiento en servicio IUPR<sub>m</sub>(min) aplicable al monitor m a lo largo de la vida útil del motor, tal como se especifica en el punto 5.4 del presente Reglamento.
- 6.2.2. El valor de la relación mínima de funcionamiento en servicio IUPR(min) será de 0,1 para todos los monitores.
- 6.2.3. Se considerará que se cumple el requisito del punto 6.2.1 si para todos los grupos de monitores g se cumplen las condiciones siguientes:
- 6.2.3.1. el valor medio de los valores IUPR<sub>g</sub> de todos los vehículos equipados con motores pertenecientes a la familia de motores OBD en cuestión es igual o superior a la IUPR(min), y
- 6.2.3.2. más del 50 % de los motores considerados en el punto 6.2.3.1 tienen una IUPR<sub>g</sub> igual o superior a la IUPR(min).
- 6.3. Documentación exigida
- 6.3.1. La documentación asociada a cada componente o sistema supervisado que se requiere en el punto 8 del anexo 9B incluirá la información siguiente sobre los datos del funcionamiento en servicio:
- a) los criterios utilizados para aumentar el numerador y el denominador;
- b) cualquier criterio para invalidar el incremento del numerador o del denominador.
- 6.3.1.1. Cualquier criterio que se utilice para invalidar el incremento del denominador general se añadirá a la documentación contemplada en el punto 6.3.1.
- 6.4. Declaración de conformidad del funcionamiento en servicio del sistema OBD
- 6.4.1. En la solicitud de homologación de tipo, el fabricante proporcionará una declaración de conformidad del funcionamiento en servicio del sistema OBD con arreglo al modelo que figura en el apéndice 2 del presente anexo. Además de dicha declaración, se verificará el cumplimiento de los requisitos previstos en el punto 6.1 mediante las normas de evaluación adicionales que se especifican en el punto 6.5.
- 6.4.2. Dicha declaración mencionada en el punto 6.4.1 se adjuntará a la documentación sobre la familia de motores OBD que se exige en los puntos 5 y 6.3 del presente anexo.
- 6.4.3. El fabricante llevará registros que contengan todos los datos sobre los ensayos, los análisis técnicos y otra información que constituya la base de la declaración de conformidad del funcionamiento en servicio del sistema OBD. El fabricante pondrá dicha información a disposición de la autoridad de homologación de tipo cuando esta lo solicite.
- 6.4.4. Durante la fase de introducción progresiva contemplada en el punto 4.10.7 del presente Reglamento, se eximirá al fabricante de proporcionar la declaración exigida en el punto 6.4.1.
- 6.5. Evaluación del funcionamiento en servicio
- 6.5.1. El funcionamiento en servicio del sistema OBD y el cumplimiento del punto 6.2.3 del presente anexo se demostrará, como mínimo, de acuerdo con el procedimiento establecido en el apéndice 1 del presente anexo.

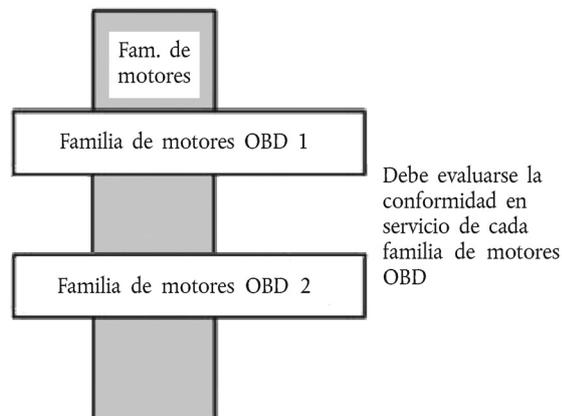
- 6.5.2. Las autoridades nacionales y sus delegados podrán realizar ensayos adicionales para verificar el cumplimiento del punto 6.2.3 del presente anexo.
- 6.5.2.1. Para demostrar el incumplimiento de los requisitos del punto 6.2.3 del presente anexo, sobre la base de lo dispuesto en el punto 6.5.2 del presente anexo, las autoridades deberán mostrar el incumplimiento de al menos uno de los requisitos del punto 6.2.3 del presente anexo con un nivel de fiabilidad estadística del 95 % basado en una muestra de al menos 30 vehículos.
- 6.5.2.2. El fabricante tendrá la oportunidad de establecer el cumplimiento de los requisitos del punto 6.2.3 del presente anexo cuyo incumplimiento haya sido demostrado con arreglo al punto 6.5.2.1 del presente anexo, mediante un ensayo basado en una muestra de al menos 30 vehículos, con una fiabilidad estadística superior a la del ensayo contemplado en el punto 6.5.2.1.
- 6.5.2.3. Respecto a los ensayos realizados con arreglo a los puntos 6.5.2.1 y 6.5.2.2, tanto las autoridades como los fabricantes deberán comunicar a la otra parte los detalles pertinentes, como los relacionados con la selección de los vehículos.
- 6.5.3. Si se establece que no se cumplen los requisitos del punto 6.2.3 del presente anexo con arreglo a los puntos 6.5.1 o 6.5.2 del mismo, se adoptarán medidas correctoras de conformidad con el punto 9.3 del presente Reglamento.
-

## Apéndice 1

**Evaluación del funcionamiento en servicio del sistema de diagnóstico a bordo**

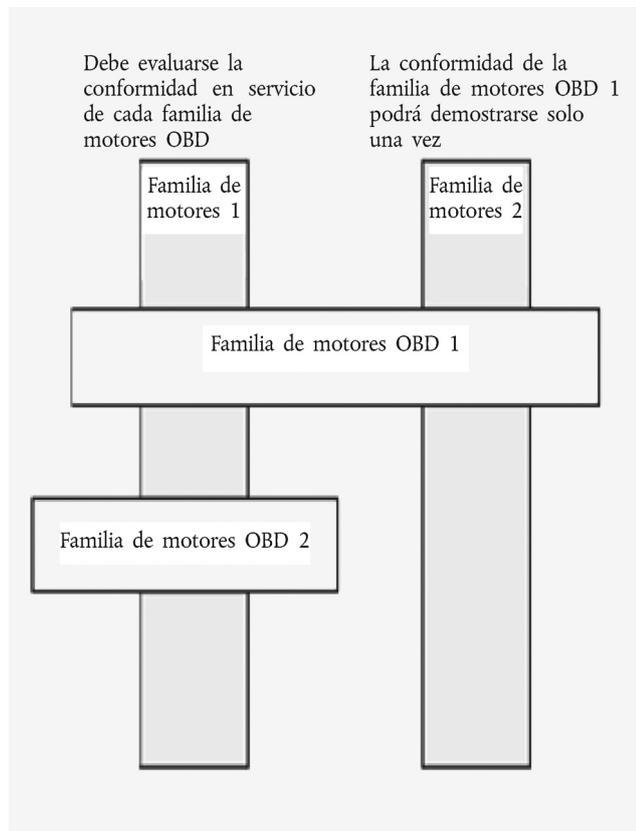
- A.1.1. Generalidades
- A.1.1.1. En el presente apéndice se expone el procedimiento que debe seguirse al demostrar el funcionamiento en servicio del sistema OBD respecto a las disposiciones del punto 6 del presente anexo.
- A.1.2. Procedimiento de demostración del funcionamiento en servicio del sistema OBD
- A.1.2.1. El fabricante deberá demostrar el funcionamiento en servicio del sistema OBD de una familia de motores al autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo para los vehículos o los motores de que se trate. Para ello, será necesario tener en cuenta el funcionamiento en servicio del sistema OBD de todas las familias de motores OBD dentro de la familia de motores de que se trate (figura 1).

Figura 1

**Dos familias de motores OBD dentro de una familia de motores**

- A.1.2.1.1. El fabricante organizará y llevará a cabo la demostración del funcionamiento en servicio del sistema OBD en estrecha colaboración con la autoridad de homologación de tipo.
- A.1.2.1.2. El fabricante podrá utilizar en la demostración de la conformidad elementos pertinentes que se hayan utilizado previamente para demostrar la conformidad de una familia de motores OBD dentro de otra familia de motores a condición de que dicha demostración anterior se realizara como máximo dos años antes de la demostración actual (figura 2).
- A.1.2.1.2.1. No obstante, un fabricante no podrá utilizar después dichos elementos para demostrar la conformidad de una tercera o sucesivas familias de motores a no ser que dichas demostraciones tengan lugar en un plazo de dos años a partir de la primera utilización de los elementos en una demostración de la conformidad.

Figura 2

**Conformidad previamente demostrada de una familia de motores OBD**

- A.1.2.2. La demostración del funcionamiento en servicio del sistema OBD se realizará en el mismo momento y con la misma frecuencia que la demostración de la conformidad en servicio especificada en el anexo 8.
- A.1.2.3. El fabricante notificará el programa inicial y el plan de muestreo para los ensayos de conformidad al autoridad de homologación de tipo en el momento de la homologación de tipo inicial de una nueva familia de motores.
- A.1.2.4. Se considerará que no son conformes los tipos de vehículos sin una interfaz de comunicación que permita recopilar los datos del funcionamiento en servicio necesarios especificados en el anexo 9C, aquellos en los que falten datos o aquellos que tengan un protocolo de datos no normalizado.
- A.1.2.4.1. Los vehículos individuales con fallos mecánicos o eléctricos que impidan la recopilación de los datos del funcionamiento en servicio necesarios que se especifican en el anexo 9C quedarán excluidos del estudio sobre los ensayos de conformidad y no se considerará que el tipo de vehículo no es conforme, a no ser que no pueda encontrarse un número suficiente de vehículos que cumplan los requisitos de muestreo como para permitir que el estudio se realice de forma adecuada.
- A.1.2.5. Los tipos de vehículos o de motores en los que la recopilación de datos del funcionamiento en servicio influya en la supervisión del funcionamiento del sistema OBD se considerarán no conformes.
- A.1.3. Datos del funcionamiento en servicio del sistema OBD
- A.1.3.1. Los datos sobre el funcionamiento en servicio del sistema OBD que deberán tenerse en cuenta para evaluar la conformidad de una familia de motores OBD serán los registrados por el sistema OBD de conformidad con el punto 6 del anexo 9C y se facilitarán conforme a lo dispuesto en el punto 7 de dicho anexo.
- A.1.4. Selección de motores o vehículos
- A.1.4.1. Selección de motores
- A.1.4.1.1. En caso de que se utilice una familia de motores OBD en varias familias de motores (figura 2), el fabricante seleccionará motores de cada una de estas familias de motores para demostrar el funcionamiento en servicio de dicha familia de motores OBD.

- A.1.4.1.2. Cualquier motor de una familia de motores OBD concreta podrá incluirse en la misma demostración incluso aunque los sistemas de seguimiento con los que estén equipados sean de distintas generaciones o se encuentren en distintos estados de modificación.
- A.1.4.2. Selección de vehículos
- A.1.4.2.1. Segmentos de vehículos
- A.1.4.2.1.1. Para clasificar los vehículos sujetos a demostración, se considerarán seis segmentos de vehículos:
- para los vehículos de la clase N: vehículos de largo recorrido, vehículos de distribución y vehículos de otros tipos, como los vehículos de construcción;
  - para los vehículos de la clase M: autocares y autobuses interurbanos, autobuses urbanos y vehículos de otros tipos, como los vehículos M1.
- A.1.4.2.1.2. Siempre que sea posible, en un estudio se seleccionarán vehículos de cada segmento.
- A.1.4.2.1.3. Habrá 15 vehículos por segmento, como mínimo.
- A.1.4.2.1.4. En caso de que se utilice una familia de motores OBD en varias familias de motores (figura 2), el número de motores de cada una de estas familias de motores dentro de un segmento de vehículos será lo más representativo posible del volumen de dicho segmento de vehículos por lo que se refiere a los vehículos vendidos y en servicio.
- A.1.4.2.2. Criterios de aceptación de los vehículos
- A.1.4.2.2.1. Los motores seleccionados deberán instalarse en vehículos matriculados y utilizados en un país que se encuentre entre las Partes Contratantes.
- A.1.4.2.2.2. Cada vehículo seleccionado deberá estar provisto de un registro de mantenimiento que atestigüe que dicho vehículo ha sido objeto de un mantenimiento y un uso correctos de conformidad con las recomendaciones del fabricante.
- A.1.4.2.2.3. Se verificará el correcto funcionamiento del sistema OBD. Se registrarán todas las indicaciones de mal funcionamiento pertinentes para el sistema OBD que contenga la memoria del propio OBD y se efectuarán las reparaciones necesarias.
- A.1.4.2.2.4. El motor y el vehículo no deberán presentar señales de uso abusivo, como exceso de carga, uso de combustible inadecuado u otro uso inapropiado, ni de otros factores, como manipulación, que puedan afectar al funcionamiento del sistema OBD. Los códigos de fallo del sistema OBD y la información sobre las horas de funcionamiento almacenada en la memoria informática serán algunas de las pruebas que se tengan en cuenta para determinar si el vehículo ha sido objeto de un uso abusivo o si, por algún otro motivo, no puede aceptarse la inclusión del vehículo en un estudio.
- A.1.4.2.2.5. Todos los componentes del sistema de control de emisiones y del sistema OBD del vehículo serán los que se determinen en los documentos de homologación de tipo aplicables.
- A.1.5. Estudios de resultados en servicio
- A.1.5.1. Recopilación de datos sobre el funcionamiento en servicio
- A.1.5.1.1. Conforme a lo dispuesto en el punto A.1.6, el fabricante obtendrá la información siguiente del sistema OBD de cada vehículo que figure en el estudio:
- el número de identificación del vehículo (VIN);
  - el numerador<sub>g</sub> y el denominador<sub>g</sub> de cada grupo de monitores registrados por el sistema conforme a los requisitos del punto 6 del anexo 9C;
  - el denominador general;
  - el valor del contador del ciclo de encendido;
  - las horas totales de funcionamiento del motor.
- A.1.5.1.2. Se hará caso omiso de los resultados del grupo de monitores evaluados si su denominador no alcanza un valor mínimo de 25.

- A.1.5.2. Evaluación del funcionamiento en servicio
- A.1.5.2.1. La relación real de funcionamiento en servicio por grupo de monitores de un motor individual (IUPR<sub>g</sub>) se calculará a partir del numerador<sub>g</sub> y el denominador<sub>g</sub> obtenidos del sistema OBD de dicho vehículo.
- A.1.5.2.2. La evaluación del funcionamiento en servicio de la familia de motores OBD conforme a lo dispuesto en el punto 6.5.1 del presente anexo se llevará a cabo para cada grupo de monitores dentro de la familia de motores OBD considerada en un segmento de vehículos.
- A.1.5.2.3. Para cualquier segmento de vehículos definido en el punto A.1.4.2.1 del presente apéndice, se considerará que el funcionamiento en servicio del sistema OBD queda demostrado a los efectos del punto 6.5.1 del presente anexo únicamente si se cumplen las siguientes condiciones para cualquier grupo g de monitores:
- el valor medio  $\overline{IUPR_g}$  de los valores IUPR<sub>g</sub> de la muestra considerada es superior al 88 % de la IUPR(min),  
y
  - más del 34 % de todos los motores de la muestra considerada tienen una IUPR<sub>g</sub> igual o superior a la IUPR(min).
- A.1.6. Informe al autoridad de homologación de tipo
- El fabricante facilitará al autoridad de homologación de tipo un informe sobre el funcionamiento en servicio de la familia de motores OBD que contenga la información indicada en los puntos siguientes.
- A.1.6.1. La lista de las familias de motores incluidas en la familia de motores OBD de que se trate (figura 1).
- A.1.6.2. La información siguiente sobre los vehículos considerados en la demostración:
- el número total de vehículos considerados en la demostración;
  - el número y el tipo de segmentos de vehículos;
  - el número de identificación del vehículo (VIN) y una breve descripción (tipo-variante-versión) de cada vehículo.
- A.1.6.3. La información sobre el funcionamiento en servicio correspondiente a cada vehículo:
- el numerador<sub>g</sub>, el denominador<sub>g</sub> y la relación de funcionamiento en servicio (IUPR<sub>g</sub>) de cada grupo de monitores;
  - el denominador general, el valor del contador del ciclo de encendido y el número total de horas de funcionamiento del motor.
- A.1.6.4. Los resultados de las estadísticas de funcionamiento en servicio correspondientes a cada grupo de monitores:
- el valor medio  $\overline{IUPR_g}$  de los valores de la IUPR<sub>g</sub> de la muestra;
  - el número y el porcentaje de motores de la muestra que tienen una IUPR<sub>g</sub> igual o superior a la IUPRm(min).
-

*Apéndice 2***Modelo de declaración de conformidad de funcionamiento en servicio del sistema OBD**

«(Nombre del fabricante) certifica que los motores de esta familia de motores OBD han sido diseñados y fabricados de manera que cumplen todos los requisitos que contemplan los puntos 6.1 y 6.2 del anexo 9A.

(Nombre del fabricante) realiza esta declaración de buena fe, una vez realizada una evaluación técnica adecuada del funcionamiento en servicio de los motores de la familia de motores OBD en el conjunto pertinente de condiciones de funcionamiento y ambientales.

[fecha]»

---

## ANEXO 9B

**REQUISITOS TÉCNICOS DE LOS SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO A BORDO (OBD)**

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anexo se exponen los requisitos técnicos de los sistemas de diagnóstico a bordo (OBD) para el control de las emisiones de los sistemas de motor cubiertos por el presente Reglamento.

El presente anexo está basado en el Reglamento técnico mundial OBD n° 5.

2. RESERVADO <sup>(1)</sup>

## 3. DEFINICIONES

- 3.1. «Sistema de alerta»: sistema a bordo del vehículo que informa al conductor o a cualquier otra parte interesada de que el sistema OBD ha detectado un mal funcionamiento.
- 3.2. «Número de verificación de la calibración»: número que calcula y notifica el sistema de motor para validar la calibración/integridad del *software*.
- 3.3. «Supervisión de los componentes»: supervisión de los componentes de entrada para detectar fallos en los circuitos eléctricos y fallos de racionalidad y supervisión de los componentes de salida para detectar fallos en los circuitos eléctricos y fallos de funcionalidad. Hace referencia a los componentes que están conectados eléctricamente a los controladores del sistema de motor.
- 3.4. «Código de problema de diagnóstico (DTC) confirmado y activo»: DTC almacenado en el tiempo en que el sistema OBD concluye que existe un mal funcionamiento.
- 3.5. «Indicador de mal funcionamiento (IMF) continuo»: indicador de mal funcionamiento que permanece activo todo el tiempo que la llave esté en posición «on» (en funcionamiento) con el motor funcionando (encendido «on»; motor «on»).
- 3.6. «Deficiencia»: estrategia de supervisión del sistema OBD o cualquier otra característica del sistema OBD que no cumpla los requisitos detallados en el presente anexo.
- 3.7. «Fallo del circuito eléctrico»: mal funcionamiento (por ejemplo, circuito abierto o cortocircuito) que suponga que la señal medida (tensiones, corrientes, frecuencias, etc.) no se encuentre dentro del intervalo en que está previsto que actúe la función de transferencia del sensor.
- 3.8. «Familia de sistemas OBD sobre emisiones»: agrupación por parte de un fabricante de sistemas de motor que utilicen métodos comunes de supervisión/diagnóstico de los casos de mal funcionamiento relacionados con las emisiones.
- 3.9. «Supervisión del umbral de emisiones»: supervisión de un mal funcionamiento que da lugar a un rebasamiento de los umbrales del sistema OBD (OTL) y que consta de uno de los siguientes elementos o de ambos:
- a) la medición de las emisiones directas mediante uno o varios sensores de emisiones en el tubo de escape y un modelo para correlacionar las emisiones directas con las emisiones específicas del ciclo de ensayo aplicable;
  - b) la indicación de un aumento de las emisiones mediante la correlación de los datos informáticos de entrada y salida con las emisiones específicas del ciclo de ensayo.
- 3.10. «Fallo de funcionalidad»: mal funcionamiento en el que el componente de salida no responde de la forma esperada a un comando informático.
- 3.11. «Estrategia de control de mal funcionamiento relacionado con las emisiones (MECS)»: estrategia dentro del sistema de motor que se activa como consecuencia de un mal funcionamiento relacionado con las emisiones.
- 3.12. «Situación del IMF»: situación del comando del IMF, es decir, «IMF continuo», «IMF a petición», «IMF corto» o apagado.
- 3.13. «Supervisión» (véase «supervisión del umbral de emisiones», «supervisión de las prestaciones» y «supervisión de fallo funcional total»).
- 3.14. «Ciclo de ensayo del sistema OBD»: ciclo durante el cual se hace funcionar un sistema de motor en un banco de pruebas para evaluar la respuesta de un sistema OBD ante la presencia de un componente deteriorado aceptado.

<sup>(1)</sup> La numeración del presente anexo es coherente con la del Reglamento técnico mundial n° 5 WWH-OBD. No obstante, algunos puntos del WWH-OBD no son necesarios en el presente anexo.

- 3.15. «Sistema de motor de referencia-OBD»: sistema de motor que ha sido seleccionado dentro de una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones al ser la mayoría de sus elementos de diseño representativos de la citada familia.
- 3.16. «Indicador de mal funcionamiento (IMF) a petición»: indicador de mal funcionamiento que da una indicación continua en respuesta a una demanda desde el puesto de conducción cuando la llave se encuentre en posición «on» (en funcionamiento) con el motor parado (encendido «on»; motor «off»).
- 3.17. «Código de problema de diagnóstico (DTC) pendiente»: DTC almacenado por un sistema OBD porque un monitor ha detectado una situación en la que puede haberse producido un mal funcionamiento durante la secuencia en curso o la última secuencia completada.
- 3.18. «Código de problema de diagnóstico (DTC) potencial»: DTC almacenado por un sistema OBD porque un monitor ha detectado una situación en la que puede haberse producido un mal funcionamiento, pero que requiere análisis adicionales para confirmarlo. Un DTC potencial es un DTC pendiente que no está confirmado y activo.
- 3.19. «DTC previamente activo»: DTC previamente confirmado y activo que sigue almacenado después de que un sistema OBD haya concluido que ya ha cesado el mal funcionamiento que lo ha causado.
- 3.20. «Fallo de racionalidad»: mal funcionamiento en el que la señal de un sensor o componente individual difiere de la esperada cuando se evalúa respecto a las señales disponibles de otros sensores o componentes del sistema de control. Los fallos de racionalidad incluyen los casos de mal funcionamiento responsables de que las señales medidas (tensiones, corrientes, frecuencias, etc.) se encuentren dentro del intervalo en que está previsto que actúe la función de transferencia del sensor.
- 3.21. «Preparación»: situación que indica si uno o varios monitores han funcionado desde el último borrado a petición de una herramienta o un comando externos (por ejemplo, mediante una herramienta de exploración del sistema OBD).
- 3.22. «Indicador de mal funcionamiento (IMF) corto»: indicador de mal funcionamiento que muestra una indicación continua, desde el momento en que la llave se pone en posición «on» (en funcionamiento) y se arranca el motor (encendido «on»; motor «on»), durante 15 segundos o hasta que la llave se ponga en posición «off» (lo que ocurra antes).
- 3.23. «Identificación de la calibración del software»: serie de caracteres alfanuméricos que identifica la calibración o la versión o versiones del software instalado en el sistema de motor en relación con las emisiones.
- 3.24. «Supervisión de fallo funcional total»: supervisión de un mal funcionamiento que dé lugar a una pérdida total de la función deseada de un sistema.
- 3.25. «Ciclo de calentamiento»: tiempo de funcionamiento del motor suficiente para que la temperatura del refrigerante aumente al menos 22 K (22 °C / 40 °F) desde la puesta en marcha del motor y alcance un valor mínimo de 333 K (60 °C / 140 °F) <sup>(1)</sup>.
- 3.26. Abreviaturas
- AES Estrategia auxiliar de emisiones
- CV Ventilación del cárter
- DOC Catalizador de oxidación diésel
- DPF Filtro de partículas diésel, incluidos el DPF catalizado y los filtros de regeneración continua (CRT)
- DTC Código de problema de diagnóstico
- EGR Recirculación del gas de escape
- HC Hidrocarburo
- LNT Filtro de NO<sub>x</sub> pobre (o adsorbedor de NO<sub>x</sub>)
- GLP Gas licuado de petróleo
- MECS Estrategia de control de mal funcionamiento relacionado con las emisiones
- GN Gas natural
- NO<sub>x</sub> Óxidos de nitrógeno
- OTL Umbrales del sistema OBD
- PM Partículas
- SCR Reducción catalítica selectiva

<sup>(1)</sup> Esta definición no implica que sea necesario un sensor de temperatura para medir la temperatura del refrigerante.

- SW Limpiaparabrisas
- TFF Supervisión de fallo funcional total
- VGT Turbocompresor de geometría variable
- VVT Regulación de válvula variable

#### 4. Requisitos generales

En el contexto del presente anexo, el sistema OBD tendrá la capacidad de detectar casos de mal funcionamiento, de indicar su aparición por medio de un indicador de mal funcionamiento, de determinar la zona probable de mal funcionamiento por medio de información almacenada en la memoria del ordenador y de comunicar la información a un ordenador exterior.

El sistema OBD estará diseñado y fabricado de manera que pueda detectar distintos tipos de mal funcionamiento durante toda la vida del vehículo o motor. Para cumplir este objetivo, la autoridad de homologación de tipo aceptará que los motores que hayan sido utilizados más allá de la vida útil reglamentaria pueden presentar cierto deterioro en el funcionamiento y la sensibilidad del sistema OBD, de tal manera que puedan rebasarse los umbrales de dicho sistema antes de que indique un mal funcionamiento al conductor del vehículo.

El punto anterior no extiende la responsabilidad del fabricante más allá de la vida útil regulada del motor (a saber, el tiempo o la distancia en que siguen aplicándose las normas o los límites de emisiones).

#### 4.1. Solicitud de homologación de un sistema OBD

##### 4.1.1. Homologación primaria

El fabricante de un sistema de motor podrá solicitar la homologación de su sistema OBD de una de las tres maneras siguientes:

- a) el fabricante de un sistema de motor solicita la homologación de un sistema OBD individual demostrando que cumple todas las disposiciones expuestas en el presente anexo;
- b) el fabricante de un sistema de motor solicita la homologación de una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones demostrando que cumple todas las disposiciones expuestas en el presente anexo;

el fabricante de un sistema de motor solicita la homologación de un sistema OBD individual demostrando que cumple los criterios para pertenecer a una familia ya certificada de sistemas OBD en relación con las emisiones.

##### 4.1.2. Extensión o modificación de un certificado existente

##### 4.1.2.1. Extensión para incluir un nuevo sistema de motor dentro de una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones

A petición del fabricante, y previa aprobación por parte de la autoridad de homologación de tipo, podrá admitirse un nuevo sistema de motor como miembro de una familia certificada de sistemas OBD en relación con las emisiones si todos los sistemas de motor de la familia ampliada siguen teniendo métodos comunes de supervisión / diagnóstico de los casos de mal funcionamiento relacionados con las emisiones.

Si todos los elementos de diseño del OBD del sistema de motor de referencia-OBD son representativos del nuevo sistema de motor, no se modificará el citado sistema de motor de referencia-OBD y el fabricante modificará el expediente documental en función del punto 8 del presente anexo.

Si el nuevo sistema de motor contiene elementos de diseño que no están representados en el sistema de motor de referencia-OBD, pero dicho nuevo sistema es representativo de toda la familia, se convertirá en el nuevo sistema motor de referencia-OBD. En ese caso, se demostrará que los nuevos elementos de diseño del sistema OBD son conformes a las disposiciones del presente anexo y el expediente documental se modificará con arreglo a lo dispuesto en el punto 8 del presente anexo.

##### 4.1.2.2. Extensión para incorporar un cambio de diseño que afecta al sistema OBD

A petición del fabricante, y previa aprobación por parte de la autoridad de homologación de tipo, podrá concederse una extensión del certificado existente en caso de cambio de diseño del sistema OBD si el fabricante demuestra que los cambios de diseño son conformes a las disposiciones del presente anexo.

El expediente documental se modificará con arreglo al punto 8 del presente anexo.

Si el certificado existente se aplica a una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones, el fabricante justificará ante la autoridad de homologación de tipo que los métodos de supervisión/diagnóstico de los casos de mal funcionamiento relacionados con las emisiones siguen siendo comunes dentro de la familia y que el sistema motor de referencia-OBD sigue siendo representativo de la citada familia.

#### 4.1.2.3. Modificación del certificado para tomar en consideración la reclasificación de un mal funcionamiento

El presente punto se aplica cuando, a raíz de una petición de la autoridad que concedió la homologación, o por iniciativa propia, el fabricante solicita una modificación de un certificado existente para reclasificar uno o varios casos de mal funcionamiento.

La conformidad de la nueva clasificación se demostrará con arreglo a las disposiciones del presente anexo y el expediente documental se modificará con arreglo a lo dispuesto en el punto 8 del presente anexo.

#### 4.2. Requisitos de supervisión

Todos los componentes y sistemas relacionados con las emisiones incluidos en un sistema de motor serán supervisados por el sistema OBD con arreglo a los requisitos que establece el apéndice 3 del presente anexo, y en el caso de los motores o vehículos de combustible dual el punto 7, del anexo 15. No obstante, no se requiere que el sistema OBD utilice un monitor único para detectar cada caso de mal funcionamiento indicado en el apéndice 3, y en el caso de los motores o vehículos de combustible dual en el punto 7, del anexo 15.

El sistema OBD supervisará también sus propios componentes.

En los puntos del apéndice 3 se enumeran los sistemas y componentes que debe supervisar el sistema OBD y se describen los tipos de supervisión esperados para cada uno de esos componentes o sistemas (es decir, la supervisión de los umbrales de emisión, del funcionamiento, del fallo funcional total o de los componentes).

El fabricante podrá decidir supervisar sistemas y componentes adicionales.

##### 4.2.1. Selección de la técnica de supervisión

La autoridad de homologación de tipo podrá autorizar al fabricante a utilizar un tipo de técnica de supervisión distinto del mencionado en el apéndice 3, o en el caso de los motores o vehículos de combustible dual en el punto 7, del anexo 15. El fabricante demostrará que el tipo de supervisión elegido es fiable, oportuno y eficaz (mediante consideraciones técnicas, resultados de ensayo, acuerdos anteriores, etc.).

Cuando un sistema o un componente no estén contemplados en el apéndice 3, o en el caso de los motores o vehículos de combustible dual en el punto 7, del anexo 15, el fabricante presentará un planteamiento sobre supervisión para su aprobación por parte de la autoridad de homologación de tipo. La autoridad de homologación de tipo aprobará el tipo y la técnica de supervisión elegidos (a saber, la supervisión del umbral de emisiones, del funcionamiento, del fallo funcional total o de los componentes) si el fabricante demuestra (mediante consideraciones técnicas, resultados de ensayo, acuerdos anteriores, etc.) que son fiables, oportunos y eficaces respecto a los detallados en el apéndice 3, o en el caso de los motores o vehículos de combustible dual en el punto 7, del anexo 15.

##### 4.2.1.1. Correlación con las emisiones reales

En caso de supervisión del umbral de emisiones, se exigirá una correlación con las emisiones específicas del ciclo de ensayo. Esta correlación se demuestra generalmente con un motor de ensayo en condiciones de laboratorio.

En todos los demás casos de supervisión (supervisión del umbral de emisiones, del funcionamiento, del fallo funcional total o de los componentes) no es necesario efectuar una correlación con las emisiones reales. No obstante, la autoridad de homologación podrá pedir los datos de ensayo para verificar la clasificación de los efectos del mal funcionamiento, tal como se describe en el punto 6.2 del presente anexo.

Ejemplos:

Es posible que un mal funcionamiento eléctrico no requiera una correlación si se trata de un mal funcionamiento de tipo sí/no. Un mal funcionamiento de un filtro de partículas diésel detectado mediante diferencia de presión no exige una correlación, porque anticipa un mal funcionamiento.

Si el fabricante demuestra, con arreglo a los requisitos de demostración establecidos en el presente anexo, que las emisiones no superarían los umbrales del sistema OBD si se produjera un fallo total o la retirada de un componente o sistema, se aceptará una supervisión del funcionamiento de ese componente o sistema.

Cuando se utiliza un sensor de emisiones del tubo de escape para supervisar las emisiones de un contaminante específico, podrá eximirse de la realización de nuevas correlaciones con las emisiones reales de dicho contaminante para todos los demás monitores. No obstante, esta exención no impide que deban incluirse dichos monitores, mediante otras técnicas de supervisión, como parte del sistema OBD, puesto que siguen necesitándose los monitores para aislar los casos de mal funcionamiento.

Un mal funcionamiento se clasificará siempre con arreglo al punto 4.5 en función de cómo afecte a las emisiones e independientemente del tipo de supervisión utilizado para detectarlo.

#### 4.2.2. Supervisión de los componentes (componentes/sistemas de entrada/salida)

En el caso de los componentes de entrada que pertenecen al sistema de motor, el sistema OBD detectará como mínimo los fallos de circuito eléctrico y, en la medida de lo posible, los fallos de racionalidad.

Los diagnósticos de fallo de racionalidad verificarán, entonces, que la salida de un sensor de salida esté inadecuadamente alta o baja (habrá diagnósticos «bilaterales»).

En la medida de lo posible, y previo acuerdo de la autoridad de homologación de tipo, el sistema OBD detectará por separado los fallos de racionalidad (por ejemplo, inadecuadamente alto o bajo) y los fallos del circuito eléctrico (por ejemplo, fuera del intervalo por arriba o por abajo). Además, se almacenarán códigos de problema de diagnóstico únicos para cada mal funcionamiento (por ejemplo, fuera del intervalo por abajo, fuera del intervalo por arriba y fallo de racionalidad).

En el caso de los componentes de salida que pertenecen al sistema de motor, el sistema OBD detectará como mínimo los fallos de circuito eléctrico y, en la medida de lo posible, los casos en que no se produzca la respuesta funcional adecuada a los comandos informáticos.

En la medida de lo posible, y previo acuerdo de la autoridad de homologación de tipo, el sistema OBD detectará por separado los fallos de racionalidad, los fallos de circuito eléctrico (por ejemplo, fuera del intervalo por arriba o por abajo) y almacenará códigos de problema de diagnóstico únicos para cada mal funcionamiento distinto (por ejemplo, fuera del intervalo por abajo, fuera del intervalo por arriba o fallo de racionalidad).

El sistema OBD supervisará también la racionalidad de la información procedente de componentes que no pertenezcan al sistema de motor, o que sea suministrada a los mismos, cuando dicha información comprometa el buen funcionamiento del sistema de control de emisiones y/o del sistema de motor.

##### 4.2.2.1. Excepción relativa a la supervisión de los componentes

La supervisión de los fallos de circuito eléctrico y, en la medida de lo posible, de los fallos de racionalidad y de funcionalidad del sistema de motor no será necesaria si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- a) el fallo da lugar a un aumento de la emisión de cualquier contaminante inferior a un 50 % del límite de emisión regulado;
- b) ninguna emisión rebasa, a raíz del fallo, el límite de emisión regulado <sup>(1)</sup>; y
- c) el fallo no afecta a un componente o sistema necesario para el buen funcionamiento del sistema OBD;
- d) el fallo no afecta significativamente a la capacidad del sistema de control de emisiones de funcionar según su diseño original, ni retrasa dicha capacidad (por ejemplo, una avería del sistema de calentamiento del reactivo en condiciones de baja temperatura no puede considerarse una excepción).

La determinación del impacto de las emisiones se llevará a cabo en un sistema de motor estabilizado, en una celda de ensayo con dinamómetro de motor, con arreglo a los procedimientos de demostración del presente anexo.

Cuando dicha demostración no sea concluyente en cuanto al criterio d), el fabricante presentará ante la autoridad de homologación de tipo elementos de diseño adecuados tales como buenas prácticas técnicas, consideraciones técnicas, simulaciones, resultados de ensayos, etc.

##### 4.2.3. Frecuencia de supervisión

Los monitores funcionarán continuamente, cuando se satisfagan las condiciones de supervisión, o una vez por secuencia de funcionamiento (por ejemplo, en el caso de los monitores cuyo funcionamiento haga aumentar las emisiones).

La autoridad de homologación de tipo podrá homologar, a petición del fabricante, monitores que no funcionen continuamente. En tal caso, el fabricante informará claramente a la autoridad de homologación de tipo y describirá las condiciones en las cuales funciona el monitor y justificará la propuesta mediante elementos de diseño apropiados (como buenas prácticas técnicas).

<sup>(1)</sup> El valor medido se considerará tomando en cuenta la tolerancia de precisión pertinente del sistema de la celda de ensayo y el aumento de la variabilidad en los resultados de ensayo debido al mal funcionamiento.

Los monitores funcionarán durante el ciclo de ensayo del sistema OBD, tal como se especifica en el punto 7.2.2.

Se considerará que un monitor funciona continuamente si lo hace a un ritmo no inferior a dos veces por segundo y concluye la presencia o ausencia del fallo pertinente para ese monitor antes de 15 segundos. Si a efectos de control del motor un componente informático de entrada o de salida se muestrea con una frecuencia inferior a dos veces por segundo, se considerará de igual modo que el monitor funciona continuamente si el sistema concluye la presencia o la ausencia del fallo pertinente para ese monitor cada vez que se produce el muestreo.

Para los componentes o sistemas supervisados de manera continua, no es necesario activar un componente/sistema de salida con la única finalidad de supervisar dicho componente/sistema de salida.

#### 4.3. Requisitos del registro de la información del sistema OBD

Cuando se detecte un mal funcionamiento, pero aún no se haya confirmado, se considerará un «código de problema de diagnóstico (DTC) potencial» y, en consecuencia, se registrará un «DTC pendiente». Un «DTC potencial» no dará lugar a la activación de un sistema de alerta con arreglo al punto 4.6.

En la primera secuencia de funcionamiento, un mal funcionamiento podrá considerarse directamente «confirmado y activo» sin que se haya considerado «DTC potencial». Se catalogará como «DTC pendiente» y «DTC confirmado y activo».

Si se produce de nuevo un mal funcionamiento con el DTC anterior activo, el fabricante tiene la opción de catalogarlo directamente como «DTC pendiente» y «DTC confirmado y activo» sin pasar por la categoría de «DTC potencial». Si ese mal funcionamiento recibe la categoría de «DTC potencial», conservará también la categoría de «activo» anterior hasta que se catalogue como «confirmado y activo».

El sistema de supervisión determinará si existe un mal funcionamiento antes del final de la próxima secuencia de funcionamiento tras su primera detección. Se almacenará entonces un DTC «confirmado y activo» y se activará el sistema de alerta con arreglo al punto 4.6.

En caso de estrategia de control de mal funcionamiento relacionado con las emisiones (MECS) recuperable (el funcionamiento recupera automáticamente la normalidad y la MECS se desactiva en el siguiente encendido del motor), no es necesario almacenar un DTC «confirmado y activo» salvo que la MECS vuelva a activarse antes de que finalice la siguiente secuencia de funcionamiento. En caso de MECS no recuperable, se almacenará un DTC «confirmado y activo» tan pronto como se active la MECS.

En algunos casos específicos en los que los monitores necesiten más de dos secuencias de funcionamiento para detectar y confirmar un mal funcionamiento (por ejemplo, monitores que utilicen modelos estadísticos o actúen respecto al consumo de fluido en el vehículo), la autoridad de homologación de tipo podrá autorizar el uso de más de dos secuencias de funcionamiento con fines de supervisión si el fabricante justifica la necesidad de un periodo más largo (por ejemplo, motivos técnicos, resultados experimentales, experiencia interna, etc.).

Cuando el sistema deje de detectar un mal funcionamiento confirmado y activo durante una secuencia de funcionamiento completa, este se catalogará como «activo» al inicio de la siguiente secuencia de funcionamiento y conservará dicha categoría hasta que la información del OBD asociada a dicho mal funcionamiento sea borrada por una herramienta de exploración o sea borrada de la memoria del ordenador con arreglo al punto 4.4.

*Nota:* Los requisitos establecidos en el presente punto se ilustran en el apéndice 2 del presente anexo.

#### 4.4. Requisitos del borrado de la información del sistema OBD

El propio sistema OBD no borrará el DTC ni la información pertinente (incluida la imagen fija correspondiente) de la memoria del ordenador hasta que ese DTC haya estado en la categoría «activo» anterior durante un mínimo de 40 ciclos de calentamiento o 200 horas de funcionamiento del motor (lo que se produzca antes). El sistema OBD borrará todos los DTC y la información aplicable (incluida la imagen fija correspondiente) a petición de una herramienta de exploración o de mantenimiento.

#### 4.5. Requisitos de clasificación de los casos de mal funcionamiento

La clasificación de casos de mal funcionamiento especifica la categoría que se asigna a un mal funcionamiento cuando se detecta con arreglo a los requisitos establecidos en el punto 4.2 del presente anexo.

Un mal funcionamiento se clasificará en una categoría durante la vida real del vehículo, salvo que la autoridad que concedió el certificado y el fabricante determinen que es necesario proceder a una reclasificación de ese mal funcionamiento.

Si un mal funcionamiento está clasificado diferentemente en función de distintas emisiones contaminantes reguladas o de su impacto en otra capacidad de supervisión, se clasificará en la categoría que tenga prioridad en la estrategia de visualización discriminatoria.

Si se activa una estrategia de control de mal funcionamiento relacionado con las emisiones (MECS) como consecuencia de la detección de un mal funcionamiento, este se clasificará en función del impacto de la MECS activada en las emisiones, o bien de su impacto en otra capacidad de supervisión. El mal funcionamiento se clasificará, pues, en la categoría que tenga prioridad en la estrategia de visualización discriminatoria.

#### 4.5.1. Mal funcionamiento de categoría A

Un mal funcionamiento se clasificará en la categoría A cuando se consideren superados los umbrales del sistema OBD (OTL).

Se acepta que las emisiones pueden no haber superado los umbrales del sistema OBD cuando se produce este mal funcionamiento.

#### 4.5.2. Mal funcionamiento de categoría B1

Un mal funcionamiento se clasificará en la categoría B1 cuando se den circunstancias que puedan dar lugar a un rebasamiento de los umbrales del sistema OBD, pero cuya influencia exacta en las emisiones no pueda estimarse y, por lo tanto, las emisiones reales en función de las circunstancias puedan encontrarse por encima o por debajo de los umbrales del sistema OBD.

Entre los casos de mal funcionamiento de categoría B1 cabe citar los detectados por monitores que deducen los niveles de emisiones a partir de lecturas de sensores o una capacidad de supervisión restringida.

La categoría B1 incluirá los casos de mal funcionamiento que restrinjan la capacidad del sistema OBD de supervisar los casos de mal funcionamiento de las categorías A o B1.

#### 4.5.3. Mal funcionamiento de categoría B2

Un mal funcionamiento se clasificará en la categoría B2 cuando se den las circunstancias que se suponga que influyen en las emisiones, pero no hasta un nivel que supere los límites del sistema OBD.

Los casos de mal funcionamiento que restringen la capacidad del sistema OBD de supervisar los casos de mal funcionamiento de la categoría B2 se clasificarán en las categorías B1 o B2.

#### 4.5.4. Mal funcionamiento de categoría C

Un mal funcionamiento se clasificará en la categoría C cuando se den las circunstancias, en caso de que se supervisen, que se supone que influyen en las emisiones, pero hasta un nivel que no supere los límites de emisión regulados.

Los casos de mal funcionamiento que restringen la capacidad del sistema OBD de supervisar los casos de mal funcionamiento de la categoría C se clasificarán en las categorías B1 o B2.

#### 4.6. Sistema de alerta

El fallo de un componente del sistema de alerta no hará que deje de funcionar el sistema OBD.

##### 4.6.1. Especificación relativa al indicador de mal funcionamiento

El indicador de mal funcionamiento será una señal visual que resulte perceptible en todas las condiciones de iluminación. El indicador de mal funcionamiento incluirá una señal de advertencia amarilla o ámbar (tal como se define en el Reglamento nº 37 CEPE) identificada mediante el símbolo 0640 con arreglo a la norma ISO 7000:2004.

##### 4.6.2. Sistemas de iluminación del indicador de mal funcionamiento

En función del caso o los casos de mal funcionamiento detectados por el sistema OBD, el indicador de mal funcionamiento se iluminará según uno de los modos de activación descritos en el cuadro siguiente.

|                           | Modo de activación 1                   | Modo de activación 2                        | Modo de activación 3                                      | Modo de activación 4                                    |
|---------------------------|--|---|---|---|
| Condiciones de activación | Sin mal funcionamiento                 | Mal funcionamiento de categoría C           | Mal funcionamiento de categoría B y contadores B1 < 200 h | Mal funcionamiento de categoría A o contador B1 > 200 h |
| Llave «on» Motor «on»     | Sin visualización                      | Estrategia de visualización discriminatoria | Estrategia de visualización discriminatoria               | Estrategia de visualización discriminatoria             |
| Llave «on» Motor «off»    | Estrategia de visualización armonizada | Estrategia de visualización armonizada      | Estrategia de visualización armonizada                    | Estrategia de visualización armonizada                  |

La estrategia de visualización exige que el indicador de mal funcionamiento se active en función de la categoría en que se ha clasificado el mal funcionamiento. Esta estrategia se bloqueará mediante una codificación del software que no estará disponible sistemáticamente a través de la herramienta de exploración.

La estrategia de activación del indicador de mal funcionamiento con la llave «on» y el motor «off» se describe en el punto 4.6.4.

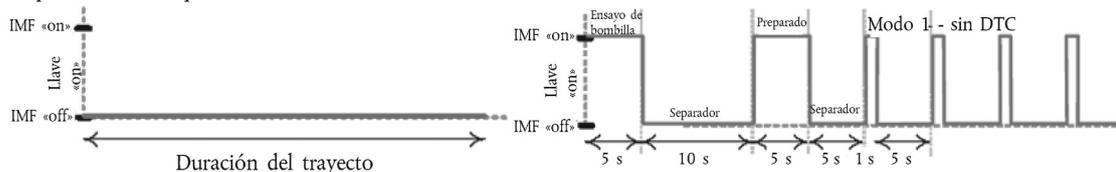
Las figuras B1 y B2 ilustran las estrategias de activación prescritas con la llave «on» y el motor «on» u «off».

Figura B1

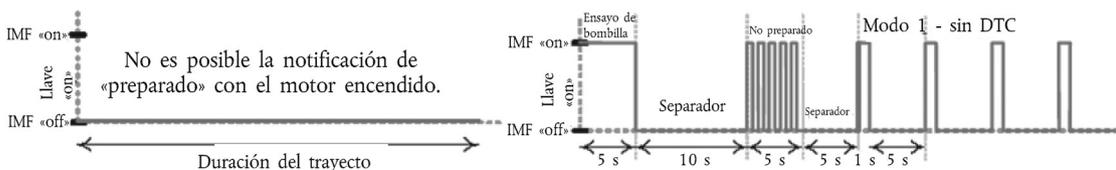
**Ensayo de bombilla e indicador de preparación**

MOTOR «ON» MOTOR «OFF»

a) IMF (bombilla) funcionando, sin notificación de mal funcionamiento, y la preparación de todos los componentes supervisados «completa».



b) IMF (bombilla) funcionando, sin notificación de mal funcionamiento, y al menos un componente con la preparación «no completa».



c) IMF (bombilla) no operativo

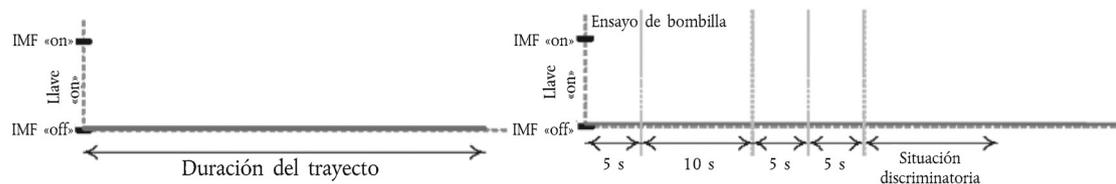
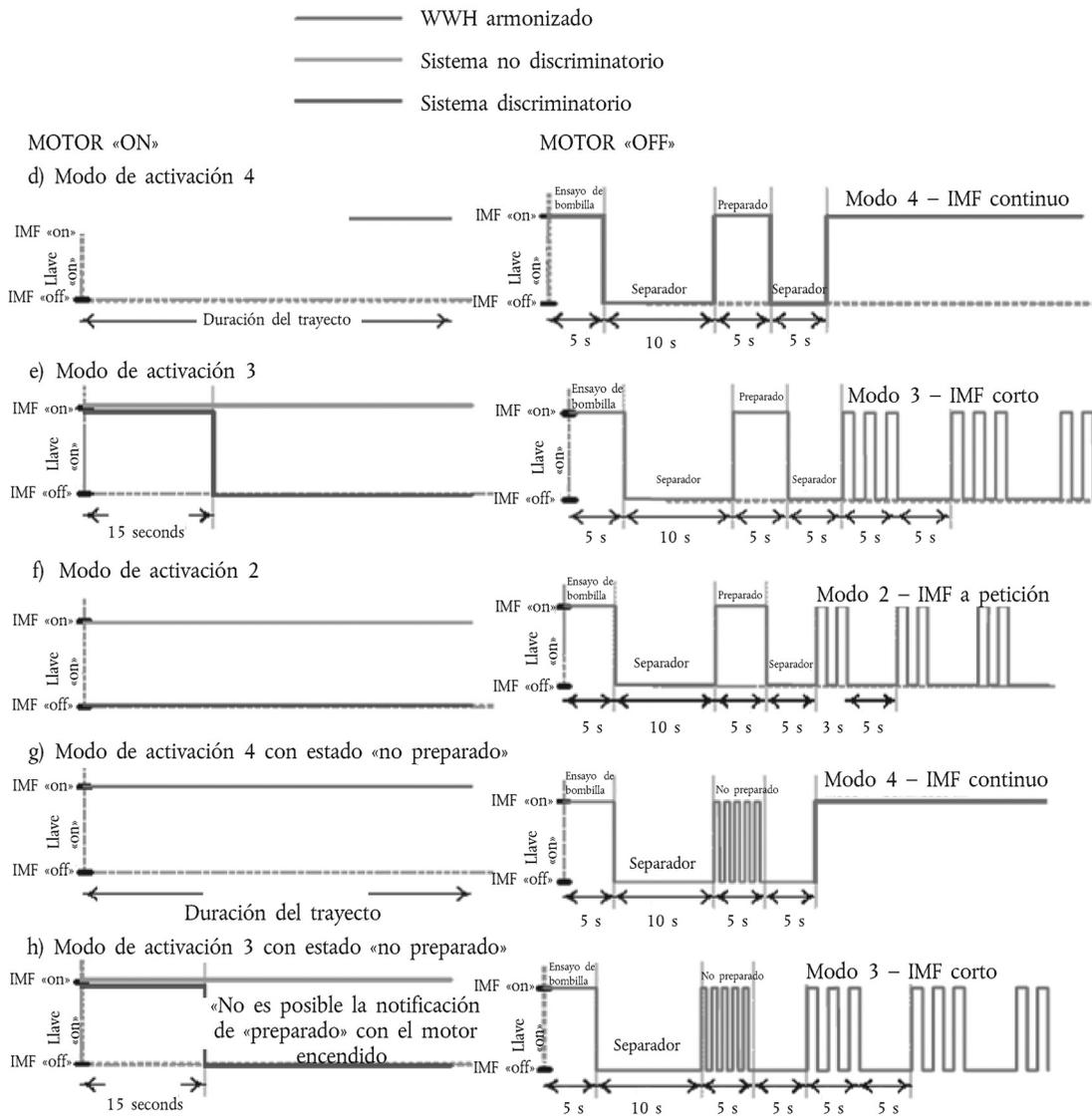


Figura B.2

Estrategia de visualización de mal funcionamiento: solo es aplicable la estrategia discriminatoria



4.6.3. Activación del IMF con el motor «on»

Cuando la llave se pone en posición «on» y se arranca el motor (motor «on»), el IMF se pondrá en posición «off», salvo que se hayan satisfecho las disposiciones del punto 4.6.3.1.

4.6.3.1. Estrategia de visualización del IMF

A efectos de la activación del IMF, el IMF continuo tendrá prioridad sobre el IMF corto y este tendrá prioridad sobre el IMF a petición.

4.6.3.1.1. Casos de mal funcionamiento de categoría A

El sistema OBD activará un IMF continuo al almacenar un DTC confirmado asociado a un mal funcionamiento de categoría A.

#### 4.6.3.1.2. Casos de mal funcionamiento de categoría B

El sistema OBD activará un «IMF corto» la próxima vez que se ponga la llave en posición «on» después del almacenamiento de un DTC activo asociado a un mal funcionamiento de categoría B.

Cada vez que un contador B1 alcance 200 horas, el sistema OBD activará un IMF continuo.

#### 4.6.3.1.3. Casos de mal funcionamiento de categoría C

El fabricante podrá facilitar información sobre los casos de mal funcionamiento de categoría C mediante el uso de un IMF a petición que estará disponible hasta que se arranque el motor.

#### 4.6.3.1.4. Sistema de desactivación del indicador de mal funcionamiento

El «IMF continuo» se transformará en «IMF corto» si se produce un solo caso de seguimiento, no se detecta el mal funcionamiento que activó inicialmente el IMF continuo durante la secuencia de funcionamiento en curso y no se activa un IMF continuo a raíz de otro mal funcionamiento.

El «IMF corto» se desactivará si no se detecta el mal funcionamiento durante tres secuencias de funcionamiento seguidas tras la secuencia de funcionamiento en la que el monitor ha concluido la ausencia del mal funcionamiento considerado y si el IMF no se activa como consecuencia de otro mal funcionamiento de categoría A o B.

Las figuras 1, 4A y 4B del apéndice 2 del presente anexo ilustran respectivamente la desactivación del IMF corto y continuo en diferentes casos de uso.

#### 4.6.4. Activación del IMF con la llave «on»/el motor «off»

La activación del IMF con la llave «on»/el motor «off» consistirá en dos secuencias separadas por un intervalo de cinco segundos con el IMF «off»:

- a) la primera secuencia está diseñada para facilitar una indicación de la funcionalidad del IMF y la preparación de los componentes supervisados;
- b) la segunda secuencia está diseñada para facilitar una indicación de la presencia de un mal funcionamiento.

La segunda secuencia se repetirá hasta que se encienda el motor <sup>(1)</sup> (motor «on») o se ponga la llave en la posición «off».

A petición del fabricante, dicha activación podrá producirse una sola vez durante una secuencia de funcionamiento (por ejemplo en el caso de los sistemas de arranque-parada).

##### 4.6.4.1. Funcionalidad y preparación del IMF

El IMF dará una señal estable durante cinco segundos para indicar que es funcional.

El IMF permanecerá en la posición «off» durante diez segundos.

El IMF permanecerá a continuación en posición «on» durante cinco segundos para indicar que se ha completado la preparación de todos los componentes supervisados.

El IMF parpadeará una vez por segundo durante cinco segundos para indicar que no se ha completado la preparación de uno o varios de los componentes supervisados.

El IMF permanecerá entonces en la posición «off» durante cinco segundos.

##### 4.6.4.2. Presencia o ausencia de un mal funcionamiento

Tras la secuencia descrita en el punto 4.6.4.1, el IMF indicará la presencia de un mal funcionamiento mediante una serie de destellos o iluminándose de manera permanente, en función del modo de activación aplicable, tal como se describe en los puntos siguientes; o indicará la ausencia de mal funcionamiento mediante una serie de destellos únicos. En su caso, cada destello durará un segundo con el IMF «on» seguido de un lapso de un segundo con el IMF «off», y a la serie de destellos seguirá un periodo de cinco segundos con el IMF «off».

<sup>(1)</sup> Un motor podrá considerarse encendido durante la fase de arranque.

Se consideran cuatro modos de activación. El modo de activación 4 tendrá prioridad sobre los modos de activación 1, 2 y 3; el modo de activación 3 tendrá prioridad sobre los modos de activación 1 y 2; y el modo de activación 2 tendrá prioridad sobre el modo de activación 1.

#### 4.6.4.2.1. Modo de activación 1: ausencia de mal funcionamiento

El IMF parpadeará una vez.

#### 4.6.4.2.2. Modo de activación 2: «IMF a petición»

El IMF parpadeará dos veces si el sistema OBD activa un «IMF a petición» de acuerdo con la estrategia de visualización discriminatoria descrita en el punto 4.6.3.1.

#### 4.6.4.2.3. Modo de activación 3: «IMF corto»

El IMF emitirá tres parpadeos si el sistema OBD activa un «IMF corto» de acuerdo con la estrategia de visualización discriminatoria descrita en el punto 4.6.3.1.

#### 4.6.4.2.4. Modo de activación 4: «IMF continuo»

El IMF permanecerá «on» de manera continua («IMF continuo») si el sistema OBD activa un «IMF continuo» de acuerdo con la estrategia de visualización discriminatoria descrita en el punto 4.6.3.1.

### 4.6.5. Contadores asociados a los casos de mal funcionamiento

#### 4.6.5.1. Contadores del IMF

##### 4.6.5.1.1. Contador del IMF continuo

El sistema OBD incluirá un contador del IMF continuo para registrar el número de horas que el motor ha funcionado con el IMF continuo activado.

El contador del IMF continuo contará hasta un valor máximo previsto en un contador de dos bytes con una hora de resolución y conservará ese valor salvo que se den las condiciones para una puesta a cero del contador.

El contador del IMF continuo funcionará de la manera siguiente:

- a) si empieza desde cero, el contador del IMF continuo empezará a contar tan pronto como se active el IMF continuo;
- b) el contador del IMF continuo se parará y conservará el valor alcanzado cuando el IMF continuo deje de estar activo;
- c) el contador del IMF continuo seguirá contando desde el punto en que se había detenido si en el transcurso de tres secuencias de funcionamiento se detecta un mal funcionamiento que dé lugar a un IMF continuo;
- d) el contador del IMF continuo volverá a contar desde cero si en el transcurso de tres secuencias de funcionamiento se detecta un mal funcionamiento que dé lugar a un IMF continuo desde la última parada del contador sin puesta a cero;
- e) el contador del IMF continuo se pondrá a cero cuando:
  - i) no se detecte ningún mal funcionamiento que dé lugar a un IMF continuo durante 40 ciclos de calentamiento o 200 horas de funcionamiento del motor desde la última parada del contador sin puesta a cero (lo que se produzca antes); o bien
  - ii) la herramienta de exploración del sistema OBD ordene a este último borrar la información que contiene.

Figura C1

Ilustración de los principios de activación de los contadores del IMF

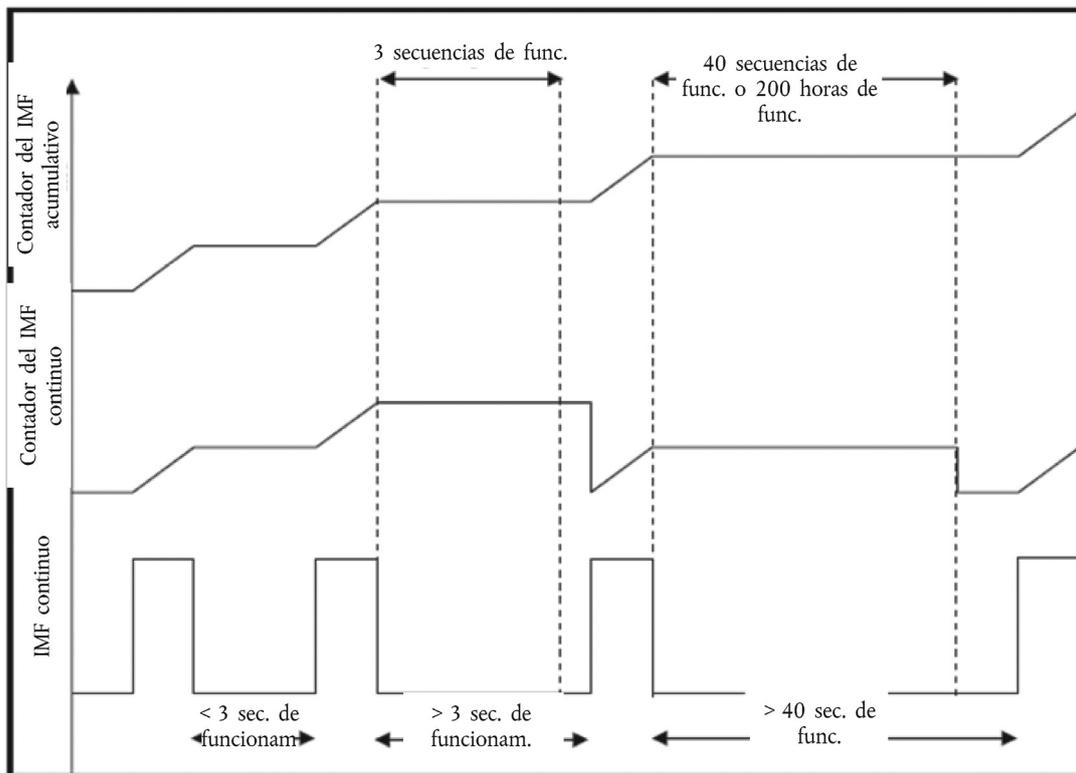
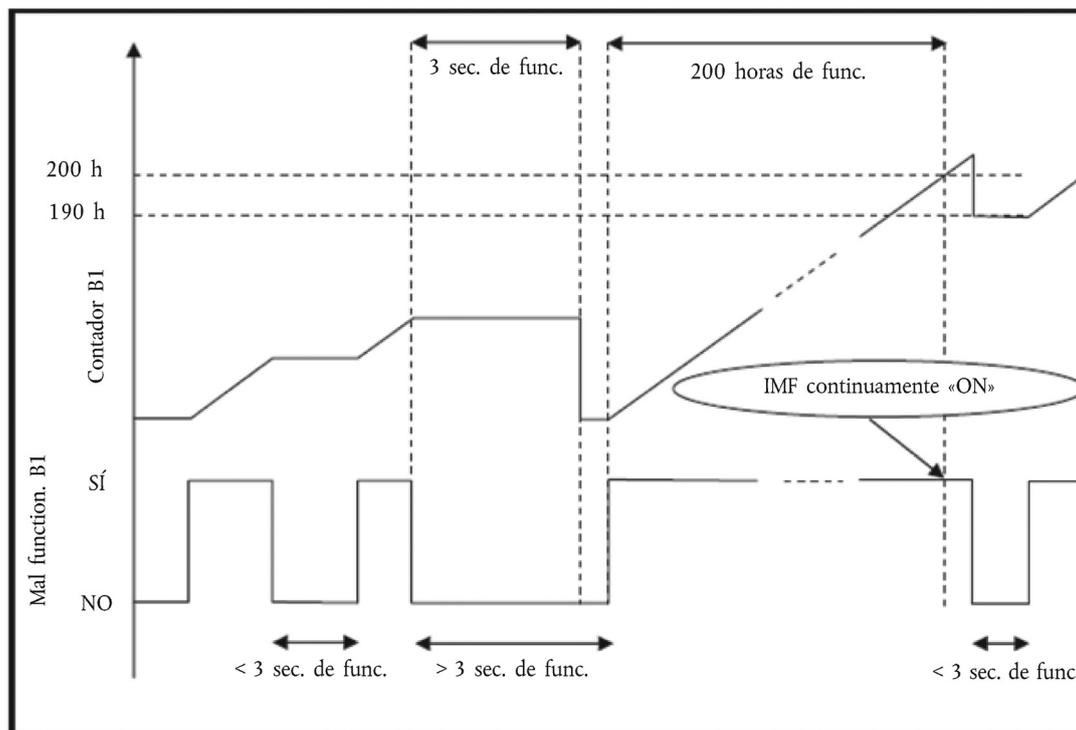


Figura C2

Ilustración de los principios de activación del contador B1



#### 4.6.5.1.2. Contador acumulativo del IMF continuo

El sistema OBD incluirá un contador acumulativo del IMF continuo para registrar el número acumulado de horas en las que el motor ha funcionado con el IMF continuo activado a lo largo de su vida.

El contador acumulativo del IMF continuo contará hasta un valor máximo previsto en un contador de dos bytes con una hora de resolución y conservará ese valor.

El sistema de motor, una herramienta de exploración o la desconexión de la batería no pondrán a cero el contador acumulativo del IMF continuo.

El contador acumulativo del IMF continuo funcionará de la manera siguiente:

- a) el contador acumulativo del IMF continuo empezará a contar cuando se active el IMF continuo;
- b) el contador acumulativo del IMF continuo se parará y conservará el valor alcanzado cuando el IMF continuo deje de estar activo;
- c) cuando se active un IMF continuo el contador acumulativo del IMF continuo seguirá contando desde el punto en que se detuvo.

La figura C1 ilustra el principio del contador acumulativo del IMF continuo y el apéndice 2 del presente anexo ofrece ejemplos que ilustran esa lógica.

#### 4.6.5.2. Contadores asociados a los casos de mal funcionamiento de categoría B1

##### 4.6.5.2.1. Contador B1 único

El sistema OBD incluirá un contador B1 para registrar el número de horas que el motor ha funcionado afectado por un mal funcionamiento de categoría B1.

El contador B1 funcionará de la manera siguiente:

- a) el contador B1 empezará a contar tan pronto como se detecte un mal funcionamiento de categoría B1 y se haya almacenado un código de problema de diagnóstico (DTC) activo;
- b) el contador B1 se parará y conservará el valor alcanzado si no hay ningún mal funcionamiento de categoría B1 confirmado y activo, o cuando una herramienta de exploración haya borrado todos los casos de mal funcionamiento de categoría B1;
- c) el contador B1 seguirá contando desde el punto en que se había parado si, en el transcurso de tres secuencias de funcionamiento, se detecta un mal funcionamiento posterior de categoría B1.

Cuando el contador B1 haya superado 200 horas de funcionamiento del motor, el sistema OBD pondrá el contador a 190 horas de funcionamiento del motor si dicho sistema determina que ya no hay ningún mal funcionamiento de categoría B1 confirmado y activo, o cuando una herramienta de exploración haya borrado todos los casos de mal funcionamiento de categoría B1. El contador B1 empezará a contar desde las 190 horas de funcionamiento del motor si, en el transcurso de tres secuencias de funcionamiento, hay un mal funcionamiento posterior de categoría B1.

El contador B1 se pondrá a cero tras tres secuencias de funcionamiento consecutivas sin que se detecte ningún mal funcionamiento de categoría B1.

*Nota:* El contador B1 no indica el número de horas de funcionamiento de un motor con presencia de un único mal funcionamiento de categoría B1.

El contador B1 puede acumular el número de horas de dos o varios casos de mal funcionamiento de categoría B1 distintos, sin que ninguno de ellos haya alcanzado el tiempo indicado por el contador.

El contador B1 tiene por única finalidad determinar cuándo debe activarse el IMF continuo.

La figura C2 ilustra el principio del contador B1 y el apéndice 2 del presente anexo ofrece ejemplos que ilustran esa lógica.

#### 4.6.5.2.2. Múltiples contadores B1

Un fabricante podrá utilizar múltiples contadores B1. En ese caso, el sistema será capaz de asignar un contador B1 específico a cada mal funcionamiento de categoría B1.

El control del contador B1 específico estará sujeto a las mismas reglas que el contador B1 único y cada contador B1 específico empezará a contar cuando se detecte un mal funcionamiento de categoría B1.

#### 4.7. Información del sistema OBD

##### 4.7.1. Información registrada

La información registrada por el sistema OBD estará disponible cuando la solicite un ordenador externo, estructurada en los tres paquetes siguientes:

- a) información sobre el estado del motor;
- b) información sobre los casos de mal funcionamiento activo relacionados con las emisiones;
- c) información para la reparación.

##### 4.7.1.1. Información sobre el estado del motor

Esta información indicará a los responsables de velar por el cumplimiento de las normas <sup>(1)</sup> la situación del indicador de mal funcionamiento y los datos asociados (por ejemplo, contador del IMF continuo, preparación).

El sistema OBD facilitará toda la información necesaria (de acuerdo con la norma aplicable establecida en el apéndice 6 del presente anexo) para que el equipo externo de verificación en carretera asimile los datos y ofrezca al agente encargado de velar por el cumplimiento de las normas la información siguiente:

- a) la estrategia de visualización discriminatoria/no discriminatoria;
- b) el número de identificación del vehículo (VIN);
- c) la presencia de un IMF continuo;
- d) la preparación del sistema OBD;
- e) el número de horas de funcionamiento del motor desde que se activara por última vez un IMF continuo (contador del IMF continuo).

El acceso a esta información se limitará a su lectura (no podrá borrarse).

##### 4.7.1.2. Información sobre los casos de mal funcionamiento activo relacionados con las emisiones

Esta información facilitará a cualquier centro de inspección <sup>(2)</sup> un subconjunto de datos del sistema OBD relacionados con el motor, incluida la situación del indicador de mal funcionamiento y los datos conexos (contadores del IMF), una lista de los casos de mal funcionamiento de las categorías A y B activos/confirmados y los datos conexos (por ejemplo, contador B1).

El sistema OBD facilitará toda la información necesaria (de acuerdo con la norma aplicable establecida en el apéndice 6 del presente anexo) para que el equipo externo de inspección asimile los datos y ofrezca al inspector la información siguiente:

- a) el número de Reglamento técnico mundial (y de la revisión), que se integrará en el marcado de homologación de tipo del Reglamento n° 49;
- b) la estrategia de visualización discriminatoria/ no discriminatoria;
- c) el número de identificación del vehículo (VIN);
- d) la situación del indicador de mal funcionamiento;
- e) la preparación del sistema OBD;

<sup>(1)</sup> Un uso típico de esta documentación podrá ser establecer la aptitud básica para circular con respecto a las emisiones del sistema de motor.

<sup>(2)</sup> Un uso típico de esta documentación podrá ser establecer una comprensión detallada de la aptitud para circular con respecto a las emisiones del sistema de motor.

- f) el número de ciclos de calentamiento y el número de horas de funcionamiento del motor desde que se borrara por última vez la información registrada por el sistema OBD;
- g) el número de horas de funcionamiento del motor desde que se activara por última vez un IMF continuo (contador del IMF continuo);
- h) el número de horas acumuladas de funcionamiento con un IMF continuo (contador del IMF continuo acumulativo);
- i) el valor del contador B1 que indique el mayor número de horas de funcionamiento del motor;
- j) los DTC confirmados y activos de casos de mal funcionamiento de categoría A;
- k) los DTC confirmados y activos de casos de mal funcionamiento de categoría B (B1 y B2);
- l) los DTC confirmados y activos de casos de mal funcionamiento de categoría B1;
- m) la identificación o las identificaciones de la calibración del *software*;
- n) el número o los números de verificación de la calibración.

El acceso a esta información se limitará a su lectura (no podrá borrarse).

#### 4.7.1.3. Información para la reparación

Esta información ofrecerá a los técnicos encargados de la reparación todos los datos del sistema OBD especificados en el presente anexo (por ejemplo, la información de imagen fija).

El sistema OBD facilitará toda la información necesaria (de acuerdo con la norma aplicable establecida en el apéndice 6 del presente anexo) para que el equipo de reparación externo asimile los datos y ofrezca al técnico de reparación la información siguiente:

- a) el número de Reglamento técnico mundial (y de la revisión), que se integrará en el marcado de homologación de tipo del Reglamento n° 49;
- b) el número de identificación del vehículo (VIN);
- c) la situación del indicador de mal funcionamiento;
- d) la preparación del sistema OBD;
- e) el número de ciclos de calentamiento y el número de horas de funcionamiento del motor desde que se borrara por última vez la información registrada por el sistema OBD;
- f) la situación del monitor (deshabilitado para el resto del ciclo de conducción, conclusión del ciclo de conducción o no conclusión del ciclo de conducción) desde la última parada del motor para cada monitor utilizado para determinar el estado de preparación;
- g) el número de horas de funcionamiento del motor desde que se activara el indicador de mal funcionamiento (contador del IMF continuo);
- h) los DTC confirmados y activos de casos de mal funcionamiento de categoría A;
- i) los DTC confirmados y activos de casos de mal funcionamiento de categoría B (B1 y B2);
- j) el número de horas acumuladas de funcionamiento con un IMF continuo (contador del IMF continuo acumulativo);
- k) el valor del contador B1 que indique el mayor número de horas de funcionamiento del motor;
- l) los DTC confirmados y activos de casos de mal funcionamiento de categoría B1 y el número de horas de funcionamiento del motor a partir de los contadores B1;
- m) los DTC confirmados y activos de casos de mal funcionamiento de categoría C;
- n) los DTC pendientes y su correspondiente categoría;
- o) los DTC activos previamente y su correspondiente categoría;

- p) la información en tiempo real sobre las señales de sensores seleccionadas y recomendadas por el fabricante del equipo original y las señales internas y de salida (véase el punto 4.7.2 y el apéndice 5 del presente anexo);
- q) la información de imagen fija requerida en el presente anexo (véase el punto 4.7.1.4 y el apéndice 5 del presente anexo);
- r) la identificación o las identificaciones de la calibración del *software*;
- s) el número o los números de verificación de la calibración.

El sistema OBD borrará todos los casos registrados de mal funcionamiento del sistema de motor, así como los datos conexos (información sobre el tiempo de funcionamiento, imagen fija, etc.), de acuerdo con las disposiciones del presente anexo, cuando reciba esa orden a través del equipo de reparación externo con arreglo a la norma aplicable establecida en el apéndice 6 del presente anexo.

#### 4.7.1.4. Información de imagen fija

En función de la decisión del fabricante, se almacenará al menos una «imagen fija» de la información en el momento del almacenamiento de un DTC potencial o de un DTC confirmado y activo. El fabricante podrá actualizar la información de imagen fija siempre que vuelva a detectarse el DTC pendiente.

La imagen fija indicará las condiciones de funcionamiento del vehículo en el momento de la detección del mal funcionamiento y el DTC asociado a los datos almacenados. La imagen fija incluirá la información indicada en el cuadro 1 del apéndice 5 del presente anexo. Incluirá también toda la información indicada en los cuadros 2 y 3 del apéndice 5 del presente anexo que se utilice con fines de supervisión o control en la unidad de control específica que almacenó el DTC.

El almacenamiento de la información de imagen fija asociada a un mal funcionamiento de categoría A tendrá prioridad sobre la información asociada a un mal funcionamiento de categoría B1; este último tendrá prioridad sobre la información asociada a un mal funcionamiento de categoría B2, el cual, a su vez, tendrá prioridad sobre un mal funcionamiento de categoría C. El primer mal funcionamiento detectado tendrá prioridad sobre el mal funcionamiento más reciente, salvo que este último sea de categoría superior.

En caso de que el sistema OBD supervise un dispositivo que no esté contemplado en el apéndice 5 del presente anexo, la información de imagen fija incluirá elementos de información sobre los sensores y actuadores de dicho dispositivo de forma similar a los descritos en el apéndice 5 del presente anexo. Este aspecto se someterá a la aprobación de la autoridad de homologación de tipo en el momento de la homologación.

#### 4.7.1.5. Preparación

Con las excepciones especificadas en los puntos 4.7.1.5.1, 4.7.1.5.2 y 4.7.1.5.3, una preparación se pondrá en estado «completo» únicamente cuando un monitor o un grupo de monitores tratados por esta situación hayan llevado a cabo la supervisión y concluido la presencia (es decir, hayan guardado un DTC confirmado y activo) o la ausencia de un fallo pertinente para ese monitor desde el último borrado a petición de una herramienta o un comando externos (por ejemplo, mediante una herramienta de exploración del sistema OBD). La preparación se pondrá en situación «incompleta» borrando la memoria del código de fallo (véase el punto 4.7.4) a petición de una herramienta o un comando externos (por ejemplo, mediante una herramienta de exploración del sistema OBD).

La parada normal del motor no hará cambiar el estado de preparación.

4.7.1.5.1. Previa autorización por parte de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante podrá solicitar que un monitor pueda indicar que la preparación está «completa» sin que el monitor haya llevado a cabo la supervisión y concluido la presencia o la ausencia del fallo pertinente para ese monitor, si se desactiva la supervisión de múltiples secuencias de funcionamiento (como mínimo nueve secuencias de funcionamiento o 72 horas de funcionamiento) debido a la presencia continua de condiciones de funcionamiento extremas (por ejemplo, temperatura ambiente fría o altitud elevada). En este tipo de solicitud deben especificarse las condiciones de desactivación del sistema de supervisión y el número de secuencias de funcionamiento que se efectuarían sin completar la supervisión antes de que se indique que la preparación está «completa». Las condiciones ambientales o de altitud extremas consideradas en la petición del fabricante nunca serán más severas que las especificadas en el presente anexo para la desactivación temporal del sistema OBD.

#### 4.7.1.5.2. Monitores sujetos a preparación

Se admitirá la preparación para cada uno de los monitores o grupos de monitores que se identifican en el presente anexo y que se exigen mediante el presente anexo, y al mencionar este anexo, con la excepción de los puntos 11 y 12 del apéndice 3 del presente anexo.

#### 4.7.1.5.3. Preparación de los monitores continuos

La preparación de cada uno de los monitores o grupos de monitores que se identifican en los puntos 1, 7 y 10 del apéndice 3 del presente anexo, que se exigen mediante el presente anexo, y al mencionar este anexo, y cuya supervisión se considera continua en el presente anexo, siempre indicará «completa».

#### 4.7.2. Información sobre el flujo de datos

Cuando se le solicite, el sistema OBD proporcionará en tiempo real la información indicada en los cuadros 1 a 4 del apéndice 5 del presente anexo a una herramienta de exploración (se utilizarán preferentemente los valores de las señales reales en lugar de valores sustitutivos).

A efectos de los parámetros de la carga y el par calculados, el sistema OBD indicará los valores más precisos que se calculen en la unidad de control electrónico aplicable (por ejemplo, el ordenador de control del motor).

El cuadro 1 del apéndice 5 del presente anexo ofrece una lista de información obligatoria del sistema OBD relacionada con la carga y el régimen del motor.

El cuadro 3 del apéndice 5 del presente anexo muestra qué otra información del sistema OBD debe incluirse si es utilizada por este sistema o por el sistema de emisiones para activar o desactivar cualquier monitor del sistema OBD.

El cuadro 4 del apéndice 5 del presente anexo muestra la información que debe incluirse si el motor está equipado para ello o si detecta o calcula la información<sup>(1)</sup>. Si así lo decide el fabricante, podrá incluirse otra información de imagen fija o flujo de datos.

En caso de que el sistema OBD supervise un dispositivo que no esté contemplado en el apéndice 5 del presente anexo (por ejemplo, la reducción catalítica selectiva), el flujo de datos incluirá elementos de información sobre los sensores y actuadores de dicho dispositivo de una forma similar a la descrita en el apéndice 5 del presente anexo. Este aspecto se someterá a la aprobación de la autoridad de homologación de tipo en el momento de la homologación de tipo.

#### 4.7.3. Acceso a la información del sistema OBD

El acceso a la información del sistema OBD se dará únicamente de acuerdo con las normas mencionadas en el apéndice 6 del presente anexo y en los párrafos siguientes<sup>(2)</sup>.

El acceso a la información del sistema OBD no estará sujeto a ningún tipo de contraseña, dispositivo o método que solo puedan facilitar el fabricante o sus proveedores. La interpretación de la información del sistema OBD no precisará de ninguna información de decodificación única, salvo que dicha información esté a disposición del público.

Deberá poder utilizarse un único método de acceso (por ejemplo, un único punto/nodo de acceso) a toda la información del sistema OBD. Este método permitirá acceder a toda la información del sistema OBD requerida en el presente anexo. Asimismo, permitirá acceder a paquetes de información específicos más pequeños, tal como se definen en el presente anexo (por ejemplo, paquetes de información sobre la aptitud para circular en el caso de un sistema OBD relacionado con las emisiones).

El acceso a la información del sistema OBD se facilitará con arreglo, como mínimo, a una de las siguientes series de normas mencionadas en el apéndice 6:

- a) ISO 27145 con ISO 15765-4 (basada en CAN);
- b) ISO 27145 con ISO 13400 (basada en TCP/IP);
- c) SAE J1939-73.

Los fabricantes utilizarán códigos de fallo apropiados definidos por normas ISO o SAE (por ejemplo, P0xxx, P2xxx, etc.) siempre que ello sea posible. Si dicha identificación no fuera posible, el fabricante podrá utilizar códigos de problemas de diagnóstico conformes a las disposiciones pertinentes de las normas ISO 27145 o SAE J1939. Los códigos de fallo serán totalmente accesibles mediante el equipo de diagnóstico normalizado según lo dispuesto en el presente anexo.

El fabricante facilitará al organismo de normalización ISO o SAE, mediante el proceso ISO o SAE adecuado, los datos de diagnóstico relacionados con las emisiones no especificados por las normas ISO 27145 o SAE J1939, pero relacionados con el presente anexo.

Deberá poder accederse a la información del sistema OBD mediante una conexión por cable.

<sup>(1)</sup> No se exige equipar el motor al único efecto de proporcionar los datos informativos mencionados en los cuadros 3 y 4 del anexo 5.  
<sup>(2)</sup> El fabricante puede utilizar un modo adicional de visualización del diagnóstico a bordo, como la instalación de un dispositivo de videopantalla en el salpicadero, para permitir el acceso a la información del sistema OBD. Este dispositivo adicional no estará sujeto a los requisitos del presente anexo.

El sistema OBD facilitará los datos de diagnóstico a bordo cuando se le soliciten mediante una herramienta de exploración que cumpla los requisitos de las normas aplicables mencionadas en el apéndice 6 (comunicación con una herramienta de ensayo externa).

#### 4.7.3.1. Comunicación por cable basada en CAN

La velocidad de comunicación de la conexión de datos por cable del sistema OBD será de 250 kbps o 500 kbps.

Es responsabilidad del fabricante seleccionar la velocidad de transmisión y diseñar el sistema OBD con arreglo a los requisitos especificados en las normas mencionadas en el apéndice 6 del presente anexo y en el presente anexo. El sistema OBD tolerará la detección automática entre estas dos velocidades de transmisión por parte del equipo de ensayo externo.

La interfaz de conexión entre el vehículo y el equipo de ensayo diagnóstico (por ejemplo, una herramienta de exploración) será estándar y cumplirá todos los requisitos de la norma ISO 15031-3, tipo A (alimentación eléctrica de 12 VCC), tipo B (alimentación eléctrica de 24 VCC) o SAE J1939-13 (alimentación eléctrica de 12 VCC o 24 VCC).

#### 4.7.3.2. Reservado para la comunicación por cable basada en TPC/IP (Ethernet).

#### 4.7.3.3. Ubicación del conector

El conector estará situado dentro del vehículo, en el hueco de las piernas del conductor, dentro del espacio delimitado por el lateral del vehículo del lado del conductor y el borde de la consola central del lado del conductor (o de la línea central del vehículo si este carece de consola central), en un lugar no más alto que la parte inferior del volante en su posición más baja. El conector no podrá situarse en la consola central (esto es, ni en las superficies horizontales cerca del selector de marchas montado en el suelo, el freno de mano o los sujetavientos, ni en las superficies verticales a proximidad de los mandos de la radio, la climatización o el sistema de navegación). La ubicación del conector deberá ser fácilmente identificable y accesible (por ejemplo, para conectar una herramienta externa). Para los vehículos dotados de una puerta en el lado del conductor, el conector deberá ser fácilmente identificable y accesible para una persona que esté de pie (o agachada) fuera del vehículo, del lado del conductor, con la puerta abierta.

A petición del fabricante, la autoridad de homologación de tipo podrá autorizar una ubicación alternativa a condición de que sea fácilmente accesible y esté protegida contra daños accidentales en condiciones de uso normales (por ejemplo, la ubicación descrita en la serie de normas ISO 15031).

Si el conector está cubierto o se encuentra dentro de una caja específica, la tapa o la puerta del compartimento deberán poder abrirse con la mano sin herramienta alguna y estar claramente etiquetadas con la inscripción «OBD» para identificar la ubicación del conector.

Los vehículos podrán estar equipados con conectores de diagnóstico y enlaces de datos adicionales para fines específicos del fabricante distintos de las funciones del sistema OBD requeridas. Si el conector adicional es conforme a uno de los conectores de diagnóstico estándar autorizados en el apéndice 6 del presente anexo, solo se etiquetará claramente con la inscripción «OBD» el conector requerido en el presente anexo para diferenciarlo de otros conectores similares.

#### 4.7.4. Borrado o reinicialización de la información del OBD mediante una herramienta de exploración

Cuando lo solicite la herramienta de exploración, los datos siguientes se borrarán o reinicializarán con el valor especificado en el presente anexo a partir de la memoria del ordenador.

| Datos de información del sistema OBD  | Borrable | Reinicializable <sup>(1)</sup> |
|---|----------|--------------------------------|
| Situación del indicador de mal funcionamiento   |          | X                              |
| Preparación del sistema OBD   |          | X                              |
| Número de horas de funcionamiento del motor desde la activación del indicador de mal funcionamiento (contador del IMF continuo) | X        |                                |
| Todos los DTC   | X        |                                |
| El valor del contador B1 que indique el mayor número de horas de funcionamiento del motor                                       |          | X                              |
| Número de horas de funcionamiento del motor a partir de los contadores B1   |          | X                              |
| Información de imagen fija requerida en el presente anexo   | X        |                                |

<sup>(1)</sup> Al valor especificado en el punto apropiado del presente anexo.

La información del sistema OBD no se borrará si se desconectan las baterías del vehículo.

#### 4.8. Seguridad electrónica

Todo vehículo equipado con una unidad de control de emisiones deberá tener características que impidan cualquier modificación no autorizada por el fabricante. El fabricante autorizará la introducción de modificaciones siempre que sean necesarias para fines de diagnóstico, mantenimiento, inspección, equipamiento o reparación del vehículo.

Todo parámetro de funcionamiento o código informático reprogramable deberá ser resistente a las manipulaciones y ofrecer un nivel de protección al menos igual al previsto en las disposiciones de las normas ISO 15031-7 (SAE J2186) o J1939-73, siempre y cuando el intercambio de seguridad se lleve a cabo utilizando los protocolos y el conector de diagnóstico prescritos en el presente anexo. Todos los chips de memoria de calibración extraíbles deberán ir encapsulados, alojados en una caja sellada o protegidos mediante algoritmos electrónicos y no podrán sustituirse sin herramientas o procedimientos especializados.

Los parámetros de funcionamiento del motor con codificación informática no podrán modificarse sin utilizar herramientas y procedimientos especializados (por ejemplo, componentes de ordenador soldados o encapsulados o carcasas de ordenador selladas o soldadas).

Los fabricantes adoptarán las medidas adecuadas para proteger el ajuste de máximo suministro de combustible contra cualquier manipulación mientras un vehículo esté en circulación.

Los fabricantes podrán solicitar al autoridad de homologación de tipo una exención respecto a cualquiera de estos requisitos para los vehículos en los que sea improbable la necesidad de protección. Los criterios que tendrá en cuenta la autoridad de homologación de tipo al estudiar la exención serán, entre otros, la disponibilidad en ese momento de chips de control de prestaciones, la capacidad de altas prestaciones del vehículo y el volumen de ventas previsto.

Los fabricantes que utilicen sistemas de código informático programable (por ejemplo, una memoria solo de lectura, programable y borrable eléctricamente, EEPROM) deberán impedir cualquier reprogramación no autorizada. Los fabricantes incluirán estrategias avanzadas de protección contra manipulaciones y medidas de protección contra escritura que requieran el acceso electrónico a un ordenador externo mantenido por ellos. La autoridad de homologación de tipo podrá aprobar métodos alternativos que ofrezcan un nivel equivalente de protección contra la manipulación.

#### 4.9. Durabilidad del sistema OBD

El sistema OBD estará diseñado y fabricado de manera que pueda detectar distintos tipos de mal funcionamiento durante toda la vida del vehículo o sistema de motor.

Toda disposición adicional sobre la durabilidad de los sistemas OBD figura en el presente anexo.

Un sistema OBD no estará programado ni diseñado para que se desactive parcial o totalmente en función de la edad ni del kilometraje durante la vida real del vehículo, ni contendrá ningún algoritmo ni ninguna estrategia destinados a reducir su eficacia con el paso del tiempo.

### 5. RESULTADOS REQUERIDOS

#### 5.1. Umbrales

En la parte principal del presente Reglamento se definen los umbrales del sistema OBD para los criterios de supervisión aplicables que se definen en el apéndice 3 del presente anexo.

#### 5.2. Desactivación temporal del sistema OBD

La autoridad de homologación de tipo podrá permitir la desactivación temporal de un sistema OBD en las condiciones especificadas en los párrafos siguientes.

En el momento de la homologación de tipo, el fabricante facilitará al autoridad de homologación de tipo la descripción detallada de cada una de las estrategias de desactivación temporal del sistema OBD, así como los datos y/o la evaluación técnica que demuestren que la supervisión que se efectuaría en las condiciones aplicables no resultaría fiable o práctica.

En cualquier caso, la supervisión se reanudará cuando dejen de darse las condiciones que justificaron la desactivación temporal.

##### 5.2.1. Seguridad de funcionamiento del motor/vehículo

Los fabricantes podrán solicitar autorización para desactivar los sistemas de supervisión OBD cuando se activen estrategias de seguridad de funcionamiento.

El sistema de supervisión OBD no tiene que evaluar los componentes durante un mal funcionamiento si esta evaluación pudiera afectar a la seguridad de uso del vehículo.

#### 5.2.2. Temperatura ambiente y condiciones de altitud

Los fabricantes podrán solicitar autorización para desactivar los monitores del sistema OBD:

- a) cuando la temperatura ambiente sea inferior a 266 K (- 7 grados Celsius) en el caso de que la temperatura del refrigerante no haya alcanzado una temperatura mínima de al menos 333 K (60 grados Celsius); o bien
- b) cuando la temperatura ambiente sea inferior a 266 K (- 7 grados Celsius) en caso de congelación del reactivo; o bien
- c) cuando la temperatura ambiente sea superior a 308 K (35 grados Celsius); o bien
- d) a altitudes superiores a 2 500 metros sobre el nivel del mar.

Asimismo, los fabricantes podrán solicitar autorización para desactivar temporalmente un monitor del sistema OBD en otras condiciones de altitud y temperatura ambiente si demuestran con datos y/o una evaluación técnica que en esas condiciones se obtendría un diagnóstico erróneo debido a su efecto en el propio componente (por ejemplo, debido a la congelación del componente o al efecto sobre la compatibilidad con las tolerancias de los sensores).

*Nota:* Las condiciones ambientales pueden estimarse por métodos indirectos. Por ejemplo, las condiciones de temperatura ambiente pueden determinarse en función de la temperatura del aire de admisión.

#### 5.2.3. Nivel de combustible bajo

Los fabricantes podrán solicitar autorización para desactivar los sistemas de supervisión afectados por un nivel de combustible o de presión bajo o cuyo combustible se agote (por ejemplo, diagnóstico de un mal funcionamiento del sistema de alimentación de combustible o fallo de encendido) como se indica a continuación.

|  | Diésel | Gas |     |
|--|--------|-----|-----|
|  |        | GN  | GLP |
| a) El nivel bajo de combustible considerado para dicha desactivación no excederá de 100 litros o el 20 % de la capacidad nominal del depósito (el valor que sea inferior). | X      |     | X   |
| b) El nivel bajo de presión en el depósito considerado para dicha desactivación no excederá del 20 % de la cantidad utilizable de presión del combustible en el depósito.  |        | X   |     |

#### 5.2.4. Batería del vehículo o niveles de tensión del sistema

Los fabricantes podrán solicitar autorización para desactivar los sistemas de supervisión que puedan verse afectados por la batería del vehículo o los niveles de tensión del sistema.

##### 5.2.4.1. Baja tensión

Para los sistemas de supervisión afectados por baterías o sistemas con poca tensión, los fabricantes podrán solicitar autorización para desconectar los sistemas de supervisión cuando la tensión de la batería o el sistema sea inferior a un 90 % de la tensión nominal (u 11 voltios para una batería de 12 voltios y 22 voltios para una batería de 24 voltios). Los fabricantes podrán solicitar autorización para utilizar un umbral de tensión más alto que el valor indicado para desactivar la supervisión del sistema.

El fabricante demostrará que, a esas tensiones, la supervisión no sería fiable y que o bien sería improbable el funcionamiento durante largos periodos de tiempo de un vehículo que incumpla los criterios de desactivación, o el sistema OBD supervisaría la tensión de la batería o el sistema y detectaría un mal funcionamiento a la tensión utilizada para desactivar otros monitores.

##### 5.2.4.2. Tensión alta

Para los sistemas de supervisión relacionados con las emisiones que se vean afectados por altas tensiones de la batería o el sistema, los fabricantes podrán solicitar autorización para desactivar los sistemas de supervisión cuando la tensión de la batería o el sistema supere la establecida por el fabricante.

El fabricante demostrará que la supervisión a una tensión superior a la establecida por él no sería fiable y que o bien se iluminaría la luz de advertencia del sistema de carga eléctrica/alternador (o el indicador de carga se encontraría en la «zona roja») o bien el sistema OBD supervisaría la tensión de la batería o el sistema y detectaría un mal funcionamiento a la tensión utilizada para desactivar otros monitores.

#### 5.2.5. Unidades de toma de fuerza activa

El fabricante podrá solicitar autorización para desactivar temporalmente los sistemas de supervisión afectados en vehículos equipados con una unidad de toma de fuerza, a condición de que dicha unidad esté temporalmente activa.

#### 5.2.6. Regeneración forzada

El fabricante podrá solicitar autorización para desactivar los sistemas de supervisión OBD afectados durante la regeneración forzada de un sistema de control de emisiones situado después del motor (por ejemplo, un filtro de partículas).

#### 5.2.7. Estrategia auxiliar de emisiones (AES)

El fabricante podrá solicitar autorización para desactivar los monitores del sistema OBD durante una AES, lo que incluye la estrategia de control de mal funcionamiento relacionado con las emisiones, en condiciones que aún no contemple el punto 5.2 si la capacidad de supervisión de un monitor se ve afectada por una AES.

#### 5.2.8. Repostaje de combustible

Tras el repostaje de combustible, el fabricante de un vehículo alimentado por gas podrá desactivar temporalmente el sistema OBD cuando el sistema tenga que adaptarse al reconocimiento por la unidad de control electrónico de un cambio en la calidad y composición del combustible.

El sistema OBD se reactivará en cuanto se haya reconocido el nuevo combustible y los parámetros del motor se hayan reajustado. Esta desactivación estará limitada a un máximo de diez minutos.

### 6. Requisitos de demostración

Los elementos básicos para demostrar que un sistema OBD cumple los requisitos del presente anexo son los siguientes:

- a) procedimiento de selección del sistema de motor de referencia-OBD. El sistema de motor de referencia-OBD será seleccionado por el fabricante en acuerdo con la autoridad de homologación de tipo;
- b) procedimiento para demostrar la clasificación de un mal funcionamiento. El fabricante presentará al autoridad de homologación de tipo la clasificación de cada mal funcionamiento del sistema de motor de referencia-OBD y los datos de apoyo necesarios para justificar cada clasificación;
- c) procedimiento para aceptar un componente deteriorado. A petición de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante facilitará componentes deteriorados para someter a ensayo el sistema OBD. Estos componentes se aceptan en función de los datos de apoyo que aporte el fabricante;
- d) procedimiento para seleccionar el combustible de referencia en el caso de un motor alimentado por gas.

#### 6.1. Familia de sistemas OBD en relación con las emisiones

El fabricante es responsable de determinar la composición de una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones. El agrupamiento de sistemas de motor dentro de una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones se basará en criterios técnicos adecuados y estará sujeto a la aprobación de la autoridad de homologación de tipo.

Motores que no pertenezcan a la misma familia de motores pueden pertenecer a la misma familia de sistemas OBD en relación con las emisiones.

##### 6.1.1. Parámetros para definir una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones

Una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones se caracteriza por parámetros básicos de diseño que deberán ser comunes a los sistemas de motor de la familia.

Para que los sistemas de motor se consideren de la misma familia de motores-OBD, los siguientes parámetros básicos de dichos sistemas deberán ser similares:

- a) sistemas de control de las emisiones;
- b) métodos de supervisión del sistema OBD;
- c) criterios de funcionamiento y supervisión de los componentes;
- d) parámetros de supervisión (por ejemplo, la frecuencia).

El fabricante demostrará estas similitudes por medio de las demostraciones técnicas pertinentes u otros procedimientos apropiados y las someterá a la aprobación de la autoridad de homologación de tipo.

El fabricante podrá solicitar la aprobación por parte de la autoridad de homologación de tipo de diferencias menores en los métodos de supervisión/diagnóstico del sistema de control de las emisiones del motor debidas a la variación de la configuración del sistema de motor, cuando el fabricante considere que esos métodos son similares y que:

- a) difieren solo para ajustarse a las especificidades de los componentes considerados (por ejemplo, el tamaño, el flujo de escape, etc.); o bien
- b) sus similitudes se basan en criterios técnicos adecuados.

#### 6.1.2. Sistema de motor de referencia-OBD

El cumplimiento por parte de una familia de OBD en relación con las emisiones de los requisitos del presente anexo se probará demostrando su cumplimiento por parte del sistema de motor de referencia-OBD de dicha familia.

El sistema de motor de referencia-OBD será seleccionado por el fabricante y estará sujeto a la aprobación de la autoridad de homologación de tipo.

Antes del ensayo, la autoridad de homologación de tipo puede pedir al fabricante que seleccione un motor adicional con fines de demostración.

El fabricante también podrá proponer al autoridad de homologación de tipo el ensayo de motores adicionales para abarcar a toda la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones.

#### 6.2. Procedimientos para demostrar la clasificación de un mal funcionamiento

El fabricante facilitará al autoridad de homologación de tipo la documentación que justifique la clasificación adecuada de cada caso de mal funcionamiento. Esta documentación comprenderá un análisis de fallo (por ejemplo, los elementos de un «análisis de los tipos de fallo y de sus efectos») y podrá incluir igualmente:

- a) resultados de simulación;
- b) resultados de ensayo;
- c) referencias a clasificaciones aprobadas anteriormente.

En los párrafos siguientes, se enumeran los requisitos para demostrar que la clasificación es correcta, lo que incluye los requisitos de ensayo. Se hará un mínimo de cuatro ensayos y un máximo de cuatro veces el número de familias de motores consideradas dentro de la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones. La autoridad de homologación de tipo podrá decidir poner fin al ensayo en cualquier momento antes de que se alcance ese número máximo de ensayos de fallo.

En algunos casos específicos en que no sea posible realizar ensayos de clasificación (por ejemplo, si está activada una estrategia de control de mal funcionamiento relacionado con las emisiones y el motor no puede someterse al ensayo aplicable, etc.), el mal funcionamiento podrá clasificarse en función de una justificación técnica. El fabricante deberá documentar esta excepción, que estará supeditada a la aprobación de la autoridad de homologación de tipo.

##### 6.2.1. Demostración de la clasificación en la categoría A

La clasificación de un mal funcionamiento en la categoría A por parte del fabricante no estará sujeta a un ensayo de demostración.

Si la autoridad de homologación de tipo no está de acuerdo con la clasificación de un mal funcionamiento en la categoría A por parte del fabricante, exigirá que se clasifique en las categorías B1, B2 o C, según proceda.

En ese caso, el documento de homologación indicará que la clasificación del mal funcionamiento corresponde a una petición de la autoridad de homologación de tipo.

#### 6.2.2. Demostración de la clasificación en la categoría B1 (distinción entre A y B1)

Para justificar la clasificación de un mal funcionamiento en la categoría B1, la documentación demostrará claramente que, en determinadas circunstancias <sup>(1)</sup>, el mal funcionamiento da lugar a emisiones inferiores a los umbrales del sistema OBD.

En el caso de que la autoridad de homologación de tipo requiera un ensayo de emisiones para acreditar la clasificación de un mal funcionamiento en la categoría B1, el fabricante demostrará que las emisiones debidas a ese mal funcionamiento particular son, en las circunstancias seleccionadas, inferiores a los umbrales del sistema OBD:

- a) el fabricante seleccionará las circunstancias del ensayo de acuerdo con la autoridad de homologación de tipo;
- b) no se exigirá al fabricante que demuestre que en otras circunstancias las emisiones debidas al mal funcionamiento superan realmente los umbrales del sistema OBD.

Si el fabricante no consigue demostrar la clasificación del mal funcionamiento en la categoría B1, este se clasificará en la categoría A.

#### 6.2.3. Demostración de la clasificación en la categoría B1 (distinción entre B2 y B1)

Si la autoridad de homologación de tipo no está de acuerdo con la clasificación de un mal funcionamiento en la categoría B1 porque considera que no se superan los umbrales del sistema OBD, exigirá su reclasificación en las categorías B2 o C. En ese caso, los documentos de homologación indicarán que la clasificación del mal funcionamiento corresponde a una petición de la autoridad de homologación de tipo.

#### 6.2.4. Demostración de la clasificación en la categoría B2 (distinción entre B2 y B1)

Para justificar la clasificación de un mal funcionamiento en la categoría B2, el fabricante demostrará que las emisiones son inferiores a los umbrales del sistema OBD.

Si la autoridad de homologación de tipo no está de acuerdo con la clasificación de un mal funcionamiento en la categoría B2 porque considera que no se superan los umbrales del sistema OBD, podrá exigirse al fabricante que demuestre, mediante ensayo, que las emisiones debidas al mal funcionamiento son inferiores a dichos umbrales. Si el ensayo fracasa, la autoridad de homologación de tipo exigirá la reclasificación del mal funcionamiento en las categorías A o B1 y, en consecuencia, el fabricante demostrará la clasificación adecuada y actualizará la documentación.

#### 6.2.5. Demostración de la clasificación en la categoría B2 (distinción entre B2 y C)

Si la autoridad de homologación de tipo no está de acuerdo con la clasificación de un mal funcionamiento en la categoría B2 porque considera que no se superan los límites de emisión regulados, la autoridad de homologación de tipo exigirá la reclasificación de ese mal funcionamiento en la categoría C. En ese caso, los documentos de homologación indicarán que la clasificación del mal funcionamiento corresponde a una petición de la autoridad de homologación de tipo.

#### 6.2.6. Demostración de la clasificación en la categoría C

Para justificar la clasificación de un mal funcionamiento en la categoría C, el fabricante demostrará que las emisiones son inferiores a los límites de emisión regulados.

Si la autoridad de homologación de tipo no está de acuerdo con la clasificación de un mal funcionamiento en la categoría C, podrá exigirse al fabricante que demuestre, mediante ensayo, que las emisiones debidas al mal funcionamiento son inferiores a los límites de emisión regulados.

Si el ensayo fracasa, la autoridad de homologación de tipo exigirá la reclasificación del mal funcionamiento y, en consecuencia, el fabricante demostrará la reclasificación adecuada y actualizará la documentación.

#### 6.3. Procedimientos para demostrar el funcionamiento del sistema OBD

El fabricante presentará al autoridad de homologación de tipo una documentación completa que justifique la conformidad del sistema OBD por lo que respecta a su capacidad de supervisión. Dicha documentación podrá incluir:

<sup>(1)</sup> La edad del sistema de motor o el hecho de que el ensayo se efectúe con un componente nuevo o envejecido son ejemplos de circunstancias que podrán influir en los resultados en caso de superarse los umbrales del sistema OBD.

- a) gráficos de decisión y algoritmos;
- b) resultados de ensayos y/o simulaciones;
- c) referencias a sistemas de supervisión homologados anteriormente, etc.

En los párrafos siguientes se enumeran los requisitos para demostrar el funcionamiento del sistema OBD, con inclusión de los requisitos de ensayo. El número de ensayos será de cuatro veces el número de familias de motores consideradas dentro de la familia de sistemas OBD y, en todo caso, no será inferior a ocho.

Los monitores seleccionados reflejarán equitativamente los distintos tipos de monitores mencionados en el punto 4.2 (a saber, supervisión del umbral de emisiones, de las prestaciones, del fallo funcional total o de los componentes). Los monitores seleccionados también reflejarán equitativamente los distintos elementos enumerados en el apéndice 3.

#### 6.3.1. Procedimientos para demostrar el funcionamiento del sistema OBD mediante ensayo

Además de los datos de apoyo a los que hace referencia el punto 6.3, el fabricante demostrará que es adecuada la supervisión que ejercen los sistemas o componentes de control de emisiones específicos sometiéndolos a ensayo en un banco de pruebas de motor con arreglo a los procedimientos de ensayo especificados en el punto 7.2 del presente anexo.

En ese caso, el fabricante facilitará los componentes deteriorados aceptados o el dispositivo eléctrico que se utilizarían para simular un mal funcionamiento.

La detección adecuada del mal funcionamiento por el sistema OBD y la respuesta adecuada del sistema ante dicha detección (véanse la indicación del IMF, el almacenamiento de DTC, etc.) se demostrarán con arreglo al punto 7.2.

#### 6.3.2. Procedimientos para aceptar un componente (o sistema) deteriorado

El presente punto se aplica a los casos en que el mal funcionamiento seleccionando para un ensayo de demostración del sistema OBD se supervise respecto a las emisiones del tubo de escape <sup>(1)</sup> (supervisión del límite de emisiones, véase el punto 4.2) y se requiera que el fabricante demuestre, mediante un ensayo de emisiones, la validez del componente deteriorado.

En casos muy específicos, puede que no sea posible la aceptación de componentes o sistemas deteriorados mediante ensayo (por ejemplo, si está activada una estrategia de control de mal funcionamiento relacionado con las emisiones y el motor no puede someterse al ensayo aplicable, etc.). En esos casos, el componente deteriorado se aceptará sin ensayo. El fabricante deberá documentar esta excepción, que estará supeditada a la aprobación de la autoridad de homologación de tipo.

##### 6.3.2.1. Procedimiento de aceptación de un componente deteriorado utilizado para demostrar la detección de casos de mal funcionamiento de las categorías A y B1

###### 6.3.2.1.1. Supervisión del umbral de emisiones

En caso de que el mal funcionamiento seleccionando por la autoridad de homologación de tipo dé lugar a emisiones de escape que puedan superar un umbral del sistema OBD, el fabricante demostrará, mediante un ensayo de emisiones con arreglo al punto 7, que el componente o dispositivo deteriorado no da lugar a que las emisiones pertinentes superen el citado umbral del sistema OBD en más de un 20 %.

###### 6.3.2.1.2. Supervisión del funcionamiento

A petición del fabricante y con el consentimiento de la autoridad de homologación, en el caso de la supervisión del funcionamiento podrá superarse el umbral del sistema OBD en más de un 20 %. Dicha petición se justificará caso por caso.

En caso de que el anexo 15 requiera la supervisión del funcionamiento de una anomalía del consumo de combustible gaseoso de un motor o vehículo de combustible dual, se aceptará un componente deteriorado sin tenerse en cuenta el umbral del sistema OBD.

###### 6.3.2.1.3. Supervisión de componentes

En el caso de la supervisión de componentes, un componente deteriorado se acepta sin referencia al umbral del sistema OBD.

##### 6.3.2.2. Aceptación de los componentes deteriorados utilizados para demostrar la detección de casos de mal funcionamiento de la categoría B2.

Para los casos de mal funcionamiento de la categoría B2, y a petición de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante demostrará, mediante un ensayo de emisiones con arreglo al punto 7, que el componente o dispositivo deteriorado no da lugar a que las emisiones pertinentes superen los umbrales aplicables del sistema OBD.

<sup>(1)</sup> El presente punto se extenderá posteriormente a otros monitores distintos de los relativos al límite de emisiones.

6.3.2.3. Aceptación de los componentes deteriorados utilizados para demostrar la detección de casos de mal funcionamiento de la categoría C

Para los casos de mal funcionamiento de la categoría C, y a petición de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante demostrará, mediante un ensayo de emisiones con arreglo al punto 7, que el componente o dispositivo deteriorado no da lugar a que las emisiones pertinentes superen los límites de emisiones regulados aplicables.

6.3.3. Informe de ensayo

El informe de ensayo incluirá, como mínimo, la información indicada en el apéndice 4 del presente anexo.

6.4. Homologación de un sistema OBD con deficiencias

6.4.1. A petición del fabricante, la autoridad de homologación de tipo podrá homologar un sistema OBD aunque tenga una o varias deficiencias.

Al estudiar la solicitud, la autoridad de homologación de tipo determinará si es posible el cumplimiento de los requisitos del presente anexo o si no es razonable.

La autoridad de homologación de tipo tendrá en cuenta los datos procedentes del fabricante que detallen, entre otros, factores como la viabilidad técnica, los plazos y los ciclos de producción, lo que comprende la introducción o la retirada progresivas de diseños de motores o vehículos y las mejoras programadas de los ordenadores, la medida en que el sistema OBD resultante será eficaz para cumplir los requisitos del presente anexo y si el fabricante ha demostrado haber realizado un esfuerzo suficiente por cumplir dichos requisitos.

La autoridad de homologación de tipo no aceptará ninguna solicitud sobre deficiencias que suponga la ausencia completa de un monitor de diagnóstico prescrito (es decir, la ausencia total de los monitores prescritos en el apéndice 3 del presente anexo).

6.4.2. Periodo de deficiencia

Se autorizará una deficiencia durante un periodo de un año a partir de la fecha de homologación del sistema de motor.

Si el fabricante puede demostrar adecuadamente al autoridad de homologación de tipo que serán necesarias modificaciones sustanciales del motor y un plazo de producción adicional para corregir la deficiencia, podrá permitirse dicha deficiencia durante un año adicional, a condición de que el periodo de deficiencia total no exceda de tres años (esto es, se permite la concesión de tres periodos de deficiencia de un año).

El fabricante no podrá solicitar la renovación del periodo de deficiencia.

6.5. Procedimiento para seleccionar el combustible de referencia en el caso de un motor alimentado por gas

Para demostrar el funcionamiento del OBD y justificar la clasificación del mal funcionamiento se utilizará uno de los combustibles de referencia mencionados en el anexo 5 con los que el motor esté diseñado para funcionar.

La selección de dicho combustible de referencia será efectuada por la autoridad de homologación de tipo, que proporcionará al laboratorio de ensayo tiempo suficiente para que proporcione el combustible de referencia seleccionado.

7. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

7.1. Proceso de ensayo

La demostración mediante ensayo de la correcta clasificación del mal funcionamiento y la demostración mediante ensayo de la adecuada capacidad de supervisión de un sistema OBD son cuestiones que se abordarán por separado durante el proceso de ensayo. Por ejemplo, un mal funcionamiento de categoría A no precisará un ensayo de clasificación, pero sí puede ser objeto de un ensayo de funcionamiento del sistema OBD.

Cuando proceda, podrá utilizarse el mismo ensayo para demostrar la correcta clasificación de un mal funcionamiento, la aceptación de un componente deteriorado facilitado por el fabricante y la correcta supervisión por parte del sistema OBD.

El sistema de motor en el que se ensaye el sistema OBD deberá cumplir los requisitos sobre emisiones establecidos en el presente Reglamento.

7.1.1. Proceso de ensayo para demostrar la clasificación de un mal funcionamiento

Cuando, con arreglo al punto 6.2, la autoridad de homologación de tipo exija al fabricante que acredite mediante ensayo la clasificación de un mal funcionamiento específico, la demostración del cumplimiento consistirá en una serie de ensayos de emisiones.

De acuerdo con el punto 6.2.2, cuando la autoridad de homologación de tipo requiera un ensayo para acreditar la clasificación de un mal funcionamiento en la categoría B1 en lugar de en la categoría A, el fabricante demostrará que las emisiones resultantes de ese mal funcionamiento particular son, en las circunstancias seleccionadas, inferiores a los umbrales del sistema OBD:

- a) el fabricante seleccionará estas circunstancias de ensayo de acuerdo con la autoridad de homologación de tipo;
- b) no se exigirá al fabricante que demuestre que en otras circunstancias las emisiones debidas al mal funcionamiento superan realmente los umbrales del sistema OBD.

El ensayo de emisiones podrá repetirse hasta tres veces a petición del fabricante.

Si alguno de estos ensayos concluye con emisiones inferiores a los umbrales del sistema OBD, se aprobará la clasificación del mal funcionamiento en la categoría B1.

Cuando la autoridad de homologación de tipo requiera un ensayo para acreditar la clasificación de un mal funcionamiento en la categoría B2 en lugar de en la categoría B1, o en la categoría C en lugar de en la categoría B2, no se repetirá el ensayo de emisiones. Si las emisiones medidas en el ensayo superan los umbrales del sistema OBD o el límite de emisión, el mal funcionamiento deberá reclasificarse.

*Nota:* De acuerdo con el punto 6.2.1, este punto no se aplica a los casos de mal funcionamiento clasificados en la categoría A.

#### 7.1.2. Proceso de ensayo para demostrar el funcionamiento del sistema OBD

Cuando la autoridad de homologación de tipo exija someter a ensayo el funcionamiento del sistema OBD con arreglo al punto 6.3, la demostración del cumplimiento constará de las fases siguientes:

- a) la autoridad de homologación de tipo seleccionará un mal funcionamiento y el fabricante facilitará un componente o sistema deteriorado correspondiente;
- b) cuando proceda y se le solicite, el fabricante demostrará mediante un ensayo de emisiones que el componente deteriorado es válido para una demostración sobre supervisión;
- c) el fabricante demostrará que la respuesta del sistema OBD es conforme a las disposiciones del presente anexo (a saber, indicación del IMF, almacenamiento del DTC, etc.) como muy tarde al final de una serie de ciclos de ensayo del sistema OBD.

##### 7.1.2.1. Validez del componente deteriorado

Cuando la autoridad de homologación de tipo exija al fabricante que valide un componente deteriorado mediante el ensayo descrito en el punto 6.3.2, la demostración se llevará a cabo mediante un ensayo de emisiones.

Si se determina que la instalación de un componente o dispositivo deteriorado en un sistema de motor hace imposible la comparación con los umbrales del sistema OBD (por ejemplo, porque no se cumplen las condiciones estadísticas para la validación del ciclo de ensayo de emisiones aplicable), el mal funcionamiento de dicho componente o dispositivo podrá considerarse validado previo acuerdo de la autoridad de homologación de tipo a tenor de la argumentación técnica del fabricante.

Si la instalación de un componente o dispositivo deteriorado en un motor implica que durante el ensayo no se puede alcanzar la curva de plena carga (determinada con un motor que funcione correctamente), el componente o dispositivo deteriorado podrá considerarse validado previo acuerdo de la autoridad de homologación de tipo a tenor de la argumentación técnica facilitada por el fabricante.

##### 7.1.2.2. Detección de un mal funcionamiento

Cada monitor seleccionado por la autoridad de homologación de tipo para someterlo a ensayo en un banco de pruebas de motor deberá responder a la introducción de un componente deteriorado validado de manera que se cumplan los requisitos del presente anexo en dos ciclos de ensayo del sistema OBD consecutivos con arreglo a lo dispuesto en el punto 7.2.2 del presente anexo.

Cuando se haya especificado en la descripción de la supervisión y la autoridad de homologación de tipo haya aceptado que un monitor específico necesita más de dos secuencias de funcionamiento para completar su supervisión, podrá aumentarse el número de ciclos de ensayo del OBD en función de lo que solicite el fabricante.

Cada ciclo de ensayo particular del sistema OBD dentro del ensayo de demostración estará separado por una parada del motor. En el periodo de tiempo hasta el arranque siguiente se tendrá en cuenta cualquier supervisión que pueda producirse después de la parada del motor y cualquier situación que sea necesaria para que se produzca la supervisión en el arranque siguiente.

El ensayo se considerará completo cuando la respuesta del sistema OBD satisfaga los requisitos del presente anexo.

## 7.2. Ensayos aplicables

En el contexto del presente anexo:

- a) el ciclo de ensayo de emisiones es el ciclo de ensayo utilizado para medir las emisiones reguladas al aceptar un componente o sistema deteriorado;
- b) el ciclo de ensayo del sistema OBD es el ciclo de ensayo utilizado para demostrar la capacidad de los monitores del sistema OBD de detectar casos de mal funcionamiento.

### 7.2.1. Ciclo de ensayo de emisiones

El ciclo de ensayo considerado en el presente anexo para la medición de las emisiones es el WHTC descrito en el anexo 4.

### 7.2.2. Ciclo de ensayo del sistema OBD

El ciclo de ensayo del sistema OBD considerado en el presente anexo constituye la parte caliente del ciclo WHTC descrito en el anexo 4.

A solicitud del fabricante, y previa aprobación de la autoridad de homologación de tipo, podrá utilizarse un ciclo alternativo de ensayo del sistema OBD (por ejemplo, la parte fría del ciclo WHTC) para un monitor específico. La solicitud incluirá documentación (consideraciones técnicas, simulación, resultados de ensayo, etc.) que demuestre:

- a) que el ciclo de ensayo solicitado para demostrar la supervisión se produce en condiciones de circulación reales; y
- b) que la parte caliente del ciclo WHTC parece ser menos adecuada para la supervisión considerada (por ejemplo, la supervisión del consumo de fluido).

### 7.2.3. Condiciones de funcionamiento del ensayo

Las condiciones (la temperatura, la altitud, la calidad del combustible, etc.) para la realización de los ensayos considerados en los puntos 7.2.1 y 7.2.2 serán los exigidos para el ciclo de ensayo WHTC descrito en el anexo 4.

En el caso de un ensayo de emisiones destinado a justificar la clasificación de un mal funcionamiento específico en la categoría B1, las condiciones de funcionamiento del ensayo podrán diferir, si así lo decide el fabricante, de las descritas en los puntos anteriores, con arreglo al punto 6.2.2.

## 7.3. Proceso de demostración de la supervisión del funcionamiento

En el caso de la supervisión del funcionamiento el fabricante podrá utilizar los requisitos de demostración establecidos en el apéndice 7 del presente anexo.

Las autoridades de homologación de tipo podrán autorizar a un fabricante a utilizar un tipo de técnica de supervisión del funcionamiento distinto del contemplado en el apéndice 7 del presente anexo. El tipo de supervisión elegido será demostrado por el fabricante mediante fundamentos técnicos sólidos basados en las características de diseño, o bien presentando los resultados de los ensayos, o bien haciendo referencia a homologaciones anteriores, o bien mediante otro método aceptable que sea al menos igual de sólido, oportuno y eficaz que los contemplados en el apéndice 7 del presente anexo.

## 7.4. Informes de ensayo

El informe de ensayo incluirá, como mínimo, la información indicada en el apéndice 4.

## 8. DOCUMENTACIÓN EXIGIDA

### 8.1. Documentación para la homologación

El fabricante facilitará una documentación que incluya una descripción completa del sistema OBD. La mencionada documentación se facilitará en dos partes.

- a) Una primera parte, que podrá ser breve, a condición de que incluya pruebas relativas a las relaciones entre monitores, sensores/actuadores y condiciones de funcionamiento (esto es, que describa todas las condiciones de activación del funcionamiento de los monitores y de desactivación de dicho funcionamiento). La documentación describirá el comportamiento funcional del sistema OBD, lo que incluye la clasificación de los casos de mal funcionamiento en función de una clasificación jerárquica. Este material permanecerá en poder de la autoridad de homologación de tipo. También podrá ponerse a disposición de las partes interesadas que lo soliciten.
- b) Una segunda parte que contenga cualquier dato, incluidos los detalles de los componentes o sistemas deteriorados validados y los resultados de ensayo correspondientes, que se utilice como prueba de apoyo del proceso de decisión indicado anteriormente, así como un listado de todas las señales de entrada y salida que estén disponibles para el sistema de motor y que supervise el sistema OBD. En esta segunda parte se describirá brevemente cada estrategia de supervisión y el proceso de decisión.

Esta segunda parte será estrictamente confidencial. Podrá conservarla la autoridad de homologación de tipo o, a discreción de esta, podrá conservarla el fabricante, si bien deberá estar disponible a efectos de inspección por parte de la autoridad de homologación de tipo en el momento de la homologación de tipo o en cualquier momento durante el periodo de validez de la homologación.

#### 8.1.1. Documentación asociada a cada componente o sistema supervisado

La documentación incluida en la segunda parte comprenderá, entre otras cosas, la información siguiente para cada componente o sistema supervisado:

- a) los casos de mal funcionamiento y los DTC asociados;
- b) el método de supervisión utilizado para la detección de los casos de mal funcionamiento;
- c) los parámetros utilizados y las condiciones necesarias para la detección de los casos de mal funcionamiento y, en su caso, los límites de los criterios de fallo (funcionamiento y supervisión de los componentes);
- d) los criterios de almacenamiento de los DTC;
- e) la «duración» de la supervisión (a saber, el tiempo de funcionamiento o el procedimiento necesarios para completar la supervisión) y la «frecuencia» de supervisión (por ejemplo, continua, una vez por trayecto, etc.).

#### 8.1.2. Documentación asociada a la clasificación del mal funcionamiento

La documentación incluida en la segunda parte comprenderá, entre otras cosas, la información siguiente para la clasificación de los casos de mal funcionamiento.

Se documentará la clasificación de los casos de mal funcionamiento de cada DTC. Esta clasificación podrá ser diferente para distintos tipos de motor (por ejemplo, diferentes clasificaciones de motores) de la misma familia de sistemas OBD en relación con las emisiones.

Esta información incluirá la justificación técnica exigida en el punto 4.2 del presente anexo para la clasificación en las categorías A, B1 o B2.

#### 8.1.3. Documentación asociada a la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones

La documentación incluida en la segunda parte comprenderá, entre otras cosas, la información siguiente sobre la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones.

Deberá facilitarse una descripción de la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones. Esta descripción incluirá una lista y una descripción de los tipos de motor de la familia, la descripción del sistema de motor de referencia-OBD y todos los elementos que caractericen la familia con arreglo al punto 6.1.1 del presente anexo.

En caso de que la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones incluya motores que pertenezcan a distintas familias de motores, se facilitará una descripción resumida de dichas familias de motores.

Además, el fabricante proporcionará una lista de todas las entradas y salidas electrónicas y la identificación del protocolo de comunicación utilizado por cada familia de sistemas OBD en relación con las emisiones.

#### 8.2. Documentación para la instalación en el vehículo de un sistema de motor equipado con un OBD

El fabricante del motor especificará en los documentos sobre la instalación de su sistema de motor los requisitos que garantizan que el vehículo, cuando se utilice en la carretera o en cualquier otro lugar, según proceda, cumpla los requisitos del presente anexo. Esta documentación comprenderá, entre otras cosas, los aspectos siguientes:

- a) los requisitos técnicos detallados, incluidas las disposiciones que garanticen la compatibilidad con el sistema OBD del sistema de motor;
- b) el procedimiento de verificación que deberá llevarse a cabo.

Durante el proceso de homologación del sistema de motor podrá comprobarse si existen requisitos para esta instalación y si son adecuados.

*Nota:* En caso de que el fabricante del vehículo solicite una homologación directa de la instalación del sistema OBD en el vehículo, no será necesaria esta documentación.

---

*Apéndice 1***Autorización de la instalación de los sistemas OBD**

En el presente apéndice se considera el caso en que el fabricante del vehículo solicita autorización para instalar en un vehículo uno o varios sistemas OBD de una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones que hayan sido certificados con arreglo a los requisitos del presente anexo.

En este caso, además de los requisitos generales del presente anexo, se exigirá una demostración de la correcta instalación del sistema. Esta demostración se fundamentará en el elemento de diseño adecuado, los resultados de los ensayos de verificación, etc. e incluirá la conformidad de los elementos siguientes respecto a los requisitos del presente anexo:

- a) la instalación en el vehículo por lo que respecta a su compatibilidad con el sistema OBD del sistema de motor;
- b) el IMF (pictograma, sistemas de activación, etc.);
- c) la interfaz de comunicación por cable.

Se comprobarán la correcta iluminación del IMF, el correcto almacenamiento de información y la adecuada comunicación del sistema OBD entre el vehículo y el exterior. Sin embargo, ninguna comprobación obligará a desmontar el sistema de motor (por ejemplo, podrá seleccionarse una desconexión eléctrica).

---

## Apéndice 2

**Casos de mal funcionamiento – Ilustración de la situación del DTC – Ilustración de los sistemas de activación de los contadores y del IMF**

El presente apéndice tiene por objeto ilustrar los requisitos establecidos en los puntos 4.3 y 4.6.5 del presente anexo.

Contiene las figuras siguientes:

Figura 1: Situación de los DTC en caso de mal funcionamiento de categoría B1

Figura 2: Situación de los DTC si se producen dos casos sucesivos de mal funcionamiento de categoría B1

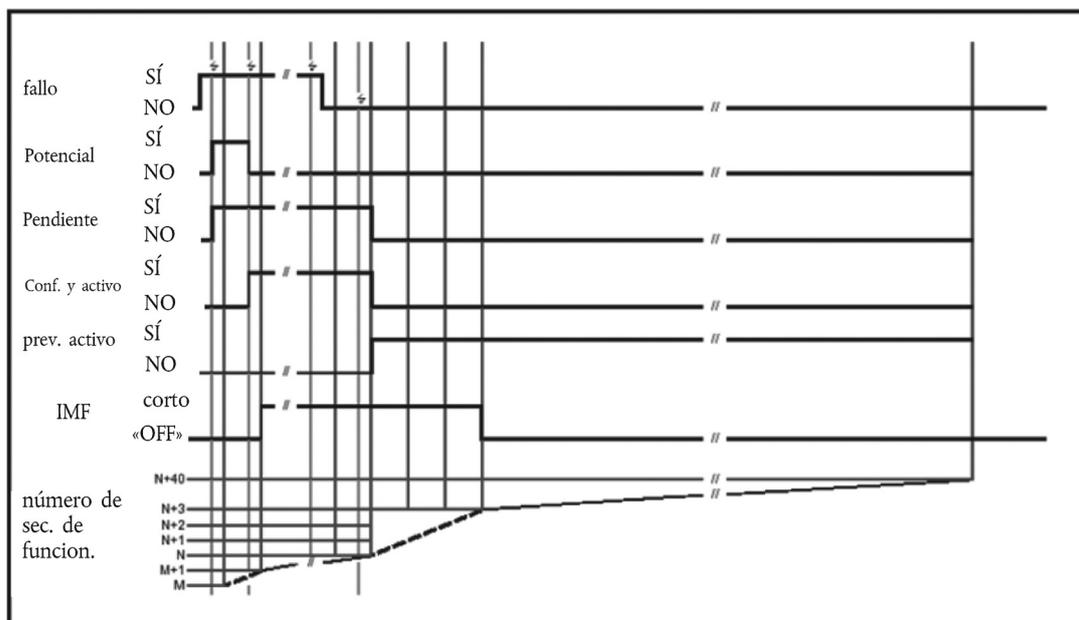
Figura 3: Situación de los DTC en caso de recurrencia de un mal funcionamiento de categoría B1

Figura 4A: Mal funcionamiento de categoría A – activación del IMF y de los contadores del IMF

Figura 4B: Ilustración de los principios de desactivación del IMF continuo

Figura 5: Caso de mal funcionamiento de categoría B1 – activación del contador B1 en cinco casos de uso

Figura 1

**Situación de los DTC en caso de mal funcionamiento de categoría B1**

## Notas:

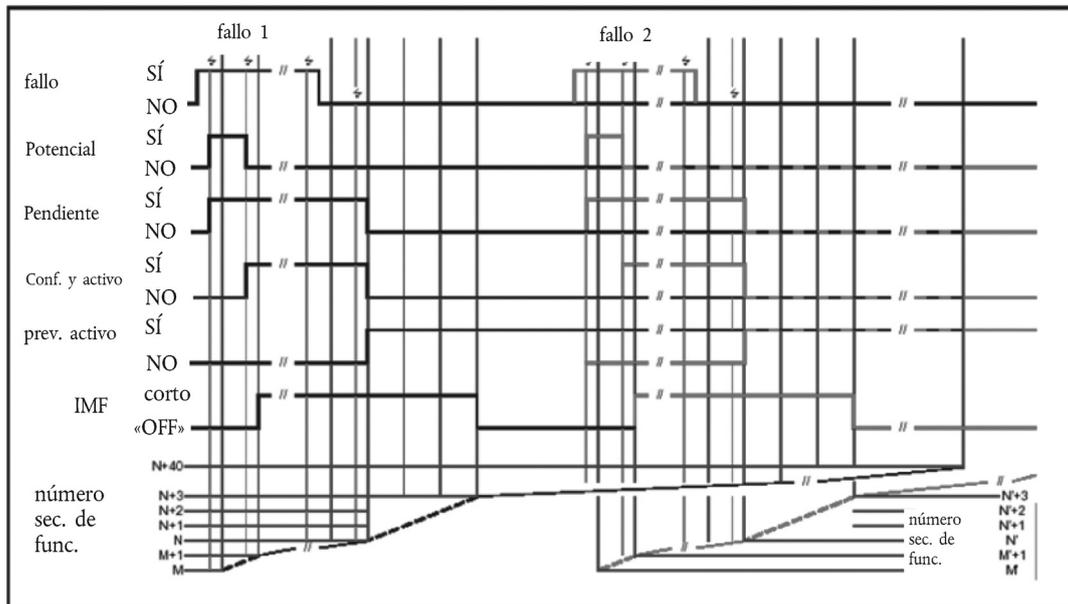
↖ Indica el punto en que se produce la supervisión del mal funcionamiento en cuestión.

N, M El presente anexo requiere la identificación de secuencias de funcionamiento «clave» durante las cuales se producen algunos acontecimientos, así como el recuento de las secuencias de funcionamiento siguientes. A efectos de ilustrar este requisito, las secuencias de funcionamiento clave han recibido los valores N y M.

Por ejemplo, M equivale a la primera secuencia de funcionamiento tras la detección de un posible caso de mal funcionamiento, mientras que N equivale a la secuencia de funcionamiento durante la cual se apaga el IMF.

Figura 2

Situación de los DTC si se producen dos casos sucesivos de mal funcionamiento de categoría B1



Notas:

↺ Indica el punto en que se produce la supervisión del mal funcionamiento en cuestión.

N, M,

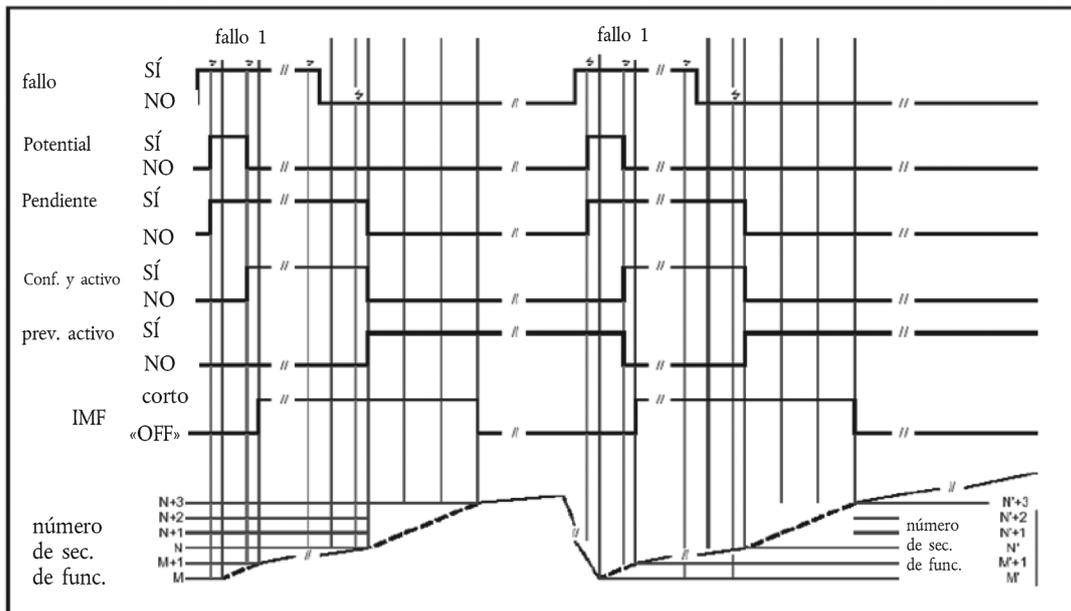
N', M' El presente anexo requiere la identificación de secuencias de funcionamiento «clave» durante las cuales se producen algunos acontecimientos, así como el recuento de las secuencias de funcionamiento siguientes. A efectos de ilustrar este requisito, las secuencias de funcionamiento clave han recibido respectivamente los valores N y M para el primer mal funcionamiento y N' y M' para el segundo.

Por ejemplo, M equivale a la primera secuencia de funcionamiento tras la detección de un posible caso de mal funcionamiento, mientras que N equivale a la secuencia de funcionamiento durante la cual se apaga el IMF.

N + 40 Cuadragésima secuencia de funcionamiento después de la primera extinción del IMF o 200 horas de funcionamiento del motor (lo que ocurra primero).

Figura 3

Situación de los DTC en caso de recurrencia de un mal funcionamiento de categoría B1



Notas:

↖ Indica el punto en que se produce la supervisión del mal funcionamiento en cuestión.

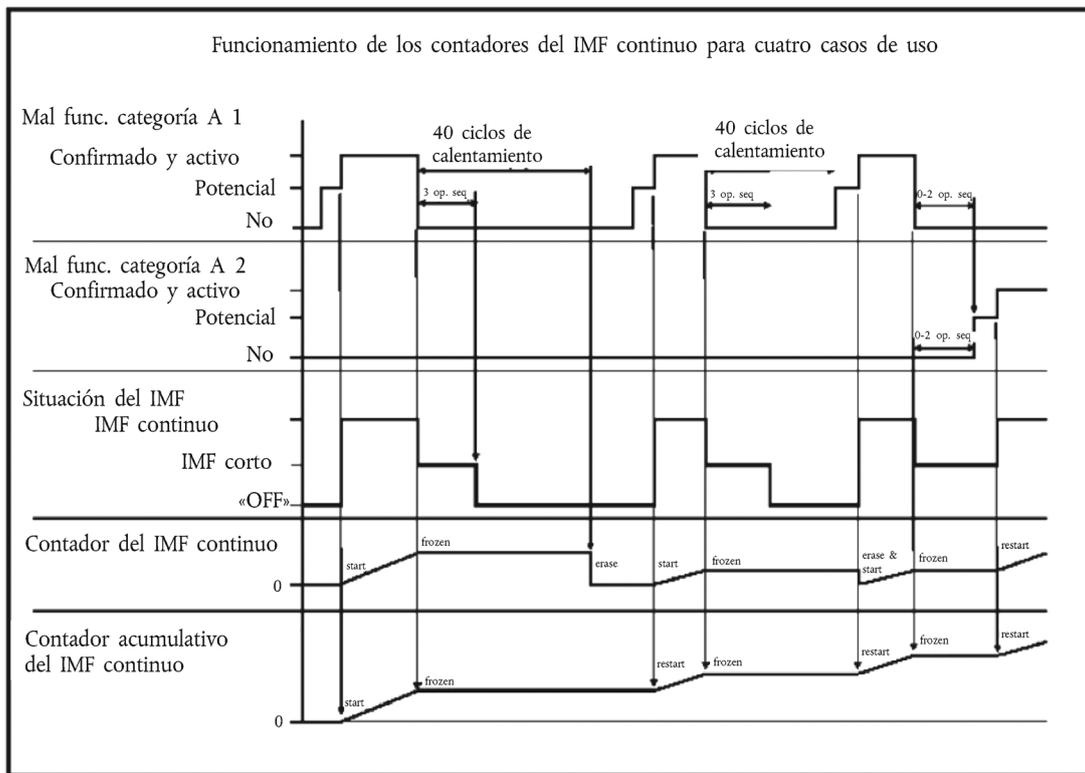
N, M,

N', M' El presente anexo requiere la identificación de secuencias de funcionamiento «clave» durante las cuales se producen algunos acontecimientos, así como el recuento de las secuencias de funcionamiento siguientes. A efectos de ilustrar este requisito, las secuencias de funcionamiento clave han recibido respectivamente los valores N y M para la primera aparición de un mal funcionamiento y N' y M' para la segunda.

Por ejemplo, M equivale a la primera secuencia de funcionamiento tras la detección de un posible caso de mal funcionamiento, mientras que N equivale a la secuencia de funcionamiento durante la cual se apaga el IMF.

Figura 4A

**Mal funcionamiento de categoría A – activación del IMF y de los contadores del IMF**

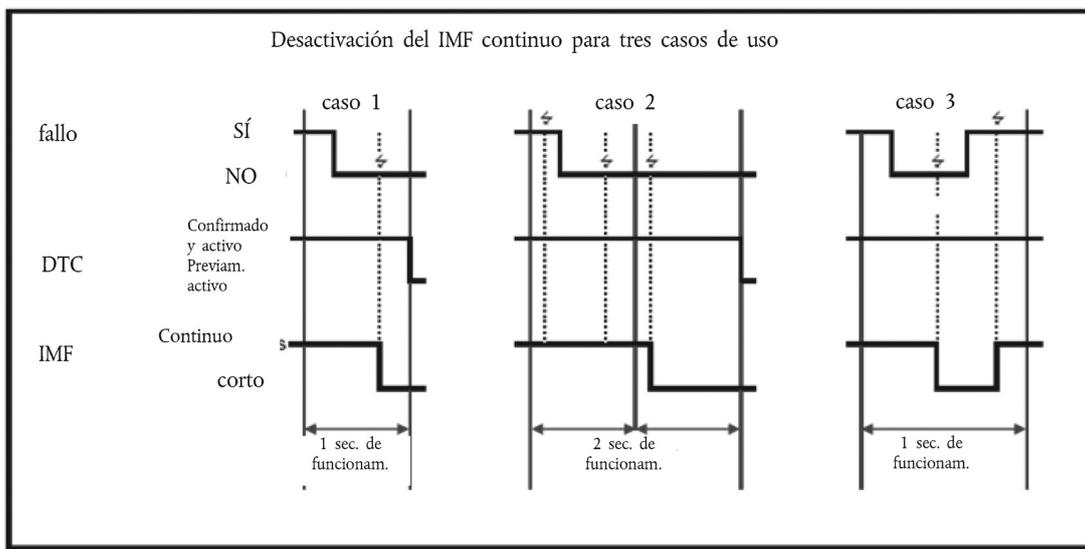


- op. seq. = secuencia de funcionamiento
- start = inicio
- frozen = imagen fija
- erase = borrar
- erase & start = borrar e iniciar
- restart = reiniciar

Nota: Los detalles relativos a la desactivación del IMF continuo se ilustran en la figura 4B a continuación en el caso concreto en que se dé una situación potencial.

Figura 4B

**Ilustración de los principios de desactivación del IMF continuo**



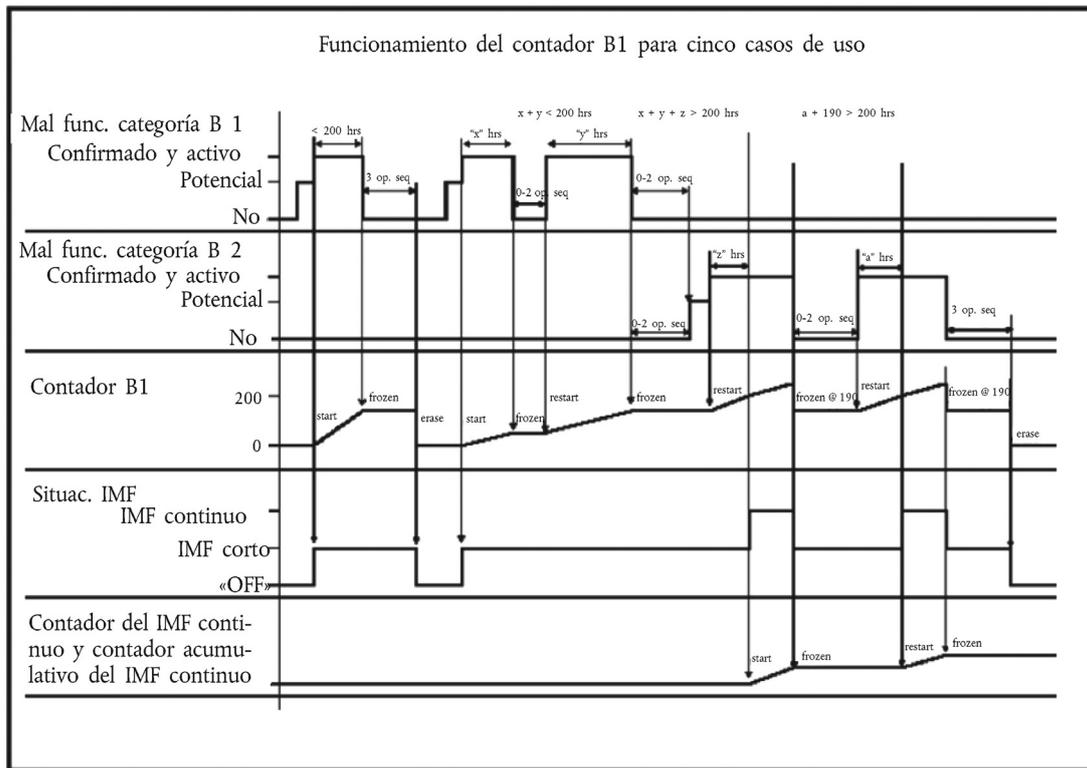
Notas:

- ↔ Indica el punto en que se produce la supervisión del mal funcionamiento en cuestión.
- M Indica la secuencia de funcionamiento en la que el monitor concluye por primera vez que deja de haber un fallo confirmado y activo.

- caso 1 Indica el caso en que el monitor no concluye la presencia de un fallo durante la secuencia de funcionamiento M.
- caso 2 Indica el caso en que el monitor ha concluido previamente, durante la secuencia de funcionamiento M, que hay un mal funcionamiento.
- caso 3 Indica el caso en que el monitor concluye durante la secuencia de funcionamiento M que hay un mal funcionamiento tras haber concluido previamente que no lo había.

Figura 5

**Caso de mal funcionamiento de categoría B1 – activación del contador B1 en cinco casos de uso**



- “x” hrs = horas «X»
- “y” hrs = horas «y»
- op. seq. = secuencia de funcionamiento
- start = iniciar
- frozen = imagen fija
- erase = borrar
- erase & start = borrar e iniciar
- restart = reiniciar

Nota: En este ejemplo, se considera que hay un único contador B1.

## Apéndice 3

**Requisitos de supervisión**

En los puntos del presente apéndice se enumeran los sistemas o componentes que debe supervisar el sistema OBD, con arreglo al punto 4.2 del presente anexo. Salvo disposición en contrario, los requisitos se aplicarán a todos los tipos de motores.

## Apéndice 3 – Punto 1

## Supervisión de componentes eléctricos / electrónicos

Los componentes eléctricos/electrónicos utilizados para controlar o supervisar los sistemas de control de emisiones descritos en el presente apéndice estarán sujetos a una supervisión de componentes con arreglo a las disposiciones del punto 4.2 del presente anexo. Ello incluye, entre otras cosas, los sensores de presión, los sensores de temperatura, los sensores del gas de escape, los sensores de oxígeno cuando existan, los sensores de detonación, los inyectores de combustible en el escape o de reactivo, los elementos quemadores o calentadores en el escape, las bujías de calentamiento y los calentadores del aire de admisión.

Si existe un bucle de control de retroinformación, el sistema OBD supervisará la capacidad del sistema de mantener el control de retroinformación como ha sido diseñado (por ejemplo, para introducir el control de retroinformación en el plazo de tiempo establecido por el fabricante, el sistema no puede mantener el control de retroinformación, el control de retroinformación ha agotado todos los ajustes permitidos por el fabricante): supervisión de componentes.

En particular, en caso de que el control de la inyección de reactivo se realice mediante un sistema de bucle cerrado, serán de aplicación los requisitos de supervisión que establece el presente punto, pero los fallos detectados no se clasificarán como fallos de categoría C.

*Nota:* Estas disposiciones se aplican a todos los componentes eléctricos o electrónicos, incluso si pertenecen a alguno de los monitores descritos en otros puntos del presente apéndice.

## Apéndice 3 – Punto 2

## Sistema del filtro de partículas diésel (DPF)

El sistema OBD supervisará el buen funcionamiento de los elementos siguientes del DPF en los motores equipados con ellos:

- a) sustrato del DPF: la presencia del sustrato del filtro de partículas diésel – supervisión de fallo funcional total;
- b) funcionamiento del DPF: obturación – supervisión de fallo funcional total;
- c1) funcionamiento del filtrado del DPF: el filtrado y el proceso de regeneración continua del DPF. Este requisito se aplicaría únicamente a las emisiones de partículas – supervisión de umbral de emisiones.

Alternativamente, según corresponda <sup>(1)</sup>, el sistema OBD supervisará:

- c2) funcionamiento del DPF: procesos de filtrado y regeneración (por ejemplo, acumulación de partículas durante el proceso de filtrado y retirada de partículas durante un proceso de regeneración forzada) – supervisión del funcionamiento con arreglo al apéndice 8 del presente anexo.

*Nota:* La regeneración periódica se supervisará por lo que se refiere a la capacidad del dispositivo de funcionar conforme a su diseño (por ejemplo, regenerar en un intervalo de tiempo especificado por el fabricante, regenerar cuando se demande, etc.). Esto constituirá un elemento de la supervisión de los componentes asociado al dispositivo.

## Apéndice 3 – Punto 3

## Supervisión de la reducción catalítica selectiva (SCR)

A efectos del presente punto, «SCR» significa reducción catalítica selectiva u otro dispositivo catalítico de NO<sub>x</sub> pobre. El sistema OBD supervisará el buen funcionamiento de los elementos siguientes del sistema SCR en los motores equipados con ellos:

- a) sistema de inyección de reactivo activo/intrusivo: la capacidad del sistema de regular adecuadamente el suministro de reactivo, mediante una inyección en el escape o una inyección en el cilindro – supervisión del funcionamiento;
- b) reactivo activo/intrusivo: la disponibilidad a bordo de reactivo, el consumo adecuado del reactivo si se utiliza uno distinto del combustible (por ejemplo, urea) – supervisión del funcionamiento;

<sup>(1)</sup> El punto C1 es aplicable a las fases B y C según lo indicado en el cuadro 1 del anexo 3. El punto C2 es aplicable a la fase A según lo indicado en el cuadro 1 del anexo 3.

- c) reactivo activo/intrusivo: en la medida de lo posible, la calidad del reactivo si se utiliza uno distinto del combustible (por ejemplo, urea) – supervisión del funcionamiento;
- d) eficacia de la transformación del catalizador SCR: la capacidad del catalizador SCR de transformar NO<sub>x</sub> – supervisión del umbral de emisiones.

#### Apéndice 3 – Punto 4

Filtro de NO<sub>x</sub> pobre/LNT, o adsorbedor de NO<sub>x</sub>

El sistema OBD supervisará el buen funcionamiento de los elementos siguientes del sistema LNT en los motores equipados con ellos:

- a) capacidad del sistema LNT: la capacidad del sistema LNT de adsorber/almacenar y transformar NO<sub>x</sub> – supervisión del funcionamiento;
- b) sistema LNT de inyección de reactivo activo/intrusivo: la capacidad del sistema de regular adecuadamente el suministro de reactivo, mediante una inyección en el escape o una inyección en el cilindro – supervisión del funcionamiento.

#### Apéndice 3 – Punto 5

Supervisión de los catalizadores de oxidación (incluidos los catalizadores de oxidación del diésel – DOC)

El presente punto se aplica a los catalizadores de oxidación que están separados de otros sistemas de postratamiento. Los que están incluidos en el cuerpo de un sistema de postratamiento se tratan en el punto correspondiente del presente apéndice.

El sistema OBD supervisará el buen funcionamiento de los elementos siguientes de los catalizadores de oxidación en los motores equipados con ellos:

- a) eficacia de la transformación de los hidrocarburos: la capacidad de los catalizadores de oxidación de transformar los hidrocarburos antes de otros dispositivos de postratamiento – supervisión del fallo funcional total;
- b) eficacia de la transformación de los hidrocarburos: la capacidad de los catalizadores de oxidación de transformar los hidrocarburos después de otros dispositivos de postratamiento – supervisión del fallo funcional total.

#### Apéndice 3 – Punto 6

Supervisión del sistema de recirculación del gas de escape (EGR)

El sistema OBD supervisará el buen funcionamiento de los elementos siguientes del sistema EGR en los motores equipados con ellos.

|   | Diésel | Gas |
|---|--------|-----|
| a1) Caudal alto/bajo de la EGR: la capacidad del sistema EGR de mantener el caudal de recirculación del gas de escape pedido, detectando condiciones tanto de «caudal demasiado bajo» como de «caudal demasiado alto» – supervisión del umbral de emisiones.                                      | X      |     |
| a2) Caudal alto/bajo de la EGR: la capacidad del sistema EGR para mantener el caudal de recirculación del gas de escape pedido, detectando condiciones tanto de «caudal demasiado bajo» como de «caudal demasiado alto» – supervisión del funcionamiento.   |        | X   |
| a3) Caudal bajo de la EGR: la capacidad del sistema EGR para mantener el caudal de recirculación del gas de escape pedido, detectando condiciones de «caudal demasiado bajo» – supervisión del fallo funcional total o supervisión del funcionamiento según lo especificado en el presente punto. | X      | X   |
| b) Respuesta lenta del actuador de la EGR: la capacidad del sistema EGR de alcanzar el caudal pedido en el plazo de tiempo especificado por el fabricante después de que se haya pedido – supervisión del funcionamiento.   | X      | X   |
| c1) Enfriamiento del refrigerador de la EGR: la capacidad del sistema refrigerador de la EGR de lograr el nivel de enfriamiento especificado por el fabricante – supervisión del funcionamiento.  | X      | X   |
| c2) Enfriamiento del refrigerador de la EGR: la capacidad del sistema refrigerador de la EGR de lograr el nivel de enfriamiento especificado por el fabricante – supervisión del fallo funcional total o supervisión del funcionamiento.  | X      | X   |

- a3) Caudal bajo de la EGR (supervisión del fallo funcional total o supervisión del funcionamiento)

En caso de que las emisiones no superen los umbrales del sistema OBD aun cuando falle totalmente la capacidad del sistema EGR de mantener el caudal de EGR pedido (por ejemplo, debido al funcionamiento correcto de un sistema SCR situado después del motor):

1. si el control del caudal de EGR se lleva a cabo mediante un sistema de bucle cerrado, el sistema OBD detectará un caso de mal funcionamiento cuando el sistema EGR no pueda aumentar el caudal de EGR para obtener el caudal pedido.

Dicho caso de mal funcionamiento no será clasificado como fallo de categoría C;

2. si el control del caudal de EGR se lleva a cabo mediante un sistema de bucle abierto, el sistema OBD detectará un caso de mal funcionamiento cuando el sistema EGR no tenga una cantidad detectable de caudal de EGR cuando se espera un caudal de EGR.

Dicho caso de mal funcionamiento no será clasificado como fallo de categoría C.

#### c2) Enfriamiento del refrigerador de la EGR (supervisión del fallo funcional total)

En caso de que, al producirse un fallo total de la capacidad del sistema de refrigeración de la EGR de alcanzar el funcionamiento de refrigeración especificado por el fabricante, el sistema de seguimiento no detecte ningún fallo (porque el aumento resultante de las emisiones no alcance el umbral del OBD para ningún contaminante), el sistema OBD detectará un caso de mal funcionamiento cuando el sistema no tenga ninguna cantidad detectable de refrigerante del sistema EGR.

Dicho caso de mal funcionamiento no será clasificado como fallo de categoría C.

#### Apéndice 3 – Punto 7

##### Supervisión del sistema de alimentación de combustible

El sistema OBD supervisará el buen funcionamiento de los elementos siguientes del sistema de alimentación de combustible en los motores equipados con ellos.

|   | Diésel | Gas |
|---|--------|-----|
| a) Control de la presión del sistema de alimentación de combustible: la capacidad del sistema de alcanzar la presión de alimentación de combustible pedida en un control de bucle cerrado – supervisión del funcionamiento.   | X      |     |
| b) Control de la presión del sistema de alimentación de combustible: la capacidad del sistema de alimentación de combustible de alcanzar la presión pedida en un control de bucle cerrado cuando el sistema está construido de manera que la presión puede controlarse independientemente de otros parámetros – supervisión del funcionamiento. | X      |     |
| c) Avance de la inyección de combustible: la capacidad del sistema de alimentación de combustible de conseguir la regulación de alimentación pedida durante al menos una de las fases de inyección cuando el motor está equipado con los sensores apropiados – supervisión del funcionamiento.  | X      |     |
| d) Sistema de inyección de combustible: la capacidad de mantener la relación aire-combustible deseada (lo que incluye, entre otras cosas, las funciones de autoadaptación) – supervisión del funcionamiento.  |        | X   |

#### Apéndice 3 – Punto 8

##### Sistema de control del acondicionamiento de aire y de la presión del turbocompresor/sobrealimentador

El sistema OBD supervisará el buen funcionamiento de los elementos siguientes del sistema de control del acondicionamiento de aire y de la presión del turbocompresor/sobrealimentador en los motores equipados con ellos.

|  | Diésel | Gas |
|--|--------|-----|
| a1) Turbocompresión insuficiente/excesiva: la capacidad del sistema de turbocompresión de mantener la presión pedida, detectando condiciones tanto de «turbocompresión insuficiente» como de «turbocompresión excesiva» – supervisión del umbral de emisiones. | X      |     |
| a2) Turbocompresión insuficiente/excesiva: la capacidad del sistema de turbocompresión de mantener la presión pedida, detectando condiciones tanto de «turbocompresión insuficiente» como de «turbocompresión excesiva» – supervisión del funcionamiento.      |        | X   |

|   | Diésel | Gas |
|---|--------|-----|
| a3) Turbocompresión insuficiente: la capacidad del sistema de turbocompresión de mantener la presión pedida, detectando condiciones de «caudal demasiado bajo» – supervisión del fallo funcional total o supervisión del funcionamiento según lo especificado en el presente punto. | X      | X   |
| b) Respuesta lenta del turbo de geometría variable: la capacidad del turbo de geometría variable de alcanzar la geometría pedida en el plazo de tiempo especificado por el fabricante – supervisión del funcionamiento.   | X      | X   |
| c) Refrigeración del aire de admisión: la eficacia del sistema de refrigeración del aire de admisión – fallo funcional total.   | X      | X   |

a3) Turbocompresión insuficiente (supervisión del fallo funcional total)

1. En caso de que las emisiones no superen los umbrales del sistema OBD aun cuando se haya producido un fallo total de la capacidad del sistema de sobrealimentación de mantener la presión de sobrealimentación pedida y el control de la presión de sobrealimentación se lleve a cabo mediante un sistema de bucle cerrado, el sistema OBD detectará un caso de mal funcionamiento cuando el sistema de sobrealimentación no pueda aumentar la presión de sobrealimentación para alcanzar la presión de sobrealimentación pedida.

Dicho caso de mal funcionamiento no será clasificado como fallo de categoría C.

2. En caso de que las emisiones no superen los umbrales del sistema OBD aun cuando se haya producido un fallo total de la capacidad del sistema de sobrealimentación de mantener la presión de sobrealimentación pedida y el control de la presión de sobrealimentación se lleve a cabo mediante un sistema de bucle abierto, el sistema OBD detectará un caso de mal funcionamiento cuando el sistema de sobrealimentación no tenga una cantidad detectable de presión de sobrealimentación en el momento en que esta se espera.

Dicho caso de mal funcionamiento no será clasificado como fallo de categoría C.

Apéndice 3 – Punto 9

Sistema de regulación variable de las válvulas

El sistema OBD supervisará el buen funcionamiento de los elementos siguientes del sistema de regulación variable de las válvulas en los motores equipados con ellos:

- a) error de objetivo de la regulación variable de las válvulas: la capacidad del sistema de regulación variable de las válvulas de alcanzar la regulación de las válvulas pedida – supervisión del funcionamiento;
- b) respuesta lenta de la regulación variable de las válvulas: la capacidad del sistema de regulación variable de las válvulas de alcanzar la regulación de las válvulas en el plazo de tiempo especificado por el fabricante – supervisión del funcionamiento.

Apéndice 3 – Punto 10

Supervisión del fallo de encendido

|  | Diésel | Gas |
|--|--------|-----|
| a) Ninguna prescripción.   | X      |     |
| b) Fallo de encendido que puede dañar el catalizador (por ejemplo, supervisando un determinado porcentaje de fallos de encendido en un periodo de tiempo concreto) – supervisión del funcionamiento. |        | X   |

Apéndice 3 – Punto 11

Supervisión del sistema de ventilación del cárter

Ninguna prescripción.

Apéndice 3 – Punto 12

Supervisión del sistema de refrigeración del motor

El sistema OBD supervisará el buen funcionamiento de los elementos siguientes del sistema de refrigeración del motor:

- a) temperatura del refrigerante del motor (termostato): termostato que se ha quedado abierto. No es necesario que los fabricantes supervisen el termostato si el fallo no desactivará ningún otro monitor del sistema OBD – fallo funcional total.

No es necesario que los fabricantes supervisen la temperatura del refrigerante del motor ni el sensor de temperatura de dicho refrigerante si ni la temperatura del refrigerante del motor ni el sensor de temperatura de dicho refrigerante se utilizan para activar el control de bucle cerrado/de la retroinformación de ningún sistema de control de emisiones y/o no desactivarán ningún otro monitor.

Los fabricantes podrán suspender o retrasar el monitor hasta alcanzar la temperatura de activación del bucle cerrado si el motor está sometido a condiciones que pudieran dar lugar a un falso diagnóstico (por ejemplo, el funcionamiento del vehículo al ralentí durante más del 50 % al 75 % del tiempo de calentamiento).

#### Apéndice 3 – Punto 13

##### Supervisión de los sensores del gas de escape y del oxígeno

El sistema OBD supervisará los elementos siguientes.

|  | Diésel | Gas |
|--|--------|-----|
| a) Los elementos eléctricos de los sensores del gas de escape en los motores equipados con ellos con arreglo al punto 1 del presente apéndice – supervisión de los componentes.  | X      | X   |
| b) Los sensores de oxígeno primarios y secundarios (control del combustible). Estos sensores son considerados sensores del gas de escape cuyo buen funcionamiento debe supervisarse con arreglo al punto 1 del presente apéndice – supervisión de los componentes. |        | X   |

#### Apéndice 3 – Punto 14

##### Supervisión del sistema de control del régimen de ralentí

El sistema OBD supervisará el buen funcionamiento, con arreglo al punto 1 del presente apéndice, de los elementos eléctricos de los sistemas de control del régimen de ralentí en los motores equipados con ellos.

#### Apéndice 3 – Punto 15

##### Catalizador de tres vías

El sistema OBD supervisará el buen funcionamiento del catalizador de tres vías en los motores equipados con ellos.

|   | Diésel | Gas |
|---|--------|-----|
| a) Eficiencia de la transformación del catalizador de tres vías: la capacidad del catalizador de transformar NO <sub>x</sub> y CO – supervisión del funcionamiento. |        | X   |

## Apéndice 4

**Informe de conformidad técnica**

Este informe lo emite la autoridad de homologación de tipo, con arreglo a los puntos 6.3.3 y 7.3 del presente anexo, tras examinar un sistema OBD o una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones cuando dichos sistema o familia cumplan los requisitos del presente apéndice.

En el informe se incluirá la referencia exacta (incluido su número de versión) del presente apéndice.

Se incluirá también la referencia exacta (incluido su número de versión) del presente Reglamento.

El informe constará de una cubierta que indique la conformidad final del sistema OBD o de la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones y los cinco puntos siguientes:

Punto 1. Información sobre el sistema OBD

Punto 2. Información relativa a la conformidad del sistema OBD

Punto 3. Información relativa a las deficiencias

Punto 4. Información relativa a los ensayos de conformidad del sistema OBD

Punto 5. Protocolo de ensayo

El informe técnico, incluidos los anteriores puntos, constará, como mínimo, de los elementos indicados en los ejemplos que figuran a continuación.

El informe señalará que no está permitida la reproducción ni la publicación de fragmentos del mismo sin el consentimiento por escrito de la autoridad de homologación de tipo que lo suscribe.

Informe de conformidad final

La documentación y el sistema OBD / la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones que se describe cumplen los requisitos establecidos en el Reglamento siguiente:

Reglamento ... / versión ... / fecha de aplicación ... / tipo de combustible ...

El presente Reglamento traspone el siguiente Reglamento técnico mundial:

Reglamento técnico mundial ... / versión ... / fecha ...

El informe de conformidad técnica consta de ... páginas.

Lugar, fecha: .....

Autor (nombre y apellidos y firma)

Autoridad de homologación de tipo (nombre, sello)

Punto 1 del informe de conformidad técnica (ejemplo)

Información sobre el sistema OBD

1. Tipo de homologación solicitada

| <i>Homologación solicitada</i>  |       |
|---|-------|
| — Homologación de un solo sistema OBD   | SÍ/NO |
| — Homologación de una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones   | SÍ/NO |
| — Homologación de un sistema OBD como miembro de una familia de sistemas OBD certificada                                  | SÍ/NO |
| — Extensión para incorporar un nuevo sistema de motor dentro de una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones | SÍ/NO |
| — Extensión para abordar un cambio de diseño que afecta al sistema OBD  | SÍ/NO |
| — Extensión para abordar la reclasificación de un mal funcionamiento  | SÍ/NO |

## 2. Información sobre el sistema OBD

|   |      |
|---|------|
| <i>Homologación de un solo sistema OBD</i>  |      |
| — tipo(s) <sup>(1)</sup> de la familia de sistemas de motor (si procede, véase el punto 6.1 del presente anexo), o tipo(s) <sup>(1)</sup> de sistemas(s) de motor único(s)          | .... |
| — Descripción del sistema OBD (emitida por el fabricante): referencia y fecha   | .... |
| <i>Homologación de una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones</i>  |      |
| — Lista de familias de motor para las que sea pertinente la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones (cuando proceda, véase el punto 6.1)                              | .... |
| — Tipo <sup>(1)</sup> de sistema de motor de referencia dentro de la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones  | .... |
| — Lista de tipos <sup>(1)</sup> de motor dentro de la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones   | .... |
| — Descripción del sistema OBD (emitida por el fabricante): referencia y fecha   | .... |
| <i>Homologación de un sistema OBD como miembro de una familia certificada de sistemas OBD en relación con las emisiones</i>   |      |
| — Lista de familias de motor para las que sea pertinente la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones (cuando proceda, véase el punto 6.1)                              | .... |
| — Tipo <sup>(1)</sup> de sistema de motor de referencia dentro de la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones  | .... |
| — Lista de tipos <sup>(1)</sup> de motor dentro de la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones   | .... |
| — Denominación de la familia de sistemas de motor a la que afecta el nuevo sistema OBD (cuando proceda)   | .... |
| — Tipo <sup>(1)</sup> de sistema de motor para el que sea pertinente el nuevo sistema OBD   | .... |
| — Descripción ampliada del sistema OBD (emitida por el fabricante): referencia y fecha  | .... |
| <i>Extensión para incorporar un nuevo sistema de motor dentro de una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones</i>  |      |
| — Lista (ampliada si es necesario) de familias de motores para las que sea pertinente la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones (cuando proceda, véase el punto 6.1) | .... |
| — Lista (ampliada si es necesario) de tipos <sup>(1)</sup> de motores dentro de la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones  | .... |
| — Tipo <sup>(1)</sup> actualizado (nuevo o sin modificar) de sistema de motor de referencia dentro de la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones                      | .... |
| — Descripción extendida del sistema OBD (emitida por el fabricante): referencia y fecha   | .... |
| <i>Extensión para abordar un cambio de diseño que afecta al sistema OBD</i>   |      |
| — Lista de familias de motores (si procede) para las que sea pertinente el cambio de diseño   | .... |
| — Lista de tipos de motores <sup>(1)</sup> para los que sea pertinente el cambio de diseño  | .... |
| — Tipo <sup>(1)</sup> actualizado (cuando proceda, nuevo o sin modificar) de sistema de motor de referencia dentro de la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones      | .... |

|  |      |
|--|------|
| Descripción modificada del sistema OBD (emitida por el fabricante): referencia y fecha     | .... |
| <i>Extensión para abordar la reclasificación de un mal funcionamiento</i>                  |      |
| — Lista de familias de motores (si procede) para las que sea pertinente la reclasificación | .... |
| — Lista de tipos de motores <sup>(1)</sup> para los que sea pertinente la reclasificación  | .... |
| Descripción modificada del sistema OBD (emitida por el fabricante): referencia y fecha     | .... |

(1) Según se indique en el documento de homologación.

#### Punto 2 del informe de conformidad técnica (ejemplo)

##### Información relativa a la conformidad del sistema OBD

#### 1. Documentación

|   |       |
|---|-------|
| Los elementos facilitados por el fabricante en la documentación de la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones están completos y cumplen los requisitos del punto 8 del presente anexo en lo que se refiere a los aspectos siguientes: |       |
| — documentación asociada a cada componente o sistema supervisado  | SÍ/NO |
| — documentación asociada a cada código de problema de diagnóstico (DTC)   | SÍ/NO |
| — documentación asociada a la clasificación del mal funcionamiento  | SÍ/NO |
| — documentación asociada a la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones   | SÍ/NO |
| — La documentación exigida en el punto 8.2 del presente anexo para instalar un sistema OBD en un vehículo ha sido facilitada por el fabricante en el expediente documental, está completa y cumple los requisitos del presente anexo:               | SÍ/NO |
| — La instalación del sistema de motor equipado con el sistema OBD cumple lo dispuesto en el apéndice 1 del presente anexo:  | SÍ/NO |

#### 2. Contenido de la documentación

|  |  |
|--|--|
| <i>Supervisión</i>   |  |
| Los monitores cumplen los requisitos del punto 4.2 del presente anexo:   | SÍ/NO                                  |
| <i>Clasificación</i>   |  |
| La clasificación de los casos de mal funcionamiento cumple los requisitos del punto 4.5 del presente anexo:                  | SÍ/NO                                  |
| <i>Sistema de activación del indicador de mal funcionamiento</i>   |  |
| De acuerdo con el punto 4.6.3 del presente anexo, el sistema de activación del indicador de mal funcionamiento es:           | Discriminatorio/<br>No discriminatorio |
| La activación y la desactivación del indicador de mal funcionamiento cumple los requisitos del punto 4.6 del presente anexo: | SÍ/NO                                  |

|   |       |
|---|-------|
| <i>Registro y eliminación de los códigos de problema de diagnóstico (DTC)</i>   |       |
| El registro y la eliminación de los DTC cumplen los requisitos de los puntos 4.3 y 4.4 del presente anexo:  | SÍ/NO |
| <i>Desactivación del sistema OBD</i>  |       |
| Las estrategias descritas en la documentación sobre una desconexión o desactivación temporal del sistema OBD cumplen los requisitos del punto 5.2 del presente anexo: | SÍ/NO |
| <i>Seguridad del sistema electrónico</i>  |       |
| Las medidas descritas por el fabricante para la seguridad del sistema electrónico cumplen los requisitos del punto 4.8 del presente anexo:                            | SÍ/NO |

## Punto 3 del informe de conformidad técnica (ejemplo)

## Información relativa a las deficiencias

|  |  |
|--|--|
| Número de deficiencias del sistema OBD                                   | (ej: cuatro deficiencias)  |
| Las deficiencias cumplen los criterios del punto 6.4 del presente anexo: | SÍ/NO  |
| <i>Deficiencia nº 1</i>  |  |
| — Objeto de la deficiencia   | por ejemplo, medir la concentración de urea (reducción catalítica selectiva) dentro de las tolerancias definidas |
| — Periodo de la deficiencia  | por ejemplo, un año / seis meses después de la fecha de homologación   |
| (Descripción de las deficiencias 2 a n-1)                                |  |
| <i>Deficiencia nº n</i>  |  |
| — Objeto de la deficiencia   | por ejemplo, medir la concentración de NH3 después del sistema de reducción catalítica selectiva                 |
| — Periodo de la deficiencia  | por ejemplo, un año / seis meses después de la fecha de homologación   |

## Punto 4 del informe de conformidad técnica (ejemplo)

## Ensayos de demostración del sistema OBD

## 1. Resultado de ensayo del sistema OBD

|  |       |
|--|-------|
| <i>Resultados de los ensayos</i>   |       |
| El sistema OBD descrito en la anterior documentación conforme ha sido sometido a ensayo con éxito con arreglo al punto 6 del presente anexo para demostrar la conformidad de los monitores y de las clasificaciones de los casos de mal funcionamiento tal como se enumeran en el punto 5: | SÍ/NO |

Los detalles de los ensayos de demostración realizados figuran en el punto 5.

## 1.1. Sistema OBD sometido a ensayo en el banco de pruebas

|   |      |
|---|------|
| <i>Motor</i>  |      |
| — Denominación del motor (fabricante y denominación comercial): | .... |

|  |       |
|--|-------|
| — Tipo de motor (tal como se indica en el documento de homologación):  | ....  |
| — Número de motor (número de serie):   | ....  |
| <i>Unidades de control para las que es pertinente el presente anexo (incluidas las unidades de control electrónico del motor)</i>  |       |
| — Funcionalidad principal:   | ....  |
| — Número de identificación (software y calibración):   | ....  |
| <i>Herramienta de diagnóstico (herramienta de exploración utilizada durante el ensayo)</i>   |       |
| — Fabricante:  | ....  |
| — Tipo:  | ....  |
| — Software / versión:  | ....  |
| <i>Información sobre el ensayo</i>   |       |
| — Condiciones ambientales de ensayo (temperatura, humedad, presión):   | ....  |
| — Lugar de ensayo (incluida la altitud):   | ....  |
| — Combustible de referencia:   | ....  |
| — Aceite lubricante del motor:   | ....  |
| — Fecha de ensayo:   | ....  |
| 2. Ensayos de demostración de la instalación del sistema OBD   |       |
| Además de la demostración del sistema OBD / la familia de sistemas OBD en relación con las emisiones, se ha sometido a ensayo en un vehículo la instalación de un sistema OBD / de los sistemas OBD de una familia de sistemas OBD en relación con las emisiones, de acuerdo con las disposiciones del apéndice 1 del anexo 9B | SÍ/NO |
| 2.1. Resultados de ensayo de la instalación del sistema OBD  |       |
| <i>Resultados de ensayo</i><br>Si la instalación del sistema OBD se ha ensayado en un vehículo, se ha ensayado con arreglo al apéndice 1 del anexo 9B  | SÍ/NO |
| 2.2. Instalación sometida a ensayo   |       |
| Si la instalación del sistema OBD se ha sometido a ensayo en un vehículo:  |       |
| <i>Vehículo sometido a ensayo</i>  |       |
| — Denominación del vehículo (fabricante y nombre comercial):   | ....  |
| — Tipo de vehículo:  | ....  |
| — Número de identificación del vehículo (VIN):   | ....  |

|  |      |
|--|------|
| <i>Herramienta de diagnóstico (herramienta de exploración utilizada durante el ensayo)</i> |      |
| — Fabricante:  | .... |
| — Tipo:  | .... |
| — Software / versión:  | .... |
| <i>Información sobre el ensayo</i>   |      |
| — Lugar y fecha:   | .... |

| Ensayo de demostración del sistema OBD      |                 |  |                 |                        |                        |                   |   |                         |   |                 |          |                                       |                 |                                    |                                 |                                      |
|---|-----------------|--|-----------------|------------------------|------------------------|-------------------|---|-------------------------|---|-----------------|----------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Consideraciones generales                   |                 | Demostración de la clasificación de fallos |                 |                        |                        |                   |   |                         | Demostración del funcionamiento del sistema OBD |                 |          |                                       |                 |                                    |                                 |                                      |
|   |                 | Ensayo                                     |                 | Nivel de emisión       |                        |                   | Clasificación                             |                         | Validación del componente deteriorado           |                 |          | Activación del IMF                    |                 |                                    |                                 |                                      |
| Modo de fallo                               | Código de fallo | Ensayo realizado con arreglo al punto      | Ciclo de ensayo | Superior al umbral OBD | Inferior al umbral OBD | Inferior a EL + X | Clasificación propuesta por el fabricante | Clasificación final (1) | Ensayo realizado con arreglo al punto           | Ciclo de ensayo | Validado | Ensayo realizado con arreglo al punto | Ciclo de ensayo | IMF continuo después de ... ciclos | IMF corto después de ... ciclos | IMF a petición después de ... ciclos |
| Válvula de dosificación del sistema SCR     | P2...           | no se ha ensayado                          |                 | —                      | —                      | —                 | A   | A                       | 6.3.2.1   | WHTC            | sí       | 6.3.1.                                | WHTC            | 2                                  |                                 |                                      |
| Válvula eléctrica de la EGR                 | P1...           | no se ha ensayado                          |                 |                        |                        |                   | A   | B1                      | 6.3.2.1   | WHTC            | sí       | 6.3.1.                                | WHTC            |                                    | 1                               |                                      |
| Válvula mecánica de la EGR                  | P1...           | no se ha ensayado                          |                 |                        |                        |                   | B1  | B1                      | 6.3.2.1   | WHTC            | sí       | 6.3.1.                                | WHTC            |                                    | 2                               |                                      |
| Válvula mecánica de la EGR                  | P1...           | 6.2.2                                      | WHTC            |                        | X                      |                   | B1  | B1                      | no se ha ensayado                               |                 | sí       |                                       |                 |                                    |                                 |                                      |
| Válvula mecánica de la EGR                  | P1...           | 6.2.2                                      | WHTC            |                        | X                      |                   | B1  | B1                      | 6.3.2.1   | WHTC            | sí       | 6.3.1.                                | WHTC            |                                    | 2                               |                                      |
| Sensor eléctrico de la temperatura del aire | P1...           | no se ha ensayado                          |                 |                        |                        |                   | B2  | B2                      | 6.3.2.2   | WHTC            | sí       | 6.3.1.                                | WHTC            |                                    | 1                               |                                      |

| Consideraciones generales                     |                 | Demostración de la clasificación de fallos |                 |                        |                        |                   |   |                         | Demostración del funcionamiento del sistema OBD |                 |          |                                       |                 |                                    |                                 |                                      |
|---|-----------------|--|-----------------|------------------------|------------------------|-------------------|---|-------------------------|---|-----------------|----------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
|   |                 | Ensayo                                     |                 | Nivel de emisión       |                        |                   | Clasificación                             |                         | Validación del componente deteriorado           |                 |          | Activación del IMF                    |                 |                                    |                                 |                                      |
| Modo de fallo                                 | Código de fallo | Ensayo realizado con arreglo al punto      | Ciclo de ensayo | Superior al umbral OBD | Inferior al umbral OBD | Inferior a EL + X | Clasificación propuesta por el fabricante | Clasificación final (1) | Ensayo realizado con arreglo al punto           | Ciclo de ensayo | Validado | Ensayo realizado con arreglo al punto | Ciclo de ensayo | IMF continuo después de ... ciclos | IMF corto después de ... ciclos | IMF a petición después de ... ciclos |
| Sensor eléctrico de la temperatura del aceite | P1...           | 6.2.6                                      | ETC             |                        |                        | X                 | C   | C                       | no se ha ensayado                               |                 | sí       |                                       |                 |                                    |                                 |                                      |

Observaciones: 1) a petición de la autoridad de certificación el fallo podrá reclasificarse en una categoría distinta de la propuesta por el fabricante.

En esta hoja están recogidos únicamente los fallos que han sido objeto de ensayos de clasificación o de funcionamiento y los fallos que han sido reclasificados a petición de la autoridad de certificación.

El ensayo de un mal funcionamiento puede tener por finalidad su clasificación, su funcionamiento o ambas cosas.

El ejemplo ofrecido de la válvula mecánica de la EGR indica cómo se considera cada uno de estos tres casos en el cuadro.

—

## Apéndice 5

**Información de imagen fija y de flujo de datos**

Los cuadros siguientes recogen la información considerada en los puntos 4.7.1.4 y 4.7.2 del presente anexo.

Cuadro 1

**Requisitos de obligado cumplimiento**

|   | Imagen fija | Flujo de datos |
|---|-------------|----------------|
| Carga calculada (par del motor, en porcentaje del par máximo disponible al régimen que tenga en ese momento el motor) | x           | x              |
| Régimen del motor   | x           | x              |
| Temperatura del refrigerante del motor (o equivalente)  | x           | x              |
| Presión barométrica (medida directamente o estimada)  | x           | x              |

Cuadro 2

**Información opcional sobre el régimen y la carga del motor**

|   | Imagen fija | Flujo de datos |
|---|-------------|----------------|
| Par del motor solicitado por el conductor (en porcentaje del par máximo del motor)  | x           | x              |
| Par real del motor (calculado como porcentaje del par máximo del motor, por ejemplo, a partir de la cantidad de la inyección de combustible pedida) | x           | x              |
| Par máximo del motor de referencia  |             | x              |
| Par motor máximo de referencia como función del régimen del motor   |             | x              |
| Tiempo transcurrido desde el arranque del motor   | x           | x              |

Cuadro 3

**Información opcional, si es utilizada por el sistema de emisiones o el sistema OBD para activar o desactivar cualquier información del sistema OBD**

|  | Imagen fija | Flujo de datos |
|--|-------------|----------------|
| Nivel de combustible (por ejemplo, porcentaje de la capacidad nominal del depósito de combustible) o presión del combustible en el depósito (por ejemplo, porcentaje de la cantidad utilizable de presión del combustible en el depósito), según proceda | x           | x              |
| Temperatura del aceite del motor   | x           | x              |
| Velocidad del vehículo   | x           | x              |
| Estado del sistema de adaptación a la calidad del combustible (activo / no activo) en caso de motores de gas   |             | x              |
| Tensión del sistema informático de control del motor (para el chip de control principal)   | x           | x              |

Cuadro 4

**Información optativa, si el motor está equipado para ello, detecta la información o la calcula**

|  | Imagen fija | Flujo de datos |
|--|-------------|----------------|
| Posición absoluta de la válvula / posición de la válvula del aire de admisión (posición de la válvula utilizada para regular la admisión de aire)  | x           | x              |
| Situación del sistema de control de alimentación de diésel si se utiliza un sistema de bucle cerrado (por ejemplo, un sistema de bucle cerrado de presión de la alimentación de combustible) | x           | x              |
| Presión en el riel de inyectores de combustible  | x           | x              |
| Presión del control de la inyección (presión del fluido que controla la inyección de combustible)  | x           | x              |
| Regulación representativa de la inyección de combustible (inicio de la inyección del primer surtidor)  | x           | x              |
| Presión pedida en el riel de inyectores de combustible   | x           | x              |
| Presión pedida del control de la inyección (es decir, presión del fluido que controla la inyección de combustible)   | x           | x              |
| Temperatura del aire de admisión   | x           | x              |
| Temperatura del aire ambiente  | x           | x              |
| Temperatura del aire de entrada / salida del turbocompresor (compresor y turbina)  | x           | x              |
| Presión de entrada / salida del turbocompresor (compresor y turbina)   | x           | x              |
| Temperatura del aire de admisión (después del <i>intercooler</i> , si lo hay)  | x           | x              |
| Presión de sobrealimentación real  | x           | x              |
| Caudal de aire a partir del sensor del caudal másico de aire   | x           | x              |
| Ciclo de funcionamiento o posición pedidos de la válvula de la EGR (si la EGR se controla de esta manera)  | x           | x              |
| Ciclo de funcionamiento o posición reales de la válvula de la EGR  | x           | x              |
| Situación de la toma de fuerza (activa o no activa)  | x           | x              |
| Posición del pedal del acelerador  | x           | x              |
| Posición absoluta redundante del pedal   | x           | si se detecta  |
| Consumo de combustible instantáneo   | x           | x              |
| Presión de sobrealimentación pedida/objetivo (si se utiliza la presión de sobrealimentación para controlar el funcionamiento del turbo)  | x           | x              |
| Presión de entrada del filtro de partículas diésel   | x           | x              |
| Presión de salida del filtro de partículas diésel  | x           | x              |
| Diferencia de presión del filtro de partículas diésel  | x           | x              |
| Presión de escape en la salida del motor   | x           | x              |
| Temperatura de entrada del filtro de partículas diésel   | x           | x              |

|  | Imagen fija | Flujo de datos |
|--|-------------|----------------|
| Temperatura de salida del filtro de partículas diésel        | x           | x              |
| Temperatura del gas de escape en la salida del motor         | x           | x              |
| Régimen del turbocompresor/la turbina                        | x           | x              |
| Posición del turbo de geometría variable                     | x           | x              |
| Posición pedida del turbo de geometría variable              | x           | x              |
| Posición de la válvula de descarga                           | x           | x              |
| Salida del sensor de la relación aire/combustible            |             | x              |
| Salida del sensor de oxígeno                                 |             | x              |
| Salida del sensor de oxígeno secundario (si se ha instalado) |             | x              |
| Salida del sensor de NO <sub>x</sub>                         |             | x              |

## Apéndice 6

**Documentos normativos de referencia**

El presente apéndice contiene las referencias de las normas industriales que deben utilizarse con arreglo a las disposiciones del presente anexo para facilitar la interfaz de comunicaciones de serie al vehículo/motor. Existen dos soluciones permitidas identificadas:

- a) ISO 27145 con ISO 15765-4 (basada en CAN) o con ISO 13400 (basada en TCP/IP);
- b) SAE J1939-73.

Además, existen otras normas ISO o SAE aplicables con arreglo a las disposiciones del presente anexo.

En el presente anexo las referencias a la norma ISO 27145 se entenderán como referencias a:

- a) ISO 27145-1 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 1 — General Information and use case definitions [Vehículos de carretera – Aplicación de los requisitos de comunicación del WWH-OBD – Parte 1 – Información general y definiciones de casos de uso];
- b) ISO 27145-2 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 2 — General Information and use case definitions [Vehículos de carretera – Aplicación de los requisitos de comunicación del WWH-OBD – Parte 2 – Diccionario común de los datos relacionados con las emisiones];
- c) ISO 27145-3 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 3 — General Information and use case definitions [Vehículos de carretera – Aplicación de los requisitos de comunicación del WWH-OBD – Parte 3 – Diccionario común de mensajes];
- d) ISO 27145-4 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 4 — General Information and use case definitions [Vehículos de carretera – Aplicación de los requisitos de comunicación del WWH-OBD – Parte 4 – Conexión entre el vehículo y el equipo de ensayo].

En el presente anexo las referencias a la norma J1939-73 se entenderán como referencias a:

J1939-73 «APPLICATION LAYER – DIAGNOSTICS» [Capa de aplicación – Diagnóstico], fechada en el año 2011.

En el presente anexo las referencias a la norma ISO 13400 se entenderán como referencias a:

- a) FDIS 13400-1: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 1: General information and use case definition [Vehículos de carretera – Protocolo de transmisión de la comunicación de diagnóstico por Internet – Parte 1 – Información general y definición de caso de uso];
- b) FDIS 13400-3: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 2 — Network and transport layer requirements and services [Vehículos de carretera – Protocolo de transmisión de la comunicación de diagnóstico por Internet – Parte 2 – Requisitos y servicios de capa de red y de transporte];
- c) FDIS 13400-3: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 3: IEEE 802.3 based wired vehicle interface [Vehículos de carretera – Protocolo de transmisión de la comunicación de diagnóstico por Internet – Parte 3 – Interfaz por cable IEEE 802.3 del vehículo];
- d) [sin finalizar] 13400-4: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 4: Ethernet-based high-speed data link connector [Vehículos de carretera – Protocolo de transmisión de la comunicación de diagnóstico por Internet – Parte 4 – Conector Ethernet de enlace de datos de alta velocidad].

---

*Apéndice 7***Supervisión del funcionamiento**

- A.7.1. Generalidades
  - A.7.1.1. En el presente apéndice se exponen las disposiciones relativas al proceso de demostración aplicable en algunos casos de supervisión del funcionamiento.
  - A.7.2. Demostración de la supervisión del funcionamiento
  - A.7.2.1. Aprobación de la clasificación de fallos
  - A.7.2.1.1. Como se especifica en el punto 4.2.1.1 del presente anexo, en el caso de la supervisión del funcionamiento no es necesaria una correlación con las emisiones efectivas. No obstante, la autoridad de homologación podrá pedir los datos de ensayo para verificar la clasificación de los efectos del mal funcionamiento, tal como se describe en el punto 6.2 del presente anexo.
  - A.7.2.2. Aprobación de la supervisión de funcionamiento seleccionada por el fabricante
  - A.7.2.2.1. Antes de tomar la decisión de aprobar la elección de la supervisión de funcionamiento seleccionada por el fabricante, la autoridad de homologación de tipo estudiará la documentación técnica facilitada por el fabricante.
  - A.7.2.2.2. El umbral de funcionamiento seleccionado por el fabricante para el monitor de que se trate se determinará en el motor de referencia de la familia de motores OBD durante un ensayo de aceptación realizado de la manera siguiente:
    - A.7.2.2.2.1. El ensayo de aceptación se lleva a cabo de la misma manera según lo especificado en el punto 6.3.2 del presente anexo.
    - A.7.2.2.2.2. Se medirá el descenso en el rendimiento del componente de que se trate para que sirva posteriormente como umbral de funcionamiento para el motor de referencia de la familia de motores OBD.
    - A.7.2.2.2.3. Los criterios de supervisión del funcionamiento homologados para el motor de referencia se considerarán aplicables a los demás miembros de la familia de motores OBD sin ninguna otra demostración.
    - A.7.2.2.2.4. Mediante acuerdo entre el fabricante y la autoridad de homologación de tipo, será posible adaptar el umbral de funcionamiento a diferentes miembros de la familia de motores OBD a fin de abarcar distintos parámetros de diseño (por ejemplo, el tamaño del refrigerador de la EGR). Dicho acuerdo se basará en elementos técnicos que demuestren su pertinencia.
      - A.7.2.2.2.4.1. A petición de la autoridad de homologación de tipo, un segundo miembro de la familia de motores OBD podrá ser sometido al proceso de aprobación descrito en el punto A.7.2.2.2.
  - A.7.2.3. Aceptación de un componente deteriorado
  - A.7.2.3.1. A fin de demostrar el funcionamiento del sistema OBD del monitor seleccionado de una familia de motores OBD, se aceptará la utilización de un componente deteriorado en el motor de referencia de la familia de motores OBD con arreglo al punto 6.3.2 del presente anexo.
  - A.7.2.3.2. En caso de que se someta a ensayo a un segundo motor con arreglo al punto A.7.2.2.4.1, se aceptará la utilización del componente deteriorado en dicho segundo motor con arreglo al punto 6.3.2 del presente anexo.
  - A.7.2.4. Demostración del funcionamiento del sistema OBD
  - A.7.2.4.1. La demostración del funcionamiento del sistema OBD se llevará a cabo con arreglo a los requisitos del punto 7.1.2 del presente anexo utilizando el componente deteriorado aceptado para ser utilizado en el motor de referencia.
-

## Apéndice 8

**Requisitos de demostración en caso de supervisión del funcionamiento de un filtro de partículas diésel de flujo de pared**

- A.8.1. Generalidades
- A.8.1.1. En el presente apéndice se especifica el proceso de demostración del sistema OBD aplicable en caso de que el proceso de filtrado de un filtro de partículas diésel (DPF) de flujo de pared esté sujeto a la supervisión del funcionamiento.
- A.8.1.2. Un DPF de flujo de pared puede deteriorarse, por ejemplo, haciendo agujeros en su sustrato o picando los tapones del sustrato del DPF.
- A.8.2. Ensayo de aceptación
- A.8.2.1. Principio
- A.8.2.1.1. Se considerará que un DPF de flujo de pared deteriorado es un «componente deteriorado aceptado» si, en las condiciones de funcionamiento del motor especificadas a los efectos de dicho ensayo, la caída de presión (el «diferencial de presión») a través del DPF de flujo de pared deteriorado es superior o igual al 60 % de la caída de presión medida a través de un DPF de flujo de pared limpio y no deteriorado del mismo tipo.
- A.8.2.1.1.1. El fabricante demostrará que dicho DPF de flujo de pared limpio y no deteriorado da lugar a la misma contrapresión que el deteriorado antes de su deterioro.
- A.8.2.2. Proceso de aceptación
- A.8.2.2.1. Para aceptar un DPF de flujo de pared deteriorado, el motor equipado con el mismo deberá funcionar de forma constante y estabilizada, a los valores de régimen y carga especificados para el modo 9 en el ciclo de ensayo WHSC especificado en el anexo 4B del presente Reglamento (el 55 % del régimen normalizado y el 50 % del par normalizado).
- A.8.2.2.2. Para aceptar un DPF de flujo de pared deteriorado como «componente deteriorado aceptado», el fabricante deberá demostrar que la caída de presión a través de dicho DPF de flujo de pared deteriorado, medida cuando el sistema de motor funciona en las condiciones especificadas en el punto A.8.2.2.1, no es inferior al porcentaje de la caída de presión a través de un DPF limpio y no deteriorado en las mismas condiciones que son aplicables de conformidad con los puntos A.8.2.1.1 y A.8.2.1.2 del presente apéndice.
- A.8.2.3. Demostración del funcionamiento del sistema OBD
- A.8.2.3.1. La demostración del funcionamiento del sistema OBD se llevará a cabo con arreglo a los requisitos del punto 7.1.2 del presente anexo con el DPF de flujo de pared aceptado instalado en el sistema de motor de referencia.
-

## ANEXO 9C

**REQUISITOS TÉCNICOS PARA LA EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO EN SERVICIO DE LOS SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO A BORDO (OBD)**

## 1. APLICABILIDAD

En su versión actual, el presente anexo solo es aplicable a los vehículos de carretera equipados de encendido por compresión.

## 2. RESERVADO

## 3. DEFINICIONES

## 3.1. «Relación del funcionamiento en servicio»

La relación del funcionamiento en servicio (IUPR) de un monitor específico  $m$  del sistema OBD es:  $IUPR_m = \text{Numerador}_m / \text{Denominador}_m$

## 3.2. «Numerador»

El numerador de un monitor específico  $m$  ( $\text{Numerador}_m$ ) es un contador que indica el número de veces en que un vehículo ha funcionado reuniendo todas las condiciones de supervisión necesarias para que dicho monitor detecte un caso de mal funcionamiento.

## 3.3. «Denominador»

El denominador de un monitor específico  $m$  ( $\text{Denominador}_m$ ) es un contador que indica el número de sucesos de conducción del vehículo, teniendo en cuenta las condiciones específicas de dicho monitor concreto.

## 3.4. «Denominador general»

El denominador general es un contador que indica el número de veces en que un vehículo ha funcionado, teniendo en cuenta las condiciones generales.

## 3.5. Abreviaturas

IUPR Relación del funcionamiento en servicio

$IUPR_m$  Relación del funcionamiento en servicio de un monitor específico  $m$

## 4. REQUISITOS GENERALES

El sistema OBD será capaz de efectuar un seguimiento y de registrar los datos del funcionamiento en servicio (punto 6) de los monitores OBD especificados en el presente punto, de almacenar dichos datos en una memoria informática y de comunicarlos al exterior cuando así se requiera (punto 7).

Los datos del funcionamiento en servicio de un monitor constan del numerador y el denominador que permiten el cálculo de la IUPR.

## 4.1. Monitores de la IUPR

## 4.1.1. Grupos de monitores

Los fabricantes implementarán algoritmos de *software* en el sistema OBD para, de forma individualizada, llevar a cabo el seguimiento de los datos del funcionamiento en servicio de los grupos de monitores mencionados en el apéndice 1 del presente anexo y para comunicar dichos datos.

No será necesario que los fabricantes implementen algoritmos de *software* en el sistema OBD para, de manera individualizada, efectuar un seguimiento de los datos del funcionamiento en servicio de los monitores que funcionen continuamente definidos en el punto 4.2.3 del anexo 9B, ni para comunicar dichos datos, si esos monitores ya forman parte de uno de los grupos de monitores mencionados en el apéndice 1 del presente anexo.

Los datos del funcionamiento en servicio de los monitores asociados a distintas líneas de escape o a distintos conjuntos de motores dentro de un grupo de monitores serán seguidos y registrados por separado conforme a lo dispuesto en el punto 6 y serán comunicados con arreglo a lo dispuesto en el punto 7.

## 4.1.2. Varios monitores

Para cada grupo de monitores de los que sea necesario informar conforme al punto 4.1.1, el sistema OBD efectuará un seguimiento por separado de los datos del funcionamiento en servicio, con arreglo al punto 6, correspondientes a cada monitor específico perteneciente a dicho grupo.

## 4.2. Limitación del uso de los datos del funcionamiento en servicio

Los datos del funcionamiento en servicio de un único vehículo se utilizarán para la evaluación estadística del funcionamiento en servicio del sistema OBD de un grupo más amplio de vehículos.

A diferencia de otros datos OBD, los datos del funcionamiento en servicio no podrán utilizarse para obtener conclusiones sobre la aptitud para circular de un vehículo concreto.

## 5. REQUISITOS PARA EL CÁLCULO DE LAS RELACIONES DEL FUNCIONAMIENTO EN SERVICIO

### 5.1. Cálculo de la relación del funcionamiento en servicio

La relación del funcionamiento en servicio de cada monitor  $m$  considerado en el presente anexo se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$IUPR_m = \text{Numerador}_m / \text{Denominador}_m$$

donde el  $\text{Numerador}_m$  y el  $\text{Denominador}_m$  son aumentados con arreglo a lo dispuesto en el presente punto.

#### 5.1.1. Requisitos relativos a la relación cuando sea calculada y almacenada por el sistema

Cada relación  $IUPR_m$  tendrá un valor mínimo de cero y un valor máximo de 7,99527, con una resolución de 0,000122 <sup>(1)</sup>.

Se considerará que la relación relativa a un componente específico es cero cuando el numerador correspondiente sea igual a cero y el denominador correspondiente no sea cero.

Se considerará que la relación relativa a un componente específico es el valor máximo de 7,99527 si el denominador correspondiente es cero o si el valor real del numerador dividido por el denominador es mayor que el valor máximo de 7,99527.

### 5.2. Requisitos para aumentar el numerador

El numerador no se aumentará más de una vez por ciclo de conducción.

El numerador correspondiente a un monitor específico será aumentado a los 10 segundos únicamente en el caso de que se cumplan en un solo ciclo de conducción los criterios que se enumeran a continuación.

a) Se han cumplido todas las condiciones de supervisión necesarias para que el monitor del componente específico detecte un mal funcionamiento y almacene un posible DTC, entre las que figuran los criterios de activación, la presencia o ausencia de DTC relacionados, la duración suficiente de la supervisión y el orden de prioridad de los diagnósticos (por ejemplo, el diagnóstico «A» debe ejecutarse antes que el diagnóstico «B»).

*Nota:* A efectos de aumentar el numerador de un motor específico, puede que no baste con cumplir todas las condiciones de supervisión necesarias para que dicho monitor determine la ausencia de mal funcionamiento.

b) En el caso de monitores que requieran múltiples fases o sucesos en un solo ciclo de conducción para detectar un mal funcionamiento, se cumplirán todas las condiciones de supervisión necesarias para la realización completa de todos los sucesos.

c) En el caso de los monitores que se utilicen para la identificación de fallos y que solo funcionen una vez almacenado un DTC potencial, el numerador y el denominador podrán ser los mismos que los del monitor que detecte el mal funcionamiento original.

d) En cuanto a los monitores que requieran un funcionamiento intrusivo para investigar con más detalle la presencia de un caso de mal funcionamiento, el fabricante podrá presentar al autoridad de homologación de tipo una forma alternativa de aumentar el numerador. Esta alternativa deberá ser equivalente a la que habría permitido aumentar el numerador si se hubiese producido un caso de mal funcionamiento.

En el caso de los monitores que funcionen o cuyo funcionamiento termine durante una operación con el motor apagado, el numerador se aumentará en los diez segundos siguientes al término de la supervisión durante una operación con el motor apagado o durante los diez primeros segundos tras el arranque del motor en el ciclo de conducción siguiente.

### 5.3. Requisitos para aumentar el denominador

#### 5.3.1. Normas generales relativas al aumento

El denominador será aumentado una vez por ciclo de conducción si, durante este ciclo:

a) el denominador general es aumentado conforme a lo dispuesto en el punto 5.4; y

b) el denominador no está desactivado de acuerdo con el punto 5.6; y

c) cuando proceda, se cumplen las normas suplementarias relativas al aumento contempladas en el punto 5.3.2.

<sup>(1)</sup> Este valor se corresponde con un valor máximo hexadecimal de 0xFFFF con una resolución de 0x1.

### 5.3.2. Normas suplementarias relativas al aumento específicas para un monitor

#### 5.3.2.1. Denominador específico para el sistema de evaporación (reservado)

#### 5.3.2.2. Denominador específico para los sistemas de aire secundario (reservado)

#### 5.3.2.3. Denominador específico para los componentes / sistemas que funcionan solo al arranque del motor

Además de los requisitos del punto 5.3.1, letras a) y b), los denominadores correspondientes a los monitores de los componentes o sistemas que funcionen solo al arranque del motor serán aumentados si el componente o la estrategia se encienden (se ponen «on») durante un mínimo de diez segundos.

A los efectos de determinar este periodo de encendido, el sistema OBD podrá no registrar tiempo durante el funcionamiento intrusivo de cualquiera de los componentes o las estrategias en un momento posterior del mismo ciclo de conducción con fines exclusivos de supervisión.

#### 5.3.2.4. Denominador específico para los componentes o sistemas que no son puestos en funcionamiento de manera continua

Además de los requisitos del punto 5.3.1, letras a) y b), los denominadores correspondientes a los monitores de los componentes o sistemas que no sean puestos en funcionamiento de manera continua (por ejemplo, los sistemas de regulación variable de las válvulas -VVT- o las válvulas EGR) serán aumentados si el componente o el sistema son puestos en funcionamiento (por ejemplo, puesto en «on», «abierto», «cerrado» o «bloqueado») en dos o más ocasiones durante el ciclo de conducción, o durante un periodo total acumulativo de diez segundos como mínimo, lo que suceda antes.

#### 5.3.2.5. Denominador específico para el filtro de partículas

Además de los requisitos del punto 5.3.1, letras a) y b), en al menos un ciclo de conducción los denominadores correspondientes a los DPF serán aumentados si el vehículo ha recorrido al menos una distancia total acumulada de 800 km o bien el motor ha funcionado durante un mínimo de 750 minutos desde el último aumento del denominador.

#### 5.3.2.6. Denominador específico para los catalizadores de oxidación

Además de los requisitos del punto 5.3.1, letras a) y b), en al menos un ciclo de conducción los denominadores correspondientes a los monitores de los catalizadores de oxidación utilizados para la regeneración activa del DPF serán aumentados si se produce una regeneración durante un mínimo de diez segundos.

#### 5.3.2.7. Denominador específico para los híbridos (reservado)

### 5.4. Requisitos para aumentar el denominador general

El denominador general será aumentado en diez segundos únicamente si se cumplen en un solo ciclo de conducción todos los criterios que se enumeran a continuación.

#### a) El tiempo total acumulado desde el inicio del ciclo de conducción es mayor o igual a 600 segundos:

i) a una altitud inferior a 2 500 metros sobre el nivel del mar; y

ii) a una temperatura ambiente superior o igual a 266 K (-7 °C); y

iii) a una temperatura ambiente inferior o igual a 308 K (35 °C).

b) El funcionamiento total acumulado del motor a 1 150 min<sup>-1</sup> o más es superior o igual a 300 segundos en las condiciones especificadas en la letra a) anterior; en lugar del criterio de 1 150 min<sup>-1</sup>, el fabricante podrá utilizar alternativamente un funcionamiento del motor al 15 % o más de la carga calculada o un funcionamiento del vehículo a una velocidad igual o superior a 40 km/h.

c) El funcionamiento continuo del motor al ralentí (por ejemplo, el conductor ha levantado el pie del pedal del acelerador y o bien la velocidad del vehículo es inferior o igual a 1,6 km/h o bien el régimen del motor es inferior o igual a 200 min<sup>-1</sup> por encima del ralentí normal con el motor calentado) durante un intervalo superior o igual a 30 segundos en las condiciones especificadas en la letra a) anterior.

### 5.5. Requisitos para aumentar el contador del ciclo de encendido

El contador del ciclo de encendido será aumentado solo una vez por cada arranque del motor.

### 5.6. Desactivación del aumento de los numeradores, los denominadores y el denominador general

#### 5.6.1. En los diez segundos siguientes a la detección de un caso de mal funcionamiento (es decir, cuando se almacena un DTC potencial o un DTC confirmado y activo), lo que desactiva un monitor, el sistema OBD desactivará el aumento posterior del numerador y el denominador correspondientes de cada monitor desactivado.

Cuando deje de detectarse el mal funcionamiento (por ejemplo, cuando el DTC potencial es borrado por autolimpieza o mediante una orden de una herramienta de exploración), el aumento de todos los numeradores y denominadores correspondientes se reanudará a los diez segundos.

- 5.6.2. A los diez segundos de iniciarse el funcionamiento de una unidad de toma de fuerza (PTO) que desactive un monitor, tal como permite el punto 5.2.5 del anexo 9B, el sistema OBD desactivará el aumento posterior del numerador y el denominador correspondientes de cada monitor desactivado.

Cuando la PTO deje de funcionar, el aumento de todos los numeradores y denominadores correspondientes se reanudará a los diez segundos.

- 5.6.3. En el caso de un mal funcionamiento (es decir, se ha almacenado un DTC potencial o un DTC confirmado y activo) que impida determinar si se cumplen los criterios correspondientes al Denominador<sub>m</sub> de un monitor *m* mencionados en el punto 5.3 <sup>(1)</sup>, el sistema OBD desactivará el aumento posterior del Numerador<sub>m</sub> y del Denominador<sub>m</sub> en diez segundos.

El aumento del Numerador<sub>m</sub> y del Denominador<sub>m</sub> se reanudará a los diez segundos cuando haya desaparecido el mal funcionamiento (por ejemplo, cuando el código pendiente sea borrado por autolimpieza o mediante una orden de una herramienta de exploración).

- 5.6.4. En el caso de un mal funcionamiento (es decir, se ha almacenado un DTC potencial o un DTC confirmado y activo) que impida determinar si se cumplen los criterios correspondientes al denominador general mencionados en el punto 5.4, el sistema OBD desactivará el aumento posterior del denominador general en diez segundos.

El aumento del denominador general se reanudará en diez segundos cuando haya desaparecido el mal funcionamiento (por ejemplo, cuando el código pendiente sea borrado por autolimpieza o mediante una orden de una herramienta de exploración).

El aumento del denominador general no podrá desactivarse en otras condiciones.

## 6. REQUISITOS PARA EL SEGUIMIENTO Y REGISTRO DE LOS DATOS DEL FUNCIONAMIENTO EN SERVICIO

Para cada grupo de monitores enumerados en el apéndice 1 del presente anexo, el sistema OBD efectuará un seguimiento por separado de los numeradores y denominadores correspondientes a cada monitor específico recogido en el apéndice 3 del anexo 9B y que pertenezca a dicho grupo.

Solo comunicará el numerador y el denominador correspondientes del monitor específico que tenga la relación numérica más baja.

Si dos o más monitores específicos tienen relaciones idénticas, se comunicarán el numerador y el denominador correspondientes del monitor específico que tenga el denominador más elevado de ese grupo específico de monitores.

Para determinar objetivamente la relación más baja de un grupo, solo se tendrán en cuenta los monitores mencionados explícitamente en dicho grupo (por ejemplo, cuando un sensor de NO<sub>x</sub> se utilice para realizar una de las supervisiones recogidas en el anexo 9B, apéndice 3, punto 3, «SCR», dicho sensor será tenido en cuenta en el grupo de monitores «sensor del gas de escape» y no en el grupo de monitores «SCR»).

El sistema OBD también realizará un seguimiento del denominador general y del contador del ciclo de encendido y los comunicará.

*Nota:* Conforme al punto 4.1.1, no será necesario que los fabricantes implementen algoritmos de *software* en el sistema OBD para, de manera individualizada, efectuar un seguimiento de los numeradores y denominadores de los monitores que funcionen continuamente y comunicarlos.

## 7. REQUISITOS PARA EL ALMACENAMIENTO Y LA COMUNICACIÓN DE LOS DATOS DEL FUNCIONAMIENTO EN SERVICIO

La comunicación de los datos del funcionamiento en servicio constituye un nuevo caso de utilización y no está incluida en los tres casos existentes, dedicados a la presencia de posibles casos de mal funcionamiento.

### 7.1. Información sobre los datos del funcionamiento en servicio

La información sobre los datos del funcionamiento en servicio registrada por el sistema OBD estará disponible cuando la solicite un ordenador externo con arreglo a lo dispuesto en el punto 7.2.

Esta información proporcionará a las autoridades de homologación de tipo datos del funcionamiento en servicio.

El sistema OBD facilitará toda la información necesaria (de acuerdo con la norma aplicable establecida en el apéndice 6 del anexo 9B) para que el equipo externo de ensayo de la IUPR asimile los datos y proporcione al inspector la información siguiente:

- a) el número de identificación del vehículo (VIN);
- b) el numerador y el denominador correspondientes a cada grupo de monitores registrados por el sistema conforme al punto 6;
- c) el denominador general;
- d) el valor del contador del ciclo de encendido;

<sup>(1)</sup> Por ejemplo, la velocidad del vehículo / el régimen del motor / la carga calculada, la temperatura ambiente, la altitud, el funcionamiento al ralentí o el tiempo de funcionamiento.

- e) las horas totales de funcionamiento del motor;
- f) los DTC confirmados y activos de casos de mal funcionamiento de categoría A;
- g) los DTC confirmados y activos de casos de mal funcionamiento de categoría B (B1 y B2).

Esta información estará disponible a través de un acceso que solo permita la lectura (es decir, no podrá borrarse la información).

#### 7.2. Acceso a los datos del funcionamiento en servicio

El acceso a los datos del funcionamiento en servicio se dará únicamente de acuerdo con las normas mencionadas en el apéndice 6 del anexo 9B y en los apartados siguientes <sup>(1)</sup>.

El acceso a los datos del funcionamiento en servicio no estará sujeto a ningún tipo de contraseña, dispositivo o método que solo puedan facilitar el fabricante o sus proveedores. La interpretación de los datos del funcionamiento en servicio no precisará de ninguna información de decodificación especial, salvo que dicha información esté a disposición del público.

El método de acceso (es decir, el punto/nodo) a los datos del funcionamiento en servicio será el mismo que el utilizado para recuperar toda la información del sistema OBD. Este método permitirá acceder a todos los datos del funcionamiento en servicio exigidos en el presente anexo.

#### 7.3. Reinicializar los datos del funcionamiento en servicio

##### 7.3.1. Puesta a cero

Cada número será puesto a cero solo cuando se produzca un reinicio de la memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM) (por ejemplo, una reprogramación). Los números no podrán ser puestos a cero en ninguna otra circunstancia, incluso cuando se reciba una orden por parte de una herramienta de exploración de borrar los códigos de fallo.

##### 7.3.2. Reinicio en caso de desbordamiento de la memoria

Para evitar problemas de desbordamiento, cuando el numerador o el denominador correspondientes a un monitor específico alcancen  $65\,535 \pm 2$ , ambos números se dividirán por dos antes de que ninguno de ellos aumente de nuevo.

Si el contador del ciclo de encendido alcanza el valor máximo de  $65\,535 \pm 2$ , dicho contador podrá renovarse y aumentar a cero en el siguiente ciclo de encendido para evitar problemas de desbordamiento.

Si el denominador general alcanza el valor máximo de  $65\,535 \pm 2$ , dicho denominador podrá renovarse y aumentar a cero en el siguiente ciclo de conducción que responda a la definición del denominador general a fin de evitar problemas de desbordamiento.

---

<sup>(1)</sup> El fabricante puede utilizar un modo adicional de visualización del diagnóstico a bordo, como la instalación de un dispositivo de videopantalla en el salpicadero, para acceder a los datos del funcionamiento en servicio. Este dispositivo adicional no estará sujeto a los requisitos del presente anexo.

*Apéndice 1***Grupos de monitores**

Los grupos de monitores que se tienen en cuenta en el presente anexo son los indicados a continuación.

A. Catalizadores de oxidación

Los monitores específicos de ese grupo son los enumerados en el punto 5 del apéndice 3 del anexo 9B.

B. Sistemas de reducción catalítica selectiva (SCR)

Los monitores específicos de ese grupo son los enumerados en el punto 3 del apéndice 3 del anexo 9B.

C. Sensores del gas de escape y del oxígeno

Los monitores específicos de ese grupo son los enumerados en el punto 13 del apéndice 3 del anexo 9B.

D. Sistemas de EGR y VVT

Los monitores específicos de ese grupo son los enumerados en los puntos 6 y 9 del apéndice 3 del anexo 9B.

E. Sistemas del DPF

Los monitores específicos de ese grupo son los enumerados en el punto 2 del apéndice 3 del anexo 9B.

F. Sistema de control del sobrealimentador

Los monitores específicos de ese grupo son los enumerados en el punto 8 del apéndice 3 del anexo 9B.

G. Adsorbedor de NO<sub>x</sub>

Los monitores específicos de ese grupo son los enumerados en el punto 4 del apéndice 3 del anexo 9B.

H. Catalizador de tres vías

Los monitores específicos de ese grupo son los enumerados en el punto 15 del apéndice 3 del anexo 9B.

I. Sistemas de evaporación (reservado)

J. Sistema de aire secundario (reservado)

Un monitor específico pertenecerá solo a uno de estos grupos.

---

## ANEXO 10

**Requisitos para limitar las emisiones fuera de ciclo (OCE) y las emisiones en régimen de funcionamiento**

## 1. APLICABILIDAD

En el presente anexo se exponen los requisitos de funcionamiento y la prohibición de las estrategias de manipulación de los motores y vehículos homologados con arreglo al presente Reglamento a fin de lograr un control eficaz de las emisiones en una amplia gama de condiciones de funcionamiento ambientales y del motor detectadas durante el funcionamiento normal del vehículo. En el presente anexo también se exponen los procedimientos de ensayo de las emisiones fuera de ciclo durante la homologación de tipo y el uso real del vehículo.

El presente anexo está basado en el Reglamento técnico mundial OCE n° 10.

2. Reservado <sup>(1)</sup>

## 3. DEFINICIONES

- 3.1. «*Arranque del motor*» es el proceso que empieza al iniciarse el giro del motor por medio del motor de arranque y que termina cuando el régimen del motor alcanza  $150 \text{ min}^{-1}$  por debajo del régimen de ralentí normal en caliente (determinado en la posición de conducción para los vehículos equipados con transmisión automática).
- 3.2. «*Calentamiento del motor*» es el tiempo de funcionamiento del motor suficiente para que la temperatura del refrigerante alcance al menos  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- 3.3. «*Régimen nominal*» es el régimen máximo del motor a plena carga que permita el regulador, según lo especificado por el fabricante en los documentos de venta y de mantenimiento o, en caso de que no haya regulador, el régimen al que se obtiene la potencia máxima del motor, según lo especificado por el fabricante en los documentos de venta y de mantenimiento.
- 3.4. «*Emisiones reguladas*» son los «contaminantes gaseosos» y las «partículas» (PM) según define el punto 2 del presente Reglamento.

## 4. REQUISITOS GENERALES

Todos los sistemas de motor y elementos de diseño que pueden afectar a la emisión de contaminantes regulados se diseñarán, fabricarán, montarán e instalarán de manera que el motor y el vehículo cumplan las disposiciones del presente anexo.

## 4.1. Prohibición de las estrategias de manipulación

Ni los sistemas de motor ni los vehículos contarán con estrategias de manipulación.

4.2. Reservado <sup>(2)</sup>

## 5. Resultados requeridos

## 5.1. Estrategias de emisiones

Las estrategias de emisiones se diseñarán de manera que el sistema de motor, en condiciones normales de uso, cumpla las disposiciones del presente anexo. Las condiciones normales de uso no se limitan a las especificadas en el punto 6.

## 5.1.1. Requisitos relativos a las estrategias básicas de emisiones (BES)

Una BES no se aplicará de distinta manera dependiendo de que el funcionamiento se produzca o no en un ensayo de homologación de tipo o de certificación aplicable, ni proporcionará un menor control de las emisiones en condiciones no incluidas de manera sustancial en los ensayos de homologación de tipo o de certificación aplicables.

<sup>(1)</sup> La numeración del presente anexo es coherente con la del Reglamento técnico mundial n° 10 sobre las OCE. No obstante, algunos puntos de este último no son necesarios en el presente anexo.

<sup>(2)</sup> La numeración del presente anexo es coherente con la del Reglamento técnico mundial n° 10 sobre las OCE. No obstante, algunos puntos de este último no son necesarios en el presente anexo.

### 5.1.2. Requisitos relativos a las estrategias auxiliares de emisiones (AES)

Una AES no reducirá la eficacia del control de emisiones respecto a una BES en condiciones que pueda suponerse razonablemente que se producirán durante la conducción y la utilización normales del vehículo, excepto cuando la AES cumpla una de las excepciones específicas siguientes:

- a) su funcionamiento está incluido sustancialmente en los ensayos de homologación de tipo aplicables, incluidos los procedimientos de ensayo fuera de ciclo con arreglo al punto 7 del presente anexo y las disposiciones en servicio que establece el punto 9 del presente Reglamento;
- b) se activa a efectos de proteger el motor y/o el vehículo de daños o de un accidente;
- c) solo se activa durante el arranque del motor o el calentamiento del mismo según define el presente anexo;
- d) se utiliza para compensar el control de un tipo de emisiones reguladas a fin de mantener el control de otro tipo de emisiones reguladas en condiciones ambientales o de funcionamiento específicas no incluidas sustancialmente en los ensayos de homologación de tipo o de certificación. El efecto global de esta AES consistirá en compensar los efectos de las condiciones ambientales extremas de una forma que facilite un control aceptable de todas las emisiones reguladas.

### 5.2. Límites de las emisiones de gases y partículas de escape armonizados mundialmente (WNTE)

5.2.1. Las emisiones de escape no superarán los límites de emisión aplicables especificados en el punto 5.2.2.

5.2.2. Serán aplicables los límites de emisión siguientes:

- a) para el CO: 2 000 mg/kWh;
- b) para el THC: 220 mg/kWh;
- c) para los NO<sub>x</sub>: 600 mg/kWh;
- d) para las PM: 16 mg/kWh.

## 6. CONDICIONES AMBIENTALES Y DE FUNCIONAMIENTO

Los límites de emisiones WNTE se aplicarán a:

- a) todas las presiones atmosféricas superiores o iguales a 82,5 kPa;
- b) todas las temperaturas inferiores o iguales a la temperatura determinada por la ecuación 5 a la presión atmosférica especificada:

$$T = - 0,4514 \times (101,3 - p_b) + 311 \quad (5)$$

donde:

T es la temperatura del aire ambiente, en K

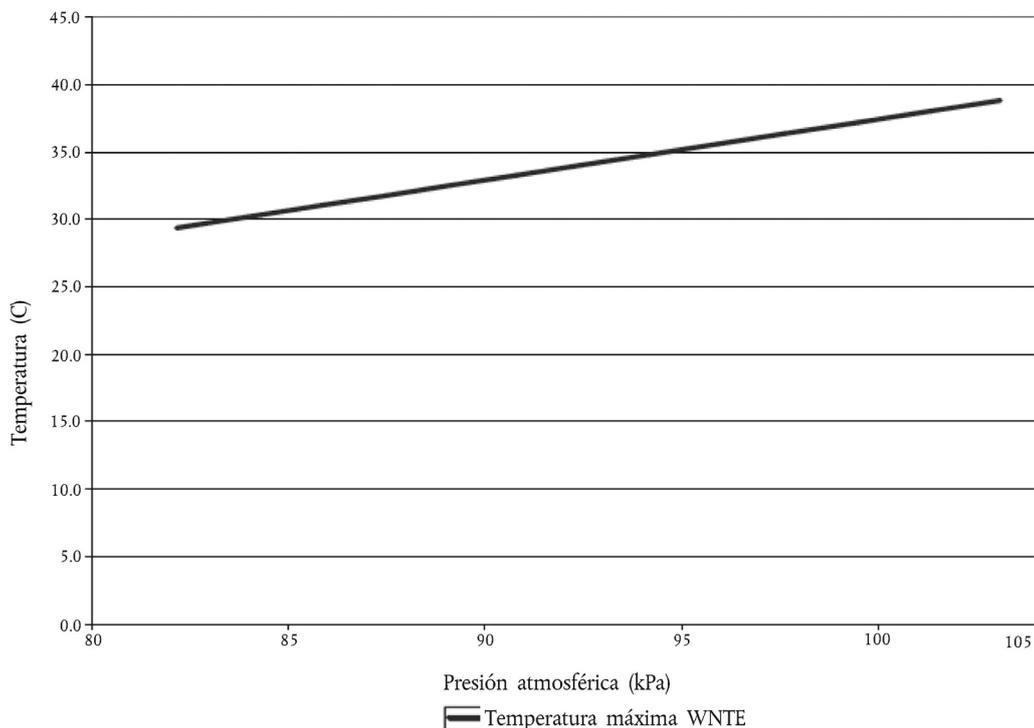
p<sub>b</sub> es la presión atmosférica, en kPa

- c) toda temperatura del refrigerante del motor superior a 343 K (70 °C).

La figura 1 muestra las condiciones ambientales aplicables en cuanto a la presión atmosférica y a la temperatura.

Intervalo de temperatura y presión atmosférica WNTE

Figura 1

**Ilustración de las condiciones de presión atmosférica y temperatura**

## 7. ENSAYOS DE LABORATORIO FUERA DE CICLO Y PRUEBAS DE VEHÍCULOS DURANTE LA HOMOLOGACIÓN DE TIPO

Los requisitos de ensayo de laboratorio fuera de ciclo no se aplicarán a la homologación de tipo de motores de encendido por chispa con arreglo al presente Reglamento.

### 7.1. Zona de control de los límites de emisiones armonizados mundialmente (zona de control WNTÉ)

La zona de control WNTÉ está formada por el régimen del motor y los puntos de carga definidos en los puntos 7.1.1 a 7.1.6. La figura 2 ilustra a modo de ejemplo la zona de control WNTÉ.

#### 7.1.1. Intervalo de regímenes del motor

La zona de control WNTÉ incluirá todos los regímenes de funcionamiento entre la distribución acumulativa de los regímenes de la 30ª centila a lo largo de un ciclo de ensayo WHTC, incluido el ralentí, ( $n_{30}$ ) y el régimen más alto al que se produzca el 70 % de la potencia máxima ( $n_{70}$ ). La figura 3 es un ejemplo de la distribución acumulativa de las frecuencias de los regímenes de un motor específico.

#### 7.1.2. Intervalo de pares del motor

La zona de control WNTÉ incluirá todos los puntos de carga del motor con un valor de par superior o igual al 30 % del par máximo producido por el motor.

#### 7.1.3. Intervalo de potencias del motor

No obstante lo dispuesto en los puntos 7.1.1 y 7.1.2, el régimen y los puntos de carga inferiores al 30 % de la potencia máxima producida por el motor se excluirán de la zona de control WNTÉ para todas las emisiones.

#### 7.1.4. Aplicación del concepto de familia de motores

En principio, cualquier motor de una familia con una única curva par/potencia tendrá su propia zona de control WNTÉ. Para los ensayos en servicio, se aplicará la zona de control WNTÉ propia del motor correspondiente. Para los ensayos de homologación de tipo (certificación) en el marco del concepto de familia del RTM WHDC, el fabricante podrá optar por utilizar una única zona de control WNTÉ para la familia de motores con arreglo a las disposiciones siguientes:

- a) podrá utilizarse un único intervalo de regímenes de motor de la zona de control WNTÉ si los regímenes del motor medidos  $n_{30}$  y  $n_{hi}$  se sitúan a  $\pm 3\%$  de los regímenes del motor declarados por el fabricante. Si se rebasa el margen de tolerancia para cualquiera de los regímenes del motor, se utilizarán los regímenes medidos para determinar la zona de control WNTÉ;
- b) podrá utilizarse un único intervalo de pares/potencias de la zona de control WNTÉ si abarca el intervalo completo, desde la potencia más alta hasta la más baja de la familia. Como alternativa, se permite agrupar las potencias del motor en distintas zonas de control WNTÉ.

Figura 2

## Ejemplo de zona de control WNTÉ

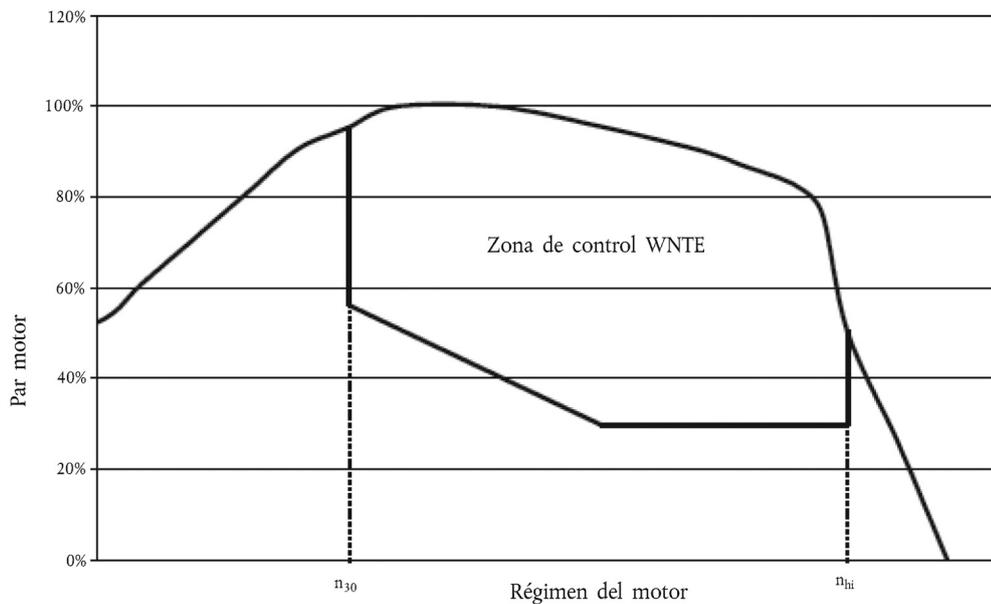
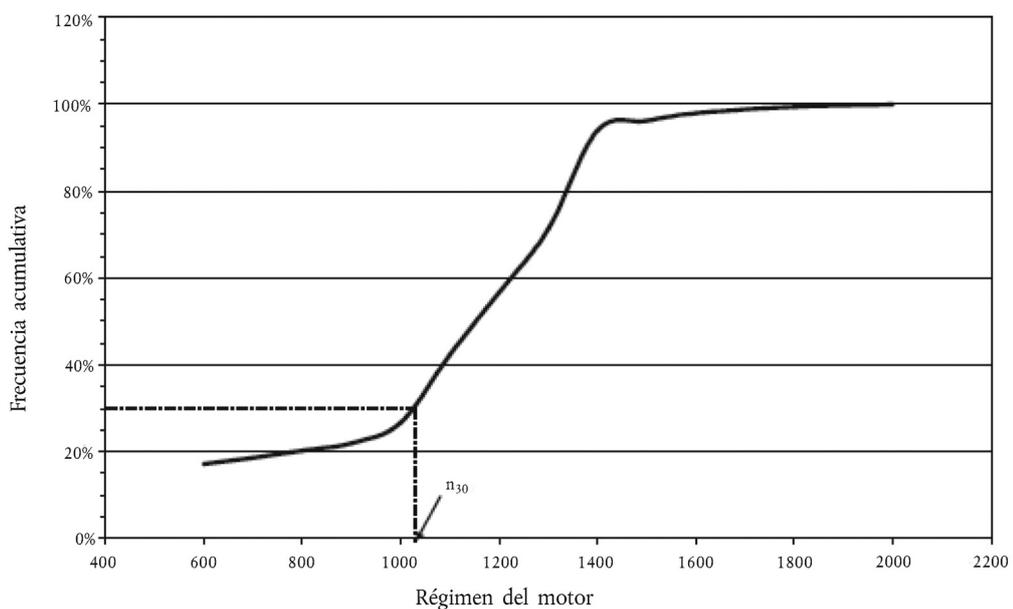


Figura 3

## Ejemplo de distribución acumulativa WNTÉ de las frecuencias de los regímenes



#### 7.1.5. Exclusión de la conformidad de determinados puntos de funcionamiento WNTÉ

Durante el proceso de homologación de tipo/certificación, el fabricante podrá solicitar al autoridad de homologación de tipo que excluya puntos de funcionamiento de la zona de control WNTÉ definida en los puntos 7.1.1 a 7.1.4. La autoridad de homologación de tipo podrá permitir la exclusión si el fabricante es capaz de demostrar que el motor no puede funcionar nunca en tales puntos, sea cual fuere la combinación de vehículos que pueda utilizarse.

#### 7.2. Duración mínima de un suceso de respeto de los límites de emisiones armonizados mundialmente y frecuencia de muestreo de los datos

7.2.1. Para determinar la conformidad con los límites de emisiones WNTÉ especificados en el punto 5.2, el motor funcionará dentro de la zona de control WNTÉ definida en el punto 7.1 y sus emisiones se medirán y se integrarán durante un periodo mínimo de 30 segundos. Un suceso WNTÉ se define como un único conjunto de emisiones integradas durante el periodo de tiempo. Por ejemplo, si el motor funciona durante 65 segundos consecutivos dentro de las condiciones ambientales y la zona de control WNTÉ, ello constituiría un único suceso WNTÉ y se promediarían las emisiones a lo largo de la totalidad del periodo de 65 segundos. En caso de ensayos en laboratorio, se aplicará el periodo de integración definido en el punto 7.5.

7.2.2. En el caso de motores equipados con controles de las emisiones que incluyan regeneraciones periódicas, si se produce un proceso de regeneración durante el ensayo WNTÉ, el periodo para el cálculo de la media será, como mínimo, tan largo como el tiempo transcurrido entre los procesos de regeneración multiplicado por el número de regeneraciones completas ocurridas dentro del periodo de muestreo. Este requisito solo se aplica a los motores que emiten una señal electrónica que advierte del inicio del proceso de regeneración.

7.2.3. Un suceso WNTÉ es una secuencia de datos recogidos a una frecuencia, como mínimo, de 1 Hz mientras el motor funciona en la zona de control WNTÉ durante la duración mínima del suceso o más. Los datos de las emisiones medidas se promediarán con la duración de cada suceso WNTÉ.

#### 7.3. Ensayos en servicio

Durante la homologación de tipo se efectuará un ensayo de demostración PEMS, para lo cual se someterá a ensayo el motor de referencia en un vehículo mediante el procedimiento descrito en el apéndice 1 del presente anexo.

7.3.1. El fabricante podrá seleccionar el vehículo que se utilizará para el ensayo, pero la elección del vehículo estará sujeta a la aprobación de la autoridad de homologación de tipo. Las características del vehículo utilizado para la demostración PEMS deberán ser representativas de la categoría de vehículo prevista para el sistema de motor. El vehículo podrá ser un prototipo.

7.3.2. A instancias de la autoridad de homologación de tipo, podrá someterse a ensayo en un vehículo un motor adicional de la familia de motores o un motor equivalente que represente otra categoría de vehículo distinta.

#### 7.4. Ensayos de laboratorio relativos a los límites de emisiones armonizados mundialmente

En aquellos casos en que lo dispuesto en el presente anexo sea utilizado como base para los ensayos de laboratorio, se aplicarán las disposiciones previstas a continuación.

7.4.1. Las emisiones máxicas específicas de los contaminantes regulados se determinarán con arreglo a puntos de ensayo definidos aleatoriamente y distribuidos por la zona de control WNTÉ. Todos los puntos de ensayo se situarán en 3 cuadros de cuadrícula elegidos aleatoriamente y puestos sobre la zona de control. La cuadrícula constará de 9 cuadros en el caso de los motores con un régimen nominal inferior a  $3\,000\text{ min}^{-1}$  y de 12 cuadros para los motores con un régimen nominal igual o superior a  $3\,000\text{ min}^{-1}$ . Las cuadrículas se definen del siguiente modo:

a) los límites exteriores de la cuadrícula coinciden con los de la zona de control WNTÉ;

b) para las cuadrículas de 9 cuadros, 2 líneas verticales situadas a igual distancia entre los regímenes de motor  $n_{30}$  y  $n_{hi}$  o, en el caso de las cuadrículas de 12 cuadros, 3 líneas verticales situadas a igual distancia entre los regímenes de motor  $n_{30}$  y  $n_{hi}$ ; y

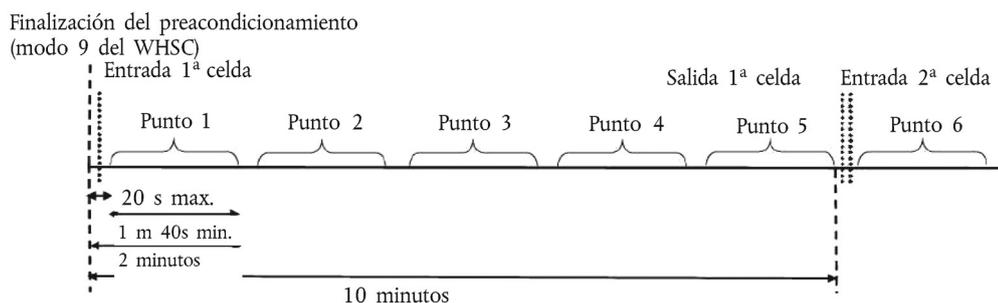
c) 2 líneas situadas a igual distancia del par del motor ( $\frac{1}{2}$ ) en cada línea vertical dentro de la zona de control WNTÉ.

En las figuras 5 y 6 se muestran ejemplos de cuadrículas aplicadas a motores concretos.

- 7.4.2. Cada uno de los 3 cuadros seleccionados incluirá 5 puntos de ensayo aleatorios, de forma que se ensayará un total de 15 puntos aleatorios dentro de la zona de control WNTE. Los ensayos se realizarán sucesivamente en cada cuadro; por tanto, se ensayará la totalidad de los 5 puntos de un cuadro antes de pasar al cuadro siguiente. Los puntos de ensayo se combinarán para formar un único ciclo de ensayo en condiciones estables con aumentos.
- 7.4.3. Se determinarán aleatoriamente tanto el orden en que los cuadros serán sometidos a ensayo como el orden de ensayo de los puntos situados dentro de los mismos. La autoridad de homologación de tipo o de certificación seleccionará, mediante métodos estadísticos de aleatorización reconocidos, los 3 cuadros que vayan a ensayarse, los 15 puntos de ensayo, el orden de ensayo de los cuadros y el orden de los puntos situados en el interior de un cuadro.
- 7.4.4. La media de las emisiones másicas específicas de los contaminantes gaseosos regulados no superará los límites WNTE especificados en el punto 5.2 al medirse a lo largo de cualquiera de los ciclos en un cuadro con 5 puntos de ensayo.
- 7.4.5. La media de las emisiones másicas específicas de las partículas contaminantes reguladas no superará los límites WNTE especificados en el punto 5.2 al medirse a lo largo de la totalidad del ciclo de 15 puntos de ensayo.
- 7.5. Procedimiento de ensayo en laboratorio
- 7.5.1. Una vez completado el ciclo WHSC, el motor se preconditionará en el modo 9 del WHSC durante tres minutos. La secuencia de ensayo se iniciará inmediatamente tras la finalización de la fase de preconditionamiento.
- 7.5.2. Se hará funcionar el motor durante dos minutos en cada punto de ensayo aleatorio. Este tiempo incluye el aumento anterior a partir del punto de condiciones estables anterior. En el caso del régimen y la carga, las transiciones entre los puntos de ensayo serán lineales y durarán  $20 \pm 1$  segundos.
- 7.5.3. El tiempo de ensayo total, desde el inicio hasta el final, será de 30 minutos. El ensayo de cada conjunto de 5 puntos elegidos aleatoriamente de un cuadro durará 10 minutos, medidos desde el inicio del aumento de acceso al primer punto hasta el final de la medición del condiciones estables en el quinto punto. La figura 5 ilustra la secuencia del procedimiento de ensayo.
- 7.5.4. El ensayo de laboratorio WNTE respetará las estadísticas de validación del punto 7.8.7 del anexo 4.
- 7.5.5. La medición de las emisiones se llevará a cabo con arreglo a los puntos 7.5, 7.7 y 7.8 del anexo 4.
- 7.5.6. Los resultados del ensayo se calcularán conforme a lo dispuesto en el punto 8 del anexo 4.

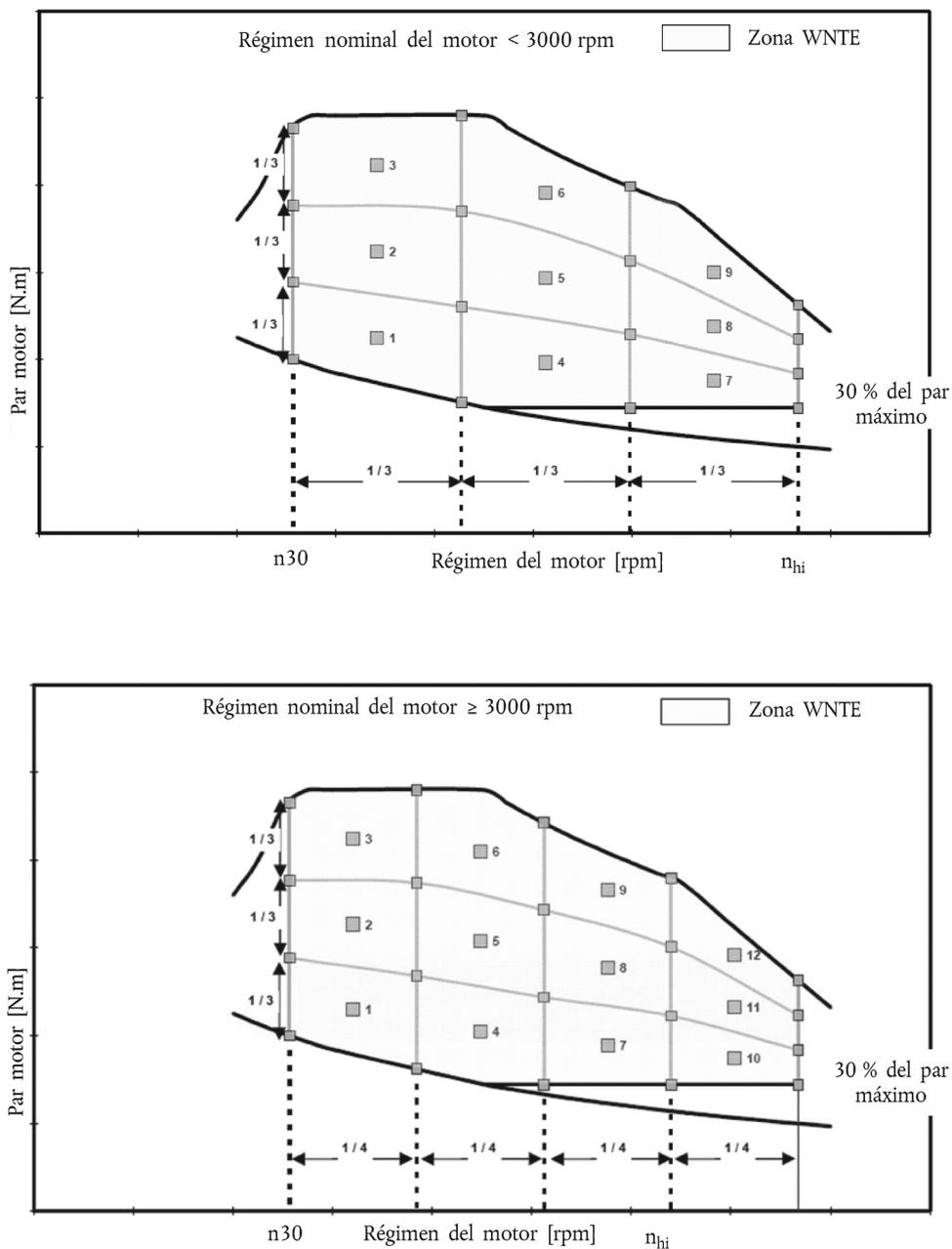
Figura 4

**Ejemplo esquemático del inicio del ciclo de ensayo WNTE**



Figuras 5 y 6

## Cuadrículas del ciclo de ensayo WNTE



## 7.6. Redondeo

El resultado final de cada ensayo se redondeará una sola vez a la posición situada a la derecha de la coma decimal indicada en la norma sobre emisiones WHDC aplicable, más una cifra adicional significativa, de acuerdo con la norma ASTM E 29-06. No está permitido el redondeo de los valores intermedios utilizados para calcular el resultado final de las emisiones específicas del freno.

8. RESERVADO

9. RESERVADO

10. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CON RESPECTO A LAS EMISIONES FUERA DE CICLO

En la solicitud de homologación de tipo, el fabricante declarará que la familia de motores o el vehículo cumplen los requisitos del presente Reglamento por los que se limitan las emisiones fuera de ciclo. Además de la declaración, se verificará a través de ensayos adicionales el cumplimiento de los límites de emisiones aplicables y de los requisitos en servicio.

10.1. Ejemplo de declaración de conformidad con respecto a las emisiones fuera de ciclo

A continuación se muestra un ejemplo de declaración de conformidad:

«(Nombre del fabricante) declara que los motores de esta familia cumplen todos los requisitos del presente anexo. (Nombre del fabricante) realiza esta declaración de buena fe, una vez realizada una evaluación técnica adecuada de las emisiones de los motores de la familia en el conjunto pertinente de condiciones ambientales y de funcionamiento.»

10.2. Fundamento de la declaración de conformidad con respecto a las emisiones fuera de ciclo

El fabricante mantendrá registros en sus instalaciones que contengan todos los datos relativos a los ensayos, los análisis técnicos y otra información sobre la que se fundamenta la declaración de conformidad con respecto a las OCE. Si la autoridad de certificación o de homologación de tipo lo solicita, el fabricante le proporcionará dicha información.

11. DOCUMENTACIÓN

La autoridad de homologación de tipo podrá exigir que el fabricante proporcione un expediente documental. En este se describirán cualquier elemento de diseño y estrategia de control de emisiones del sistema de motor y los medios mediante los que el sistema controla sus variables de salida, independientemente de que este control sea directo o indirecto.

La información podrá incluir una descripción completa de la estrategia de control de emisiones. Además, también puede contener datos sobre el funcionamiento de todas las AES y BES, lo que incluye una descripción de los parámetros modificados por cualquier AES y las condiciones límite en que funciona la AES, e indicar qué AES y BES probablemente se activarán en las condiciones de los procedimientos de ensayo del presente anexo.

—

*Apéndice 1***Ensayo de demostración PEMS durante la homologación de tipo**

## A.1.1. Introducción

El presente apéndice describe el procedimiento de ensayo de demostración PEMS durante la homologación de tipo.

## A.1.2. Vehículo de ensayo

A.1.2.1. El vehículo utilizado para la demostración PEMS deberá ser representativo de la categoría de vehículo prevista para la instalación del sistema de motor. El vehículo podrá ser un prototipo o un vehículo producido en serie adaptado.

A.1.2.2. Deberá demostrarse la disponibilidad y la conformidad de la información de flujo de datos de la ECU (por ejemplo, con arreglo a lo dispuesto en el punto 5 del anexo 8 del presente Reglamento).

## A.1.3. Condiciones de ensayo

## A.1.3.1. Carga útil del vehículo

La carga útil del vehículo será de entre un 50 % y un 60 % de la carga útil máxima del vehículo conforme al anexo II.

## A.1.3.2. Condiciones ambientales

El ensayo se llevará a cabo en las condiciones ambientales previstas en el punto 4.2 del anexo 8.

A.1.3.3. La temperatura del refrigerante del motor se ajustará a lo dispuesto en el punto 4.3 del anexo 8.

## A.1.3.4. Combustible, lubricantes y reactivo

El combustible, el aceite lubricante y el reactivo para el sistema de postratamiento del gas se ajustarán a las disposiciones del punto 4.4 del anexo 8.

## A.1.3.5. Requisitos de funcionamiento y trayecto

Los resultados de funcionamiento y trayecto serán los previstos en los puntos 4.5 a 4.6.8 del anexo 8.

## A.1.4. Evaluación de las emisiones

A.1.4.1. El ensayo se realizará y los resultados se calcularán con arreglo al punto 6 del anexo 8.

## A.1.5. Informe

A.1.5.1. Se elaborará un informe técnico que describa el ensayo de demostración PEMS que incluya las actividades y los resultados y proporcione al menos la información siguiente:

- a) información general descrita en el punto 10.1.1 del anexo 8;
  - b) razones que justifiquen por qué el vehículo o los vehículos utilizados para el ensayo pueden considerarse representativos de la categoría de vehículos prevista para el sistema de motor;
  - c) información sobre el equipo de ensayo y los datos de ensayo con arreglo a los puntos 10.1.3 y 10.1.4 del anexo 8;
  - d) información sobre el motor sometido a ensayo descrita en el punto 10.1.5 del anexo 8;
  - e) información sobre el vehículo utilizado para el ensayo prevista en el punto 10.1.6 del anexo 8;
  - f) información sobre las características del trayecto prevista en el punto 10.1.7 del anexo 8;
  - g) información sobre los datos instantáneos medidos y calculados prevista en los puntos 10.1.8 y 10.1.9 del anexo 8;
  - h) información sobre los datos integrados y medias descrita en el punto 10.1.10 del anexo 8;
  - i) resultados de aceptación-rechazo con arreglo al punto 10.1.11 del anexo 8;
  - j) información sobre las verificaciones del ensayo descrita en el punto 10.1.12 del anexo 8.
-

## ANEXO 11

**REQUISITOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE CONTROL DE NO<sub>x</sub>**

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anexo se exponen los requisitos para asegurar el correcto funcionamiento de las medidas de control de los NO<sub>x</sub>. Asimismo, se incluyen los requisitos aplicables a los vehículos que recurren al uso de un reactivo para reducir las emisiones.

## 2. REQUISITOS GENERALES

Los sistemas de motor pertenecientes al ámbito de aplicación del presente anexo estarán diseñados, fabricados e instalados de manera que cumplan estos requisitos a lo largo de la vida útil normal del motor en condiciones normales de uso. Para lograr este objetivo, se acepta que los motores que hayan sido utilizados más allá del periodo de durabilidad apropiado al que se refiere el punto 5.4 del presente Reglamento puedan presentar cierto grado de deterioro en el funcionamiento y la sensibilidad del sistema de supervisión.

## 2.1. Homologación alternativa

2.1.1. Reservado <sup>(1)</sup>.

## 2.2. Información requerida

2.2.1. El fabricante proporcionará, mediante el formulario previsto en el anexo 1, información que describa íntegramente las características de funcionamiento de un sistema de motor sujeto al presente anexo.

2.2.2. En su solicitud de homologación de tipo, el fabricante especificará las características de todos los reactivos consumidos por cualquier sistema de control de las emisiones. En esta especificación figurarán los tipos y las concentraciones, las condiciones de funcionamiento relativas a la temperatura y las referencias a normas internacionales.

2.2.3. En el momento en que se solicite la homologación de tipo, deberá facilitarse al autoridad de homologación de tipo información detallada por escrito que describa exhaustivamente las características funcionales del sistema de alerta al conductor, como se establece en el punto 4, y del sistema de inducción del conductor, como se establece en el punto 5.

2.2.4. Cuando un fabricante solicite la homologación de un motor o de una familia de motores como unidad técnica independiente, incluirá en la documentación contemplada en los puntos 3.1.3, 3.2.3 o 3.3.3 del presente Reglamento los requisitos apropiados que garantizarán que el vehículo, cuando se utilice en la carretera o en cualquier otro lugar, según corresponda, cumpla los requisitos del presente anexo. Esta documentación incluirá lo siguiente:

a) los requisitos técnicos detallados, incluidas las disposiciones que garanticen la compatibilidad con los sistemas de supervisión, alerta e inducción presentes en el sistema de motor, para cumplir los requisitos del presente anexo;

b) el procedimiento de verificación que deberá cumplirse para instalar el motor en el vehículo.

Durante el proceso de homologación del sistema de motor podrá comprobarse si existen tales requisitos de instalación y si son adecuados.

La documentación contemplada en las letras a) y b) no se requerirá en caso de que el fabricante solicite una homologación de tipo de un vehículo por lo que respecta a las emisiones.

## 2.3. Condiciones de funcionamiento

2.3.1. Cualquier sistema de motor que pertenezca al ámbito de aplicación del presente anexo conservará su función de control de emisiones en todas las condiciones habituales propias del territorio de la zona pertinente (por ejemplo, la Unión Europea), especialmente a temperaturas ambiente bajas, de conformidad con el anexo 10.

2.3.2. El sistema de supervisión del control de emisiones estará operativo:

a) a cualquier temperatura ambiente entre 266 K y 308 K (-7 °C y 35 °C);

b) a cualquier altitud inferior a 1 600 m;

c) a cualquier temperatura del refrigerante del motor superior a 343 K (70 °C).

El presente punto no se aplicará si se supervisa el nivel de reactivo en el depósito, pues en ese caso la supervisión se efectuará en todas las condiciones en que la medición sea técnicamente viable, incluidas todas las condiciones en las que un reactivo líquido no esté congelado.

## 2.4. Protección contra la congelación del reactivo

2.4.1. El fabricante podrá utilizar un depósito de reactivo y un sistema de dosificación calentados o no calentados con arreglo a los requisitos generales del punto 2.3.1. Un sistema calentado cumplirá los requisitos del punto 2.4.2, mientras que un sistema no calentado cumplirá los requisitos del punto 2.4.3.

<sup>(1)</sup> El presente punto se ha reservado para futuras homologaciones alternativas (como por ejemplo la transposición de Euro VI al Reglamento 83).

- 2.4.1.1. La utilización de un sistema de dosificación y un depósito de reactivo no calentados se indicará al propietario del vehículo mediante instrucciones por escrito.
- 2.4.2. Depósito de reactivo y sistema de dosificación calentados
- 2.4.2.1. Si el reactivo se ha congelado, el fabricante velará por que el reactivo esté disponible para ser utilizado en un plazo máximo de 70 minutos tras el arranque del vehículo a una temperatura ambiente de 266 K (- 7 °C).
- 2.4.2.2. Demostración
- 2.4.2.2.1. El depósito de reactivo y el sistema de dosificación homogeneizarán el calor a 255 K (- 18 °C) durante 72 horas o hasta que la mayor parte del reactivo se solidifique.
- 2.4.2.2.2. Tras el periodo de homogeneización del calor establecido en el punto 2.4.2.2.1, el motor se arrancará y se hará funcionar a una temperatura ambiente de 266 K (- 7 °C) del siguiente modo: de 10 a 20 minutos al ralentí, seguidos de 50 minutos, como máximo, con un porcentaje de carga no superior al 40 %.
- 2.4.2.2.3. El sistema de dosificación del reactivo deberá ser plenamente funcional al final de los procedimientos de ensayo descritos en los puntos 2.4.2.2.1 y 2.4.2.2.2.
- 2.4.2.2.4. La demostración del cumplimiento de los requisitos del punto 2.4.2.2 podrá realizarse en una celda de ensayo en cámara fría equipada con un dinamómetro de motor o de vehículo, o podrá basarse en ensayos de campo para vehículos, con la aprobación de la autoridad de homologación de tipo.
- 2.4.3. Depósito de reactivo y sistema de dosificación no calentados
- 2.4.3.1. El sistema de alerta al conductor descrito en el punto 4 se activará si no se produce ninguna dosificación del reactivo a una temperatura ambiente  $\leq$  266 K (- 7 °C).
- 2.4.3.2. El sistema de inducción general descrito en el punto 5.4 se activará si no se produce ninguna dosificación del reactivo a una temperatura ambiente  $\leq$  266 K (- 7 °C) en un plazo máximo de 70 minutos tras el arranque del vehículo.
- 2.5. Cada depósito de reactivo instalado en un vehículo incluirá un medio para tomar una muestra de cualquier fluido dentro del depósito y para hacerlo sin necesidad de información que no esté almacenada a bordo del vehículo. Deberá poder accederse fácilmente al punto de muestreo sin utilizar ningún dispositivo o herramienta especializados. Las llaves y los sistemas que normalmente lleva el vehículo para impedir el acceso al depósito no se considerarán herramientas o dispositivos especializados a los efectos del presente punto.
3. REQUISITOS DE MANTENIMIENTO
- 3.1. El fabricante proporcionará o hará que se proporcionen a todos los propietarios de vehículos nuevos o motores nuevos que hayan obtenido la homologación de tipo conforme al presente Reglamento instrucciones por escrito sobre el sistema de control de las emisiones y su funcionamiento correcto.
- Dichas instrucciones establecerán que, si el sistema de control de las emisiones del vehículo no funciona correctamente, el conductor será informado acerca del problema existente por medio del sistema de alerta al conductor y si, ignorando la alerta, se activa el sistema de inducción del conductor, el vehículo no podrá realizar su función eficazmente.
- 3.2. Las instrucciones incluirán requisitos para la utilización y el mantenimiento correctos de los vehículos a fin de mantener su rendimiento en materia de emisiones, lo que comprenderá, si procede, el uso adecuado de reactivos consumibles.
- 3.3. Las instrucciones estarán redactadas de manera clara, en un lenguaje no técnico y en la lengua o las lenguas oficiales del Estado miembro donde se venda o matricule el vehículo o el motor nuevos.
- 3.4. Las instrucciones especificarán si el operador del vehículo debe reponer los reactivos consumibles entre los intervalos normales de mantenimiento. Las instrucciones especificarán también la calidad de los reactivos exigida. Asimismo, indicarán el modo en que el operador debe rellenar el depósito de reactivo. La información indicará igualmente el consumo probable de reactivo para el tipo de vehículo y la frecuencia recomendada de reposición.
- 3.5. Asimismo, las instrucciones especificarán que la utilización y la reposición de un reactivo que cumpla las especificaciones correctas son esenciales para que el vehículo se ajuste a los requisitos necesarios para la expedición del certificado de conformidad para ese tipo de vehículo.
- 3.6. Las instrucciones establecerán que la utilización de un vehículo que no consuma ningún reactivo, cuando el reactivo sea necesario para la reducción de emisiones, puede constituir un delito.
- 3.7. Las instrucciones explicarán el funcionamiento del sistema de alerta y del sistema de inducción del conductor. Además, se explicarán las consecuencias que puede tener para el funcionamiento del vehículo y el registro de fallos hacer caso omiso del sistema de alerta y no reponer el reactivo o no rectificar un problema.

4. SISTEMA DE ALERTA AL CONDUCTOR
- 4.1. El vehículo incluirá un sistema de alerta al conductor que utilice alarmas visuales para informar al conductor cuando se haya detectado un bajo nivel de reactivo, una calidad de reactivo incorrecta, un consumo de reactivo demasiado bajo o un caso de mal funcionamiento que puedan deberse a la manipulación y que activarán el sistema de inducción del conductor si no se rectifican oportunamente. El sistema de alerta también permanecerá activo cuando se haya activado el sistema de inducción del conductor descrito en el punto 5.
- 4.2. El sistema de visualización de diagnóstico a bordo (OBD) descrito en el anexo 9B no se utilizará para mostrar las alarmas visuales que se describen en el punto 4.1. La advertencia será distinta a las utilizadas a efectos del sistema OBD (es decir, el indicador de mal funcionamiento, IMF) o a efectos de mantenimiento del motor. No se podrán apagar el sistema de alerta ni las alarmas visuales mediante una herramienta de exploración si la causa de la activación de la alerta no se ha rectificado. En el apéndice 2 del presente anexo se describen las condiciones de activación y desactivación del sistema de alerta.
- 4.3. El sistema de alerta al conductor podrá mostrar mensajes breves, entre ellos mensajes que indiquen claramente lo siguiente:
- a) la distancia o el tiempo restantes hasta la activación de la inducción de bajo nivel o de la inducción general;
  - b) el nivel de reducción del par;
  - c) las condiciones en las que se puede borrar la puesta fuera de servicio del vehículo.
- El sistema utilizado para visualizar los mensajes a los que se refiere el presente punto será el mismo que el utilizado a los efectos del OBD o para otros fines de mantenimiento.
- 4.4. A elección del fabricante, el sistema de alerta podrá incluir también una indicación sonora que alerte al conductor. Se permitirá que el conductor pueda suprimir las alertas sonoras.
- 4.5. El sistema de alerta al conductor se activará tal como se especifica en los puntos 6.2, 7.2, 8.4 y 9.3.
- 4.6. El sistema de alerta al conductor se desactivará cuando las condiciones que provocaron su activación hayan dejado de existir. El sistema de alerta al conductor no se desactivará automáticamente si no se han corregido las circunstancias que motivaron su activación.
- 4.7. La señal del sistema de alerta podrá ser interrumpida temporalmente por otras señales de alerta que emitan mensajes importantes relacionados con la seguridad.
- 4.8. Se podrá proporcionar un instrumento que permita al conductor atenuar las alarmas visuales provocadas por el sistema de alerta en vehículos destinados a ser utilizados por los servicios de salvamento o en vehículos diseñados y fabricados para su uso por parte del ejército, protección civil, los servicios de bomberos y las fuerzas responsables de mantener el orden público.
- 4.9. En el apéndice 2 del presente anexo se detallan los procedimientos de activación y desactivación del sistema de alerta al conductor.
- 4.10. Como parte de la solicitud de homologación de tipo con arreglo al presente Reglamento, el fabricante deberá demostrar el funcionamiento del sistema de alerta al conductor, tal como se especifica en el apéndice 1 del presente anexo.
5. SISTEMA DE INDUCCIÓN DEL CONDUCTOR
- 5.1. El vehículo incorporará un sistema de inducción del conductor en dos fases que comience con una inducción de bajo nivel (una restricción del rendimiento) a la que seguirá una inducción general (desactivación efectiva del funcionamiento del vehículo).
- 5.2. El sistema de inducción del conductor no se requerirá en motores o vehículos para uso de los servicios de salvamento o en motores o vehículos diseñados y fabricados para su uso por parte del ejército, protección civil, los servicios de bomberos y las fuerzas responsables de mantener el orden público. Únicamente el fabricante del motor o del vehículo podrán desactivar permanentemente el sistema de inducción del conductor.
- 5.3. Sistema de inducción de bajo nivel
- El sistema de inducción de bajo nivel reducirá el par máximo disponible del motor a través del rango de regímenes del motor en un 25 % entre el par máximo y el punto de ruptura del regulador, tal como se describe en el apéndice 3 del presente anexo. El par máximo reducido disponible del motor inferior al régimen del par máximo del motor antes de la aplicación de la reducción del par no superará el par reducido a dicho régimen.
- El sistema de inducción de bajo nivel se activará cuando el vehículo se encuentre parado por primera vez después de que se hayan producido las condiciones establecidas en los puntos 6.3, 7.3, 8.5 y 9.4.
- 5.4. Sistema de inducción general
- El fabricante del vehículo o del motor incorporará, como mínimo, uno de los sistemas de inducción general que se describen en los puntos 5.4.1 a 5.4.3 y el sistema de «desactivación al llegar al límite temporal» descrito en el punto 5.4.4.

- 5.4.1. Un sistema de «desactivación después de volver a arrancar» limitará la velocidad del vehículo a 20 km/h («modo de marcha lenta») una vez que se haya apagado el motor a petición del conductor (llave en posición «off»).
- 5.4.2. Un sistema de «desactivación después de repostar» limitará la velocidad del vehículo a 20 km/h («modo de marcha lenta») una vez que el nivel del depósito de combustible haya aumentado una cantidad medible, la cual no será superior al 10 % de la capacidad del depósito de combustible y deberá ser aprobada por la autoridad de homologación de tipo de acuerdo con las capacidades técnicas del medidor del nivel de combustible y con una declaración del fabricante.
- 5.4.3. Un sistema de «desactivación después de aparcar» limitará la velocidad del vehículo a 20 km/h («modo de marcha lenta») cuando el vehículo lleve más de una hora parado.
- 5.4.4. Un sistema de «desactivación al llegar al límite temporal» limitará la velocidad del vehículo a 20 km/h («modo de marcha lenta») en la primera ocasión en que se pare el vehículo después de ocho horas de funcionamiento del motor si ninguno de los sistemas descritos en los puntos 5.4.1 a 5.4.3 se ha activado previamente.
- 5.5. El sistema de inducción del conductor se activará tal como se especifica en los puntos 6.3, 7.3, 8.5 y 9.4.
- 5.5.1. Cuando el sistema de inducción del conductor haya determinado que se activará el sistema de inducción general, el sistema de inducción de bajo nivel permanecerá activado hasta que la velocidad del vehículo se haya limitado a 20 km/h («modo de marcha lenta»).
- 5.6. El sistema de inducción del conductor se desactivará cuando las condiciones que provocaron su activación hayan dejado de existir. El sistema de inducción del conductor no se desactivará automáticamente si no se han corregido las circunstancias que motivaron su activación.
- 5.7. En el apéndice 2 del presente anexo se describen los procedimientos de activación y desactivación del sistema de inducción del conductor.
- 5.8. Como parte de la solicitud de homologación de tipo con arreglo al presente Reglamento, el fabricante deberá demostrar el funcionamiento del sistema de inducción del conductor, tal como se especifica en el apéndice 1 del presente anexo.
6. DISPONIBILIDAD DE REACTIVO
- 6.1. Indicador de reactivo
- El vehículo estará equipado con un indicador específico, situado en el salpicadero, que informe al conductor sobre el nivel de reactivo que contiene el depósito de almacenamiento del mismo. Para que el nivel mínimo de funcionamiento del indicador de reactivo sea aceptable deberá indicar continuamente el nivel de reactivo mientras el sistema de alerta al conductor contemplado en el punto 4 esté activado para indicar los problemas de disponibilidad de reactivo. El indicador de reactivo podrá ser analógico o digital y mostrar el nivel como proporción de la capacidad total del depósito, la cantidad de reactivo restante o la distancia de conducción restante estimada.
- El indicador de reactivo estará situado cerca del indicador del nivel de combustible.
- 6.2. Activación del sistema de alerta al conductor
- 6.2.1. El sistema de alerta al conductor especificado en el punto 4 se activará cuando el nivel de reactivo sea inferior al 10 % de la capacidad del depósito de reactivo o a un porcentaje más alto que decida el fabricante.
- 6.2.2. La alerta dada será lo suficientemente clara como para que el conductor comprenda que el nivel de reactivo es bajo. Cuando el sistema de alerta incluya un sistema de visualización de mensajes, la alerta visual mostrará un mensaje que indique un bajo nivel de reactivo (por ejemplo, «nivel de urea bajo», «nivel de AdBlue bajo» o «nivel de reactivo bajo»).
- 6.2.3. Inicialmente no será necesario que el sistema de alerta al conductor esté continuamente activado; sin embargo, la intensidad de la advertencia irá en aumento hasta convertirse en continua en el momento en que el nivel del reactivo se aproxime a una proporción muy baja de la capacidad del depósito de reactivo y se aproxime el punto en el que se pondrá en marcha el sistema de inducción del conductor. Deberá culminar con una notificación al conductor al nivel que decida el fabricante, pero deberá ser considerablemente más perceptible que el punto en que se pone en marcha el sistema de inducción del conductor contemplado en el punto 6.3.
- 6.2.4. La alerta continua no podrá desactivarse o ignorarse fácilmente. Cuando el sistema de alerta incluya un sistema de visualización de mensajes, este mostrará un mensaje explícito (por ejemplo, «reponga urea», «reponga AdBlue» o «reponga reactivo»). El sistema de alerta continua podrá ser interrumpido temporalmente por otras señales de alerta que emitan mensajes importantes relacionados con la seguridad.
- 6.2.5. No será posible apagar el sistema de alerta al conductor mientras no se haya repuesto el reactivo hasta un nivel que ya no requiera la activación del sistema.
- 6.3. Activación del sistema de inducción del conductor
- 6.3.1. El sistema de inducción del conductor de bajo nivel descrito en el punto 5.3 se activará, y posteriormente estará activado conforme a los requisitos previstos en ese punto, cuando el nivel de reactivo del depósito sea inferior al 2,5 % de su capacidad total nominal o a un porcentaje más alto que decida el fabricante.

- 6.3.2. El sistema de inducción general descrito en el punto 5.4 se activará, y posteriormente estará activado conforme a los requisitos previstos en ese punto, cuando el depósito de reactivo esté vacío (es decir, cuando el sistema de dosificación sea incapaz de extraer más reactivo del depósito) o a cualquier nivel inferior al 2,5 % de su capacidad total nominal, a elección del fabricante.
- 6.3.3. No será posible apagar el sistema de inducción del conductor de bajo nivel o general mientras no se haya repuesto el reactivo hasta un nivel en que no se produzca su respectiva activación.
7. SUPERVISIÓN DE LA CALIDAD DEL REACTIVO
- 7.1. El vehículo incluirá un medio que permita determinar la presencia de un reactivo incorrecto a bordo de un vehículo.
- 7.1.1. El fabricante especificará una concentración de reactivo mínima aceptable  $CD_{min}$ , que hará que las emisiones del tubo de escape no superen los valores límite especificados en el punto 5.3 del presente Reglamento.
- 7.1.1.1. Durante el periodo de introducción progresiva especificado en el punto 4.10.7 del presente Reglamento y a petición del fabricante a los efectos del punto 7.1.1, la referencia al límite de emisiones de  $NO_x$  especificado en el punto 5.3 del presente Reglamento se sustituirá por el valor de 900 mg/kWh.
- 7.1.1.2. El valor correcto de la  $CD_{min}$  se demostrará durante la homologación de tipo mediante el procedimiento definido en el apéndice 6 del presente anexo y registrado en la documentación ampliada que se especifica en el punto 5.1.4 del presente Reglamento.
- 7.1.2. Se detectará cualquier concentración de reactivo inferior a la  $CD_{min}$  y se considerará un reactivo incorrecto a los efectos del punto 7.1.
- 7.1.3. Se asignará un contador específico para la calidad del reactivo («el contador de la calidad del reactivo»). El contador de la calidad del reactivo contará el número de horas de funcionamiento del motor con un reactivo incorrecto.
- 7.1.4. En el apéndice 2 del presente anexo se pormenorizan los criterios y mecanismos de activación y desactivación del contador de la calidad del reactivo.
- 7.1.5. La información del contador de la calidad del reactivo se pondrá a disposición de forma normalizada conforme a lo dispuesto en el apéndice 5 del presente anexo.
- 7.2. Activación del sistema de alerta al conductor
- Cuando el sistema de supervisión detecte o, si procede, confirme que la calidad del reactivo es incorrecta, se activará el sistema de alerta al conductor descrito en el punto 4. Cuando el sistema de alerta incluya un sistema de visualización de mensajes, este mostrará un mensaje que indique el motivo de la alerta (por ejemplo, «detectada urea incorrecta», «detectado AdBlue incorrecto» o «detectado reactivo incorrecto»).
- 7.3. Activación del sistema de inducción del conductor
- 7.3.1. El sistema de inducción de bajo nivel descrito en el punto 5.3 se activará, y posteriormente estará activado conforme a los requisitos previstos en ese punto, si la calidad del reactivo no se rectifica transcurridas diez horas de funcionamiento del motor tras la activación del sistema de alerta al conductor descrito en el punto 7.2.
- 7.3.2. El sistema de inducción general descrito en el punto 5.4 se activará, y posteriormente estará activado conforme a los requisitos previstos en ese punto, si la calidad del reactivo no se rectifica transcurridas veinte horas de funcionamiento del motor tras la activación del sistema de alerta al conductor descrito en el punto 7.2.
- 7.3.3. El número de horas antes de la activación de los sistemas de inducción se reducirá en caso de recurrencia de un mal funcionamiento repetitivo, con arreglo al mecanismo descrito en el apéndice 2 del presente anexo.
8. SUPERVISIÓN DEL CONSUMO DE REACTIVO
- 8.1. El vehículo incluirá un medio que permita determinar el consumo de reactivo y facilitar el acceso a la información sobre el consumo desde el exterior.
- 8.2. Contadores del consumo y de la dosificación del reactivo
- 8.2.1. Se asignarán un contador específico para el consumo de reactivo (el «contador del consumo de reactivo») y otro para la dosificación del reactivo (el «contador de la dosificación del reactivo»). Estos contadores contarán el número de horas de funcionamiento del motor que se producen con un consumo de reactivo incorrecto y, respectivamente, cualquier interrupción de la dosificación del reactivo.
- 8.2.2. En el apéndice 2 del presente anexo se pormenorizan los criterios y mecanismos de activación y desactivación del contador de consumo de reactivo.

- 8.2.3. La información del contador del consumo de reactivo y del contador de la dosificación del reactivo se pondrá a disposición de forma normalizada conforme a lo dispuesto en el apéndice 5 del presente anexo.
- 8.3. Condiciones de supervisión
- 8.3.1. El periodo máximo de detección de un consumo de reactivo insuficiente será de 48 horas o bien el periodo equivalente a un consumo de reactivo solicitado de al menos 15 litros (el periodo que sea más largo).
- 8.3.2. A fin de supervisar el consumo de reactivo, se supervisará, como mínimo, uno de los siguientes parámetros en el vehículo o motor:
- a) el nivel de reactivo del depósito de almacenamiento instalado en el vehículo;
  - b) el caudal o la cantidad de reactivo inyectado lo más cerca técnicamente posible del punto de inyección en un sistema de postratamiento del gas de escape.
- 8.4. Activación del sistema de alerta al conductor
- 8.4.1. El sistema de alerta al conductor descrito en el punto 4 se activará si se detecta una desviación superior al 20 % entre el consumo medio de reactivo y el consumo medio de reactivo solicitado por el sistema de motor durante el periodo que establezca el fabricante, periodo que no será superior al periodo máximo definido en el punto 8.3.1. Cuando el sistema de alerta incluya un sistema de visualización de mensajes, este mostrará un mensaje que indique el motivo de la alerta (por ejemplo, «mal funcionamiento de la dosificación de urea», «mal funcionamiento de la dosificación de AdBlue» o «mal funcionamiento de la dosificación del reactivo»).
- 8.4.1.1. Hasta que finalice el periodo de introducción progresiva especificado en el punto 4.10.7 del presente Reglamento, el sistema de alerta al conductor descrito en el punto 4 se activará si se detecta una desviación superior al 50 % entre el consumo medio de reactivo y el consumo medio de reactivo solicitado por el sistema de motor durante el periodo que establezca el fabricante, periodo que no será superior al periodo máximo definido en el punto 8.3.1.
- 8.4.2. El sistema de alerta al conductor descrito en el punto 4 se activará en caso de que se interrumpa la dosificación del reactivo. Cuando el sistema de alerta incluya un sistema de visualización de mensajes, este mostrará un mensaje que indique una advertencia adecuada. Esta activación no será necesaria si la interrupción es solicitada por la ECU del motor porque las condiciones de funcionamiento del vehículo son tales que el rendimiento del vehículo en materia de emisiones no requiere la dosificación del reactivo.
- 8.5. Activación del sistema de inducción del conductor
- 8.5.1. El sistema de inducción de bajo nivel descrito en el punto 5.3 se activará, y posteriormente estará activado conforme a los requisitos previstos en ese punto, si un error en el consumo de reactivo o una interrupción de la dosificación del reactivo no se rectifican transcurridas diez horas de funcionamiento del motor tras la activación del sistema de alerta al conductor que se especifica en los puntos 8.4.1 y 8.4.2.
- 8.5.2. El sistema de inducción general descrito en el punto 5.4 se activará, y posteriormente estará activado conforme a los requisitos previstos en ese punto, si un error en el consumo de reactivo o una interrupción de la dosificación del reactivo no se rectifican transcurridas veinte horas de funcionamiento del motor tras la activación del sistema de alerta al conductor que se especifica en los puntos 8.4.1 y 8.4.2.
- 8.5.3. El número de horas antes de la activación de los sistemas de inducción se reducirá en caso de recurrencia de un mal funcionamiento repetitivo con arreglo al mecanismo descrito en el apéndice 2 del presente anexo.
9. FALLOS DE SUPERVISIÓN QUE PUEDEN ATRIBUIRSE A LA MANIPULACIÓN
- 9.1. Además del nivel de reactivo en el depósito de reactivo, la calidad del reactivo y el consumo de reactivo, el sistema antimanipulación supervisará los fallos siguientes, los cuales pueden atribuirse a la manipulación:
- a) dificultar el funcionamiento de la válvula EGR;
  - b) fallos del sistema de supervisión antimanipulación, como contempla el punto 9.2.1.
- 9.2. Requisitos de supervisión
- 9.2.1. El sistema de supervisión antimanipulación será supervisado para detectar fallos eléctricos y retirar o desactivar cualquier sensor que le impida diagnosticar cualquiera de los demás fallos contemplados en los puntos 6 a 8 (supervisión de los componentes).
- Los sensores que afectan a la capacidad de diagnóstico son, entre otros, los que miden directamente la concentración de NO<sub>x</sub>, los sensores de la calidad de la urea, los sensores de ambiente y los sensores utilizados para supervisar la dosificación del reactivo, el nivel de reactivo y el consumo de reactivo.
- 9.2.2. Contador de la válvula EGR
- 9.2.2.1. Se asignará un contador específico a una válvula EGR obstruida. El contador de la válvula EGR contará el número de horas de funcionamiento del motor cuando se confirme que está activo un DTC asociado a una válvula EGR obstruida.

- 9.2.2.2. En el apéndice 2 del presente anexo se pormenorizan los criterios y mecanismos de activación y desactivación del contador de la válvula EGR.
- 9.2.2.3. La información del contador de la válvula EGR se pondrá a disposición de forma normalizada conforme a lo dispuesto en el apéndice 5 del presente anexo.
- 9.2.3. Contadores del sistema de supervisión
- 9.2.3.1. Se asignará un contador específico a cada uno de los fallos de supervisión considerados en el punto 9.1, letra b). Los contadores del sistema de supervisión contarán el número de horas de funcionamiento del motor cuando se confirme que está activo el DTC asociado a un mal funcionamiento del sistema de supervisión. Se permitirá la agrupación de varios fallos en un solo contador.
- 9.2.3.2. En el apéndice 2 del presente anexo se pormenorizan los criterios de activación y desactivación de los contadores del sistema de supervisión y los mecanismos asociados.
- 9.2.3.3. La información del contador del sistema de supervisión se pondrá a disposición de forma normalizada conforme a lo dispuesto en el apéndice 5 del presente anexo.
- 9.3. Activación del sistema de alerta al conductor
- El sistema de alerta al conductor descrito en el punto 4 se activará en caso de que se produzca cualquiera de los fallos especificados en el punto 9.1 e indicará que es necesaria una reparación urgente. Cuando el sistema de alerta incluya un sistema de visualización de mensajes, este mostrará un mensaje que indique el motivo de la alerta (por ejemplo, «válvula de dosificación del reactivo desconectada» o «fallo de emisiones crítico»).
- 9.4. Activación del sistema de inducción del conductor
- 9.4.1. El sistema de inducción de bajo nivel descrito en el punto 5.3 se activará, y posteriormente estará activado conforme a los requisitos previstos en ese punto, si un fallo especificado en el punto 9.1 no se rectifica transcurridas 36 horas de funcionamiento del motor tras la activación del sistema de alerta al conductor descrito en el punto 9.3.
- 9.4.2. El sistema de inducción general descrito en el punto 5.4 se activará, y posteriormente estará activado conforme a los requisitos previstos en ese punto, si un fallo especificado en el punto 9.1 no se rectifica transcurridas 100 horas de funcionamiento del motor tras la activación del sistema de alerta al conductor descrito en el punto 9.3.
- 9.4.3. El número de horas antes de la activación de los sistemas de inducción se reducirá en caso de recurrencia de un mal funcionamiento repetitivo con arreglo al mecanismo descrito en el apéndice 2 del presente anexo.
-

## Apéndice 1

**Requisitos de demostración**

- A.1.1. Generalidades
- A.1.1.1 El fabricante presentará al autoridad de homologación de tipo una documentación completa que justifique que el sistema SCR cumple los requisitos del presente anexo por lo que se refiere a su capacidad de supervisar y activar el sistema de alerta al conductor y el sistema de inducción del conductor, documentación que podrá incluir:
- a) algoritmos y gráficos de decisión;
  - b) resultados de ensayos y/o simulaciones;
  - c) referencias a sistemas de supervisión homologados anteriormente, etc.
- A.1.1.2 Durante la homologación de tipo se demostrará el cumplimiento de los requisitos del presente anexo realizando, como se ilustra en el cuadro 1 y se especifica en el presente apéndice, las demostraciones siguientes:
- a) una demostración de la activación del sistema de alerta;
  - b) una demostración de la activación del sistema de inducción de bajo nivel;
  - c) una demostración de la activación del sistema de inducción general.

Cuadro 1

**Ilustración del contenido del proceso de demostración conforme a lo dispuesto en los puntos A.1.3, A.1.4 y A.1.5.**

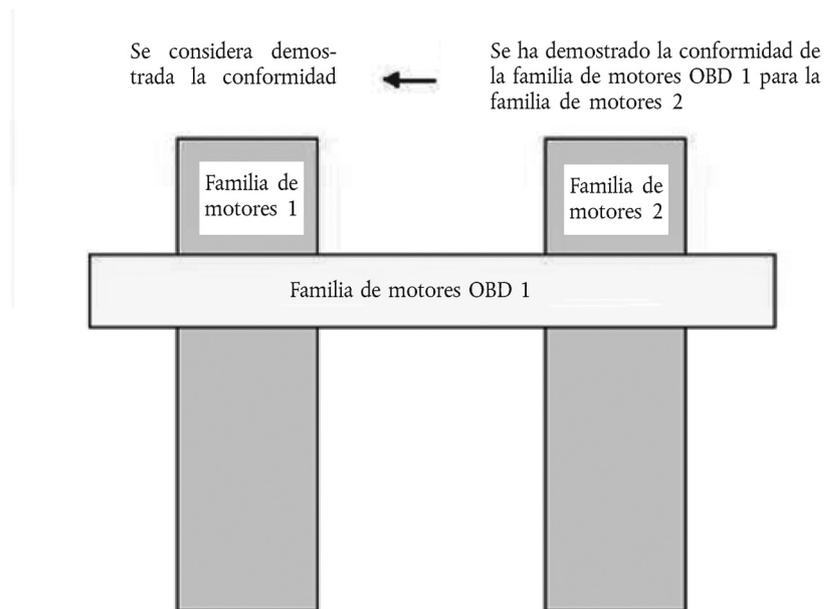
| Mecanismo  | Elementos de demostración  |
|--|--|
| Activación del sistema de alerta según lo especificado en el punto A.1.3.                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cuatro ensayos de activación (incl. falta de reactivo)</li> <li>b) Elementos de demostración suplementarios, según corresponda</li> </ul>  |
| Activación del sistema de inducción de bajo nivel según lo especificado en el punto A.1.4. | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Dos ensayos de activación (incl. falta de reactivo)</li> <li>b) Elementos de demostración suplementarios</li> <li>c) Un ensayo de reducción del par</li> </ul>   |
| Activación del sistema de inducción general según lo especificado en el punto A.1.5.       | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Dos ensayos de activación (incl. falta de reactivo)</li> <li>b) Elementos de demostración suplementarios, según corresponda</li> <li>c) Elementos de demostración del correcto comportamiento del vehículo durante la inducción</li> </ul> |

- A.1.2. Familias de motores o familias de motores OBD
- La conformidad de una familia de motores o de una familia de motores OBD con los requisitos del presente anexo podrá demostrarse sometiendo a ensayo uno de los miembros de la familia de que se trate, siempre que el fabricante demuestre al autoridad de homologación de tipo que los sistemas de supervisión necesarios para cumplir los requisitos del presente anexo son similares en todos los miembros de la familia.
- A.1.2.1. Esta demostración podrá efectuarse presentando al autoridad de homologación de tipo elementos como algoritmos, análisis funcionales, etc.
- A.1.2.2. El motor de ensayo será seleccionado por el fabricante de acuerdo con la autoridad de homologación de tipo. Podrá ser o no el motor de referencia de la familia considerada.

- A.1.2.3. En caso de que los motores de una familia de motores pertenezcan a una familia de motores OBD que ya haya obtenido la homologación de tipo, se considerará demostrada la conformidad de dicha familia de motores sin necesidad de realizar más ensayos (figura 1), siempre que el fabricante demuestre a la autoridad de homologación de tipo que los sistemas de supervisión necesarios para cumplir los requisitos del presente anexo son similares dentro de la familia de motores y de la familia de motores OBD de que se trate.

Figura 1

**Conformidad previamente demostrada de una familia de motores OBD**



- A.1.3. Demostración de la activación del sistema de alerta
- A.1.3.1. La conformidad de la activación del sistema de alerta se demostrará realizando un ensayo para cada una de las categorías de fallo consideradas en los puntos 6 a 9 del presente anexo, tales como: falta de reactivo, baja calidad del reactivo, bajo consumo de reactivo y fallo de los componentes del sistema de supervisión.
- A.1.3.2. Selección de los fallos que deberán someterse a ensayo
- A.1.3.2.1. A los efectos de demostrar la activación del sistema de alerta en caso de que la calidad de un reactivo sea inadecuada, se seleccionará un reactivo con una concentración del ingrediente activo igual o superior a la concentración de reactivo mínima aceptable  $CD_{min}$ , comunicada por el fabricante conforme a los requisitos del punto 7.1.1 del presente anexo.
- A.1.3.2.2. A fin de demostrar la activación del sistema de alerta en caso de un consumo de reactivo incorrecto, bastará con disponer la interrupción de la actividad de dosificación.
- A.1.3.2.2.1. En caso de que se haya demostrado la activación del sistema de alerta mediante la interrupción de la actividad de dosificación, el fabricante presentará además a la autoridad de homologación de tipo pruebas como algoritmos, análisis funcionales, los resultados de ensayos anteriores, etc. que demuestren que el sistema de alerta se activará correctamente en caso de que el consumo de reactivo sea incorrecto debido a otras causas.
- A.1.3.2.3. A fin de demostrar la activación del sistema de alerta en caso de fallos que puedan atribuirse a la manipulación, tal como se define en el punto 9 del presente anexo, la selección se realizará de conformidad con los requisitos indicados a continuación.
- A.1.3.2.3.1. El fabricante proporcionará a la autoridad de homologación de tipo una lista de dichos fallos potenciales.
- A.1.3.2.3.2. El fallo que vaya a considerarse en el ensayo será seleccionado por la autoridad de homologación de tipo a partir de la lista contemplada en el punto A.1.3.2.3.1.

- A.1.3.3. Demostración
- A.1.3.3.1. A los efectos de esta demostración de la activación del sistema de alerta, se realizará un ensayo separado para cada uno de los fallos considerados en el punto A.1.3.1.
- A.1.3.3.2. Durante un ensayo no deberá producirse ningún fallo distinto del fallo objeto del ensayo.
- A.1.3.3.3. Antes de comenzar un ensayo deberán haberse borrado todos los DTC.
- A.1.3.3.4. A petición del fabricante y con el consentimiento de la autoridad de homologación de tipo, podrán simularse los fallos objeto de ensayo.
- A.1.3.3.5. Para los fallos distintos de la falta de reactivo, una vez que se haya inducido o simulado el fallo, la detección del mismo se realizará de conformidad con el punto 7.1.2.2 del anexo 9B.
- A.1.3.3.5.1. Se detendrá la secuencia de detección una vez que el DTC del fallo seleccionado se encuentre en estado «confirmado y activo».
- A.1.3.3.6. A fin de demostrar la activación del sistema de alerta en caso de falta de disponibilidad de reactivo, el sistema de motor se hará funcionar durante una o más secuencias de funcionamiento a discreción del fabricante.
- A.1.3.3.6.1. La demostración comenzará con un nivel de reactivo en el depósito que deberán acordar el fabricante y la autoridad de homologación de tipo y que no podrá ser inferior al 10 % de la capacidad nominal del depósito.
- A.1.3.3.6.2. Se considerará que el sistema de alerta ha funcionado de forma correcta si se cumplen simultáneamente las condiciones siguientes:
- el sistema de alerta se ha activado con una disponibilidad de reactivo superior o igual al 10 % de la capacidad nominal del depósito;
  - el sistema de alerta «continua» se ha activado con una disponibilidad de reactivo superior o igual al valor declarado por el fabricante con arreglo a lo dispuesto en el punto 6 del presente anexo.
- A.1.3.4. Se considerará que se ha realizado la demostración de la activación del sistema de alerta en cuanto a las incidencias relativas al nivel de reactivo si, al final de cada ensayo de demostración realizado conforme al punto A.1.3.2.1, el sistema de alerta se ha activado de forma adecuada.
- A.1.3.5. Se considerará que se ha realizado la demostración de la activación del sistema de alerta en cuanto a las incidencias iniciadas por un DTC si, al final de cada ensayo de demostración realizado conforme al punto A.1.3.2.1, el sistema de alerta se ha activado de forma adecuada y el DTC correspondiente al fallo seleccionado presenta la situación que se indica en el cuadro 1 del apéndice 2 del presente anexo.
- A.1.4. Demostración del sistema de inducción
- A.1.4.1. La demostración del sistema de inducción se realizará mediante ensayos en un banco de ensayo de motores.
- A.1.4.1.1. Cualquier componente o sistema adicional de un vehículo, como los sensores de la temperatura ambiente, los sensores de nivel y los sistemas de información y de alerta al conductor, que sea necesario para realizar las demostraciones se conectará al sistema de motor a tal efecto, o se simulará, a satisfacción de la autoridad de homologación de tipo.
- A.1.4.1.2. Con la aprobación de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante puede decidir que los ensayos de demostración se realicen en un vehículo completo montando el vehículo en un banco de ensayo adecuado o bien haciéndolo funcionar en una pista de ensayo en condiciones controladas.
- A.1.4.2. La secuencia de ensayo demostrará la activación del sistema de inducción en caso de falta de reactivo y en caso de que se produzca alguno de los fallos que se definen en los puntos 7, 8 o 9 del presente anexo.
- A.1.4.3. A los efectos de esta demostración:
- la autoridad de homologación de tipo seleccionará, además de la falta de reactivo, uno de los fallos definidos en los puntos 7, 8 o 9 del presente anexo que se haya utilizado previamente en la demostración del sistema de alerta;

- b) se permitirá al fabricante simular, con el consentimiento de la autoridad de homologación de tipo, que se ha alcanzado un número determinado de horas de funcionamiento;
  - c) la consecución de la reducción del par necesaria para una inducción de bajo nivel podrá demostrarse al mismo tiempo que el proceso de homologación general del motor realizado de conformidad con el presente Reglamento. En este caso no se requiere una medición independiente del par durante la demostración del sistema de inducción. La limitación de la velocidad necesaria para la inducción general se demostrará conforme a los requisitos del punto 5 del presente anexo.
- A.1.4.4. El fabricante deberá demostrar además el funcionamiento del sistema de inducción en las condiciones de fallo que se definen en los puntos 7, 8 o 9 del presente anexo y que no hayan sido elegidas para los ensayos de demostración descritos en los puntos A.1.4.1, A.1.4.2 y A.1.4.3. Estas demostraciones adicionales podrán realizarse presentando al autoridad de homologación de tipo un caso técnico en el que se utilicen pruebas como algoritmos, análisis funcionales y los resultados de ensayos anteriores.
- A.1.4.4.1. En particular, estas demostraciones adicionales demostrarán, a satisfacción de la autoridad de homologación de tipo, la inclusión del mecanismo correcto de reducción del par en la ECU del motor.
- A.1.4.5. Ensayo de demostración del sistema de inducción de bajo nivel
- A.1.4.5.1. Esta demostración comenzará cuando el sistema de alerta o un sistema de alerta «continua» adecuado se hayan activado como consecuencia de la detección de un fallo seleccionado por la autoridad de homologación de tipo.
- A.1.4.5.2. Cuando se compruebe el sistema para conocer su reacción en caso de falta de reactivo en el depósito, se hará funcionar el sistema de motor hasta que la disponibilidad de reactivo haya alcanzado un valor del 2,5 % de la capacidad total nominal del depósito o el valor declarado por el fabricante de conformidad con el punto 6.3.1 del presente anexo al que se haya previsto que funcione el sistema de inducción de bajo nivel.
- A.1.4.5.2.1. Con el consentimiento de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante podrá simular un funcionamiento continuo extrayendo reactivo del depósito, ya sea con el motor en funcionamiento o con el motor parado.
- A.1.4.5.3. Cuando se compruebe el sistema para conocer su reacción en caso de producirse un fallo distinto de la falta de reactivo en el depósito, se hará funcionar el sistema de motor durante el número pertinente de horas de funcionamiento indicado en el cuadro 2 del apéndice 2 o, a elección del fabricante, hasta que el contador pertinente haya alcanzado el valor al que se activa el sistema de inducción de bajo nivel.
- A.1.4.5.4. Se considerará que se ha realizado la demostración del sistema de inducción de bajo nivel si, al final de cada ensayo de demostración realizado conforme a los puntos A.1.4.5.2 y A.1.4.5.3, el fabricante ha demostrado al autoridad de homologación de tipo que la ECU del motor ha activado el mecanismo de reducción del par.
- A.1.4.6. Ensayo de demostración del sistema de inducción general
- A.1.4.6.1. Esta demostración comenzará a partir de una situación en la que se haya activado previamente el sistema de inducción de bajo nivel y podrá realizarse como continuación de los ensayos efectuados para demostrar el sistema de inducción de bajo nivel.
- A.1.4.6.2. Cuando se compruebe el sistema para conocer su reacción en caso de falta de reactivo en el depósito, se hará funcionar el sistema de motor hasta que el depósito de reactivo esté vacío (es decir, hasta que el sistema de dosificación ya no pueda extraer más reactivo del depósito), o haya alcanzado un nivel inferior al 2,5 % de la capacidad total nominal del depósito al que el fabricante haya declarado que se activará el sistema de inducción general.
- A.1.4.6.2.1. Con el consentimiento de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante podrá simular un funcionamiento continuo extrayendo reactivo del depósito, ya sea con el motor en funcionamiento o con el motor parado.
- A.1.4.6.3. Cuando se compruebe el sistema para conocer su reacción en caso de un fallo que no sea la falta de reactivo en el depósito, se hará funcionar el sistema de motor durante el número pertinente de horas de funcionamiento que indicado en el cuadro 2 del apéndice 2 o, a elección del fabricante, hasta que el contador pertinente haya alcanzado el valor al que se activa el sistema de inducción general.
- A.1.4.6.4. Se considerará que se ha realizado la demostración del sistema de inducción general si, al final cada ensayo de demostración realizado conforme a los puntos A.1.4.6.2 y A.1.4.6.3, el fabricante ha demostrado al autoridad de homologación de tipo que se ha activado el mecanismo requerido de limitación de la velocidad del vehículo.
- A.1.5. Demostración de la limitación de la velocidad del vehículo tras la activación del sistema de inducción general

- A.1.5.1. La demostración de la limitación de la velocidad del vehículo tras la activación del sistema de inducción general podrá realizarse presentando a la autoridad de homologación de tipo un caso técnico que utilice pruebas como algoritmos, análisis funcionales y el resultado de ensayos anteriores.
- A.1.5.1.1. Alternativamente, con el consentimiento de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante podrá decidir que los ensayos de demostración de la limitación de la velocidad del vehículo se realicen en un vehículo completo de conformidad con los requisitos del punto A.1.5.4, bien montando el vehículo en un banco de ensayo adecuado o bien haciéndolo funcionar en una pista de ensayo en condiciones controladas.
- A.1.5.2. Cuando un fabricante solicite la homologación de un motor o de una familia de motores como unidad técnica independiente, el fabricante aportará a la autoridad de homologación de tipo pruebas que justifiquen que la documentación cumple lo dispuesto en el punto 2.2.4 del presente anexo sobre las medidas para garantizar que el vehículo, cuando se utilice en carretera o en cualquier otro lugar, según corresponda, cumplirá los requisitos del presente anexo por lo que se refiere a la inducción general.
- A.1.5.3. Si la autoridad de homologación de tipo no está satisfecho con las pruebas del funcionamiento correcto del sistema de inducción general aportadas por el fabricante, la autoridad de homologación de tipo podrá solicitar una demostración en un vehículo representativo único para confirmar el funcionamiento adecuado del sistema. La demostración del vehículo se realizará conforme a los requisitos del punto A.1.5.4.
- A.1.5.4. Demostración adicional para confirmar el efecto de la activación del sistema de inducción general en un vehículo
- A.1.5.4.1. Esta demostración se realizará a petición de la autoridad de homologación de tipo cuando esta no esté satisfecho con las pruebas aportadas por el fabricante para demostrar el correcto funcionamiento del sistema de inducción general. Esta demostración se realizará en la primera oportunidad posible de acuerdo con la autoridad de homologación de tipo.
- A.1.5.4.2. El fabricante seleccionará uno de los fallos definidos en los puntos 6 a 9 del presente anexo, fallo que será introducido o simulado en el sistema de motor, según convengan el fabricante y la autoridad de homologación de tipo.
- A.1.5.4.3. El fabricante pondrá el sistema de inducción en un estado en que el sistema de inducción de bajo nivel se haya activado y el sistema de inducción general aún no se haya activado.
- A.1.5.4.4. Se hará funcionar el vehículo hasta que el contador asociado al fallo seleccionado haya alcanzado el número pertinente de horas de funcionamiento indicado en el cuadro 2 del apéndice 2 o, según proceda, hasta que el depósito de reactivo esté vacío o haya alcanzado el nivel inferior al 2,5 % de la capacidad total nominal del depósito al que el fabricante haya decidido activar el sistema de inducción general.
- A.1.5.4.5. Si el fabricante ha optado por el sistema de «desactivación después de volver a arrancar» contemplado en el punto 5.4.1 del presente anexo, se hará funcionar el vehículo hasta el final de la secuencia de funcionamiento en curso, que deberá incluir una demostración de que el vehículo es capaz de pasar de 20 km/h. Al volver a arrancar, la velocidad del vehículo se limitará a 20 km/h como máximo.
- A.1.5.4.6. Si el fabricante ha optado por el sistema de «desactivación después de repostar» contemplado en el punto 5.4.2 del presente anexo, se hará funcionar el vehículo durante un corto recorrido, elegido por el fabricante, después de haberlo puesto en un estado en que el depósito contenga una capacidad sobrante suficiente como para que pueda rellenarse con la cantidad de combustible que se define en el punto 5.4.2 del presente anexo. El funcionamiento del vehículo antes de volver a repostar deberá incluir una demostración de que el vehículo es capaz de pasar de 20 km/h. Tras reponer en el vehículo la cantidad de combustible definida en el punto 5.4.2 del presente anexo, la velocidad del vehículo se limitará a 20 km/h como máximo.
- A.1.5.4.7. Si el fabricante ha optado por el sistema de «desactivar después de aparcar» contemplado en el punto 5.4.3 del presente anexo, el vehículo se detendrá después de haber estado en marcha durante un corto recorrido elegido por el fabricante y que baste para demostrar que el vehículo es capaz de pasar de 20 km/h. Cuando el vehículo lleve parado más de una hora, la velocidad del mismo se limitará a 20 km/h como máximo.
-

## Apéndice 2

**Descripción de los mecanismos de activación y desactivación de la alerta al conductor y la inducción del conductor**

- A.2.1. Para complementar los requisitos especificados en el presente anexo relativos a los mecanismos de activación y desactivación de la alerta al conductor y la inducción del conductor, en el presente apéndice se exponen los requisitos técnicos para que la aplicación de dichos mecanismos sea coherente con las disposiciones sobre sistemas OBD que figuran en el anexo 9B.

Todas las definiciones que se utilizan en el anexo 9B son aplicables al presente apéndice.

- A.2.2. Mecanismos de activación y desactivación del sistema de alerta al conductor
- A.2.2.1. El sistema de alerta al conductor se activará cuando el código de problema de diagnóstico (DTC) asociado a un caso de mal funcionamiento que justifique su activación tenga la categoría que se define en el cuadro 1.

Cuadro 1

**Activación del sistema de alerta al conductor**

| Tipo de fallo                                 | Categoría de DTC para la activación del sistema de alerta  |
|---|--|
| mala calidad del reactivo                     | confirmado y activo  |
| bajo consumo de reactivo                      | potencial (si se detecta después de diez horas), de lo contrario potencial o confirmado y activo |
| ausencia de dosificación                      | confirmado y activo  |
| válvula EGR obstruida                         | confirmado y activo  |
| mal funcionamiento del sistema de supervisión | confirmado y activo  |

- A.2.2.1.1. Si el contador asociado al fallo pertinente no está a cero y, por consiguiente, indica que el monitor ha detectado una situación en la que el mal funcionamiento puede haber ocurrido durante un segundo o más, el sistema de alerta al conductor estará activado cuando el DTC tenga la categoría de «potencial».
- A.2.2.2. El sistema de alerta al conductor se desactivará cuando el sistema de diagnóstico concluya que ya no existe el mal funcionamiento que motivó dicha alerta o cuando una herramienta de exploración borre la información, incluidos los DTC relativos a los fallos, que justificara la activación de la alerta.
- A.2.2.2.1. Borrado de información sobre un fallo mediante una herramienta de exploración
- A.2.2.2.1.1. El borrado de la información, lo que incluye los DTC relativos a los fallos que justifiquen la activación de una señal de alerta al conductor y sus datos asociados, mediante una herramienta de exploración se realizará de conformidad con el anexo 9B.
- A.2.2.2.1.2. El borrado de la información sobre fallos solo será posible con el motor apagado.
- A.2.2.2.1.3. Cuando se borre la información sobre fallos, incluidos los DTC, no se borrará ningún contador asociado a dichos fallos que el presente anexo especifique que no debe borrarse.
- A.2.3. Mecanismos de activación y desactivación del sistema de inducción del conductor
- A.2.3.1. El sistema de inducción del conductor se activará cuando esté activado el sistema de alerta al conductor y el contador correspondiente al tipo de mal funcionamiento que justifique su activación haya alcanzado el valor especificado en el cuadro 2.
- A.2.3.2. El sistema de inducción del conductor se desactivará cuando el sistema deje de detectar un mal funcionamiento que justifique su activación, o si la información, incluidos los DTC, relativa a los fallos que justifiquen su activación ha sido borrada mediante una herramienta de exploración o una herramienta de mantenimiento.
- A.2.3.3. Los sistemas de alerta al conductor y de inducción del conductor inmediatamente se activarán o desactivarán, según proceda, conforme a lo dispuesto en el punto 6 del presente anexo después de evaluarse la cantidad de reactivo en el depósito de reactivo. En ese caso, los mecanismos de activación o desactivación no dependerán de la situación de ningún DTC asociado.

- A.2.4. Mecanismo de los contadores
- A.2.4.1. Generalidades
- A.2.4.1.1. Para cumplir los requisitos del presente anexo, el sistema tendrá, como mínimo, cinco contadores para registrar el número de horas durante las que ha funcionado el motor mientras el sistema ha detectado cualquiera de los fallos siguientes:
- calidad del reactivo inadecuada;
  - consumo del reactivo inadecuado;
  - una interrupción de la actividad de dosificación del reactivo;
  - una válvula EGR obstruida;
  - un fallo del sistema de supervisión, tal como se define en el punto 9.1, letra b), del presente anexo.
- A.2.4.1.2. Cada uno de estos contadores contará hasta el valor máximo previsto en un contador de dos bytes con una hora de resolución y conservará ese valor salvo que se den las condiciones para una puesta a cero del contador.
- A.2.4.1.3. El fabricante podrá utilizar contadores con sistema de supervisión único o múltiple.
- Un contador único podrá acumular el número de horas de dos o más casos de mal funcionamiento pertinentes para ese tipo de contador.
- A.2.4.1.3.1. Cuando el fabricante decida utilizar contadores con sistema de supervisión múltiple, el sistema deberá ser capaz de asignar un contador con sistema de supervisión específico a cada caso de mal funcionamiento que sea pertinente, conforme al presente anexo, para ese tipo de contador.
- A.2.4.2. Principio de los mecanismos de los contadores
- A.2.4.2.1. Cada contador funcionará como se describe a continuación.
- A.2.4.2.1.1. Si empieza de cero, el contador comenzará a contar en cuanto se detecte un caso de mal funcionamiento pertinente para ese contador y el código de problema de diagnóstico (DTC) correspondiente presente la situación descrita en el cuadro 1.
- A.2.4.2.1.2. El contador se detendrá y conservará el valor que tenga en ese momento si se produce un caso de supervisión único y el mal funcionamiento que activó originalmente el contador ya no se detecta o si el fallo se ha borrado mediante una herramienta de exploración o una herramienta de mantenimiento.
- A.2.4.2.1.2.1. Si el contador deja de contar cuando el sistema de inducción general esté activo, el contador se quedará fijo en el valor definido en el cuadro 2.
- A.2.4.2.1.2.2. En el caso de un contador con sistema de supervisión único, dicho contador seguirá contando si se ha detectado un caso de mal funcionamiento pertinente para ese contador y su correspondiente DTC tiene la categoría de «confirmado y activo». El contador se detendrá y conservará el valor especificado en los puntos A.2.4.2.1.2 o A.2.4.2.1.2.1, según proceda, si no se detecta ningún caso de mal funcionamiento que justifique la activación del contador o si todos los fallos pertinentes para dicho contador se han borrado mediante una herramienta de exploración o una herramienta de mantenimiento.

Cuadro 2

**Contadores e inducción**

|                                     | Categoría de DTC para la primera activación del contador | Valor del contador para la inducción de bajo nivel | Valor del contador para la inducción general | Valor fijado en el contador durante el periodo inmediatamente posterior a la inducción general |
|-------------------------------------|--|--|--|--|
| Contador de la calidad del reactivo | Confirmado y activo                                      | 10 horas   | 20 horas                                     | 18 horas   |
| Contador del consumo de reactivo    | Potencial o confirmado y activo (véase el cuadro 1)      | 10 horas   | 20 horas                                     | 18 horas   |
| Contador de dosificación            | Confirmado y activo                                      | 10 horas   | 20 horas                                     | 18 horas   |
| Contador de la válvula EGR          | Confirmado y activo                                      | 36 horas   | 100 horas                                    | 95 horas   |

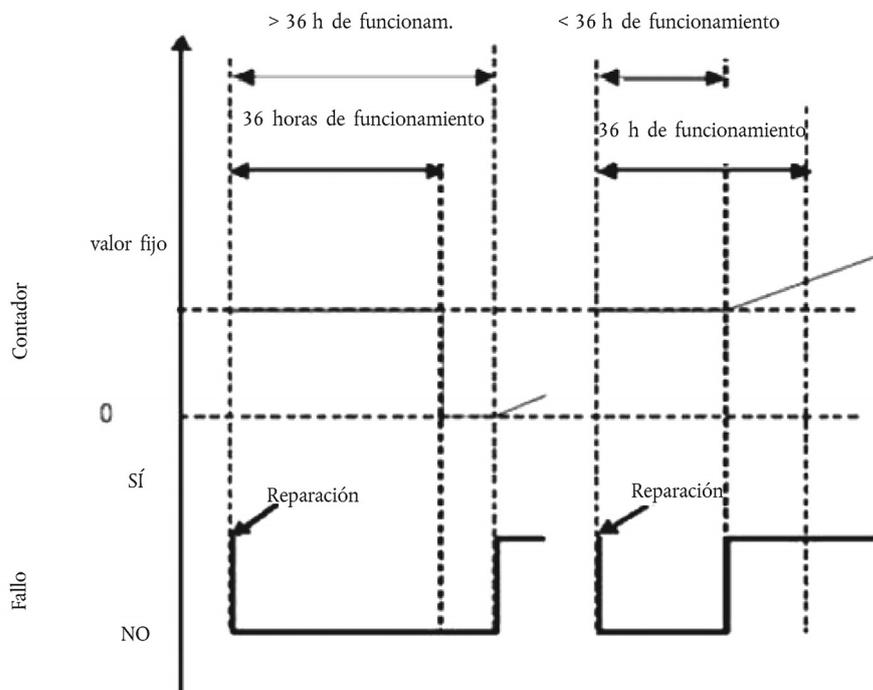
|                                     | Categoría de DTC para la primera activación del contador | Valor del contador para la inducción de bajo nivel | Valor del contador para la inducción general | Valor fijado en el contador durante el periodo inmediatamente posterior a la inducción general |
|-------------------------------------|--|--|--|--|
| Contador del sistema de supervisión | Confirmado y activo                                      | 36 horas   | 100 horas                                    | 95 horas   |

A.2.4.2.1.3. Una vez que el contador esté fijo, se volverá a poner a cero cuando los monitores pertinentes para dicho contador hayan funcionado al menos una vez hasta completar su ciclo de funcionamiento sin haber detectado un mal funcionamiento y sin que se haya detectado ningún caso de mal funcionamiento pertinente para ese contador durante 36 horas de funcionamiento del motor desde que el contador se detuvo por última vez (véase la figura 1).

A.2.4.2.1.4. El contador seguirá contando a partir del punto en que se había retenido si se detecta un caso de mal funcionamiento pertinente para dicho contador durante un periodo en que el contador se haya quedado fijo (véase la figura 1).

Figura 1

**Reactivación y puesta a cero de un contador después de un periodo en que su valor se ha quedado fijo**



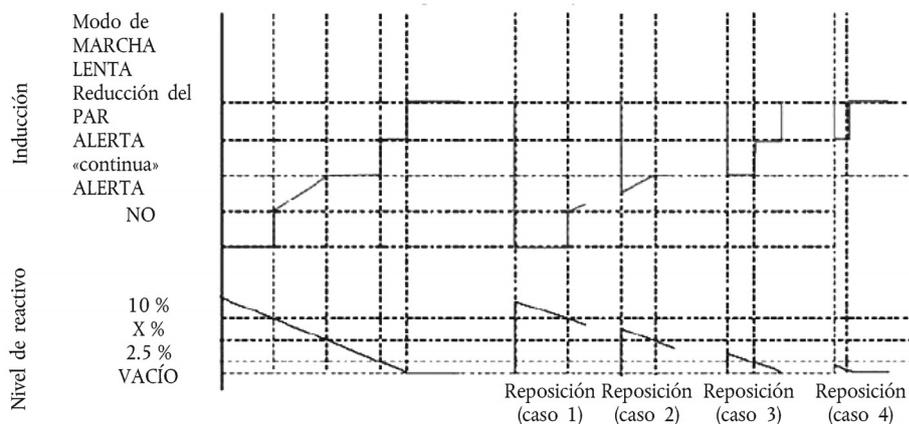
A.2.5. Ilustración de los mecanismos de activación y desactivación y de los contadores

A.2.5.1. El presente punto ilustra los mecanismos de activación y desactivación y de los contadores para algunos casos típicos. Las figuras y las descripciones que se presentan en los puntos A.2.4.2, A.2.4.3 y A.2.4.4 se facilitan en el presente anexo únicamente a efectos ilustrativos y no deben considerarse ejemplos de los requisitos del presente Reglamento ni como declaraciones definitivas de los procesos que implican. Por ejemplo, para simplificar, el hecho de que el sistema de alerta también estará activo cuando el sistema de inducción esté activo no se ha contemplado en las ilustraciones que se presentan.

A.2.5.2. La figura 2 ilustra el funcionamiento de los sistemas de activación y desactivación cuando se supervisa la disponibilidad del reactivo para cinco casos:

- caso de uso 1: el conductor sigue haciendo funcionar el vehículo a pesar de la alerta hasta que se desactiva el funcionamiento del vehículo;
- caso de reparación 1 (reposición «adecuada»): el conductor rellena el depósito de reactivo para que se alcance un nivel superior al umbral del 10 %. La alerta y la inducción se desactivan;
- casos de reparación 2 y 3 (reposición «inadecuada»): el sistema de alerta se activa. El nivel de la alerta depende de la cantidad de reactivo disponible;
- caso de reparación 4 (reposición «muy inadecuada»): la inducción de bajo nivel se activa inmediatamente.

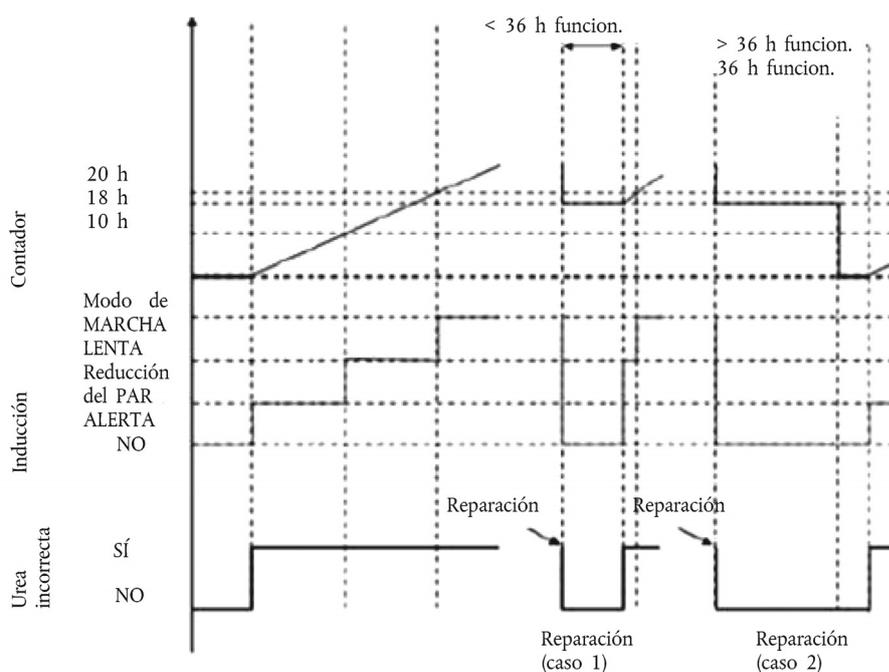
Figura 2

**Disponibilidad de reactivo**

A.2.5.3. La figura 3 ilustra tres casos de calidad inadecuada de urea:

- caso de uso 1: el conductor sigue haciendo funcionar el vehículo a pesar de la alerta hasta que se desactiva el funcionamiento del vehículo;
- caso de reparación 1 (reparación «incorrecta» o «fraudulenta»): tras la desactivación del vehículo, el conductor cambia la calidad del reactivo, pero poco después la vuelve a cambiar por uno de mala calidad. El sistema de inducción se reactiva de inmediato y el vehículo se pone fuera de servicio después de dos horas de funcionamiento del motor;
- caso de reparación 2 (reparación «correcta»): tras la puesta fuera de servicio del vehículo, el conductor rectifica la calidad del reactivo. No obstante, pasado algún tiempo, rellena de nuevo con un reactivo de mala calidad. Los procesos de alerta, inducción y recuento vuelven a ponerse a cero.

Figura 3

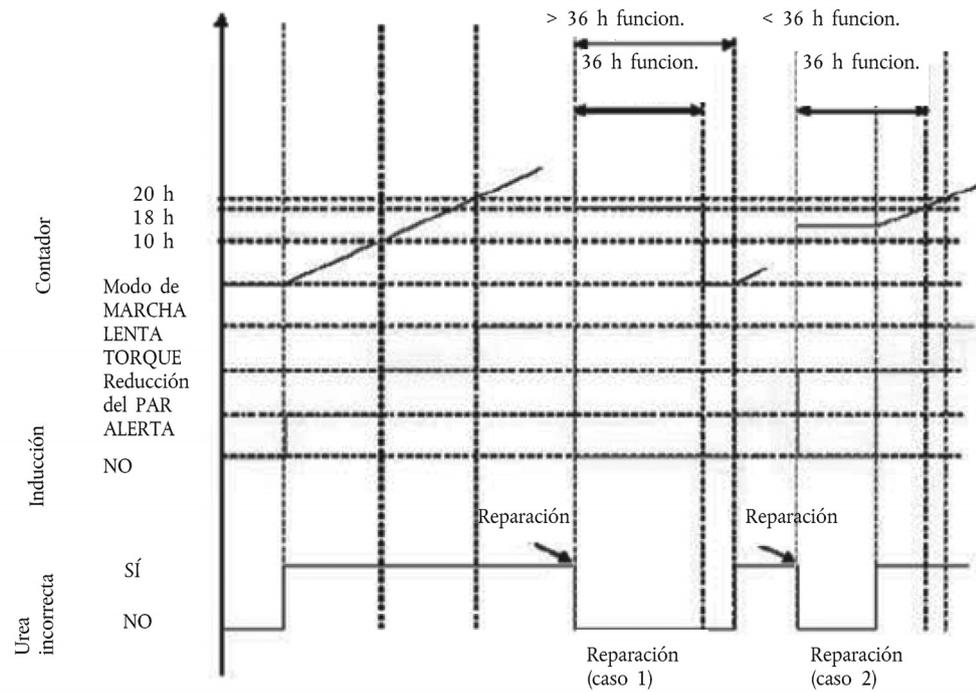
**Llenado con reactivo de mala calidad**

A.2.5.4. La figura 4 ilustra tres casos de fallo del sistema de dosificación de urea. Esta figura también ilustra el proceso que se aplica en el caso de los fallos de supervisión descritos en el punto 9 del presente anexo:

- a) caso de uso 1: el conductor sigue haciendo funcionar el vehículo a pesar de la alerta hasta que se desactiva el funcionamiento del vehículo;
- b) caso de reparación 1 (reparación «correcta»): tras la puesta fuera de servicio del vehículo, el conductor repara el sistema de dosificación. No obstante, pasado algún tiempo, el sistema de dosificación vuelve a fallar. Los procesos de alerta, inducción y recuento vuelven a ponerse a cero;
- c) caso de reparación 2 (reparación «incorrecta»): durante el tiempo de inducción de bajo nivel (reducción del par), el conductor repara el sistema de dosificación. No obstante, poco después, el sistema de dosificación vuelve a fallar. El sistema de inducción de bajo nivel se reactiva de inmediato y el contador se reinicia a partir del valor que tenía en el momento de la reparación.

Figura 4

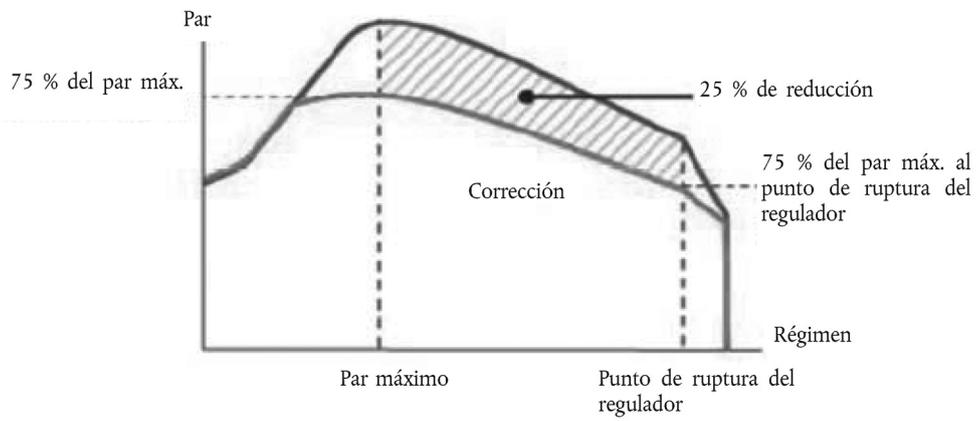
## Fallo del sistema de dosificación del reactivo



## Apéndice 3

**Esquema de reducción del par de la inducción de bajo nivel**

El presente diagrama ilustra las disposiciones del punto 5.3 del presente anexo sobre la reducción del par.



*Apéndice 4***Demostración de instalación correcta en un vehículo en el caso de los motores que hayan obtenido una homologación de tipo como unidad técnica independiente**

El presente apéndice se aplica cuando el fabricante del vehículo solicita la homologación de tipo de un vehículo con un motor que haya sido homologado con respecto a las emisiones de conformidad con el presente Reglamento.

En este caso, además de los requisitos de instalación del punto 6 del presente Reglamento, se exigirá una demostración de la instalación correcta. Esta demostración se realizará presentando al autoridad de homologación de tipo un caso técnico que aporte pruebas como planos de ingeniería, análisis funcionales y los resultados de ensayos anteriores.

Cuando proceda y lo decida el fabricante, las pruebas aportadas podrán incluir instalaciones de sistemas o de componentes en vehículos reales o simulados, siempre que el fabricante pueda presentar pruebas que justifiquen que la instalación presentada representa adecuadamente el resultado que se alcanzará en la producción.

La demostración abordará la conformidad de los siguientes elementos con los requisitos del presente anexo:

- a) la instalación a bordo del vehículo respecto a su compatibilidad con el sistema de motor (*hardware*, *software* y comunicación);
- b) los sistemas de alerta e inducción (por ejemplo, pictogramas, regímenes de activación, etc.);
- c) el depósito de reactivo y los elementos (por ejemplo, los sensores) montados en el vehículo a fin de cumplir el presente anexo.

Podrá comprobarse la correcta activación de los sistemas de alerta e inducción y del almacenamiento de la información y los sistemas de comunicación a bordo. Ninguna comprobación de estos sistemas exigirá desmontar el sistema ni los componentes del motor, ni generará una carga de ensayos innecesaria al exigir procesos como el cambio de la calidad de la urea o el funcionamiento del vehículo o del motor durante largos periodos de tiempo. Para minimizar la carga sobre el fabricante del vehículo, si es posible, servirán como ensayos de estos sistemas las desconexiones eléctricas y la simulación de contadores con muchas horas de funcionamiento.

---

## Apéndice 5

**Acceso a la «información relativa al control de NO<sub>x</sub>»**

- A.5.1. En el presente apéndice se describen las especificaciones que permiten el acceso a información necesaria para comprobar la situación del vehículo con respecto al funcionamiento correcto del sistema de control de NO<sub>x</sub> («información relativa al control de NO<sub>x</sub>»).
- A.5.2. Métodos de acceso
- A.5.2.1. La «información relativa al control de NO<sub>x</sub>» solo se facilitará de acuerdo con la norma o las normas utilizadas en asociación con la obtención de información sobre el sistema de motor a partir del sistema OBD.
- A.5.2.2. El acceso a la «información relativa al control de NO<sub>x</sub>» no dependerá de ningún código de acceso u otro dispositivo o método que pueda obtenerse únicamente del fabricante o de los proveedores del fabricante. La interpretación de esa información no precisará de ninguna información de decodificación especializada o única, a menos que dicha información esté a disposición del público.
- A.5.2.3. Se podrá recuperar toda la «información relativa al control de NO<sub>x</sub>» del sistema mediante el método de acceso que se utiliza para obtener la información OBD de conformidad con el anexo 9A.
- A.5.2.4. Se podrá recuperar toda la «información relativa al control de NO<sub>x</sub>» del sistema mediante el equipo de ensayo que se utiliza para obtener la información OBD de conformidad con el anexo 9A.
- A.5.2.5. La «información relativa al control de NO<sub>x</sub>» estará disponible a través de un acceso que solo permita la lectura (es decir, no se podrá borrar, reinicializar, eliminar ni modificar ninguno de los datos).
- A.5.3. Contenido de la información
- A.5.3.1. La «información relativa al control de NO<sub>x</sub>» deberá contener, como mínimo, los datos siguientes:
- el número de identificación del vehículo (VIN);
  - la situación del sistema de alerta (activo; no activo);
  - la situación del sistema de inducción de bajo nivel (activo; activado; no activo);
  - la situación del sistema de inducción general (activo; activado; no activo);
  - el número de ciclos del calentamiento y el número de horas de funcionamiento del motor desde que la «información relativa al control de NO<sub>x</sub>» se eliminó por última vez debido a un mantenimiento o a una reparación;
  - los tipos de contadores pertinentes para el presente anexo (calidad del reactivo, consumo de reactivo, sistema de dosificación, válvula EGR y sistema de supervisión) y el número de horas de funcionamiento del motor indicado por cada uno de estos contadores; en caso de que se utilicen contadores múltiples, el valor que debe tenerse en cuenta a efectos de «información relativa al control de NO<sub>x</sub>» es el valor que sea más alto de cada uno de los contadores relativos al fallo en cuestión;
  - los DTC asociados a los casos de mal funcionamiento pertinentes para el presente anexo y su situación («potencial», «confirmado y activo», etc.).
-

*Apéndice 6***Demostración de la concentración de reactivo mínima aceptable  $CD_{min}$** 

- A.6.1. El fabricante demostrará el valor correcto de  $CD_{min}$  durante la homologación de tipo realizando la parte caliente del ciclo WHTC, conforme a lo dispuesto en el anexo 4, con un reactivo con la concentración  $CD_{min}$ .
  - A.6.2. El ensayo seguirá el ciclo de preconditionamiento adecuado, lo que permitirá a un sistema de control de  $NO_x$  de bucle cerrado adaptarse a la calidad del reactivo con la concentración  $CD_{min}$ .
  - A.6.3. Las emisiones de contaminantes resultantes de este ensayo serán inferiores a los límites de emisión que se especifican en los puntos 7.1.1 y 7.1.1.1 del presente anexo.
-

## ANEXO 12

EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

## 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. En el presente anexo se exponen las disposiciones y los procedimientos de ensayo para informar de las emisiones de CO<sub>2</sub> y del consumo de combustible.

## 2. REQUISITOS GENERALES

- 2.1. Las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de combustible se determinarán durante los ciclos de ensayo WHTC y WHSC de conformidad con los puntos 7.2 a 7.8 del anexo 4.
- 2.2. Los resultados de ensayo se notificarán como valores específicos del freno promediados del ciclo y se expresarán en la unidad de g/kWh.

3. DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

## 3.1. Medición del gas de escape bruto

Se aplicará el presente punto si el CO<sub>2</sub> se mide en el gas de escape bruto.

## 3.1.1. Medición

El CO<sub>2</sub> del gas de escape bruto emitido por el motor sometido a ensayo se medirá con un analizador de infrarrojo no dispersivo (NDIR) de conformidad con el punto 9.3.2.3 y el apéndice 2 del anexo 4.

El sistema de medición cumplirá los requisitos de linealidad establecidos en el punto 9.2 y en el cuadro 7 del anexo 4.

El sistema de medición cumplirá los requisitos establecidos en los puntos 9.3.1, 9.3.4 y 9.3.5 del anexo 4.

## 3.1.2. Evaluación de los datos

Los datos pertinentes se registrarán y almacenarán con arreglo al punto 7.6.6 del anexo 4. Las curvas de las concentraciones registradas y la curva del caudal másico de gas de escape bruto se alinearán temporalmente con el tiempo de transformación definido en el punto 3.1 del anexo 4.

## 3.1.3. Cálculo del valor de las emisiones promediadas del ciclo

Si se mide en base seca, antes de realizar cualquier otro cálculo se aplicará la corrección seco/húmedo a los valores de concentración instantánea, de acuerdo con lo dispuesto en el punto 8.1 del anexo 4.

La masa de CO<sub>2</sub> (g/ensayo) se determinará calculando las emisiones másicas instantáneas procedentes de la concentración de CO<sub>2</sub> bruto y del caudal másico del gas de escape, alineados con respecto a sus tiempos de transformación según se determine con arreglo al punto 8.4.2.2 del anexo 4, integrando los valores instantáneos a lo largo del ciclo y multiplicando el valor integrado con los valores  $u$  de CO<sub>2</sub> del cuadro 5 del anexo 4.

Se aplicará la ecuación siguiente:

$$m_{\text{CO}_2} = \sum_{i=1}^{i=n} u_{\text{CO}_2} \times c_{\text{CO}_2,i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \text{ (en g/ensayo)}$$

donde:

$u_{\text{CO}_2}$  es la relación entre la densidad de CO<sub>2</sub> y la densidad del gas de escape

$c_{\text{CO}_2,i}$  es la concentración instantánea de CO<sub>2</sub> en el gas de escape, en ppm

$q_{\text{mew},i}$  es el caudal másico instantáneo del gas de escape, en kg/s

$f$  es la frecuencia de muestreo, en Hz

$n$  es el número de mediciones

Existe también la opción de calcular la masa de CO<sub>2</sub> de conformidad con el punto 8.4.2.4 del anexo 4 utilizando una masa molar de CO<sub>2</sub> ( $M_{\text{CO}_2}$ ) de 44,01 g/mol.

## 3.2. Medición del gas de escape diluido

Se aplicará el presente punto si se mide el CO<sub>2</sub> en el gas de escape diluido.

## 3.2.1. Medición

El CO<sub>2</sub> del gas de escape bruto emitido por el motor sometido a ensayo se medirá con un analizador de infrarrojo no dispersivo (NDIR) de conformidad con el punto 9.3.2.3 y el apéndice 2 del anexo 4. La dilución del gas de escape se efectuará con aire ambiente filtrado, aire sintético o nitrógeno. El caudal del sistema de flujo total deberá ser suficiente para eliminar por completo la condensación de agua en los sistemas de dilución y de muestreo.

El sistema de medición cumplirá los requisitos de linealidad establecidos en el punto 9.2 y en el cuadro 7 del anexo 4.

El sistema de medición cumplirá los requisitos establecidos en los puntos 9.3.1, 9.3.4 y 9.3.5 del anexo 4.

## 3.2.2. Evaluación de los datos

Los datos pertinentes se registrarán y almacenarán con arreglo al punto 7.6.6 del anexo 4.

## 3.2.3. Cálculo del valor de las emisiones promediadas del ciclo

Si se mide en base seca, se aplicará la corrección seco/húmedo de acuerdo con lo dispuesto en el punto 8.1 del anexo 4.

Para los sistemas con caudal másico constante (con intercambiador de calor), la masa de CO<sub>2</sub> (g/ensayo) se determinará mediante la ecuación siguiente:

$$m_{\text{CO}_2} = 0,001519 \times c_{\text{CO}_2} \times m_{\text{ed}} \text{ (en g/ensayo)}$$

donde:

$c_{\text{CO}_2}$  es la concentración de fondo media corregida de CO<sub>2</sub>, en ppm

0,001519 es la relación entre la densidad de CO<sub>2</sub> y la densidad del aire (factor  $u$ )

$m_{\text{ed}}$  es la masa total del gas de escape diluido a lo largo del ciclo, en kg

Para los sistemas con compensación de caudal (sin intercambiador de calor), la masa de CO<sub>2</sub> (g/ensayo) se determinará calculando las emisiones másicas instantáneas e integrando los valores instantáneos a lo largo del ciclo. Asimismo, la corrección de fondo se aplicará directamente a los valores de la concentración instantánea. Se aplicará la ecuación siguiente:

$$m_{\text{CO}_2} = \sum_{i=1}^n [(m_{\text{ed},i} \times c_{\text{CO}_2,e} \times 0,001519)] - [(m_{\text{ed}} \times c_{\text{CO}_2,d} \times (1 - 1/D) \times 0,001519)]$$

donde:

$c_{\text{CO}_2,e}$  es la concentración de CO<sub>2</sub> medida en el gas de escape diluido, en ppm

$c_{\text{CO}_2,d}$  es la concentración de CO<sub>2</sub> medida en el aire de dilución, en ppm

0,001519 es la relación entre la densidad de CO<sub>2</sub> y la densidad del aire (factor  $u$ )

$m_{\text{ed},i}$  es la masa instantánea del gas de escape diluido, en kg

$m_{\text{ed}}$  es la masa total del gas de escape diluido a lo largo del ciclo, en kg

$D$  es el factor de dilución

Existe también la opción de calcular el factor  $u$  con la ecuación 57 del punto 8.5.2.3.1 del anexo 4 utilizando una masa molar de CO<sub>2</sub> ( $M_{\text{CO}_2}$ ) de 44,01 g/mol.

La corrección de fondo del CO<sub>2</sub> se aplicará de acuerdo con el punto 8.5.2.3.2 del anexo 4.

## 3.3. Cálculo de las emisiones específicas del freno

El trabajo durante el ciclo necesario para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> específicas del freno se determinará de conformidad con el punto 7.8.6 del anexo 4.

## 3.3.1. WHTC

Las emisiones específicas del freno  $e_{\text{CO}_2}$  (g/kWh) se calcularán de la manera siguiente:

$$e_{\text{CO}_2} = \frac{(0,14 \times m_{\text{CO}_2,\text{cold}}) + (0,86 \times m_{\text{CO}_2,\text{hot}})}{(0,14 \times W_{\text{act,cold}}) + (0,86 \times W_{\text{act,hot}})}$$

donde:

$m_{\text{CO}_2,\text{cold}}$  representa las emisiones másicas de CO<sub>2</sub> del ensayo de arranque en frío, en g/ensayo

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| $m_{\text{CO}_2, \text{ hot}}$ | representa las emisiones máscas de CO <sub>2</sub> del ensayo de arranque en caliente, en g/ensayo |
| $W_{\text{act, cold}}$         | es el trabajo del ciclo efectivo del ensayo de arranque en frío, en kWh                            |
| $W_{\text{act, hot}}$          | es el trabajo del ciclo efectivo del ensayo de arranque en caliente, en kWh                        |

### 3.3.2. WHSC

Las emisiones específicas del freno  $e_{\text{CO}_2}$  (g/kWh) se calcularán de la manera siguiente:

$$e_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{W_{\text{act}}}$$

donde:

|                   |  |
|-------------------|--|
| $m_{\text{CO}_2}$ | representa las emisiones máscas de CO <sub>2</sub> , en g/ensayo |
| $W_{\text{act}}$  | es el ciclo de trabajo efectivo, en kWh                          |

## 4. DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

### 4.1. Medición

La medición del caudal de combustible instantáneo se efectuará mediante sistemas que midan preferentemente la masa de manera directa, como los siguientes:

- sensor del caudal máscico;
- pesaje del combustible;
- caudalímetro de Coriolis.

El sistema de medición del caudal de combustible tendrá:

- una exactitud de  $\pm 2\%$  de la lectura o  $\pm 0,3\%$  del fondo de escala (el valor que sea más favorable);
- una precisión de  $\pm 1\%$  del fondo de escala o una precisión superior;
- un tiempo de subida que no sea superior a 5 s.

El sistema de medición del caudal de combustible cumplirá los requisitos de linealidad establecidos en el punto 9.2 y en el cuadro 7 del anexo 4.

Se tomarán precauciones para evitar errores de medición. Entre dichas precauciones, deberán figurar, como mínimo, las siguientes:

- una instalación cuidadosa del dispositivo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del instrumento y con las buenas prácticas técnicas;
- si es necesario, el acondicionamiento del caudal para evitar estelas, remolinos, caudales circulantes o pulsaciones de caudal que afecten a la exactitud o la precisión del sistema de caudal de combustible;
- la justificación de todo combustible que no pase por el motor o que vuelva del motor al depósito de almacenamiento de combustible.

### 4.2. Evaluación de los datos

Los datos pertinentes se registrarán y almacenarán con arreglo al punto 7.6.6 del anexo 4.

### 4.3. Cálculo del consumo de combustible promediado del ciclo

La masa de combustible (g/ensayo) se determinará mediante la suma de los valores instantáneos a lo largo del ciclo, del siguiente modo:

$$q_{mf} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{mf,i} \times \frac{1}{f} \times 1\,000$$

donde:

|            |  |
|------------|--|
| $q_{mf,i}$ | es el caudal de combustible instantáneo, en kg/s |
| $f$        | es la frecuencia de muestreo, en Hz              |
| $n$        | es el número de mediciones                       |

### 4.4. Cálculo del consumo de combustible específico del freno

El trabajo durante el ciclo necesario para el cálculo del consumo de combustible específico del freno se determinará de conformidad con el punto 7.8.6 del anexo 4.

## 4.4.1. WHTC

El consumo de combustible específico del freno  $e_f$  (g/kWh) se calculará de la manera siguiente:

$$e_f = \frac{(0,14 \times q_{mf,cold}) + (0,86 \times q_{mf,hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})}$$

donde:

$q_{mf, cold}$  es la masa de combustible del ensayo de arranque en frío, en g/ensayo

$q_{mf, hot}$  es la masa de combustible del ensayo de arranque en caliente, en g/ensayo

$W_{act, cold}$  es el trabajo del ciclo efectivo del ensayo de arranque en frío, en kWh

$W_{act, hot}$  es el trabajo del ciclo efectivo del ensayo de arranque en caliente, en kWh

## 4.4.2. WHSC

El consumo de combustible específico del freno  $e_f$  (g/kWh) se calculará de la manera siguiente:

$$e_f = \frac{q_{mf}}{W_{act}}$$

donde:

$q_{mf}$  es la masa del combustible, en g/ensayo

$W_{act}$  es el ciclo de trabajo efectivo, en kWh

---

## Apéndice 1

**Disposiciones sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de combustible para la extensión de la homologación de tipo de un vehículo que haya obtenido una homologación de tipo con arreglo al presente Reglamento y cuya masa de referencia sea superior a 2 380 kg, pero no superior a 2 610 kg**

## A.1.1. Introducción

A.1.1.1. En el presente apéndice se exponen las disposiciones y los procedimientos de ensayo para notificar las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de combustible para la extensión de una homologación de tipo de un vehículo que haya obtenido dicha homologación con arreglo al presente Reglamento y cuya masa de referencia sea superior a 2 380 kg, pero no superior a 2 610 kg.

## A.1.2. Requisitos generales

A.1.2.1. Para obtener la extensión de una homologación de tipo de un vehículo con respecto a su motor homologado conforme al presente Reglamento para un vehículo cuya masa de referencia sea superior a 2 380 kg, pero no superior a 2 610 kg, el fabricante deberá cumplir los requisitos establecidos en el Reglamento 101, con las excepciones que figuran a continuación.

A.1.2.1.2. El punto 5.2.4 del Reglamento 101 deberá entenderse como sigue:

1) densidad: se medirá en el combustible de ensayo de conformidad con la norma ISO 3675 o un método equivalente; para la gasolina, el diésel, el etanol (E85) y el etanol destinado a motores de compresión (ED95) se utilizará la densidad medida a 288 K (15 °C); en el caso del GLP y el gas natural/biometano, se utilizará la siguiente densidad de referencia:

0,538 kg/l para el GLP

0,654 kg/m<sup>3</sup> para el gas natural

2) relación hidrógeno-carbono-oxígeno: se utilizarán los siguientes valores fijos:

C<sub>1</sub>H<sub>1,93</sub>O<sub>0,032</sub> para la gasolina (E10),

C<sub>1</sub>H<sub>1,86</sub>O<sub>0,006</sub> para el diésel (B7),

C<sub>1</sub>H<sub>2,525</sub> para el GLP (gas licuado de petróleo),

CH<sub>4</sub> para el gas natural y el biometano,

C<sub>1</sub>H<sub>2,74</sub>O<sub>0,385</sub> para el etanol (E85),

C<sub>1</sub>H<sub>2,92</sub>O<sub>0,46</sub> para el etanol destinado a motores de compresión (ED95).

A.1.2.1.3. El punto 1.4.3 del anexo 6 del Reglamento 101 deberá entenderse como sigue:

«1.4.3. El consumo de combustible, expresado en litros por 100 km (en el caso de la gasolina, el GLP, el etanol [E85 y ED95] y el diésel) o en m<sup>3</sup> por 100 km (en el caso del gas natural/biometano), se calculará mediante las siguientes fórmulas:

a) para los vehículos con motores de encendido por chispa alimentados con gasolina (E10):

$$FC = (0,120/D) \cdot [(0,831 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

b) para los vehículos con motores de encendido por chispa alimentados con GLP:

$$FC_{\text{norm}} = (0,1212/0,538) \cdot [(0,825 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

Si la composición del combustible utilizado para el ensayo difiere de la composición que se presupone para el cálculo del consumo normalizado, a petición del fabricante podrá aplicarse un factor de corrección cf, con arreglo a la siguiente fórmula:

$$FC_{\text{norm}} = (0,1212/0,538) \cdot (cf) \cdot [(0,825 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

En caso de aplicarse el citado factor de corrección cf, este se determinará del modo siguiente:

$$cf = 0,825 + 0,0693 n_{\text{efectiva}}$$

donde:

$n_{\text{efectiva}}$  es la relación H/C real del combustible utilizado

c) para los vehículos con motores de encendido por chispa alimentados con gas natural/biometano:

$$FC_{\text{norm}} = (0,1336/0,654) \cdot [(0,749 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

d) para los vehículos con motores de encendido por chispa alimentados con etanol (E85):

$$FC = (0,1742/D) \cdot [(0,574 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

e) para los vehículos con motores de encendido por compresión alimentados con diésel (B7):

$$FC = (0,1165/D) \cdot [(0,859 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

f) para los vehículos con motores de encendido por compresión alimentados con etanol (ED95):

$$FC = (0,186/D) \cdot [(0,538 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

siendo en estas fórmulas:

FC el consumo de combustible expresado en litros por 100 km (en el caso de la gasolina, el etanol, el GLP, el diésel o el biodiésel) o en m<sup>3</sup> por 100 km (en el caso del gas natural)

HC la emisión registrada de hidrocarburos en g/km

CO la emisión registrada de monóxido de carbono en g/km

CO<sub>2</sub> la emisión registrada de dióxido de carbono en g/km

D la densidad del combustible de ensayo.

En el caso de los combustibles gaseosos, se trata de la densidad a 288 K (15 °C).»

---

## ANEXO 13

**HOMOLOGACIÓN DE TIPO DE DISPOSITIVOS ANTICONTAMINANTES DE RECAMBIO COMO UNIDADES TÉCNICAS INDEPENDIENTES**

## 1. INTRODUCCIÓN

1.1. En el presente anexo se exponen los requisitos adicionales para la homologación de tipo de los dispositivos anticontaminantes de recambio como unidades técnicas independientes.

## 1.2. Definición

1.2.1. «Tipo de dispositivo anticontaminante» se refiere a los catalizadores y los filtros de partículas que no se diferencien en ninguno de los siguientes aspectos esenciales:

- a) número de sustratos, estructura y material;
- b) tipo de actividad de cada sustrato;
- c) volumen, proporción del área frontal y longitud de los sustratos;
- d) materiales del catalizador;
- e) proporción de materiales del catalizador;
- f) densidad de las células;
- g) dimensiones y forma;
- h) protección térmica.

## 2. REQUISITOS GENERALES

## 2.1. Marcado

2.1.1. Cada dispositivo anticontaminante de recambio deberá llevar, como mínimo, los distintivos siguientes:

- a) el nombre del fabricante o la marca comercial;
- b) la marca y el número de identificación de la pieza del dispositivo anticontaminante de recambio según figure en el documento informativo expedido con arreglo al modelo establecido en el apéndice 1 del presente anexo.

2.1.2. Cada dispositivo anticontaminante original deberá llevar, como mínimo, los distintivos siguientes:

- a) el nombre o la marca comercial del fabricante del motor o del vehículo;
- b) la marca y el número de identificación de la pieza del dispositivo anticontaminante de recambio original, según figure en la información a la que se refiere el punto 2.3.

## 2.2. Documentación

2.2.1. Cada dispositivo anticontaminante de recambio deberá ir acompañado de la siguiente información:

- a) el nombre del fabricante o la marca comercial;
- b) la marca y el número de identificación de la pieza del dispositivo anticontaminante de recambio según figure en el documento informativo expedido con arreglo al modelo establecido en el apéndice 1 del presente anexo;
- c) los vehículos o motores (incluido el año de fabricación) para los que se ha homologado el dispositivo anticontaminante de recambio, así como, cuando proceda, un marcado que indique si el dispositivo anticontaminante de recambio se puede instalar o no en un vehículo que esté equipado con un sistema de diagnóstico a bordo (OBD);
- d) instrucciones de instalación.

La información contemplada en este punto deberá estar disponible en el catálogo de productos distribuido a los puntos de venta por el fabricante de los dispositivos anticontaminantes de recambio.

2.2.2. Cada dispositivo anticontaminante de recambio original deberá ir acompañado de la siguiente información:

- a) el nombre o la marca comercial del fabricante del motor o del vehículo;
- b) la marca y el número de identificación de la pieza del dispositivo anticontaminante de recambio original, según figure en la información mencionada en el punto 2.3;
- c) los vehículos o motores para los cuales el dispositivo anticontaminante de recambio original sea de un tipo contemplado en el anexo 1, parte 1, punto 3.2.12.2.1, así como, cuando proceda, un marcado que indique que el dispositivo anticontaminante de recambio original se puede instalar en un vehículo equipado con un sistema de diagnóstico a bordo (OBD);

d) instrucciones de instalación.

La información contemplada en este punto deberá estar disponible en el catálogo de productos distribuido a los puntos de venta por el fabricante del vehículo o del motor.

- 2.3. En el caso de un dispositivo anticontaminante original, el fabricante del vehículo o del motor deberá facilitar, en formato electrónico, al autoridad de homologación de tipo la información necesaria que relacione los números de las piezas correspondientes con la documentación relativa a la homologación de tipo.

Dicha información incluirá lo siguiente:

- a) la marca o las marcas y el tipo o los tipos de vehículo o de motor;
- b) la marca o las marcas y el tipo o los tipos del dispositivo anticontaminante de recambio original;
- c) el número o los números de las piezas del dispositivo anticontaminante de recambio original;
- d) el número de homologación de tipo de los tipos de vehículo o de motor correspondientes.

### 3. Marca de homologación de tipo de una unidad técnica independiente

- 3.1. Todo dispositivo anticontaminante de recambio que sea conforme al tipo homologado en aplicación del presente Reglamento como unidad técnica independiente deberá llevar una marca de homologación de tipo.

#### 3.2. La marca de homologación de tipo a la que se refiere el punto 3.1 consistirá en:

- 3.2.1. la letra «E» dentro de un círculo, seguida del número que identifica al país que ha concedido la homologación de tipo (véase el punto 4.12.3.1 del presente Reglamento);
- 3.2.2. el número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo a que se refiere el punto 3.2.1;

- 3.2.3. tras el símbolo nacional, las letras «RD», cuyo objeto es identificar que la homologación de tipo se ha concedido para un dispositivo anticontaminante de recambio.

- 3.3. La marca de homologación de tipo se colocará en el dispositivo anticontaminante de recambio de tal modo que sea claramente legible e indeleble. Siempre que sea posible, será visible cuando el dispositivo anticontaminante de recambio esté instalado en el vehículo.

- 3.4. En el apéndice 3 del presente anexo, figura un ejemplo de la marca de homologación de tipo de una unidad técnica independiente.

- 3.5. La homologación, su extensión o denegación, así como el cese definitivo de la producción de un dispositivo anticontaminante de recambio de acuerdo con el presente Reglamento se comunicará a las Partes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento mediante un formulario de comunicación conforme al modelo que figura en el apéndice 2 del presente anexo. Se comunicarán también los valores medidos durante el ensayo del tipo de motor o de vehículo.

## 4. REQUISITOS TÉCNICOS

### 4.1. Requisitos generales

- 4.1.1. El dispositivo anticontaminante de recambio deberá diseñarse, construirse y poder montarse de forma que el motor y el vehículo puedan cumplir las normas a las que se conformara inicialmente y que se limiten efectivamente las emisiones contaminantes a lo largo de la vida normal del vehículo en condiciones normales de utilización.

- 4.1.2. La instalación del dispositivo anticontaminante de recambio se llevará a cabo en el emplazamiento exacto del dispositivo anticontaminante del equipo original y no se modificará la posición sobre el conducto de escape del gas de escape ni de los sensores de temperatura y presión.

- 4.1.3. Cuando el dispositivo anticontaminante del equipo original cuente con protección térmica, el dispositivo anticontaminante de recambio dispondrá de una protección equivalente.

- 4.1.4. A petición del solicitante de la homologación de tipo del componente de recambio, la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original del sistema de motor facilitará, de forma no discriminatoria, la información a la que se refieren los puntos 3.2.12.2.6.8.1.1 y 3.2.12.2.6.8.2.1 de la parte 1 de la ficha de características que figura en el anexo 1 para cada vehículo sometido a ensayo.

### 4.2. Requisitos generales de durabilidad

El dispositivo anticontaminante de recambio será duradero, es decir, estará diseñado y construido y podrá montarse de modo que se obtenga una resistencia razonable a los fenómenos de corrosión y oxidación a los que esté expuesto, teniendo en cuenta las condiciones de utilización del vehículo.

El dispositivo anticontaminante de recambio deberá diseñarse de modo que los elementos activos para controlar las emisiones se protejan debidamente contra los impactos mecánicos a fin de garantizar que las emisiones de contaminantes se limiten eficazmente a lo largo de la vida normal del vehículo en condiciones normales de uso.

El solicitante de la homologación de tipo facilitará al autoridad de homologación de tipo información pormenorizada sobre el ensayo utilizado para determinar la resistencia al impacto mecánico y los resultados de dicho ensayo.

#### 4.3. Requisitos relativos a las emisiones

##### 4.3.1. Resumen del procedimiento de evaluación de emisiones

Los motores indicados en el punto 3.4.4, letra a), del presente Reglamento equipados con un sistema completo de control de emisiones que incluya el tipo de dispositivo anticontaminante de recambio para el cual se solicita la homologación de tipo se someterán a los ensayos adecuados para la aplicación prevista, según se describe en el anexo 4, a fin de comparar su funcionamiento con el del sistema de control de emisiones original con arreglo al procedimiento que se describe más adelante.

4.3.1.1. En caso de que el dispositivo anticontaminante de recambio no incluya el sistema completo de control de emisiones, solo se utilizarán un equipo original nuevo o componentes del dispositivo anticontaminante de recambio original nuevos para facilitar un sistema completo.

4.3.1.2. El sistema de control de las emisiones se envejecerá con arreglo al procedimiento descrito en el punto 4.3.2.4 y volverá a someterse a ensayo para determinar la durabilidad de su rendimiento en materia de emisiones.

La durabilidad de un dispositivo anticontaminante de recambio se determinará mediante la comparación de dos conjuntos sucesivos de ensayos de emisiones del gas de escape.

a) El primer conjunto será el realizado con el dispositivo anticontaminante de recambio habiendo funcionado este con 12 ciclos WHSC.

b) El segundo conjunto será el realizado con el dispositivo anticontaminante de recambio envejecido mediante los procedimientos que se detallan más adelante.

Cuando se solicite la homologación para varios tipos de motores del mismo fabricante y siempre que estos distintos tipos de motores estén equipados con un idéntico sistema anticontaminante del equipo original, el ensayo podrá limitarse a un mínimo de dos motores, seleccionados con el consentimiento de la autoridad de homologación de tipo.

4.3.2. Procedimiento de evaluación del rendimiento en materia de emisiones de un dispositivo anticontaminante de recambio

4.3.2.1. El motor o los motores estarán equipados con un dispositivo anticontaminante del equipo original nuevo con arreglo al punto 4.11.4 del presente Reglamento.

El sistema de postratamiento del gas de escape se acondicionará previamente con 12 ciclos WHSC. Tras este acondicionamiento previo, los motores se someterán a ensayo conforme a los procedimientos de ensayo WHDC especificados en el anexo 4. Se realizarán tres ensayos de gases de escape de cada tipo apropiado.

Los motores de ensayo con el sistema original de postratamiento del gas de escape o con el sistema original de recambio de postratamiento del gas de escape deberán cumplir los valores límite con arreglo a la homologación de tipo del motor o del vehículo.

4.3.2.2. Ensayo de gas de escape con dispositivo anticontaminante de recambio

El dispositivo anticontaminante de recambio que vaya a evaluarse se instalará en el sistema de postratamiento del gas de escape sometido a ensayo conforme a los requisitos del punto 4.3.2.1 y sustituirá el correspondiente equipo original de postratamiento del gas de escape.

A continuación, el sistema de postratamiento del gas de escape que incorpora el dispositivo anticontaminante de recambio se acondicionará previamente con 12 ciclos WHSC. Tras este acondicionamiento previo, los motores se someterán a ensayo conforme a los procedimientos WHDC especificados en el anexo 4. Se realizarán tres ensayos de gases de escape de cada tipo apropiado.

4.3.2.3. Evaluación inicial de la emisión de contaminantes por parte de motores equipados con dispositivos anticontaminantes de recambio.

Se considerará que se cumplen los requisitos aplicables a las emisiones de los motores equipados con el dispositivo anticontaminante de recambio si los resultados de cada contaminante regulado (CO, HC, NMHC, metano, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, masa de partículas y número de partículas, según proceda para la homologación de tipo del motor) cumplen las condiciones siguientes:

1)  $M \leq 0,85S + 0,4G$ ;

2)  $M \leq G$

donde:

M: es el valor medio de las emisiones de un contaminante obtenido a partir de los tres ensayos realizados con el dispositivo anticontaminante de recambio;

S: es el valor medio de las emisiones de un contaminante obtenido a partir de los tres ensayos realizados con el dispositivo anticontaminante original o con el dispositivo anticontaminante de recambio original;

G: es el valor límite de las emisiones de un contaminante con arreglo a la homologación de tipo del vehículo.

#### 4.3.2.4. Durabilidad del rendimiento en materia de emisiones

El sistema de postratamiento del gas de escape sometido a ensayo en el punto 4.3.2.2 que incorpora el dispositivo anticontaminante de recambio estará sujeto a los procedimientos de durabilidad descritos en el apéndice 4 del presente anexo.

#### 4.3.2.5. Ensayo de gas de escape con dispositivo anticontaminante de recambio envejecido

El sistema envejecido de postratamiento del gas de escape que incorpora el dispositivo anticontaminante de recambio envejecido se instalará en el motor de ensayo utilizado en los puntos 4.3.2.1 y 4.3.2.2.

Los sistemas envejecidos de postratamiento del gas de escape se acondicionarán previamente con 12 ciclos WHSC y posteriormente se someterán a ensayo utilizando los procedimientos WHDC descritos en el anexo 4. Se realizarán tres ensayos de gases de escape de cada tipo apropiado.

#### 4.3.2.6. Determinación del factor de envejecimiento para el dispositivo anticontaminante de recambio

El factor de envejecimiento para cada contaminante será la relación entre los valores de emisión aplicados en el punto final de la vida útil y al inicio del rodaje (por ejemplo, si las emisiones del contaminante A en el punto final de la vida útil son de 1,50 g/kWh, y al principio del rodaje son de 1,82 g/kWh, el factor de envejecimiento es de  $1,82/1,50 = 1,21$ ).

#### 4.3.2.7. Evaluación de la emisión de contaminantes por parte de vehículos equipados con dispositivos anticontaminantes de recambio.

Se considerará que se cumplen los requisitos aplicables a las emisiones de los motores equipados con el dispositivo anticontaminante de recambio envejecido (tal como se describe el punto 4.3.2.5) si los resultados para cada contaminante regulado (CO, HC, NMHC, metano, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, masa de partículas y número de partículas, según proceda para la homologación de tipo del motor) cumplen las condiciones siguientes:

$$M * AF \leq G$$

donde:

M: es el valor medio de las emisiones de un contaminante obtenido a partir de los tres ensayos realizados con el dispositivo anticontaminante de recambio acondicionado previamente antes del envejecimiento (es decir, los resultados del punto 4.3.2);

AF: es el factor de envejecimiento de un contaminante;

G: es el valor límite de las emisiones de un contaminante con arreglo a la homologación de tipo del vehículo o de los vehículos.

#### 4.3.3. Familia tecnológica del dispositivo anticontaminante de recambio

El fabricante podrá identificar una familia tecnológica de dispositivo anticontaminante de recambio a través de unas características básicas que serán comunes a los dispositivos de la misma familia.

Para pertenecer a la misma familia tecnológica de dispositivo anticontaminante de recambio, los dispositivos anticontaminantes de recambio tendrán los elementos siguientes:

- a) el mismo mecanismo de control de emisiones (catalizador de oxidación, catalizador de tres vías, filtro de partículas, reducción catalítica selectiva para NO<sub>x</sub>, etc.);
- b) el mismo material de sustrato (mismo tipo de cerámica o mismo tipo de metal);
- c) el mismo tipo de sustrato y la misma densidad celular;
- d) los mismos materiales catalíticamente activos y, en caso de que haya más de uno, la misma relación de materiales catalíticamente activos;
- e) la misma carga total de materiales catalíticamente activos;
- f) el mismo tipo de *washcoat* aplicado por el mismo proceso.

#### 4.3.4. Evaluación de la durabilidad del rendimiento en materia de emisiones de un dispositivo anticontaminante de recambio mediante el uso de un factor de envejecimiento de una familia tecnológica.

En caso de que el fabricante haya identificado una familia tecnológica de dispositivo anticontaminante de recambio, podrán utilizarse los procedimientos descritos en el punto 4.3.2 para determinar los factores de envejecimiento de cada contaminante para la referencia de dicha familia. El motor en el que se efectúen estos ensayos tendrá un desplazamiento del motor mínimo de 0,75 dm<sup>3</sup> por cilindro.

#### 4.3.4.1. Determinación de la durabilidad del rendimiento de los miembros de la familia.

Podrá considerarse que un dispositivo anticontaminante de recambio A perteneciente a una familia y destinado a ser instalado en un motor con un desplazamiento CA tiene los mismos factores de envejecimiento que el dispositivo anticontaminante de recambio de referencia P, determinados sobre un motor con un desplazamiento CP, si se cumplen las condiciones siguientes:

$$VA/CA \geq VP/CP$$

donde:

VA: es el volumen del sustrato (en dm<sup>3</sup>) del dispositivo anticontaminante de recambio A

VP: es el volumen del sustrato (en dm<sup>3</sup>) del dispositivo anticontaminante de recambio de referencia P de la misma familia

y

ambos motores utilizan el mismo método para la regeneración de cualquier dispositivo de control de las emisiones incorporado en el sistema original de postratamiento del gas de escape. Este requisito solo se aplicará cuando se incorporen en el sistema original de postratamiento del gas de escape dispositivos que requieran regeneración.

Si se cumplen estas condiciones, la durabilidad del rendimiento en materia de emisiones de otros miembros de la familia podrá determinarse a partir de los resultados de las emisiones (S) de ese miembro de la familia determinados con arreglo a los puntos 4.3.2.1, 4.3.2.2 y 4.3.2.3 y utilizando los factores de envejecimiento determinados para la referencia de esa familia.

#### 4.4. Requisitos relativos a la contrapresión de escape

La contrapresión no deberá hacer que el sistema de escape completo supere el valor especificado con arreglo al punto 6.1.2 del presente Reglamento.

#### 4.5. Requisitos relativos a la compatibilidad del sistema OBD (aplicables únicamente a los dispositivos anticontaminantes de recambio destinados a instalarse en vehículos equipados con un sistema OBD)

##### 4.5.1. La demostración de la compatibilidad del sistema OBD se exige únicamente si el dispositivo anticontaminante original era un elemento supervisado en la configuración original.

##### 4.5.2. La compatibilidad del dispositivo anticontaminante de recambio con el sistema OBD se demostrará utilizando los procedimientos descritos en el anexo 9B para los dispositivos anticontaminantes de recambio destinados a instalarse en motores o vehículos que hayan obtenido la homologación de tipo de conformidad con el presente Reglamento.

##### 4.5.3. No se aplicarán las disposiciones del presente Reglamento aplicables a componentes que no sean dispositivos anticontaminantes.

##### 4.5.4. El fabricante del dispositivo anticontaminante de recambio podrá utilizar el mismo procedimiento de acondicionamiento previo y de ensayo seguido en la homologación de tipo original. En este caso, la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original de un motor de un vehículo proporcionará, previa petición y de forma no discriminatoria, el apéndice sobre las condiciones de ensayo del anexo 1 que contiene el número y el tipo de ciclos de preacondicionamiento y el tipo de ciclo de ensayo utilizado por el fabricante del equipo original para someter a ensayo el sistema OBD del dispositivo anticontaminante.

##### 4.5.5. Para verificar la instalación y el funcionamiento correctos de todos los demás componentes supervisados por el sistema OBD, este no deberá indicar ningún mal funcionamiento ni tener almacenado ningún código de fallo antes de la instalación de cualquier dispositivo anticontaminante de recambio. A tal fin podrá efectuarse una evaluación de la situación del sistema OBD al final de los ensayos descritos en los puntos 4.3.2 a 4.3.2.7.

##### 4.5.6. El indicador de mal funcionamiento no deberá activarse durante el funcionamiento del vehículo que se requiere en los puntos 4.3.2 a 4.3.2.7.

#### 5. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

##### 5.1. Se adoptarán medidas para garantizar la conformidad de la producción con arreglo a lo dispuesto en el punto 8 del presente Reglamento.

##### 5.2. Disposiciones especiales

##### 5.2.1. Los controles a los que se refiere el apéndice 2 del Acuerdo de 1958 (E/ECE/324//E/ECE/TRANS/505/Rev.2) incluirán la conformidad con las características definidas para «tipo de dispositivo anticontaminante» en el punto 1.2.1.

##### 5.2.2. Para la aplicación del punto 8 del presente Reglamento, podrán llevarse a cabo los ensayos descritos en el punto 4.3 del presente anexo (requisitos relativos a las emisiones). En este caso, el titular de la homologación podrá solicitar, como alternativa, que se emplee como base para la comparación, en lugar del dispositivo anticontaminante del equipo original, el dispositivo anticontaminante de recambio utilizado durante los ensayos de homologación de tipo (u otra muestra cuya conformidad con el tipo homologado se haya demostrado). En tal caso, por término medio los valores de las emisiones medidas con la muestra sometida a verificación no superarán en más del 15 % los valores medios medidos con la muestra utilizada como referencia.

## Apéndice 1

**Modelo de ficha de características**

Ficha de características nº ...

en relación con la homologación de tipo de dispositivos anticontaminantes de recambio

La información que figura a continuación se presentará por triplicado e incluirá un índice. Los dibujos se presentarán a la escala adecuada, suficientemente detallados y en formato A4 o en una carpeta de ese formato. Si se presentan fotografías, deberán ser suficientemente detalladas.

Si los sistemas, componentes o unidades técnicas independientes tienen funciones controladas electrónicamente, se facilitará la información relativa a sus prestaciones.

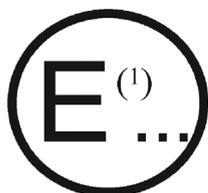
0. Generalidades
  - 0.1. Marca (razón social del fabricante): .....
  - 0.2. Tipo .....
  - 0.2.1. Denominación o denominaciones comerciales (si se dispone de ellas): .....
  - 0.3. Medio de identificación del tipo: .....
  - 0.5. Nombre y dirección del fabricante: .....
  - 0.7. En el caso de componentes y unidades técnicas independientes, emplazamiento y método de colocación de la marca de homologación: .....
  - 0.8. Nombre (o nombres) y dirección (o direcciones) de la planta o las plantas de montaje: .....
  - 0.9. Nombre y dirección del representante autorizado del fabricante (en su caso): .....  
.....
1. Descripción del dispositivo
  - 1.1. Tipo de dispositivo anticontaminante de recambio (catalizador de oxidación, catalizador de tres vías, filtro de partículas, catalizador SCR, filtro de partículas, etc.) .....
  - 1.2. Dibujos del dispositivo anticontaminante de recambio, que indiquen, en particular, todas las características contempladas en «tipo de dispositivo anticontaminante», en el punto 1.2.1 del presente anexo: .....
  - 1.3. Descripción del motor y del tipo o los tipos de vehículos a los que se destina el dispositivo anticontaminante de recambio: .....
  - 1.3.1. Número(s) y/o símbolo(s) característico(s) del tipo o los tipos de motor y de vehículo: .....  
.....
  - 1.3.2. Número(s) y/o símbolo(s) característico(s) del dispositivo o los dispositivos anticontaminantes originales que el dispositivo anticontaminante de recambio debe sustituir: .....
  - 1.3.3. ¿Se pretende que el dispositivo anticontaminante de recambio sea compatible con los requisitos del sistema OBD? (Sí/No) <sup>(1)</sup>
  - 1.3.4. ¿Es el dispositivo anticontaminante de recambio compatible con los sistemas de control del vehículo/motor existentes? (Sí/No) <sup>(1)</sup>
  - 1.4. Descripción y dibujos que muestren la posición del dispositivo anticontaminante de recambio en relación con el colector o los colectores de escape del motor: .....

<sup>(1)</sup> Táchese lo que no proceda.

Apéndice 2

Comunicación relativa a la homologación de un dispositivo anticontaminante de recambio de acuerdo con el Reglamento nº 49, serie 06 de modificaciones

(Formato máximo: A4 [210 mm x 297 mm])



Expedida por: nombre de la administración

.....  
.....  
.....

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

de un dispositivo anticontaminante de recambio como tipo de componente/unidad técnica independiente de acuerdo con el Reglamento nº 49, serie 06 de modificaciones

Nº de homologación .....

Nº de extensión .....

Motivo de la extensión .....

SECCIÓN I

0.1. Marca (razón social del fabricante) .....

0.2. Tipo: .....

0.3. Medios de identificación del tipo marcado en el componente/la unidad técnica independiente <sup>(3)</sup> (Número de identificación de la pieza): .....

0.3.1. Localización de ese marcado: .....

0.4. Nombre y dirección del fabricante: .....

0.5. En el caso de componentes y unidades técnicas independientes, emplazamiento y método de colocación de la marca de homologación: .....

0.6. Nombre y dirección o direcciones de la planta o las plantas de montaje: .....

0.7. Nombre y dirección del representante del fabricante: .....

SECCIÓN II

1. Información complementaria

1.1. Marca y tipo del dispositivo anticontaminante de recambio (catalizador de oxidación, catalizador de tres vías, filtro de partículas, catalizador SCR, filtro de partículas, etc.)

1.2. Tipo o tipos de motor y vehículo para los cuales el tipo de dispositivo anticontaminante es apto como pieza de recambio:

<sup>(1)</sup> Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado o retirado la homologación  
<sup>(2)</sup> Táchese lo que no proceda  
<sup>(3)</sup> Si el medio de identificación del tipo contiene caracteres no pertinentes para la descripción del tipo de vehículo, componente o unidad técnica independiente incluidos en el presente certificado de homologación, tales caracteres se representarán en el documento mediante el símbolo: «?» (por ejemplo: ABC??123??).

- 1.3. Tipo o tipos de motor en los que se ha sometido a ensayo el dispositivo anticontaminante de recambio
- 1.3.1. Se ha demostrado la compatibilidad del dispositivo anticontaminante de recambio con los requisitos del sistema OBD? (Sí/No) <sup>(1)</sup>
2. Servicio técnico encargado de realizar los ensayos
3. Fecha del informe de ensayo
4. Número del informe de ensayo
5. Observaciones
6. Lugar
7. Fecha
8. Firma

Anexos: Expediente documental.  
Informe de ensayo.

---

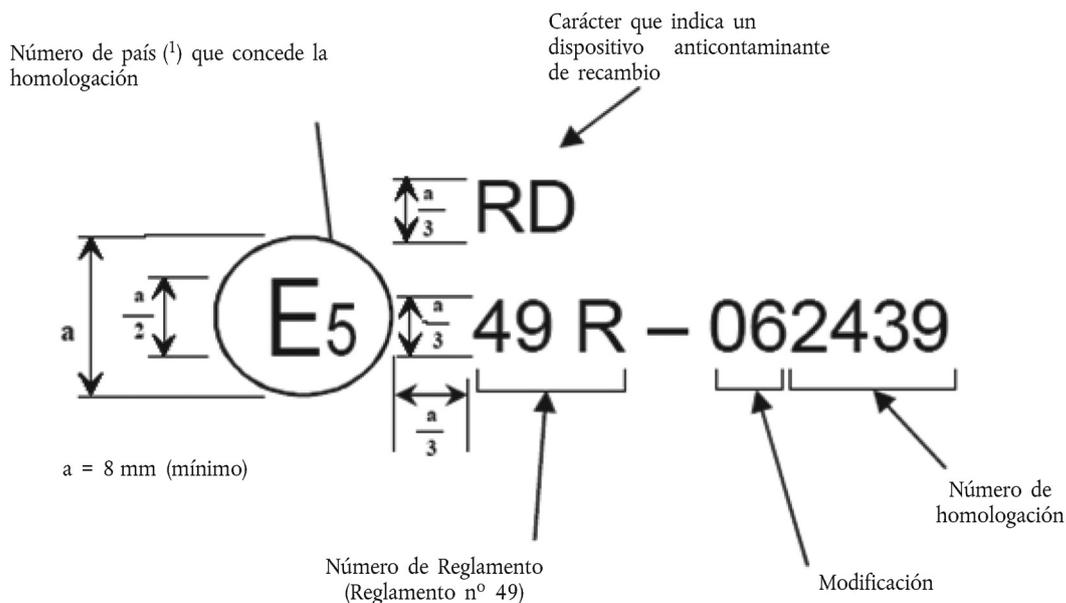
<sup>(1)</sup> Táchese lo que no proceda.

Apéndice 3

**Disposición de la marca de homologación**

En este apéndice se expone de forma pormenorizada la disposición de la marca de homologación expedida y colocada en un dispositivo anticontaminante de recambio de conformidad con el punto 3 del presente anexo.

El esquema que figura a continuación presenta en líneas generales la disposición, las proporciones y el contenido de la marca. Se identifica el significado de los números y las letras y se indican las fuentes para determinar las alternativas correspondientes a cada caso de homologación.



<sup>(1)</sup> Número del país, con arreglo a la nota a pie de página del punto 4.12.3.1 del presente Reglamento.

## Apéndice 4

**Procedimiento de envejecimiento para la evaluación de la durabilidad**

1. En el presente apéndice se exponen los procedimientos para envejecer un dispositivo anticontaminante de recambio a fin de evaluar la durabilidad.
2. Para demostrar la durabilidad, el dispositivo anticontaminante de recambio estará sujeto a los requisitos que se exponen en los puntos 1 a 3.4.2 del anexo 7.
- 2.1. Para demostrar la durabilidad del dispositivo anticontaminante de recambio, podrán utilizarse los periodos mínimos de rodaje que se exponen en el cuadro 1.

Cuadro 1

**Periodo mínimo de rodaje**

| Categoría de vehículo en que se instalará el motor  | Periodo mínimo de rodaje |
|---|--------------------------|
| Vehículos de categoría N <sub>1</sub>   |                          |
| Vehículos de categoría N <sub>2</sub>   |                          |
| Vehículos de categoría N <sub>3</sub> con una masa máxima técnicamente admisible no superior a 16 toneladas                             |                          |
| Vehículos de categoría N <sub>3</sub> con una masa máxima técnicamente admisible superior a 16 toneladas                                |                          |
| Vehículos de categoría M <sub>1</sub>   |                          |
| Vehículos de categoría M <sub>2</sub>   |                          |
| Vehículos de categoría M <sub>3</sub> de las clases I, II, A y B con una masa máxima técnicamente admisible no superior a 7,5 toneladas |                          |
| Vehículos de categoría M <sub>3</sub> de las clases III y B con una masa máxima técnicamente admisible superior a 7,5 toneladas         |                          |

## ANEXO 14

**ACCESO A LA INFORMACIÓN DEL SISTEMA OBD DEL VEHÍCULO**

1. ACCESO A LA INFORMACIÓN DEL SISTEMA OBD
  - 1.1. Las solicitudes de homologación de tipo o de modificación de una homologación de tipo irán acompañadas de la información pertinente relativa al sistema de diagnóstico a bordo (OBD) del motor o vehículo. Dicha información permitirá a los fabricantes de componentes de recambio o de modernización hacer compatibles las piezas que fabrican con el sistema OBD del vehículo a fin de permitir una utilización sin defectos que garantice al usuario del vehículo la ausencia de todo tipo de mal funcionamiento. De igual modo, dicha información permitirá a los fabricantes de herramientas de diagnóstico y de equipos de ensayo producir herramientas y equipos que garanticen un diagnóstico eficaz y preciso de los sistemas de control de emisiones del motor o vehículo.
  - 1.2. Las autoridades de homologación de tipo pondrán a disposición de cualquier fabricante de componentes, herramientas de diagnóstico o equipos de ensayo que lo solicite, de forma no discriminatoria, el punto 2.1 del presente anexo, que contiene la información pertinente sobre el sistema OBD.
  - 1.3. Cuando una autoridad de homologación de tipo reciba de un fabricante de componentes, herramientas de diagnóstico o equipos de ensayo una solicitud de información sobre el sistema OBD de un sistema de motor o un vehículo que haya obtenido una homologación de tipo con arreglo a una versión anterior del presente Reglamento:
    - la autoridad de homologación de tipo deberá solicitar al fabricante del vehículo en cuestión, en un plazo de 30 días, que facilite la información exigida en el punto 2.1 del presente anexo;
    - el fabricante facilitará dicha información al servicio administrativo en un plazo de dos meses a partir de la solicitud;
    - la autoridad de homologación de tipo transmitirá esta información a los servicios administrativos de las Partes Contratantes y la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación de tipo original adjuntará dicha información al anexo 1 del presente Reglamento y concerniente a la información sobre la homologación del tipo de sistema de motor o de vehículo.
  - 1.4. El presente requisito no invalidará ninguna homologación concedida anteriormente con arreglo al presente Reglamento ni impedirá extensiones de tales homologaciones en los términos establecidos por el Reglamento con arreglo al cual se concedieron inicialmente.
  - 1.5. Solo se podrá solicitar información sobre componentes de recambio o mantenimiento sujetos a homologación ONU o sobre componentes que formen parte de un sistemas sujeto a homologación ONU.
  - 1.6. La solicitud de información especificará exactamente el modelo de sistema de motor o de vehículo en relación con el cual se solicita la información. Asimismo, confirmará que la información se solicita para el desarrollo de piezas o componentes de recambio o de modernización, herramientas de diagnóstico o equipos de ensayo.
2. DATOS DEL SISTEMA OBD
  - 2.1. El fabricante del motor o vehículo deberá facilitar la siguiente información complementaria para que se puedan fabricar piezas de recambio o de mantenimiento compatibles con el sistema OBD, así como herramientas de diagnóstico y equipos de ensayo, a menos que dicha información esté sujeta a derechos de propiedad intelectual o represente conocimientos técnicos específicos del fabricante o del proveedor o los proveedores del fabricante del equipo original.
    - 2.1.1. Una descripción del tipo y el número de ciclos de precondicionamiento utilizados para la homologación de tipo original del motor o vehículo.
    - 2.1.2. Una descripción del tipo de ciclo de demostración del sistema OBD utilizado para la homologación de tipo original del motor o vehículo en lo relativo al componente supervisado por el sistema OBD.
    - 2.1.3. Un documento exhaustivo en el que se describan todos los componentes detectados mediante la estrategia de detección de fallos y de activación del indicador de mal funcionamiento (número fijo de ciclos de conducción o método estadístico), incluida una lista de parámetros secundarios detectados pertinentes para cada componente supervisado por el sistema OBD y una lista de todos los códigos de salida de este y de los formatos utilizados (junto con una explicación de cada código y formato) asociados a cada uno de los componentes del grupo motopropulsor relacionados con las emisiones y de cada uno de los componentes no relacionados con las emisiones, cuando la supervisión del componente se utilice para determinar la activación del indicador de mal funcionamiento. En particular, en el caso de tipos de vehículo que utilicen un enlace de comunicación conforme a la norma ISO 15765-4 Road vehicles — Diagnostics on Controller Area Network (CAN) – Part 4: Requirements for emissions-related systems [Vehículos de carretera — Diagnósticos basados en la red de zona del controlador CAN (Controller Area Network) — Parte 4: Requisitos para sistemas relacionados con las emisiones], deberán facilitarse una explicación exhaustiva de los datos correspondientes al servicio \$ 05 (ID ensayo \$ 21 a FF) y de los datos correspondientes al servicio \$ 06, y una explicación exhaustiva de los datos correspondientes al servicio \$06 (ID ensayo \$ 00 a FF) para cada ID de monitor OBD admitido.

En caso de que se utilicen otros protocolos de comunicación normalizados, se facilitará una explicación exhaustiva equivalente.

2.1.4. La información exigida en el presente punto se podrá definir, por ejemplo, rellenando un cuadro como el siguiente:

| Componente      | Código de fallo | Estrategia de supervisión                        | Criterios de detección de fallo                          | Criterios de activación del IMF | Parámetros secundarios   | Preacondicionamiento                                      | Ensayo de demostración                                 |
|-----------------|-----------------|--|--|---------------------------------|--|---|--|
| Catalizador SCR | P20EE           | Señales de los sensores de NO <sub>x</sub> 1 y 2 | Diferencia entre las señales del sensor 1 y del sensor 2 | Segundo ciclo                   | Régimen del motor, carga del motor, temperatura del catalizador, actividad del reactivo, caudal máximo del gas de escape | Un ciclo de ensayo del sistema OBD (WHTC, parte caliente) | Ciclo de ensayo del sistema OBD (WHTC, parte caliente) |

## ANEXO 15

**REQUISITOS TÉCNICOS APLICABLES A LOS VEHÍCULOS Y MOTORES DE COMBUSTIBLE DUAL DIÉSEL-GAS**

## 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente anexo será de aplicación a los motores de combustible dual y a los vehículos de combustible dual.

## 2. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- 2.1. «*Coefficiente energético del gas (GER)*» es, en el caso de un motor de combustible dual, la relación (expresada como porcentaje) del contenido energético del combustible gaseoso <sup>(1)</sup> respecto del contenido energético de ambos combustibles (diésel y gaseoso).
- 2.2. «*Coefficiente medio del gas*» es el coeficiente energético medio del gas calculado a lo largo de una secuencia de funcionamiento específica.
- 2.3. «*Motor de gran potencia y combustible dual (HDDF) de tipo 1A*» es un motor de combustible dual que funciona durante la parte caliente del ciclo de ensayo WHTC con un coeficiente medio del gas igual o superior al 90 % ( $GER_{WHTC} \geq 90\%$ ), y que al ralentí no usa exclusivamente diésel, y que no tiene modo diésel.
- 2.4. «*Motor de gran potencia y combustible dual (HDDF) de tipo 1B*» es un motor de combustible dual que funciona durante la parte caliente del ciclo de ensayo WHTC con un coeficiente medio del gas igual o superior al 90 % ( $GER_{WHTC} \geq 90\%$ ), y que al ralentí no usa exclusivamente diésel en el modo de combustible dual, y que tiene modo diésel.
- 2.5. «*Motor de gran potencia y combustible dual (HDDF) de tipo 2A*» es un motor de combustible dual que funciona durante la parte caliente del ciclo de ensayo WHTC con un coeficiente medio del gas entre el 10 % y el 90 % ( $10\% < GER_{WHTC} < 90\%$ ) y que no tiene modo diésel o que funciona durante la parte caliente del ciclo de ensayo WHTC con un coeficiente medio del gas igual o superior al 90 % ( $GER_{WHTC} \geq 90\%$ ), pero al ralentí usa exclusivamente combustible diésel, y que no tiene modo diésel.
- 2.6. «*Motor de gran potencia y combustible dual (HDDF) de tipo 2B*» es un motor de combustible dual que funciona durante la parte caliente del ciclo de ensayo WHTC con un coeficiente medio del gas entre el 10 % y el 90 % ( $10\% < GER_{WHTC} < 90\%$ ) y que tiene modo diésel o que funciona durante la parte caliente del ciclo de ensayo WHTC con un coeficiente medio del gas igual o superior al 90 % ( $GER_{WHTC} \geq 90\%$ ), pero que al ralentí puede usar exclusivamente combustible diésel, y que tiene modo diésel.
- 2.7. «*Motor de gran potencia y combustible dual (HDDF) de tipo 3B*» <sup>(2)</sup> es un motor de combustible dual que funciona durante la parte caliente del ciclo de ensayo WHTC con un coeficiente medio del gas no superior al 10 % ( $GER_{WHTC} \leq 10\%$ ) y que tiene modo diésel.

## 3. REQUISITOS DE HOMOLOGACIÓN ADICIONALES ESPECÍFICOS PARA EL COMBUSTIBLE DUAL

## 3.1. Familia de motores de combustible dual

## 3.1.1. Criterios para pertenecer a una familia de motores de combustible dual

Todos los motores de una familia de motores de combustible dual pertenecerán al mismo tipo de motores de combustible dual definido en el punto 2 <sup>(3)</sup> y funcionarán con los mismos tipos de combustible o, cuando proceda, con los combustibles que sean declarados pertenecientes a la(s) misma(s) clase(s) conforme al presente Reglamento.

Todos los motores de una familia de motores de combustible dual cumplirán los criterios que define el presente Reglamento para pertenecer a una familia de motores de encendido por compresión.

La diferencia entre los valores más alto y más bajo de  $GER_{WHTC}$  (es decir, el mayor  $GER_{WHTC}$  menos el menor  $GER_{WHTC}$ ) dentro de una familia de motores de combustible dual no será superior al 30 %.

## 3.1.2. Selección del motor de referencia

El motor de referencia de una familia de motores de combustible dual será seleccionado con arreglo a los criterios que define el presente Reglamento para seleccionar el motor de referencia de una familia de motores de encendido por compresión.

<sup>(1)</sup> En base al menor poder calorífico.

<sup>(2)</sup> El presente Reglamento no define ni permite los HDDF de tipo 3A.

<sup>(3)</sup> Por ejemplo, HDDF de tipo 1A, HDDF de tipo 2B, etc.

4. REQUISITOS GENERALES
- 4.1. Modos de funcionamiento de los motores y vehículos de combustible dual
- 4.1.1. Condiciones para que un motor de combustible dual funcione en modo diésel
- Un motor de combustible dual solo podrá funcionar en modo diésel si su funcionamiento en el modo diésel se ha homologado conforme a todos los requisitos del presente Reglamento que afectan a los motores diésel.
- Cuando se desarrolla un motor de combustible dual a partir de un motor diésel previamente certificado, se requiere una nueva certificación en el modo diésel.
- 4.1.2. Condiciones para que un motor HDDF funcione al ralentí usando exclusivamente combustible diésel
- 4.1.2.1. Los motores HDDF de tipo 1A no funcionarán al ralentí usando exclusivamente combustible diésel salvo en las condiciones definidas en el punto 4.1.3 para el calentamiento y el arranque.
- 4.1.2.2. Los motores HDDF de tipo 1B no funcionarán al ralentí usando exclusivamente combustible diésel en el modo de combustible dual.
- 4.1.2.3. Los motores HDDF de los tipos 2A, 2B y 3B podrán funcionar al ralentí usando exclusivamente combustible diésel.
- 4.1.3. Condiciones para que un motor HDDF arranque o se caliente usando únicamente combustible diésel
- 4.1.3.1. Un motor de combustible dual de los tipos 1B, 2B o 3B podrá calentarse o arrancar usando únicamente combustible diésel. Sin embargo, en ese caso funcionará en modo diésel.
- 4.1.3.2. Un motor de combustible dual de los tipos 1A o 2A podrá calentarse o arrancar usando únicamente combustible diésel. Sin embargo, en ese caso la estrategia será declarada una AES y se cumplirán los siguientes requisitos adicionales:
- 4.1.3.2.1. la estrategia dejará de estar activa cuando la temperatura del refrigerante haya alcanzado 343 K (70 °C) o a los 15 minutos de su activación, lo que suceda antes; y
- 4.1.3.2.2. mientras la estrategia permanezca activa se activará el modo de mantenimiento.
- 4.2. Modo de mantenimiento
- 4.2.1. Condiciones para que los motores y vehículos de combustible dual funcionen en modo de mantenimiento
- Cuando el motor de un vehículo de combustible dual funciona en modo de mantenimiento, dicho vehículo está sujeto a una limitación de funcionamiento y está temporalmente exento de cumplir los requisitos relativos a las emisiones de escape, el sistema OBD y el control de los NO<sub>x</sub> descritos en el presente Reglamento.
- 4.2.2. Limitación de funcionamiento en modo de mantenimiento
- La limitación de funcionamiento aplicable a los vehículos de combustible dual cuando funcionan en modo de mantenimiento es la activada por el «sistema de inducción general» especificado en el anexo 11.
- La limitación de funcionamiento no será desactivada ni por la activación ni por la desactivación de los sistemas de alerta e inducción especificados en el anexo 11.
- La activación y la desactivación del modo de mantenimiento no activarán ni desactivarán los sistemas de alerta e inducción especificados en el anexo 11.
- En el apéndice 2 figuran ilustraciones sobre los requisitos relativos a la limitación de funcionamiento.
- 4.2.2.1. Activación de la limitación de funcionamiento
- La limitación de funcionamiento se activará automáticamente cuando se active el modo de mantenimiento.
- En caso de que el modo de mantenimiento se active conforme al punto 4.2.3 debido a un mal funcionamiento del sistema de suministro de gas o a una anomalía del consumo de gas, la limitación de funcionamiento se activará después de la siguiente vez en que el vehículo esté parado o a los treinta minutos de funcionamiento tras la activación del modo de mantenimiento, lo que suceda primero.

En caso de que se active el modo de mantenimiento porque el depósito de gas se encuentra vacío, la limitación de funcionamiento se activará tan pronto como se active el modo de mantenimiento.

#### 4.2.2.2. Desactivación de la limitación de funcionamiento

El sistema de limitación del funcionamiento se desactivará cuando el vehículo deje de funcionar en modo de mantenimiento.

#### 4.2.3. Falta de combustible gaseoso durante el funcionamiento en modo de combustible dual

A fin de permitir que el vehículo pueda seguir moviéndose y en caso necesario apartarse de la circulación principal, cuando se detecte un depósito de combustible gaseoso vacío, o un mal funcionamiento del sistema de suministro de gas conforme al punto 7.2, o una anomalía del consumo de gas en el modo de combustible dual conforme al punto 7.3:

a) los motores de combustible dual de los tipos 1A y 2A activarán el modo de mantenimiento;

b) los motores de combustible dual de los tipos 1B, 2B y 3B funcionarán en modo diésel.

#### 4.2.3.1. Falta de combustible gaseoso: depósito de combustible gaseoso vacío

En caso de que el depósito de combustible gaseoso esté vacío, se activarán el modo de mantenimiento o, según corresponda conforme al punto 4.2.3, el modo diésel en el momento en que el sistema de motor detecte que el depósito está vacío.

Cuando la disponibilidad de gas en el depósito vuelva a alcanzar el nivel que justificó la activación del sistema de alerta de depósito vacío especificado en el punto 4.3.2, podrá desactivarse el modo de mantenimiento o, según corresponda, podrá reactivarse el modo de combustible dual.

#### 4.2.3.2. Falta de combustible gaseoso: mal funcionamiento del sistema de suministro de gas

En caso de producirse un mal funcionamiento del sistema de suministro de gas conforme al punto 7.2, se activarán el modo de mantenimiento o, según corresponda conforme al punto 4.2.3, el modo diésel cuando el DTC asociado a ese mal funcionamiento se encuentre en estado confirmado y activo.

En el momento en que el sistema de diagnóstico concluya que ha cesado el mal funcionamiento o cuando la información, incluidos los DTC relativos a los fallos, que justificó su activación sea borrada por una herramienta de exploración, se desactivará el modo de mantenimiento o, según corresponda, se reactivará el modo de combustible dual.

#### 4.2.3.2.1. Si el contador especificado en el punto 4.4 y asociado a un mal funcionamiento del sistema de suministro de gas no está a cero y, por consiguiente, indica que el monitor ha detectado una situación en la que el mal funcionamiento puede haber ocurrido durante un segundo o más, se activarán el modo de mantenimiento o, según corresponda, el modo diésel cuando el DTC tenga la categoría de «potencial».

#### 4.2.3.3. Falta de combustible gaseoso: anomalía del consumo de gas

En caso de producirse una anomalía del consumo de gas en el modo de combustible dual conforme al punto 7.3, se activarán el modo de mantenimiento o, según corresponda conforme al punto 4.2.3, el modo diésel cuando el DTC asociado a ese mal funcionamiento reciba la categoría de «DTC potencial».

En el momento en que el sistema de diagnóstico concluya que ha cesado el mal funcionamiento o cuando la información, incluidos los DTC relativos a los fallos, que justificó su activación sea borrada por una herramienta de exploración, se desactivará el modo de mantenimiento o, según corresponda, se reactivará el modo de combustible dual.

#### 4.3. Indicadores de combustible dual

##### 4.3.1. Indicador de modo de funcionamiento con combustible dual

Los motores y vehículos de combustible dual proporcionarán al conductor una indicación visual del modo de funcionamiento del motor (modo de combustible dual, modo diésel o modo de mantenimiento).

Este indicador, cuyas características y ubicación se dejan al criterio del fabricante, podrá formar parte de un sistema de indicación visual ya existente.

El indicador podrá completarse por un sistema de visualización de mensajes. El sistema utilizado para visualizar los mensajes a los que se refiere el presente punto podrá ser el mismo que los utilizados a los efectos del OBD, el funcionamiento correcto de las medidas de control de los NO<sub>x</sub> o para otros fines de mantenimiento.

El elemento visual del indicador del modo de funcionamiento con combustible dual no será el mismo que el utilizado a los efectos del OBD (es decir, el indicador de mal funcionamiento, [IMF]), a efectos de garantizar el funcionamiento correcto de las medidas de control de los NO<sub>x</sub> o para otros fines de mantenimiento del motor.

La visualización de alertas de seguridad siempre tiene prioridad sobre la indicación del modo de funcionamiento.

4.3.1.1. El indicador del modo de combustible dual pasará al modo de mantenimiento en el momento en que se active el modo de mantenimiento (es decir, antes de que se encuentre realmente activo) y la indicación se mantendrá mientras se mantenga activo el modo de mantenimiento.

4.3.1.2. En cuanto el motor funcione en modo de combustible dual o en modo diésel, el indicador del modo de combustible dual permanecerá durante al menos un minuto en modo de combustible dual o en modo diésel. Esta indicación se requiere con la llave «on» durante al menos un minuto. La indicación también se mostrará a petición del conductor.

4.3.2. Sistema de alerta de depósito de combustible gaseoso vacío (sistema de alerta de combustible dual)

Un vehículo de combustible dual estará equipado con un sistema de alerta de combustible dual que alerte al conductor de que el combustible gaseoso del depósito está próximo a agotarse.

El sistema de alerta de combustible dual permanecerá activo hasta que se rellene el depósito hasta un nivel superior al nivel de activación del sistema de alerta.

La señal del sistema de alerta de combustible dual podrá ser interrumpida temporalmente por otras señales de alerta que emitan mensajes importantes relacionados con la seguridad.

No podrá apagarse el sistema de alerta de combustible dual mediante una herramienta de exploración mientras no se haya rectificado la causa que motivó la activación de la alerta.

4.3.2.1. Características del sistema de alerta de combustible dual

El sistema de alerta de combustible dual constará de un sistema de alerta visual (ícono, pictograma, etc.) que se dejará a elección del fabricante.

Podrá incluir, a elección del fabricante, una indicación sonora. En tal caso, se permitirá que el usuario cancele esa indicación.

El elemento visual del sistema de alerta de combustible dual no será el mismo que el utilizado para el sistema OBD (es decir, el indicador de mal funcionamiento, [IMF]), a efectos de garantizar el funcionamiento correcto de las medidas de control de los NO<sub>x</sub> o para otros fines de mantenimiento del motor.

Además, el sistema de alerta de combustible dual podrá mostrar mensajes cortos, incluidos mensajes que indiquen claramente la distancia o el tiempo restantes hasta la activación de la limitación de funcionamiento.

El sistema utilizado para visualizar los mensajes a los que se refiere el presente punto podrá ser el mismo que el utilizado para mostrar mensajes adicionales del OBD, mensajes relativos al funcionamiento correcto de las medidas de control de los NO<sub>x</sub> o mensajes para otros fines de mantenimiento.

Se podrá proporcionar un instrumento que permita al conductor atenuar las alarmas visuales provocadas por el sistema de alerta en vehículos destinados a ser utilizados por los servicios de salvamento o en vehículos diseñados y fabricados para su uso por parte del ejército, protección civil, los servicios de bomberos y las fuerzas responsables de mantener el orden público.

4.4. Mal funcionamiento del contador del suministro de gas

El sistema deberá incluir un contador que registre el número de horas que ha funcionado el motor habiendo detectado el sistema un mal funcionamiento del suministro de gas conforme al punto 7.2.

4.4.1. Los criterios y mecanismos de activación y desactivación del contador cumplirán las especificaciones del apéndice 2.

4.4.2. No se requerirá tener un contador conforme al punto 4.4 cuando el fabricante pueda demostrar al autoridad de homologación de tipo (por ejemplo, mediante la descripción de una estrategia, elementos experimentales, etc.) que el motor de combustible dual pasa automáticamente a modo diésel en caso de detectarse un mal funcionamiento.

- 4.5. Demostración de los indicadores de combustible dual y la limitación de funcionamiento
- Como parte de la solicitud de homologación de tipo en virtud del presente Reglamento, el fabricante demostrará el funcionamiento de los indicadores de combustible dual y de la limitación de funcionamiento con arreglo a las disposiciones del apéndice 3.
- 4.6. Par comunicado
- 4.6.1. Par comunicado cuando un motor de combustible dual funciona en modo de combustible dual
- Cuando un motor de combustible dual funcione en modo de combustible dual:
- a) la curva del par de referencia obtenida conforme a los requisitos especificados en el anexo 9B y mencionados en el anexo 8 sobre la información de flujo de datos será la obtenida conforme al anexo 4 cuando dicho motor se someta a ensayo en un banco de ensayo de motores en el modo de combustible dual;
- b) los pares efectivos registrados (par y par de fricción indicados) serán el resultado de la combustión del combustible dual y no los obtenidos durante el funcionamiento exclusivamente con diésel.
- 4.6.2. Par comunicado cuando un motor de combustible dual funciona en modo diésel
- Cuando un motor de combustible dual funciona en modo diésel, la curva del par de referencia obtenida conforme a los requisitos especificados en el anexo 9B y mencionados en el anexo 8 sobre la información de flujo de datos será la obtenida conforme al anexo 4 cuando el motor se someta a ensayo en un banco de ensayo de motores en el modo diésel.
- 4.7. Requisitos para limitar las emisiones fuera de ciclo (OCE) y las emisiones en régimen de funcionamiento
- Los motores de combustible dual estarán sujetos a los requisitos del anexo 10, ya funcionen en modo de combustible dual o en el caso de los tipos 1B, 2B y 3B en modo diésel.
- 4.7.1. Ensayos del PEMS en el momento de la certificación
- El ensayo de demostración del PEMS requerido en el momento de la homologación de tipo en virtud del anexo 10 se efectuará sometiendo a ensayo el motor de referencia de una familia de motores de combustible dual durante el funcionamiento en modo de combustible dual.
- 4.7.1.1. En el caso de los motores de combustible dual de los tipos 1B, 2B y 3B, el mismo motor o vehículo se someterá a un ensayo adicional del PEMS en modo diésel inmediatamente después o antes del ensayo de demostración del PEMS efectuado en modo de combustible dual.
- En ese caso, solo podrá obtenerse la certificación si tanto el ensayo de demostración del PEMS en modo de combustible dual como el ensayo de demostración del PEMS en modo diésel tienen un resultado satisfactorio.
- 4.7.2. Requisitos adicionales
- 4.7.2.1. Se permitirá el uso de estrategias de adaptación de un motor de combustible dual siempre y cuando:
- a) el motor siempre siga siendo del tipo HDDF (es decir, tipo 1A, tipo 2B, etc.) declarado para la homologación de tipo; y
- b) en el caso de un motor de tipo 2, la diferencia resultante entre el valor más alto y más bajo de  $GER_{WHTC}$  dentro de la familia nunca sea superior al porcentaje especificado en el punto 3.1.1; y
- c) estas estrategias sean declaradas y cumplan los requisitos del anexo 10.
5. RESULTADOS REQUERIDOS
- 5.1. Límites de emisión aplicables a los motores HDDF de tipo 1A y de tipo 1B
- 5.1.1. Los límites de emisión aplicables a los motores HDDF de tipo 1A y a los motores HDDF de tipo 1B que funcionan en modo de combustible dual son los definidos para los motores de encendido por chispa en el punto 5.3 del presente Reglamento.
- 5.1.2. Los límites de emisión aplicables a los motores HDDF de tipo 1B que funcionan en modo diésel son los definidos para los motores de encendido por compresión en el punto 5.3 del presente Reglamento.

- 5.2. Límites de emisión aplicables a los motores HDDF de tipo 2A y de tipo 2B
- 5.2.1. Límites de emisión aplicables a lo largo del ciclo de ensayo WHSC
- 5.2.1.1. En el caso de los motores HDDF de los tipos 2A y 2B, los límites de las emisiones de escape (incluido el límite del número de partículas) durante el ciclo de ensayo WHSC aplicables a los motores HDDF de los tipos 2A y 2B que funcionan en modo de combustible dual son los aplicables a los motores de encendido por compresión durante el ciclo de ensayo WHSC y definidos en el cuadro que figura en el punto 5.3 del presente Reglamento.
- 5.2.1.2. Los límites de emisión (incluido el límite del número de partículas) durante el ciclo WHSC aplicables a los motores HDDF de tipo 2B que funcionan en modo diésel son los definidos para los motores de encendido por compresión en el punto 5.3 del presente Reglamento.
- 5.2.2. Límites de emisión aplicables a lo largo del ciclo de ensayo WHTC
- 5.2.2.1. Límites de emisión de CO, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> y masa de partículas
- Los límites de emisión de CO, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> y masa de partículas durante el ciclo de ensayo WHTC aplicables a los motores HDDF de los tipos 2A y 2B que funcionan en modo de combustible dual son los aplicables a los motores de encendido tanto por compresión como por chispa durante el ciclo de ensayo WHTC y definidos en el punto 5.3 del presente Reglamento.
- 5.2.2.2. Límites de emisión de hidrocarburos
- 5.2.2.2.1. Motores de GN
- Los límites de emisión de THC, NMHC y CH<sub>4</sub> durante el ciclo de ensayo WHTC aplicables a los motores HDDF de los tipos 2A y 2B que funcionan con gas natural en modo de combustible dual se calculan a partir de los límites aplicables a los motores de encendido por compresión y por chispa durante el ciclo de ensayo WHTC y definidos en el punto 5.3 del presente Reglamento. El procedimiento de cálculo se especifica en el punto 5.3 del presente anexo.
- 5.2.2.2.2. Motores de GLP
- Los límites de emisión de THC durante el ciclo de ensayo WHTC aplicables a los motores HDDF de los tipos 2A y 2B que funcionan con GLP en modo de combustible dual son los aplicables a los motores de encendido por compresión durante el ciclo de ensayo WHTC y definidos en el punto 5.3 del presente Reglamento.
- 5.2.2.3. Límites de emisión del número de partículas
- 5.2.2.3.1. Los límites de emisión del número de partículas durante el ciclo de ensayo WHTC aplicables a los motores HDDF de los tipos 2A y 2B que funcionan en modo de combustible dual son los aplicables a los motores de encendido por compresión durante el ciclo de ensayo WHTC y definidos en el punto 5.3 del presente Reglamento. Si el punto 5.3 del presente Reglamento definiera un límite de partículas aplicable a los motores de encendido por chispa durante el ciclo de ensayo WHTC, entonces se aplicarían los requisitos del punto 5.2.4 para calcular el límite aplicable a los motores HDDF de los tipos 2A y 2B durante dicho ciclo.
- 5.2.2.3.2. Los límites de emisión (incluido el límite del número de partículas) durante el ciclo WHTC aplicables a los motores HDDF de tipo 2B que funcionan en modo diésel son los definidos para los motores de encendido por compresión en el punto 5.3 del presente Reglamento.
- 5.2.3. Límites de hidrocarburos (en mg/kWh) aplicables a los motores HDDF de los tipos 2A y 2B que funcionan en modo de combustible dual durante el ciclo de ensayo WHTC

El siguiente procedimiento de cálculo es de aplicación a los motores HDDF de los tipos 2A y 2B sometidos a ensayo en el ciclo WHTC mientras funcionan en modo de combustible dual:

calcular el coeficiente medio del gas GER<sub>WHTC</sub> a lo largo de la parte caliente del ciclo de ensayo WHTC;

calcular un THC<sub>GER</sub> correspondiente en mg/kWh mediante la fórmula siguiente:

$$\text{THC}_{\text{GER}} = \text{NMHC}_{\text{PI}} + (\text{CH}_4_{\text{PI}} * \text{GER}_{\text{WHTC}})$$

determinar el límite de THC aplicable en mg/kWh mediante el siguiente método:

si  $\text{THC}_{\text{GER}} \leq \text{CH4}_{\text{PI}}$ , entonces

- a) el valor del límite de THC =  $\text{THC}_{\text{GER}}$ ; y
- b) no hay un valor límite de  $\text{CH}_4$  y NMHC aplicable;

si  $\text{THC}_{\text{GER}} > \text{CH4}_{\text{PI}}$ , entonces

- a) no hay un valor límite de THC aplicable; y
- b) son aplicables los valores límite tanto de  $\text{NMHC}_{\text{PI}}$  como de  $\text{CH4}_{\text{PI}}$ .

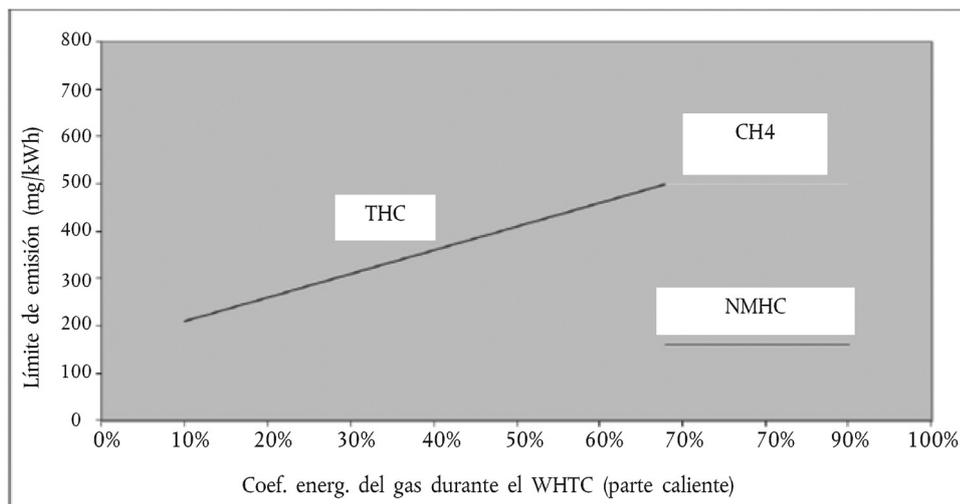
En este procedimiento:

$\text{NMHC}_{\text{PI}}$  es el límite de emisión de NMHC durante el ciclo de ensayo WHTC y es aplicable al motor de encendido por chispa con arreglo al punto 5.3 del presente Reglamento;

$\text{CH4}_{\text{PI}}$  es el límite de emisión de  $\text{CH}_4$  durante el ciclo de ensayo WHTC y es aplicable al motor de encendido por chispa con arreglo al punto 5.3 del presente Reglamento.

Figura 1

**Ilustración de los límites de HC en el caso de un motor HDDF de tipo 2 que funciona en modo de combustible dual durante el ciclo WHTC (motores de combustible dual de gas natural)**



5.2.4. Límite de PM (en número/kWh) aplicable a los motores HDDF de los tipos 2A y 2B que funcionan en modo de combustible dual durante el ciclo de ensayo WHTC

En el caso de que el punto 5.3 del presente Reglamento establezca un límite del número de partículas aplicable a los motores de encendido por chispa durante el ciclo de ensayo WHTC, se aplicará el siguiente procedimiento de cálculo a los motores HDDF de los tipos 1A, 1B, 2A y 2B sometidos a ensayo en el ciclo WHTC mientras funcionan en modo de combustible dual:

calcular el coeficiente medio del gas  $\text{GER}_{\text{WHTC}}$  a lo largo de la parte caliente del ciclo de ensayo WHTC, después

calcular los valores límite del número de partículas,  $\text{PN limit}_{\text{WHTC}}$ , en número/kWh, aplicables durante el ciclo de ensayo WHTC mediante la fórmula siguiente (interpolación lineal entre los valores límite del número de partículas en motores de encendido por compresión y motores de encendido por chispa):

$$\text{PN limit}_{\text{WHTC}} = \text{PN limit}_{\text{CI/WHTC}} + (\text{PN limit}_{\text{PI/WHTC}} - \text{PN limit}_{\text{CI/WHTC}}) * \text{GER}_{\text{WHTC}}$$

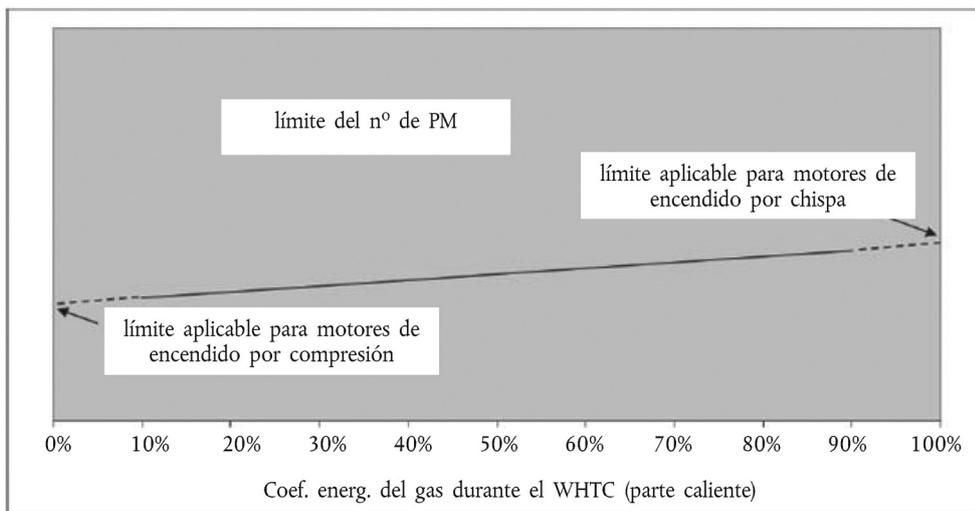
donde:

$\text{PN limit}_{\text{PI/WHTC}}$  es el límite del número de partículas aplicable a los motores de encendido por chispa durante el ciclo de ensayo WHTC;

$\text{PN limit}_{\text{CI/WHTC}}$  es el límite del número de partículas aplicable a los motores de encendido por compresión durante el ciclo de ensayo WHTC.

Figura 2

Ilustración de los límites del número de partículas en el caso de un motor HDDF de tipo 2 que funcione en modo de combustible dual durante el ciclo WHTC



5.3. Límites de emisión aplicables a los motores HDDF de tipo 3B que funcionan en modo de combustible dual

Los límites de emisiones aplicables a los motores HDDF de tipo 3B, ya funcionen en modo de combustible dual o en modo diésel, son los límites de las emisiones de escape aplicables a los motores de encendido por compresión.

5.4. Factores de conformidad

Principalmente, el límite de emisión para aplicar el factor de conformidad empleado al efectuar un ensayo del PEMS, tanto si se trata de un ensayo del PEMS en el momento de la certificación como para comprobar y demostrar la conformidad de los motores y vehículos en servicio, se determinará sobre la base del GER real calculado a partir del consumo de combustible medido durante un ensayo en carretera.

Sin embargo, a falta de un método riguroso para medir el consumo de gas o de combustible diésel, el fabricante puede utilizar el GER<sub>WHTC</sub> determinado en la parte caliente del ciclo WHTC.

6. REQUISITOS DE DEMOSTRACIÓN

6.1. Los motores de combustible dual estarán sujetos a los ensayos de laboratorio especificados en el cuadro 1

Cuadro 1

Ensayos de laboratorio a los que debe someterse un motor de combustible dual

|      | Tipo 1A   | Tipo 1B  | Tipo 2A  | Tipo 2B  | Tipo 3B   |
|------|---|--|--|--|---|
| WHTC | NMHC; CH <sub>4</sub> ;<br>CO; NO <sub>x</sub> ;<br>PM; PN; NH <sub>3</sub> | <u>Modo de combustible dual:</u><br>NMHC; CH <sub>4</sub> ; CO;<br>NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub> | THC; NMHC;<br>CH <sub>4</sub> ; CO; NO <sub>x</sub> ;<br>PM; PN; NH <sub>3</sub> | <u>Modo de combustible dual:</u><br>THC; NMHC; CH <sub>4</sub> ;<br>CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN;<br>NH <sub>3</sub> | THC; CO; NO <sub>x</sub> ;<br>PM; PN; NH <sub>3</sub> |
|      |   | <u>Modo diésel:</u><br>THC; CO; NO <sub>x</sub> ;<br>PM; PN; NH <sub>3</sub>                                 |  | <u>Modo diésel:</u><br>THC; CO; NO <sub>x</sub> ;<br>PM; PN; NH <sub>3</sub>   |   |

|                            | Tipo 1A       | Tipo 1B  | Tipo 2A   | Tipo 2B  | Tipo 3B   |
|----------------------------|---------------|--|---|--|---|
| WHSC                       | ningún ensayo | <u>Modo de combustible dual:</u><br>ningún ensayo                            | NMHC; CO;<br>NO <sub>x</sub> ; PM; PN;<br>NH <sub>3</sub> | <u>Modo de combustible dual:</u><br>NMHC; CO; NO <sub>x</sub> ;<br>PM; PN; NH <sub>3</sub> | THC; CO; NO <sub>x</sub> ;<br>PM; PN; NH <sub>3</sub> |
|                            |               | <u>Modo diésel:</u><br>THC; CO; NO <sub>x</sub> ;<br>PM; PN; NH <sub>3</sub> |   | <u>Modo diésel:</u><br>THC; CO; NO <sub>x</sub> ;<br>PM; PN; NH <sub>3</sub>               |   |
| ensayo de laboratorio WNTe | ningún ensayo | <u>Modo de combustible dual:</u><br>ningún ensayo                            | [HC]; CO; NO <sub>x</sub> ;<br>PM                         | <u>Modo de combustible dual:</u><br>[HC]; CO; NO <sub>x</sub> ; PM                         | THC; CO; NO <sub>x</sub> ;<br>PM                      |
|                            |               | <u>Modo diésel:</u><br>THC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM                         |   | <u>Modo diésel:</u><br>THC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM                                       |   |

6.2. Demostraciones en caso de instalación de motores HDDF que hayan obtenido la homologación de tipo

Además de los requisitos del presente Reglamento en cuanto a la instalación de un motor que haya obtenido la homologación de tipo como unidad técnica independiente, se efectuará una demostración de la instalación correcta de un motor de combustible dual en un vehículo sobre la base de los oportunos elementos de diseño, resultados de ensayos de verificación, etc. Esta demostración abordará la conformidad de los siguientes elementos con los requisitos del presente anexo:

- a) los indicadores y las alertas de combustible dual según lo especificado en el presente anexo (pictograma, sistemas de activación, etc.);
- b) el sistema de almacenamiento de combustible;
- c) el comportamiento del vehículo en modo de mantenimiento.

Se comprobarán la correcta iluminación del indicador y la correcta activación del sistema de alerta. Sin embargo, ninguna comprobación obligará a desmontar el sistema de motor (por ejemplo, podrá seleccionarse una desconexión eléctrica).

6.3. Requisitos de demostración en el caso de un motor de tipo 2

El fabricante presentará a la autoridad de homologación de tipo pruebas que demuestren que el patrón GER<sub>WHTC</sub> de todos los miembros de la familia de motores de combustible dual permanece dentro del porcentaje especificado en el punto 3.1.1 (por ejemplo, mediante algoritmos, análisis funcionales, cálculos, simulaciones, resultados de ensayos previos, etc.).

6.4. Requisitos de demostración adicionales en caso de una homologación para un grupo de combustibles universal

A solicitud del fabricante y con el consentimiento de la autoridad de homologación de tipo, los últimos diez minutos del WHTC podrán añadirse, dos veces como máximo, a la fase de adaptación entre los ensayos de demostración.

6.5. Requisitos para demostrar la durabilidad de un motor de combustible dual

Serán de aplicación las disposiciones del anexo 7.

7. REQUISITOS DEL SISTEMA OBD

7.1. Requisitos generales del sistema OBD

Todos los motores y vehículos de combustible dual, independientemente de si funcionan en modo diésel o de combustible dual, cumplirán los requisitos especificados en el anexo 9A que sean aplicables a los motores diésel.

En caso de que un sistema de motor de combustible dual esté equipado con sensor(es) de oxígeno, serán de aplicación los requisitos aplicables a los motores de gas contemplados en el punto 13 del apéndice 3 del anexo 9B.

En caso de que un sistema de motor de combustible dual esté equipado con un catalizador de tres vías, serán de aplicación los requisitos aplicables a los motores de gas contemplados en los puntos 7, 10 y 15 del apéndice 3 del anexo 9B.

- 7.1.1. Requisitos generales adicionales del sistema OBD en el caso de los motores y vehículos de combustible dual de los tipos 1B, 2B y 3B.
- 7.1.1.1. En casos de mal funcionamiento cuya detección no dependa del modo de funcionamiento del motor, los mecanismos especificados en el anexo 9B asociados a la situación del DTC no dependerán del modo de funcionamiento del motor (por ejemplo, cuando un DTC reciba la categoría de «DTC potencial» en el modo de combustible dual, recibirá la categoría de «DTC confirmado y activo» la siguiente vez que se detecte el fallo, incluso aunque sea en el modo diésel).
- 7.1.1.2. En casos de mal funcionamiento en los que la detección dependa del modo de funcionamiento del motor, los DTC no tendrán una categoría previamente activa en un modo diferente de aquel en el que obtengan la categoría de confirmados y activos.
- 7.1.1.3. Los mecanismos del OBD (contadores, etc.) no se detendrán ni se reinicializarán cuando cambie el modo de funcionamiento (combustible dual a diésel o viceversa). Sin embargo, en el caso de fallos cuya detección dependa del modo de funcionamiento real, los contadores asociados a esos casos de mal funcionamiento podrán, a solicitud del fabricante y con la aprobación de la autoridad de homologación de tipo:
- detenerse y, cuando proceda, conservar el valor que tengan en ese momento cuando cambie el modo de funcionamiento;
  - reiniciarse y, cuando proceda, seguir contando a partir del punto en que se detuvieron cuando el modo de funcionamiento vuelva a cambiar al otro modo.
- 7.1.1.4. Una posible influencia del modo de funcionamiento en la detección del mal funcionamiento no será motivo para ampliar el periodo de tiempo hasta la activación de una restricción de funcionamiento.
- 7.1.1.5. En el caso de los motores de combustible dual de los tipos 1B, 2B o 3B, el fabricante especificará qué casos de mal funcionamiento dependen del modo de funcionamiento. Esta información se incluirá en la documentación requerida conforme al punto 8.1, letra a), del anexo 9B. La información que justifique la dependencia del modo de funcionamiento se incluirá en la documentación requerida conforme al punto 8.1, letra b), del anexo 9B.
- 7.1.1.5. En el cuadro 1 del apéndice 5 del anexo 9B se añadirá la siguiente información.

|  | Imagen fija | Flujo de datos |
|--|-------------|----------------|
| En el caso de los motores de combustible dual de los tipos 1B, 2B y 3B, modo de funcionamiento del motor de combustible dual (combustible dual o diésel) | x           | x              |

- 7.2. Supervisión del sistema de suministro de gas
- Los motores y vehículos HDDF supervisarán el sistema de suministro de gas del sistema de motor (incluidas las señales que son externas al sistema de motor) conforme a las especificaciones del anexo 9B, apéndice 3, punto 1 (supervisión de componentes).
- 7.3. Supervisión del consumo de combustible gaseoso
- Los vehículos de combustible dual incluirán un medio que permita determinar el consumo de combustible gaseoso y facilitar el acceso a la información sobre el consumo desde el exterior. Se supervisarán las anomalías del consumo de combustible gaseoso (por ejemplo, una desviación del 50 % del consumo normal de combustible gaseoso) (supervisión del funcionamiento).
- El monitor correspondiente al consumo insuficiente de combustible gaseoso siempre funcionará de manera continua en el modo de combustible dual, si bien el periodo de detección máximo es de 48 horas de funcionamiento en modo de combustible dual.
- El monitor no estará sujeto a los requisitos de la «IUPR».
- 7.4. Deficiencias del sistema OBD
- Las disposiciones respecto a deficiencias que especifica el anexo 9B y que son aplicables a los motores diésel serán de aplicación igualmente a los motores de combustible dual.
- Una deficiencia que se encuentre presente tanto en modo diésel como en modo de combustible dual no se contará de forma separada para cada modo.

- 7.5. Borrado de información sobre un fallo mediante una herramienta de exploración
- 7.5.1. El borrado de información mediante una herramienta de exploración, incluidos los DTC relativos a los casos de mal funcionamiento considerados en el presente anexo, se llevará a cabo con arreglo al anexo 9B.
- 7.5.2. El borrado de la información sobre fallos solo será posible con el motor apagado.
- 7.5.3. Cuando se borre información sobre un fallo relacionada con el sistema de suministro de gas según lo especificado en el punto 7.2, incluidos los DTC, no se borrará el contador asociado a dicho fallo.
8. REQUISITOS PARA GARANTIZAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE CONTROL DE NO<sub>x</sub>
- 8.1. El anexo 11 (sobre el funcionamiento correcto de las medidas de control de NO<sub>x</sub>) será de aplicación a los motores y vehículos HDDF, ya funcionen en modo diésel o de combustible dual.
- 8.2. Requisitos generales adicionales del sistema OBD en el caso de los motores y vehículos de combustible dual de los tipos 1B, 2B y 3B
- 8.2.1. En el caso de los HDDF de los tipos 1B, 2B y 3B, el par que se considera que aplica la inducción de bajo nivel según el anexo 11 será el menor de los pares obtenidos en los modos diésel y de combustible dual.
- 8.2.2. Los requisitos del punto 7.1.1 relativos a los requisitos generales adicionales del sistema OBD en el caso de los motores y vehículos de combustible dual de los tipos 1B, 2B y 3B se aplicarán igualmente al sistema de diagnóstico relacionado con el funcionamiento correcto de los sistemas de control de NO<sub>x</sub>.
- En concreto:
- 8.2.2.1. Una posible influencia del modo de funcionamiento en la detección del mal funcionamiento no será motivo para ampliar el periodo de tiempo hasta la activación de una limitación de funcionamiento.
- 8.2.2.2. Los mecanismos incorporados para cumplir la especificación del anexo 11 (contadores, etc.) no se detendrán ni se reinicializarán cuando cambie el modo de funcionamiento (combustible dual a diésel o viceversa). Sin embargo, en el caso de que alguno de estos mecanismos (por ejemplo, un sistema de diagnóstico) dependa del modo de funcionamiento real, el contador asociado a ese mecanismo podrá, a solicitud del fabricante y con la aprobación de la autoridad de homologación de tipo:
- a) detenerse y, cuando proceda, conservar el valor que tenga en ese momento cuando cambie el modo de funcionamiento;
  - b) reiniciarse y, cuando proceda, seguir contando a partir del punto en que se detuvo cuando el modo de funcionamiento vuelva a cambiar al otro modo.
9. CONFORMIDAD DE LOS VEHÍCULOS/MOTORES O LOS MOTORES EN SERVICIO
- La conformidad de los motores y vehículos de combustible dual en servicio se determinará de acuerdo con los requisitos especificados en el anexo 8.
- Los ensayos del PEMS se efectuarán en el modo de combustible dual.
- 9.1. En el caso de los motores de combustible dual de los tipos 1B, 2B y 3B, el mismo motor o vehículo se someterá a un ensayo adicional del PEMS en modo diésel inmediatamente después, o antes, de que se efectúe un ensayo del PEMS en modo de combustible dual.
- En ese caso, la decisión de aprobación o rechazo del lote considerado en el procedimiento estadístico especificado en el anexo 8 se basará en lo siguiente:
- a) se obtendrá una decisión de aprobación de un vehículo individual si el ensayo del PEMS tanto en modo de combustible dual como en modo diésel han concluido con un resultado satisfactorio;
  - b) se obtendrá una decisión de rechazo de un vehículo individual si el ensayo del PEMS en modo de combustible dual o bien en modo diésel no ha concluido con un resultado satisfactorio.
10. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO ADICIONALES
- 10.1. Requisitos adicionales aplicables al procedimiento de ensayo de emisiones de los motores de combustible dual
- 10.1.1. Cuando se efectúe un ensayo de emisiones, los motores de combustible dual cumplirán los requisitos previstos en el apéndice 4 además de los requisitos que establece el presente Reglamento (incluido el anexo 4).

- 10.2. Requisitos adicionales aplicables al procedimiento de ensayo de emisiones del PEMS de los motores de combustible dual
- 10.2.1. Cuando se sometan a un ensayo del PEMS, los motores de combustible dual cumplirán los requisitos previstos en el apéndice 5 aparte de los demás requisitos relativos al PEMS que establece el presente Reglamento.
- 10.2.2. Corrección del par
- Cuando sea necesario, como por ejemplo debido a una variación de la composición del combustible gaseoso, el fabricante podrá decidir corregir la señal del par de la ECU. En tal caso se aplicarán los requisitos siguientes.
- 10.2.2.1. Corrección de la señal de par del PEMS
- El fabricante presentará al autoridad de homologación de tipo una descripción de la relación que permite extrapolar el par efectivo de los pares obtenidos durante los ensayos de emisiones efectuados con los dos combustibles de referencia apropiados y a partir del par obtenido realmente en la ECU.
- 10.2.2.1.1. Cuando los pares obtenidos con los dos combustibles de referencia puedan considerarse de la misma magnitud (es decir, dentro del 7 % considerado en el punto 9.4.2.5 del presente Reglamento), no será necesario el uso del valor de la ECU corregido.
- 10.2.2.2. Valor de par que debe considerarse en un ensayo del PEMS
- En el caso del ensayo del PEMS (ventana basada en el trabajo), el valor corregido del par se obtendrá como resultado de esa interpolación.
- 10.2.2.3. Conformidad de la señal del par de la ECU
- Se entenderá que el método del «par máximo» especificado en el apéndice 4 del anexo 8 demuestra que durante los ensayos efectuados con el vehículo se ha alcanzado un punto entre las curvas de par máximo obtenidas a un determinado régimen del motor durante los ensayos efectuados con los dos combustibles de referencia aplicables.
- El valor de dicho punto se estimará con la aprobación de la autoridad de homologación de tipo sobre la base de la composición real del combustible, cuyas muestras se obtendrán lo más cerca posible del motor, y las curvas de potencia obtenidas con cada uno de los combustibles de referencia durante el ensayo de certificación de las emisiones.
- 10.3. Disposiciones adicionales de determinación de CO<sub>2</sub> específicas de los sistemas de combustible dual
- El punto 3.1 del anexo 12, relativo a la determinación de las emisiones de CO<sub>2</sub> en caso de medirse estas en el gas de escape bruto, no es aplicable a los motores de combustible dual. En su lugar se aplicarán las siguientes disposiciones:
- el promedio del consumo de combustible medido en los ensayos conforme al punto 4.3 del anexo 12 se usará como base para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> medias de los ensayos.
- La masa consumida de cada combustible se usará para determinar, con arreglo al punto A.6.4 del presente anexo, la relación molar de hidrógeno y las fracciones másicas de la mezcla de combustible del ensayo.
- La masa de combustible total se determinará conforme a las ecuaciones 23 y 24.
- $$m_{\text{fuel,corr}} = m_{\text{fuel}} - \left( m_{\text{THC}} + \frac{A_{\text{C}} + \alpha \times A_{\text{H}}}{M_{\text{CO}}} \times m_{\text{CO}} + \frac{W_{\text{GAM}} + W_{\text{DEL}} + W_{\text{EPS}}}{100} \times m_{\text{fuel}} \right) \quad (23)$$
- $$m_{\text{CO}_2,\text{fuel}} = \frac{M_{\text{CO}_2}}{A_{\text{C}} + \alpha \times A_{\text{H}}} \times m_{\text{fuel,corr}} \quad (24)$$
- donde:
- $m_{\text{fuel,corr}}$  es la masa de combustible de ambos combustibles corregida, en g/ensayo
- $m_{\text{fuel}}$  es la masa de combustible total de ambos combustibles, en g/ensayo
- $m_{\text{THC}}$  es la emisión másica total de hidrocarburos medida en el gas de escape, en g/ensayo
- $m_{\text{CO}}$  es la emisión másica total de monóxido de carbono medida en el gas de escape, en g/ensayo
- $m_{\text{CO}_2,\text{fuel}}$  es la emisión másica de CO<sub>2</sub> procedente del combustible, en g/ensayo
- $W_{\text{GAM}}$  es el contenido de azufre de los combustibles, en % de la masa
- $W_{\text{DEL}}$  es el contenido de nitrógeno de los combustibles, en % de la masa
- $W_{\text{EPS}}$  es el contenido de oxígeno de los combustibles, en % de la masa
- $\alpha$  es la relación molar del hidrógeno de los combustibles (H/C)
- $A_{\text{C}}$  es la masa atómica del carbono: 12,011 g/mol

$A_H$  es la masa atómica del hidrógeno: 1,0079 g/mol

$M_{CO}$  es la masa molecular del monóxido de carbono: 28,011 g/mol

$M_{CO_2}$  es la masa molecular del dióxido de carbono: 44,01 g/mol

La emisión total de  $CO_2$  resultante de la urea se calculará mediante la ecuación 25:

$$m_{CO_2,urea} = \frac{C_{urea}}{100} \times \frac{M_{CO_2}}{M_{CO(NH_2)_2}} \times m_{urea} \quad (25)$$

donde:

$m_{CO_2,urea}$  es la emisión másica de  $CO_2$  procedente de la urea, en g/ensayo

$C_{urea}$  es la concentración de urea, en %

$m_{urea}$  es el consumo másico total de urea, en g/ensayo

$M_{CO(NH_2)_2}$  es la masa molecular de la urea: 60,056 g/mol

La emisión total de  $CO_2$  se calculará mediante la ecuación 26:

$$m_{CO_2} = m_{CO_2,fuel} + m_{CO_2,urea} \quad (26)$$

Las emisiones de  $CO_2$  específicas del freno,  $e_{CO_2}$ , se calcularán con arreglo al punto 3.3 del anexo 12.

## 11. DOCUMENTACIÓN EXIGIDA

### 11.1. Documentación para la instalación en un vehículo de un sistema de motor HDDF que ha obtenido una homologación de tipo

El fabricante de un motor de combustible dual que ha obtenido la homologación de tipo como unidad técnica independiente incluirá en los documentos sobre la instalación de su sistema de motor los requisitos que garanticen que el vehículo, cuando se utilice en la carretera o en cualquier otro lugar, según proceda, cumpla los requisitos del presente anexo. Esta documentación comprenderá, entre otras cosas, los aspectos siguientes:

- a) los requisitos técnicos detallados, incluidas las disposiciones que garanticen la compatibilidad con el sistema OBD del sistema de motor;
- b) el procedimiento de verificación que deberá llevarse a cabo.

Durante el proceso de homologación del sistema de motor podrá comprobarse si existen tales requisitos de instalación y si son adecuados.

#### 11.1.1. No se exigirá la documentación especificada en el punto 11.2 en caso de que el fabricante del vehículo que solicite la homologación de la instalación del sistema de motor en el vehículo sea el mismo fabricante que obtuvo la homologación de tipo del motor de combustible dual como unidad técnica independiente.

## Apéndice 1

## Tipos de motores y vehículos HDDF: ilustración de las definiciones y principales requisitos

|         | $GER_{WHTC}$ (1)             | Uso de diésel al ralentí      | Uso de diésel durante el calentamiento  | Funcionamiento únicamente con diésel              | Funcionamiento en ausencia de gas | Observaciones                     |
|---------|------------------------------|-------------------------------|---|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Tipo 1A | $GER_{WHTC} \geq 90 \%$      | NO permitido                  | Permitido solo en modo de mantenimiento | Permitido solo en modo de mantenimiento           | Modo de mantenimiento             |                                   |
| Tipo 1B | $GER_{WHTC} \geq 90 \%$      | Permitido solo en modo diésel | Permitido solo en modo diésel           | Permitido solo en modos diésel y de mantenimiento | Modo diésel                       |                                   |
| Tipo 2A | $10 \% < GER_{WHTC} < 90 \%$ | Permitido                     | Permitido solo en modo de mantenimiento | Permitido solo en modo de mantenimiento           | Modo de mantenimiento             | $GER_{WHTC} \geq 90 \%$ permitido |
| Tipo 2B | $10 \% < GER_{WHTC} < 90 \%$ | Permitido                     | Permitido solo en modo diésel           | Permitido solo en modos diésel y de mantenimiento | Modo diésel                       | $GER_{WHTC} \geq 90 \%$ permitido |
| Tipo 3A | NI DEFINIDO NI PERMITIDO     |                               |   |   |                                   |                                   |
| Tipo 3B | $GER_{WHTC} \leq 10 \%$      | Permitido                     | Permitido solo en modo diésel           | Permitido solo en modos diésel y de mantenimiento | Modo diésel                       |                                   |

(1) Este promedio del coeficiente energético del gas  $CEG_{WHTC}$  se ha calculado a lo largo de la parte caliente del ciclo de ensayo WHTC

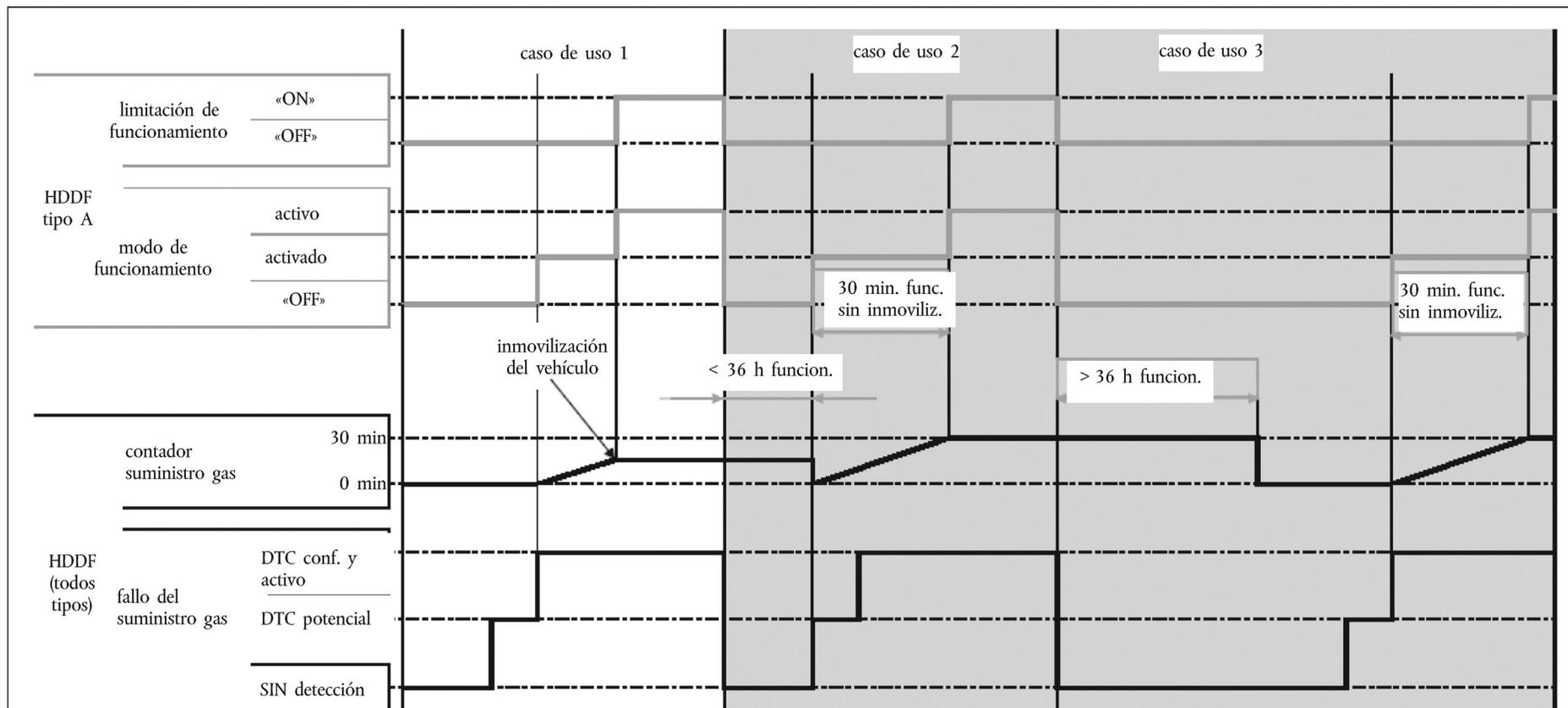
## Apéndice 2

**Mecanismos de activación y desactivación del contador o los contadores, el sistema de alerta, la limitación de funcionamiento, el modo de mantenimiento en el caso de los motores y vehículos de combustible dual: descripción e ilustraciones**

- A.2.1. Descripción del mecanismo del contador
- A.2.1.1. Generalidades
- A.2.1.1.1. Para cumplir los requisitos del presente anexo, el sistema tendrá un contador para registrar el número de horas durante las que ha funcionado el motor mientras el sistema ha detectado un mal funcionamiento del suministro de gas.
- A.2.1.1.2. Este contador será capaz de contar un periodo de funcionamiento de hasta treinta minutos. Los intervalos del contador no tendrán una duración superior a tres minutos. Cuando alcance su máximo valor permitido por el sistema, conservará ese valor a menos que se cumplan las condiciones que permitan que el contador se ponga a cero.
- A.2.1.2. Principio del mecanismo del contador
- A.2.1.2.1. Los contadores funcionarán como se indica a continuación.
- A.2.1.2.1.1. Si empieza desde cero, el contador comenzará a contar en cuanto se detecte un mal funcionamiento del suministro de gas conforme al punto 7.2 del presente anexo y el código de problema de diagnóstico (DTC) correspondiente tenga la categoría de confirmado y activo.
- A.2.1.2.1.2. El contador se detendrá y conservará el valor que tenga en ese momento si se produce un caso de supervisión único y el mal funcionamiento que activó originalmente el contador ya no se detecta o si el fallo se ha borrado mediante una herramienta de exploración o una herramienta de mantenimiento.
- A.2.1.2.1.2.1. El contador también se detendrá y conservará el valor que tenga en ese momento cuando se active el modo de mantenimiento.
- A.2.1.2.1.3. Una vez que el contador esté fijo, se pondrá a cero y reiniciará el recuento cuando se detecte un caso de mal funcionamiento pertinente para dicho contador y se active el modo de mantenimiento.
- A.2.1.2.1.3.1. Una vez que el contador esté fijo, también volverá a ponerse a cero cuando los monitores pertinentes para dicho contador hayan funcionado al menos una vez hasta completar su ciclo de funcionamiento sin haber detectado un mal funcionamiento y sin que se haya detectado ningún caso de mal funcionamiento pertinente para ese contador durante 36 horas de funcionamiento del motor desde que el contador se detuvo por última vez.
- A.2.1.3. Ilustración del mecanismo del contador
- Las figuras A2.1.1 a A2.1.3 ilustran el mecanismo del contador mediante tres casos de uso

Figura A2.1.1

Ilustración del mecanismo del contador del suministro de gas (HDDF de tipo A): caso de uso 1



Se detecta por primera vez un caso de mal funcionamiento del suministro de gas.

Se activa el modo de mantenimiento y el contador empieza a contar una vez que el DTC tiene la categoría de «confirmado y activo» (segunda detección).

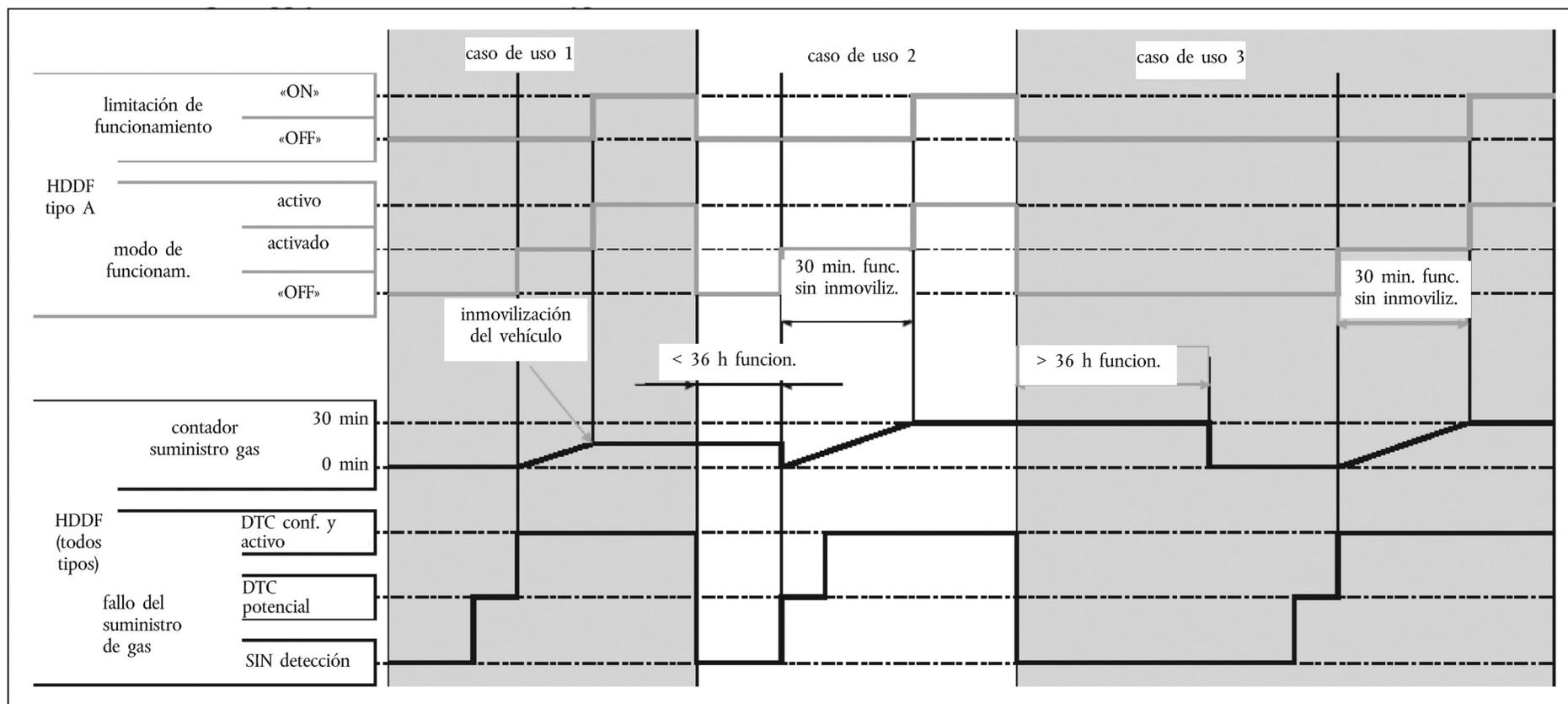
Antes de que transcurran treinta minutos de funcionamiento tras la activación del modo de mantenimiento el vehículo se queda en una situación de inmovilidad.

Se activa el modo de mantenimiento y la velocidad del vehículo queda limitada a 20 km/h (véase el punto 4.2.2.1 del presente anexo).

El contador se queda fijo en el valor que tiene en ese momento.

Figura A2.1.2

Ilustración del mecanismo del contador del suministro de gas (HDDF de tipo A): caso de uso 2



Se detecta un caso de mal funcionamiento del suministro de gas mientras el contador asociado al mal funcionamiento del suministro de gas no se encuentra a cero (en este caso de uso el contador indica el valor que alcanzó en el caso de uso 1 cuando el vehículo quedó inmóvil).

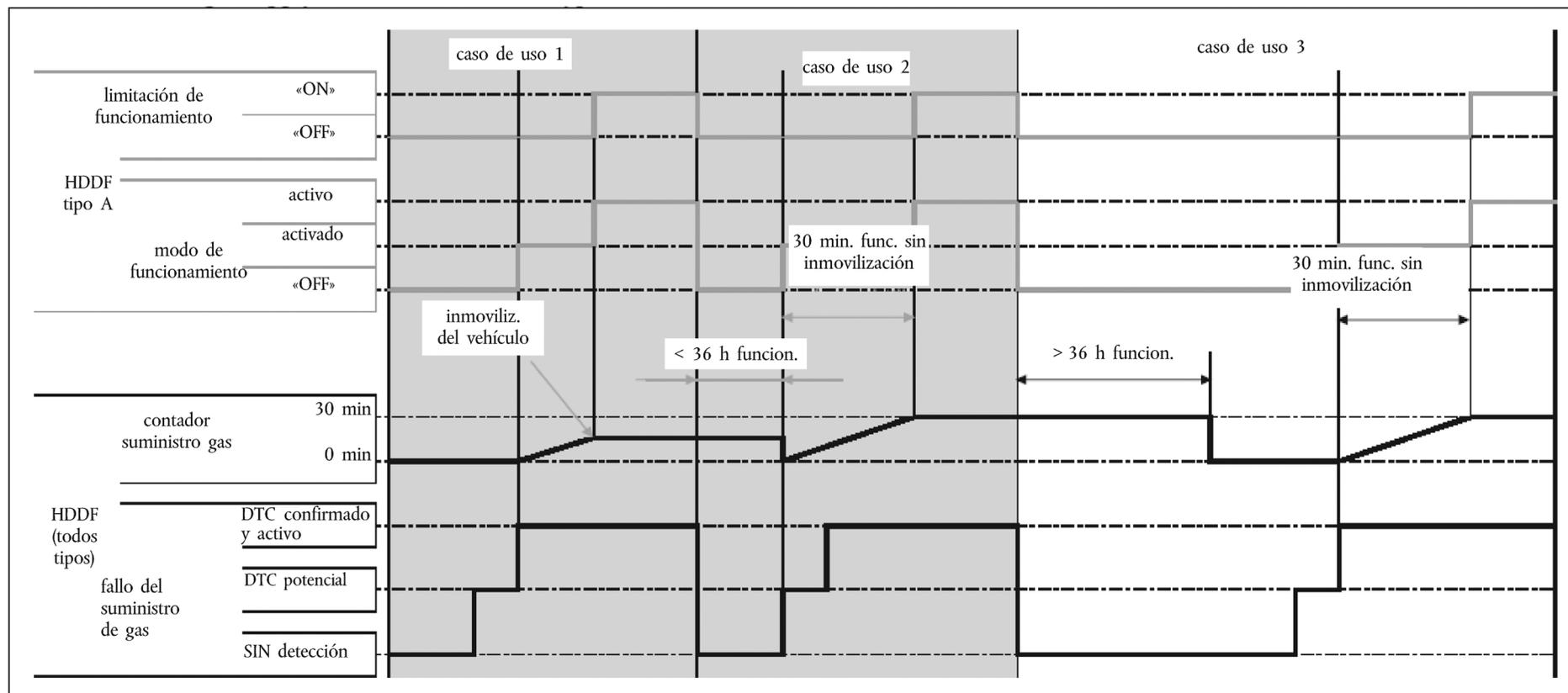
Se activa el modo de mantenimiento y el contador vuelve a reiniciarse desde cero en cuanto el DTC pasa a la categoría de «potencial» (primera detección: véase el punto 4.2.3.2.1 del presente anexo).

Transcurridos treinta minutos de funcionamiento sin que se produzca una situación de inmovilidad, se activa el modo de mantenimiento y la velocidad del vehículo queda limitada a 20 km/h (véase el punto 4.2.2.1 del presente anexo).

El contador se queda fijo en un valor de treinta minutos de funcionamiento.

Figura A2.1.3

Ilustración del mecanismo del contador del suministro de gas (HDDF de tipo A): caso de uso 3



Transcurridas 36 horas de funcionamiento sin que se detecte ningún caso de mal funcionamiento del suministro de gas, el contador vuelve a ponerse a cero (véase el punto A.2.1.2.3.2.1).

De nuevo se detecta un caso de mal funcionamiento del suministro de gas mientras el contador asociado al mal funcionamiento del suministro de gas se encuentra a cero (primera detección).

Se activa el modo de mantenimiento y el contador empieza a contar una vez que el DTC tiene la categoría de «confirmado y activo» (segunda detección).

Transcurridos treinta minutos de funcionamiento sin que se produzca una situación de inmovilidad, se activa el modo de mantenimiento y la velocidad del vehículo queda limitada a 20 km/h (véase el punto 4.2.2.1 del presente anexo).

El contador se queda fijo en un valor de treinta minutos de funcionamiento.

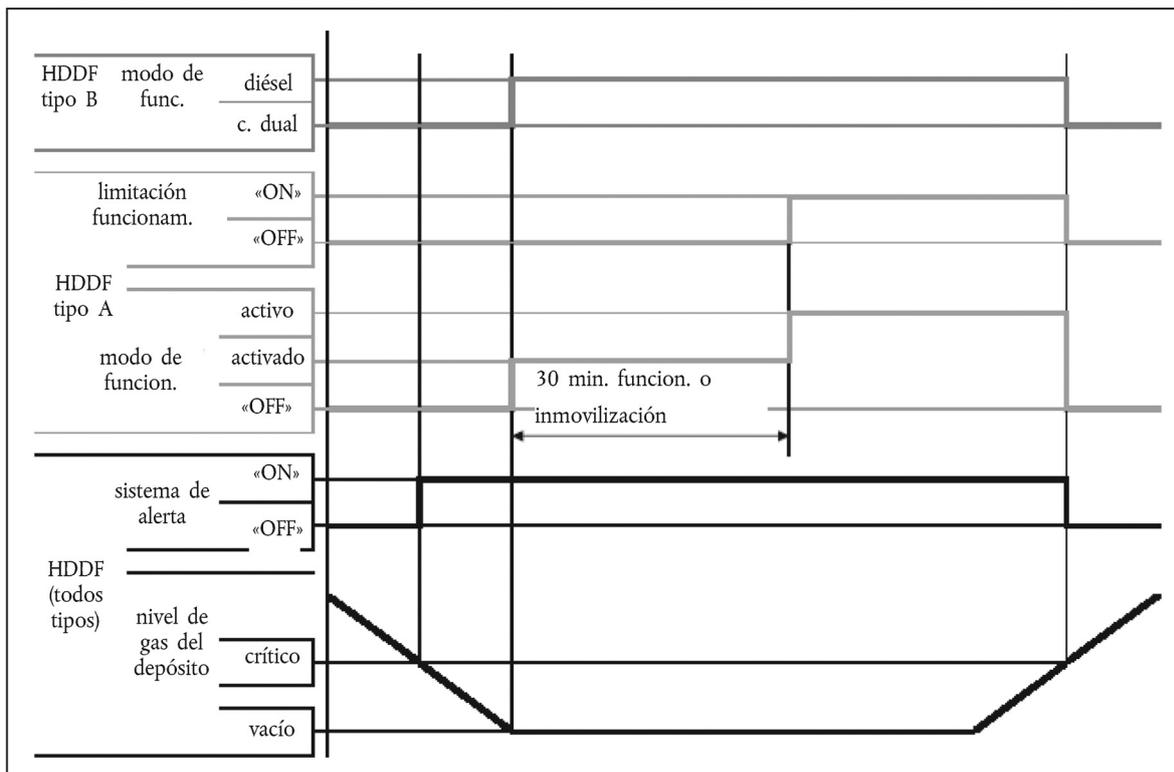
A.2.2. Ilustración de los demás mecanismos de activación y desactivación

A.2.2.1. Depósito de gas vacío

La figura A2.2 ilustra, mediante un caso de uso típico, qué ocurre en el caso de un vehículo HDDF cuando se vacía el depósito de gas.

Figura A2.2

**Ilustración de qué ocurre en caso de vaciarse el depósito de gas (HDDF de los tipos A y B)**



En ese caso de uso:

- a) cuando el nivel de gas llega al nivel crítico definido por el fabricante se activa el sistema de alerta especificado en el punto 4.3.2 del presente anexo;
- b) se activa el modo de mantenimiento (en el caso de un HDDF de tipo A) o el motor cambia al modo diésel (en el caso de un HDDF de tipo B).

En el caso de un HDDF de tipo A, se activa el modo de mantenimiento y la velocidad del vehículo queda limitada a 20 km/h después de la siguiente vez que el vehículo esté parado o tras treinta minutos de funcionamiento sin que el vehículo quede inmóvil (véase el punto 4.2.2.1 del presente anexo).

Se rellena el depósito de gas.

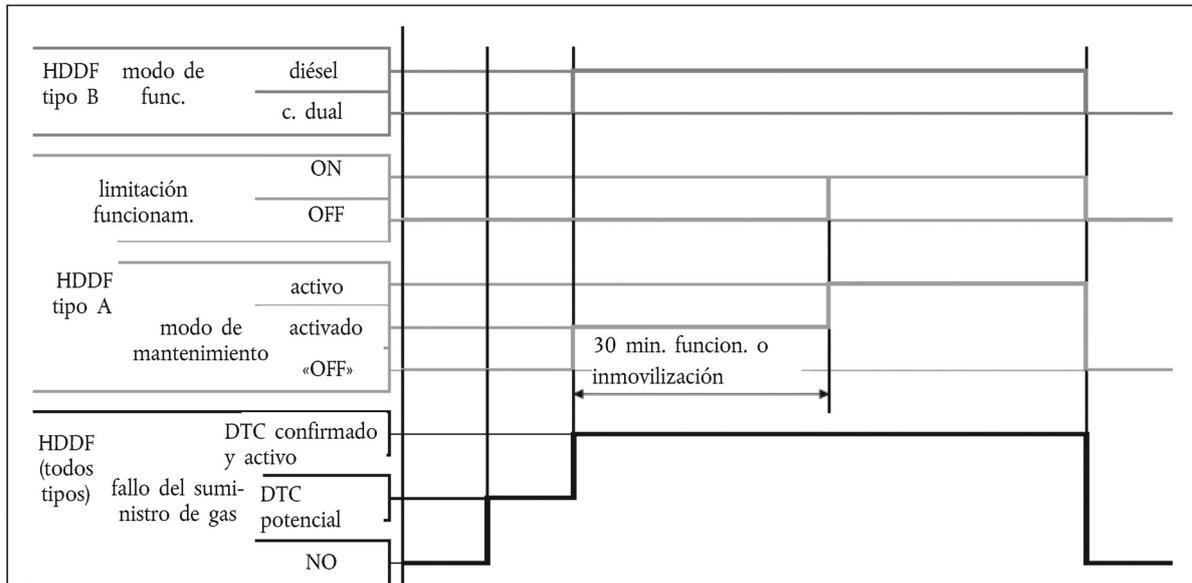
El vehículo funciona de nuevo en modo de combustible dual tan pronto como el depósito vuelve a llenarse por encima del nivel crítico.

A.2.2.2. Mal funcionamiento del suministro de gas

La figura A2.3 ilustra, mediante un caso de uso típico, qué ocurre en el caso de un fallo del sistema de suministro de gas. Esta ilustración debe entenderse como complementaria a la del punto A.2.1 sobre el mecanismo del contador.

Figura A2.3

## Ilustración de qué ocurre en caso de fallo del sistema de suministro de gas (HDDF de los tipos A y B)



En ese caso de uso:

- se produce por primera vez el fallo del sistema de suministro de gas. El DTC pasa a la categoría de potencial (primera detección);
- se activa el modo de mantenimiento (en el caso de un HDDF de tipo A) o el motor cambia al modo diésel (en el caso de un HDDF de tipo B) en cuanto el DTC pasa a la categoría de «confirmado y activo» (segunda detección).

En el caso de un HDDF de tipo A, se activa el modo de mantenimiento y la velocidad del vehículo queda limitada a 20 km/h después de la siguiente vez que el vehículo esté parado o tras treinta minutos de funcionamiento sin que el vehículo quede inmóvil (véase el punto 4.2.2.1 del presente anexo).

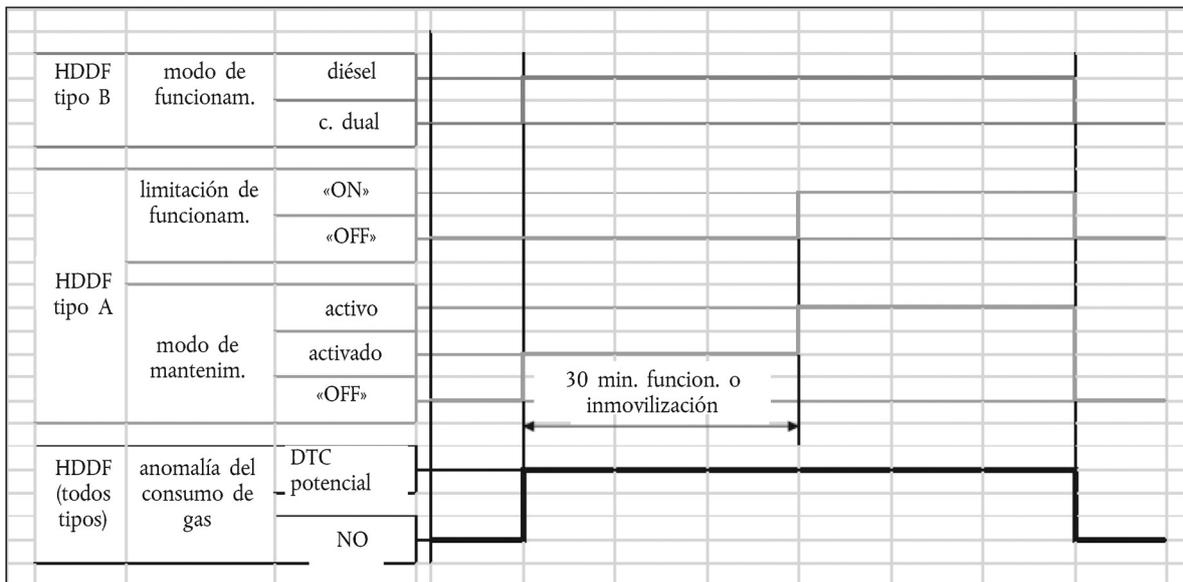
El vehículo funciona de nuevo en modo de combustible dual tan pronto como se repara el fallo.

#### A.2.2.3. Anomalía del consumo de gas

La figura A2.4 ilustra, mediante un caso de uso típico, qué ocurre en caso de producirse una anomalía del consumo de gas.

Figura A2.4

**Ilustración de qué ocurre en caso de producirse una anomalía del consumo de gas (HDDF de los tipos A y B)**



En ese caso de uso se activa el modo de mantenimiento (en el caso de un HDDF de tipo A) o el motor cambia al modo diésel (en el caso de un HDDF de tipo B) en cuanto el DTC pasa a la categoría de «potencial» (primera detección).

En el caso de un HDDF de tipo A, se activa el modo de mantenimiento y la velocidad del vehículo queda limitada a 20 km/h después de la siguiente vez que el vehículo esté parado o tras treinta minutos de funcionamiento sin que el vehículo quede inmóvil (véase el punto 4.2.2.1 del presente anexo).

El vehículo funciona de nuevo en modo de combustible dual tan pronto como se rectifica la anomalía.

## Apéndice 3

**Indicador de combustible dual, sistema de alerta y limitación de funcionamiento de los vehículos HDDF: requisitos de demostración**

## A.3.1. Indicadores de combustible dual

## A.3.1.1. Indicador de modo de combustible dual

Para que un motor de combustible dual obtenga la homologación de tipo como unidad técnica independiente, deberá demostrarse en la homologación de tipo que el sistema de motor es capaz de ordenar la activación del indicador de modo de combustible dual cuando funcione en modo de combustible dual.

Para que un vehículo de combustible dual obtenga la homologación de tipo en lo que respecta a las emisiones, deberá demostrarse en la homologación de tipo la activación del indicador de modo de combustible dual cuando funcione en modo de combustible dual.

Nota: Los requisitos de instalación relativos al indicador de modo de combustible dual de un motor de combustible dual homologado se especifican en el punto 6.2 del presente anexo.

## A.3.1.2. Indicador de modo diésel

Para que un motor de combustible dual de los tipos 1B, 2B o 3B obtenga una homologación de tipo como unidad técnica independiente, deberá demostrarse en la homologación de tipo que el sistema de motor es capaz de ordenar la activación del indicador de modo diésel cuando funciona en modo diésel.

Para que un vehículo de combustible dual de los tipos 1B, 2B o 3B obtenga una homologación de tipo en lo que respecta a las emisiones, deberá demostrarse en la homologación de tipo la activación del indicador de modo diésel cuando funciona en modo diésel.

Nota: Los requisitos de instalación relativos al indicador de modo diésel de un motor de combustible dual de los tipos 1B, 2B o 3B homologado se especifican en el punto 6.2 del presente anexo.

## A.3.1.3. Indicador de modo de mantenimiento

Para que un motor de combustible dual obtenga una homologación de tipo como unidad técnica independiente, deberá demostrarse en la homologación de tipo que el sistema de motor es capaz de ordenar la activación del indicador de modo de mantenimiento cuando funciona en modo de mantenimiento.

Para que un vehículo de combustible dual obtenga una homologación de tipo en lo que respecta a las emisiones, deberá demostrarse en la homologación de tipo la activación del indicador de modo de mantenimiento cuando funcione en modo de mantenimiento.

Nota: Los requisitos de instalación relativos al indicador de modo de mantenimiento de un motor de combustible dual homologado se especifican en el punto 6.2 del presente anexo.

## A.3.1.3.1. La demostración relacionada con el indicador de modo de mantenimiento podrá realizarse simplemente mediante la activación de un conmutador que active el modo de mantenimiento, cuando el vehículo esté equipado con este conmutador, y la presentación al autoridad de homologación de tipo de pruebas que demuestren que la activación se produce cuando el propio sistema de motor ordena que se active el modo de mantenimiento (por ejemplo, mediante algoritmos, simulaciones, el resultado de ensayos internos, etc.).

## A.3.2. Sistema de alerta

Para que un motor de combustible dual obtenga una homologación de tipo como unidad técnica independiente, deberá demostrarse en la homologación de tipo que el sistema de motor es capaz de ordenar la activación del sistema de alerta en caso de que la cantidad de gas existente en el depósito sea inferior al nivel de alerta.

Para que un vehículo de combustible dual obtenga una homologación de tipo en lo que respecta a las emisiones, deberá demostrarse en la homologación de tipo la activación del sistema de alerta en caso de que la cantidad de gas existente en el depósito sea inferior al nivel de alerta. A tal efecto, la cantidad real de gas podrá simularse a petición del fabricante y con el consentimiento de la autoridad de homologación de tipo.

Nota: Los requisitos de instalación relativos al sistema de alerta de un motor de combustible dual homologado se especifican en el punto 6.2 del presente anexo.

## A.3.3. Limitación de funcionamiento

Para que un motor de combustible dual de los tipos 1A o 2A obtenga una homologación de tipo como unidad técnica independiente, deberá demostrarse en la homologación de tipo que el sistema de motor es capaz de ordenar la activación de la limitación de funcionamiento cuando se detecte que el depósito de combustible gaseoso está vacío, que se ha producido un fallo del sistema de suministro de gas y que se ha producido una anomalía del consumo de gas en el modo de combustible dual.

Para que un vehículo de combustible dual de los tipos 1A o 2A obtenga una homologación de tipo en lo que respecta a las emisiones, deberá demostrarse en la homologación de tipo la activación de la limitación de funcionamiento cuando se detecte que el depósito de combustible gaseoso está vacío, que se ha producido un fallo del sistema de suministro de gas y que se ha producido una anomalía del consumo de gas en el modo de combustible dual.

Nota: Los requisitos de instalación relativos a la limitación de funcionamiento de un motor de combustible dual homologado se especifican en el punto 6.2 del presente anexo.

- A.3.3.1. El fallo del sistema de suministro de gas y la anomalía del consumo de gas podrán simularse a petición del fabricante y con el consentimiento de la autoridad de homologación de tipo.
  - A.3.3.2. Bastará con realizar la demostración en un caso de uso típico seleccionado con el consentimiento de la autoridad de homologación y con presentar a dicha autoridad pruebas que demuestren que la limitación se produce en los demás casos de uso posibles (por ejemplo, mediante algoritmos, simulaciones, el resultado de ensayos internos, etc.).
-

## Apéndice 4

**Requisitos adicionales aplicables al procedimiento de ensayo de emisiones de los motores de combustible dual**

## A.4.1. Generalidades

El presente apéndice define los requisitos y las excepciones que deben sumarse a los contemplados en el anexo 4 del presente Reglamento para que puedan efectuarse ensayos de emisiones de los motores de combustible dual independientemente de si dichas emisiones son únicamente emisiones de escape o también emisiones del cárter sumadas a las emisiones de escape conforme al punto 6.10 del anexo 4.

Los ensayos de emisiones de un motor de combustible dual se ven dificultados por el hecho de que el combustible utilizado por el motor puede variar entre combustible diésel puro y una combinación de principalmente combustible gaseoso con solo una pequeña cantidad de combustible diésel como fuente de ignición. La relación entre los combustibles utilizados por un motor de combustible dual también puede cambiar dinámicamente según la condición de funcionamiento del motor. Debido a ello son necesarias ciertas precauciones y limitaciones especiales para que puedan efectuarse ensayos de emisiones de estos motores.

## A.4.2. Condiciones de ensayo (anexo 4, punto 6)

## A.4.2.1. Condiciones de ensayo en laboratorio (anexo 4, punto 6.1)

El parámetro  $f_a$  de los motores de combustible dual se determinará mediante la fórmula (2) del punto 6.1, letra a), del anexo 4 del presente Reglamento.

## A.4.3. Procedimientos de ensayo (anexo 4, punto 7)

## A.4.3.1. Procedimientos de medición (anexo 4, punto 7.1.3)

El procedimiento de medición recomendado para los motores de combustible dual es el procedimiento b) enumerado en el punto 7.1.3 del anexo 4 (sistema CVS).

Este procedimiento de medición asegura que la variación de la composición de combustible durante el ensayo solo afectará a los resultados de la medición de los hidrocarburos. Esto se verá compensado mediante uno de los métodos descritos en el punto 4.4.

También pueden emplearse otros métodos de medición, como el método a) enumerado en el punto 7.1.3 del anexo 4 (gas de escape bruto/medición de flujo parcial), con ciertas precauciones en cuanto a los métodos de determinación y cálculo del caudal másico del gas de escape. Se aplicarán valores fijos para los parámetros de combustible y los valores de  $u_{\text{gas}}$  según lo descrito en el apéndice 6.

## A.4.4. Cálculo de emisiones (anexo 4, punto 8)

El cálculo de las emisiones sobre una base molar, con arreglo al anexo 7 del RTM n° 11 relativo al protocolo de ensayo de emisiones de escape de las máquinas móviles no de carretera, no está permitido.

## A.4.4.1. Corrección seco/húmedo (anexo 4, punto 8.1)

## A.4.4.1.1. Gas de escape bruto (anexo 4, punto 8.1.1)

Para calcular la corrección seco/húmedo se emplearán las ecuaciones 15 y 17 del anexo 4, punto 8.1.1.

Los parámetros específicos del combustible se determinarán con arreglo a los puntos A.6.2 y A.6.3 del apéndice 6.

## A.4.4.1.2. Gas de escape diluido (anexo 4, punto 8.1.2)

Para calcular la corrección húmedo/seco se emplearán las ecuaciones 19 y 20 del anexo 4, punto 8.1.2.

Para la corrección seco/húmedo se empleará la relación molar de hidrógeno  $\alpha$  de la combinación de los dos combustibles. La relación molar de hidrógeno se calculará a partir de los valores medidos de consumo de combustible de ambos combustibles con arreglo al punto A.6.4 del apéndice 6.

A.4.4.2. Corrección de NO<sub>x</sub> en función de la humedad (anexo 4, punto 8.2)

La corrección de NO<sub>x</sub> en función de la humedad en el caso de los motores de combustible dual se determinará conforme a la corrección de NO<sub>x</sub> en función de la humedad en el caso de los motores de encendido por compresión con arreglo al punto 8.2.1 del anexo 4.

$$k_{h,D} = \frac{15,698 \times H_a}{1\,000} + 0,832 \quad (\text{A4.1})$$

donde:

$H_a$  es la humedad del aire de admisión, en gramos de agua por kg de aire seco

- A.4.4.3. Dilución de flujo parcial (PFS) y medición de los componentes gaseosos brutos (anexo 4, punto 8.4)
- A.4.4.3.1. Determinación del caudal másico del gas de escape (anexo 4, punto 8.4.1)
- El caudal másico del gas de escape se determinará mediante el método de medición directa según lo descrito en el punto 8.4.1.3.
- Alternativamente podrá emplearse el método de medición del caudal de aire y de la relación aire-combustible con arreglo al punto 8.4.1.6 (ecuaciones 30, 31 y 32) siempre y cuando los valores de  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  y  $\varepsilon$  se determinen conforme a los puntos A.6.2 y A.6.3 del apéndice 6. No se permite el uso de un sensor de tipo Zirconia para determinar la relación aire-combustible.
- A.4.4.3.2. Determinación de los componentes gaseosos (anexo 4, punto 8.4.2)
- Los cálculos se realizarán conforme al anexo 4, punto 8, pero los valores de  $u_{gas}$  y las relaciones molares se emplearán según lo descrito en los puntos A.6.2 y A.6.3 del apéndice 6.
- A.4.4.3.3. Determinación de partículas (anexo 4, punto 8.4.3)
- Para determinar las emisiones de partículas mediante el método de medición de la dilución parcial, el cálculo se realizará con arreglo al anexo 4, punto 8.4.3.2.
- Para controlar la relación de dilución se empleará uno de los siguientes dos métodos:
- la medición directa del caudal másico según lo descrito en el punto 8.4.1.3;
  - el método de medición del caudal de aire y de la relación aire-combustible con arreglo al punto 8.4.1.6 (ecuaciones 30, 31 y 32) podrá emplearse siempre y cuando este se combine con el método de valor anticipado descrito en el punto 8.4.1.2 y siempre que los valores de  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  y  $\varepsilon$  se determinen conforme a los puntos A.6.2 y A.6.3 del apéndice 6.
- El control de calidad descrito en el punto 9.4.6.1 se llevará a cabo para cada medición.
- A.4.4.3.4. Requisitos adicionales relativos al caudalímetro de la masa del gas de escape
- El caudalímetro mencionado en los puntos A.4.4.3.1 y A.4.4.3.3 no será sensible a los cambios que se produzcan en la composición y la densidad del gas de escape. Podrán ignorarse los pequeños errores debidos por ejemplo a la medición con un tubo de Pitot o de tipo orificio (equivalente a la raíz cuadrada de la densidad del gas de escape).
- A.4.4.4. Medición de dilución de flujo total (CVS) (anexo 4, punto 8.5)
- La posible variación de la composición de combustible únicamente afectará al cálculo de los resultados de la medición de los hidrocarburos. Para todos los demás componentes se emplearán las ecuaciones oportunas del punto 8.5.2 del anexo 4.
- Se aplicarán las ecuaciones exactas para calcular las emisiones de hidrocarburos usando las relaciones molares del componente determinadas a partir de los valores medidos de consumo de combustible de ambos combustibles con arreglo al punto A.6.4 del apéndice 6.
- A.4.4.4.1. Determinación de las concentraciones con corrección de fondo (anexo 4, punto 8.5.2.3.2)
- Para determinar el factor estequiométrico, la relación molar de hidrógeno  $\alpha$  del combustible se calculará como promedio de la relación molar de hidrógeno de la mezcla de combustible durante el ensayo conforme al punto A.6.4 del apéndice 6.
- Alternativamente podrá emplearse el valor  $F_g$  del combustible gaseoso en la ecuación 59 o 60 del anexo 4.
- A.4.5. Especificación y verificación de equipos (anexo 4, punto 9)
- A.4.5.1. Gases de verificación de la interferencia del oxígeno (anexo 4, punto 9.3.3.4)
- Las concentraciones de oxígeno exigidas para los motores de combustible dual son iguales a las exigidas para los motores de encendido por compresión según lo indicado en el cuadro 8 del punto 9.3.3.4 del anexo 4.
- A.4.5.2. Verificación de la interferencia del oxígeno (anexo 4, punto 9.3.7.3)
- Los instrumentos utilizados para medir los motores de combustible dual se verificarán mediante los mismos procedimientos que los empleados para medir los motores de encendido por compresión. En la letra b) del punto 9.3.7.3 del anexo 4 se usará la mezcla de 21 % de oxígeno.

A.4.5.3. Control del efecto de extinción del agua (anexo 4, punto 9.3.9.2.2)

El control del efecto de extinción del agua previsto en el punto 9.3.9.2.2 del anexo 4 del presente reglamento será de aplicación únicamente a las mediciones de la concentración de  $\text{NO}_x$  en base húmeda. En el caso de los motores de combustible dual alimentados con gas natural este control debe realizarse con un supuesto de relación H/C igual a 4 (metano), en cuyo caso  $H_m = 2 \times A$ . En el caso de los motores de combustible dual alimentados con GLP este control debe realizarse con un supuesto de relación H/C igual a 2,525, en cuyo caso  $H_m = 1,25 \times A$ .

---

*Apéndice 5***Requisitos adicionales aplicables al procedimiento de ensayo de emisiones del PEMS de los motores de combustible dual**

## A.5.1. Generalidades

El presente apéndice define los requisitos y las excepciones que deben sumarse a los previstos en el anexo 8 del presente reglamento para que puedan efectuarse los ensayos de emisiones del PEMS en el caso de los motores de combustible dual.

Los ensayos de emisiones de un motor de combustible dual se ven dificultados por el hecho de que el combustible utilizado por el motor puede variar entre combustible diésel puro y una combinación de principalmente combustible gaseoso con solo una pequeña cantidad de combustible diésel como fuente de ignición. La relación entre los combustibles utilizados por un motor de combustible dual también puede cambiar dinámicamente según la condición de funcionamiento del motor. Debido a ello son necesarias ciertas precauciones y limitaciones especiales para que puedan efectuarse ensayos de emisiones de estos motores.

A.5.2. Se aplicarán las siguientes modificaciones del apéndice 1 del anexo 8:

A.5.2.1. La nota (2) del cuadro 1 del punto A.1.2.2 quedará redactada como sigue:

(<sup>2</sup>) Únicamente para los motores alimentados con gas natural

A.5.2.2. El punto A.1.3.3, «Corrección en seco/en condiciones de humedad», quedará redactado como sigue:

Si la concentración se mide en base seca, el valor obtenido deberá convertirse a base húmeda de conformidad con lo dispuesto en el punto 8.1 del anexo 4 y el punto 4.1.1 del apéndice 4 del presente anexo.

A.5.2.3. El punto A.1.3.5, «Cálculo de las emisiones gaseosas instantáneas», quedará redactado como sigue:

Las emisiones máscas se determinarán según lo descrito en el punto 8.4.2.3 del anexo 4. Los valores de  $u_{\text{gas}}$  se determinarán conforme a lo dispuesto en los puntos A.6.2 y A.6.3 del apéndice 6 del anexo 15.

---

## Apéndice 6

**Determinación de las relaciones molares del componente y los valores de  $u_{gas}$  en el caso de los motores de combustible dual**

## A.6.1. Generalidades

El presente apéndice define la determinación de las relaciones molares del componente y los valores de  $u_{gas}$  para el factor seco-húmedo y los cálculos de las emisiones para los ensayos de emisiones de los motores de combustible dual.

## A.6.2. Funcionamiento en modo de combustible dual

A.6.2.1. Para los motores de combustible dual de los tipos 1A o 1B que funcionen en modo de combustible dual se emplearán las relaciones molares del componente y los valores de  $u_{gas}$  del combustible gaseoso.

A.6.2.2. Para los motores de combustible dual de los tipos 2A o 2B que funcionen en modo de combustible dual se emplearán las relaciones molares del componente y los valores de  $u_{gas}$  de los cuadros A6.1 y A6.2.

Cuadro A6.1

**Relaciones molares del componente para una mezcla de un 50 % de combustible gaseoso y un 50 % de combustible diésel (% de la masa)**

| Combustible gaseoso | $\alpha$ | $\gamma$ | $\delta$ | $\epsilon$ |
|---------------------|----------|----------|----------|------------|
| CH <sub>4</sub>     | 2,8681   | 0        | 0        | 0,0040     |
| G <sub>R</sub>      | 2,7676   | 0        | 0        | 0,0040     |
| G <sub>23</sub>     | 2,7986   | 0        | 0,0703   | 0,0043     |
| G <sub>25</sub>     | 2,7377   | 0        | 0,1319   | 0,0045     |
| Propano             | 2,2633   | 0        | 0        | 0,0039     |
| Butano              | 2,1837   | 0        | 0        | 0,0038     |
| GLP                 | 2,1957   | 0        | 0        | 0,0038     |
| GLP combustible A   | 2,1740   | 0        | 0        | 0,0038     |
| GLP combustible B   | 2,2402   | 0        | 0        | 0,0039     |

Cuadro A6.1

**Valores de  $u_{gas}$  del gas de escape bruto y densidades del componente para una mezcla de un 50 % de combustible gaseoso y un 50 % de combustible diésel (% de la masa)**

| Combustible gaseoso      | $\rho_e$ | Gas                               |          |                           |                 |                |                 |
|--------------------------|----------|-----------------------------------|----------|---------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                          |          | NO <sub>x</sub>                   | CO       | HC                        | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
|                          |          | $\rho_{gas}$ [kg/m <sup>3</sup> ] |          |                           |                 |                |                 |
|                          |          | 2,053                             | 1,250    | ( <sup>e</sup> )          | 1,9636          | 1,4277         | 0,716           |
|                          |          | $u_{gas}$ ( <sup>b</sup> )        |          |                           |                 |                |                 |
| GNC/GLP ( <sup>c</sup> ) | 1,2786   | 0,001606                          | 0,000978 | 0,000528 ( <sup>d</sup> ) | 0,001536        | 0,001117       | 0,000560        |
| Propano                  | 1,2869   | 0,001596                          | 0,000972 | 0,000510                  | 0,001527        | 0,001110       | 0,000556        |
| Butano                   | 1,2883   | 0,001594                          | 0,000971 | 0,000503                  | 0,001525        | 0,001109       | 0,000556        |
| GLP ( <sup>e</sup> )     | 1,2881   | 0,001594                          | 0,000971 | 0,000506                  | 0,001525        | 0,001109       | 0,000556        |

(<sup>a</sup>) en función del combustible

(<sup>b</sup>) para  $\lambda = 2$ , aire seco, 273 K, 101,3 kPa

(<sup>c</sup>)  $u$  con una exactitud de 0,2 % para una composición másica de: C = 58 % - 76 %; H = 19 % - 25 %; N = 0 % - 14 % (CH<sub>4</sub>, G<sub>20</sub>, G<sub>R</sub>, G<sub>23</sub> y G<sub>25</sub>)

(<sup>d</sup>) NMHC sobre la base de CH<sub>2,93</sub> (para los HC totales se utilizará el coeficiente  $u_{gas}$  de CH<sub>4</sub>)

(<sup>e</sup>)  $u$  con una exactitud de 0,2 % para una composición másica de: C3 = 27 % - 90 %; C4 = 10 % - 73 % (GLP combustibles A y B)

A.6.2.3. Para los motores de combustible dual de tipo 3B que funcionen en modo de combustible dual se emplearán las relaciones molares del componente y los valores de  $u_{gas}$  del combustible diésel.

A.6.2.4. Para calcular las emisiones de hidrocarburos de todos los tipos de motores de combustible dual que funcionen en modo de combustible dual, será de aplicación lo siguiente:

- para calcular las emisiones de THC, se empleará el valor de  $u_{gas}$  del combustible gaseoso;
- para calcular las emisiones de NMHC, se empleará el valor de  $u_{gas}$  basado en  $CH_{2,93}$ ;
- para calcular las emisiones de  $CH_4$ , se empleará el valor de  $u_{gas}$  de  $CH_4$ .

A.6.3. Funcionamiento en modo diésel

Para los motores de combustible dual de los tipos 1B, 2B o 3B que funcionen en modo diésel, se emplearán las relaciones molares del componente y los valores de  $u_{gas}$  del combustible diésel.

A.6.4. Determinación de las relaciones molares del componente cuando se conoce la mezcla de combustible

A.6.4.1. Cálculo de los componentes de la mezcla de combustible

$$w_{ALF} = \frac{w_{ALF1} \times q_{mf1} + w_{ALF2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (A6.1)$$

$$w_{BET} = \frac{w_{BET1} \times q_{mf1} + w_{BET2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (A6.2)$$

$$w_{GAM} = \frac{w_{GAM1} \times q_{mf1} + w_{GAM2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (A6.3)$$

$$w_{DEL} = \frac{w_{DEL1} \times q_{mf1} + w_{DEL2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (A6.4)$$

$$w_{EPS} = \frac{w_{EPS1} \times q_{mf1} + w_{EPS2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (A6.5)$$

donde:

- $q_{mf1}$  caudal másico de combustible del combustible 1, en kg/s
- $q_{mf2}$  caudal másico de combustible del combustible 2, en kg/s
- $w_{ALF}$  contenido de hidrógeno del combustible, en % de la masa
- $w_{BET}$  contenido de carbono del combustible, en % de la masa
- $w_{GAM}$  contenido de azufre del combustible, en % de la masa
- $w_{DEL}$  contenido de nitrógeno del combustible, en % de la masa
- $w_{EPS}$  contenido de oxígeno del combustible, en % de la masa

A.6.4.2. Cálculo de las relaciones molares de H, C, S, N y O respecto a C para la mezcla de combustible (conforme a ISO8178-1, anexo A-A.2.2.2).

$$\alpha = 11,9164 \times \frac{w_{ALF}}{w_{BET}} \quad (A6.6)$$

$$\gamma = 0,37464 \times \frac{w_{GAM}}{w_{BET}} \quad (A6.7)$$

$$\delta = 0,85752 \times \frac{w_{DEL}}{w_{BET}} \quad (A6.8)$$

$$\varepsilon = 0,75072 \times \frac{w_{EPS}}{w_{BET}} \quad (A6.9)$$

donde:

- $w_{ALF}$  contenido de hidrógeno del combustible, en % de la masa
- $w_{BET}$  contenido de carbono del combustible, en % de la masa
- $w_{GAM}$  contenido de azufre del combustible, en % de la masa
- $w_{DEL}$  contenido de nitrógeno del combustible, en % de la masa
- $w_{EPS}$  contenido de oxígeno del combustible, en % de la masa

---

|               |                                    |
|---------------|------------------------------------|
| $\alpha$      | relación molar del hidrógeno (H/C) |
| $\gamma$      | relación molar del azufre (S/C)    |
| $\delta$      | relación molar del nitrógeno (N/C) |
| $\varepsilon$ | relación molar del oxígeno (O/C)   |

en referencia a un combustible  $\text{CH}_\alpha\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$

A.6.4.3. Cálculo de los valores de  $u_{\text{gas}}$  para una mezcla de combustible

Los valores de  $u_{\text{gas}}$  del gas de escape bruto para una mezcla de combustible pueden calcularse con las ecuaciones exactas del punto 8.4.2.4 del anexo 4 y las relaciones molares calculadas conforme al presente punto.

En el caso de los sistemas con caudal másico constante, es necesaria la ecuación 57 del punto 8.5.2.3.1 del anexo 4 para calcular los valores de  $u_{\text{gas}}$  del gas de escape diluido.

---