

**DIRECTIVA DEL CONSEJO**

de 3 de diciembre 1987

**relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases contaminantes procedentes de motores diésel destinados a la propulsión de vehículos**

(88/77/CEE)

EL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea y, en particular, sur artículo 100 A,

Vista la propuesta de la Comisión (1),

En cooperación con el Parlamento Europeo (2),

Visto el dictamen del Comité Económico y Social (3),

Considerando que es importante adoptar medidas destinadas a establecer progresivamente el mercado interior en el transcurso de un período que terminará el 31 de diciembre de 1992; que el mercado interior implicará un espacio sin fronteras interiores, en el que estará garantizada la libre circulación de mercancías, personas, servicios y capitales;

Considerando que el primer programa de acción de la Comunidad Europea para la protección del medio ambiente, aprobado el 22 de noviembre de 1973 por el Consejo, invita ya a tener en cuenta los últimos progresos científicos en la lucha contra la contaminación atmosférica provocada por los gases de escape procedentes de los vehículos a motor y a adaptar en este sentido las Directivas ya adoptadas; que el tercer programa de acción prevé que se emprenderán esfuerzos suplementarios para una reducción importante del nivel actual de las emisiones de contaminantes de los vehículos a motor;

Considerando que las prescripciones técnicas que deben cumplir los vehículos a motor en virtud de las legislaciones nacionales se refieren, entre otras, a la emisión de gases contaminantes procedentes de los motores diésel destinados a la propulsión de vehículos;

Considerando que dichas prescripciones difieren de un Estado miembro a otro; que tales divergencias constituyen un obstáculo a la libre circulación de los productos en cuestión; que, por ello es necesario que

todos los Estados miembros adopten las mismas prescripciones como complemento o en sustitución de la normativa actual, con el fin de permitir, en particular, la aplicación, para cada tipo de vehículo, del procedimiento de homologación CEE establecido en la Directiva 70/156/CEE del Consejo, de 6 de febrero de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre la homologación de vehículos a motor y de sus remolques (4), modificada en último término por la Directiva 87/403/CEE (5),

Considerando que, en lo que corresponde a dichas prescripciones técnicas, resulta conveniente recoger las que han sido adoptadas por la Comisión Económica para Europa de la Organización de las Naciones Unidas en su Reglamento nº 49 («Prescripciones uniformes relativas a la homologación de motores diésel en lo que respecta a la emisión de gases contaminantes»), anejo al Acuerdo de 20 de marzo de 1958 relativo a la adopción de condiciones uniformes de homologación y el reconocimiento recíproco de la homologación del equipo y de las piezas de los vehículos a motor;

Considerando que la Comisión se ha comprometido a someter al Consejo, a más tardar al final de 1988, propuestas relativas a una nueva reducción de valores límite para los tres contaminantes que son objeto de la presente Directiva y a la fijación de valores límite para las emisiones de partículas,

HA ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:

*Artículo 1*

A efectos de la presente Directiva, se entiende por:

— «vehículo», cualquier vehículo propulsado por un motor diésel y destinado a circular por carretera, con o sin carrocería, con cuatro ruedas como mínimo y una velocidad máxima por construcción superior a 25 km/h, excepto los vehículos M<sub>1</sub> tal como se definen en el punto 0.4 del Anexo I de la

(1) DO nº C 193 de 31. 7. 1986, p. 3.

(2) Posición del Parlamento de 18 de noviembre de 1987 (DO nº C 345 de 21. 12. 1987, p. 61).

(3) DO nº C 333 de 29. 12. 1986, p. 17.

(4) DO nº L 42 de 23. 2. 1970, p. 1.

(5) DO nº L 220 de 8. 8. 1987, p. 44.

Directiva 70/156/CEE, cuyo peso máximo no sea superior a 3,5 toneladas, los vehículos que se desplacen sobre raíles, los tractores y máquinas agrícolas y los vehículos de obras públicas;

- «tipo de motor diésel», un motor diésel que puede ser objeto de una homologación en tanto que entidad técnica, tal como se define en el artículo 9 bis de la Directiva 70/156/CEE.

#### Artículo 2

1. A partir del 1 de julio de 1988, los Estados miembros, por motivos que se refieren a las emisiones de gases contaminantes procedentes del motor, no podrán:

- ni denegar la homologación CEE, la expedición del documento previsto en el último guión del apartado 1 del artículo 10 de la Directiva 70/156/CEE o la homologación de alcance nacional para un tipo de vehículo, propulsado por un motor diésel,
- ni prohibir la matriculación, la venta, la puesta en servicio o el uso de vehículos de dicho tipo,
- ni denegar la homologación CEE o la homologación de alcance nacional para un tipo de motor diésel,
- ni prohibir la venta o el uso de nuevos motores diésel,

si se cumplen los requisitos enunciados en los Anexos de la presente Directiva.

2. A partir del 1 de julio de 1988 los Estados miembros, por motivos que se refieran a las emisiones de gases contaminantes procedentes del motor, podrán:

- denegar la homologación de alcance nacional para un tipo de motor diésel,
- o
- denegar la homologación de alcance nacional para un tipo de motor diésel,

si no se cumplen los requisitos enunciados en los Anexos de la presente Directiva.

3. Hasta el 30 de septiembre de 1990, el apartado 2 no será de aplicación a los tipos de vehículos propulsados por un motor diésel ni a los tipos de motores diésel si dicho motor diésel se describe en el Anexo de un certificado de homologación expedido antes de dicha fecha de conformidad con la Directiva 72/306/CEE.

4. A partir del 1 de octubre de 1990, los Estados miembros, por motivos que se refieran a las emisiones de gases contaminantes procedentes del motor; podrán:

- prohibir la matriculación, la venta, la entrada en servicio o el uso de nuevos vehículos propulsados por motores diésel,
- o

- prohibir la venta y el uso de nuevos motores diésel,

si no se cumplen los requisitos enunciados en los Anexos de la presente Directiva.

#### Artículo 3

1. El Estado miembro que haya concedido la homologación de un tipo de motor diésel tomará las medidas necesarias para estar informado de cualquier modificación de los elementos o de las características contempladas en el punto 2.3 del Anexo I. Las autoridades competentes de dicho Estado decidirán si deben efectuarse nuevas pruebas del motor modificado acompañadas de un nuevo informe técnico. Si de dichas pruebas se desprende que las prescripciones de la presente Directiva no se cumplen, no se autorizará la modificación.

2. El Estado miembro que haya procedido a la homologación de un tipo de vehículo en lo que se refiere a su motor diésel tomará las medidas necesarias para estar informado de cualquier modificación de dicho tipo de vehículo en lo que se refiere al motor con el que vaya equipado. Las autoridades competentes de dicho Estado miembro decidirán si, después de tal modificación, deben tomarse o no las medidas previstas en la Directiva 70/156/CEE, y en particular en sus artículos 4 ó 6.

#### Artículo 4

Las modificaciones necesarias para la adaptación de las prescripciones de los Anexos al progreso técnico se adoptarán según el procedimiento previsto en el artículo 13 de la Directiva 70/156/CEE.

#### Artículo 5

1. Los Estados miembros adoptarán las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para el cumplimiento de la Directiva antes del 1 de julio de 1988 e informarán de ello inmediatamente a la Comisión.

2. Además, desde la notificación de la presente Directiva, los Estados miembros deberán informar a la Comisión con suficiente antelación para permitirle presentar sus observaciones, de todos los proyectos posteriores de disposiciones esenciales de carácter legal, reglamentario o administrativo que se propongan adoptar en el ámbito regulado por la presente Directiva.

#### Artículo 6

A más tardar a finales de 1988, el Consejo examinará, basándose en una propuesta de la Comisión, la aplicación de una nueva reducción de los valores límite

de los tres contaminantes que son objeto de la presente Directiva y la fijación de los valores límite para emisiones de partículas.

Hecho en Bruselas, el 3 de diciembre de 1987.

*Artículo 7*

Los destinatarios de la presente Directiva son los Estados miembros.

*Por el Consejo*  
*El Presidente*  
Chr. CHRISTENSEN

## ANEXO I

**ÁMBITO DE APLICACIÓN, DEFINICIONES Y ABREVIATURAS, SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN CEE, PRESCRIPCIONES Y PRUEBAS, CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN****1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La presente Directiva se aplicará a los gases contaminantes de todos los vehículos equipados con motores de encendido por compresión y a los motores de encendido por compresión tal y como se definen en el artículo 1, con excepción de los vehículos de las categorías N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> y M<sub>2</sub> cuya certificación ha sido expedida de conformidad con la Directiva 70/220/CEE (1), modificada en último término por la Directiva 88/76/CEE (2).

**2. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

A efectos de la presente Directiva, se entiende por:

- 2.1. «homologación de un motor», la homologación de un tipo de motor en lo que se refiere a la emisión de gases contaminantes;
- 2.2. «motor diésel», un motor que funcione según el principio del encendido por compresión;
- 2.3. «tipo de motor», los motores que no presenten diferencias entre sí en cuanto a aspectos esenciales como las características del motor definidas en el Anexo II de la presente Directiva;
- 2.4. «gases contaminantes», el monóxido de carbono, los hidrocarburos (expresados en el equivalente de C<sub>1</sub>H<sub>1,85</sub>) y los óxidos de nitrógeno, expresados estos últimos en el equivalente de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>);
- 2.5. «potencia neta», la potencia de kW «CEE» obtenida en el bando de pruebas, en el extremo del cigüeñal o del órgano equivalente, medida de acuerdo con el método de medición establecido en la Directiva 80/1269/CEE (3);
- 2.6. «régimen nominal», la máxima velocidad de giro a plena carga permitida por el regulador, tal como la especifique el fabricante en su documentación comercial y de mantenimiento;
- 2.7. «porcentaje de carga», la proporción del par máximo disponible utilizado a un régimen determinado de motor;
- 2.8. «velocidad intermedia», la velocidad correspondiente al valor máximo del par, si dicha velocidad se sitúa entre el 60 y el 75 % del régimen nominal y, en los demás casos, una velocidad igual al 60 % del régimen nominal.

**2.9. Abreviaturas y unidades**

P	kW	potencia neta no corregida (4)
CO	g/kWh	emisión de monóxido de carbono
HC	g/kWh	emisión de hidrocarburos
NO <sub>x</sub>	g/kWh	emisión de óxidos de nitrógeno
conc	ppm	concentración (ppm por volumen)
masa	g/h	caudal de masa de contaminante
WF		factor de ponderación
G <sub>EXH</sub>	kg/h	caudal de masa de gas de escape (condiciones húmedas)
V' <sub>EXH</sub>	m <sup>3</sup> /h	caudal de volumen de gas de escape (condiciones secas)
V'' <sub>EXH</sub>	m <sup>3</sup> /h	caudal de volumen de gas de escape (condiciones húmedas)
G <sub>AIR</sub>	kg/h	caudal de volumen de aire en la entrada
V <sub>AIR</sub>	m <sup>3</sup>	caudal de masa de aire en la entrada (aire húmedo a 0 °C y 101,3 kPa)
G <sub>FUEL</sub>	kg/h	caudal de masa de carburante
HFID		detector de ionización de llama
NDUVR		analizador no dispersivo por absorción en los ultravioletas
NDIR		analizador no dispersivo por absorción en los infrarrojos

(1) DO nº L 76 de 6. 4. 1970, p. 1.

(2) Véase la página 1 del presente Diario Oficial.

(3) DO nº L 375 de 31. 12. 1980, p. 46.

(4) Tal como se halla definida en el Anexo I de la Directiva 80/1269/CEE.

CLA	analizador de luminiscencia química
HCLA	analizador de luminiscencia química en caliente

### 3. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN CEE

#### 3.1. Solicitud de homologación CEE de un tipo de motor considerado como una entidad técnica.

3.1.1. La solicitud de homologación de un tipo de motor en lo que se refiere a la emisión de gases contaminantes se presentará por el constructor del motor o un mandatario debidamente acreditado.

3.1.2. Irá acompañada de los documentos que se mencionan a continuación, por triplicado, y de las informaciones siguientes:

3.1.2.1. Una descripción del tipo de motor en la que se especifiquen todas las características enumeradas en el Anexo II de la presente Directiva, en aplicación del artículo 9 *bis* de la Directiva 70/156/CEE.

3.1.3. Deberá presentarse al servicio técnico encargado de las pruebas de homologación indicadas en el punto 6 un motor que se ajuste a las características del «tipo de motor» definidas en el Anexo II.

#### 3.2. Solicitud de homologación CEE de un tipo de vehículo en lo que se refiere a su motor.

3.2.1. La solicitud de homologación de un vehículo en lo que se refiere a la emisión de gases contaminantes procedentes de su motor deberá presentarla el fabricante del vehículo o un mandatario debidamente acreditado.

3.2.2. Irá acompañada de los documentos que se mencionan a continuación, por triplicado, y de las informaciones siguientes:

3.2.2.1. una descripción del tipo de vehículo y de los elementos del vehículo, en relación con el motor, en la que se especifiquen las características enumeradas en el Anexo II, así como la documentación solicitada de conformidad con el artículo 3 de la Directiva 70/156/CEE;

o

3.2.2.2. una descripción del tipo de vehículo y, si procede, de los elementos del vehículo relacionados con el motor, especificando las características enumeradas en el Anexo II, en la medida en que sean pertinentes, y una copia del certificado de homologación CEE (Anexo VIII) expedido para el motor como entidad técnica instalada en el tipo de vehículo, junto con la documentación exigida según el artículo 3 de la Directiva 70/156/CEE.

### 4. HOMOLOGACIÓN CEE

4.1. Para los certificados de homologación CEE contemplados en los puntos 3.1 y 3.2, se expedirá un certificado conforme al modelo que figura en el Anexo VIII.

### 5. MARCADO DEL MOTOR

5.1. En el motor homologado en tanto que entidad técnica deberá figurar:

5.1.1. la marca de fábrica o nombre comercial del fabricante del motor;

5.1.2. la descripción comercial del fabricante;

5.1.3. el número de homologación CEE precedido de la o de las letras distintivas del país que haya expedido la homologación CEE <sup>(1)</sup>.

5.2. Dichas marcas deberán ser fácilmente legibles e indelebles.

### 6. CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS

#### 6.1. Aspectos generales

Los elementos que puedan influir en las emisiones de gases contaminantes deberán estar diseñados, fabricados e instalados de manera que, en condiciones normales de utilización y a pesar de las vibraciones a que pudiera estar sometido, el motor se ajuste a las prescripciones de la presente Directiva.

#### 6.2. Prescripciones relativas a las emisiones de gases contaminantes

La medición de la emisión de gases contaminantes producidas por el motor presentado a las pruebas deberá efectuarse conforme al método descrito en el Anexo III. Se podrán admitir otros métodos siempre que se demuestre que ofrecen resultados equivalentes.

<sup>(1)</sup> B = Bélgica, D = República Federal de Alemania, DK = Dinamarca, E = España, F = Francia, GR = Grecia, I = Italia, IRL = Irlanda, L = Luxemburgo, NL = Países Bajos, P = Portugal, UK = Reino Unido.

- 6.2.1. Las masas de monóxido de carbono, de hidrocarburos y de óxidos de nitrógeno obtenidas no deberán superar los valores que figuran en el cuadro siguiente:

Masa de monóxido de carbono (CO) g/kWh	Masa de hidrocarburos (HC) g/kWh	Masa de óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) g/kWh
11,2	2,4	14,4

## 7. MONTAJE EN EL VEHÍCULO

- 7.1. El montaje del motor en el vehículo deberá satisfacer las características siguientes en lo que se refiere a la homologación del motor:
- 7.1.1. el vacío de aspiración no deberá sobrepasar el especificado en el Anexo VIII para el motor homologado,
- 7.1.2. la presión de los gases de escape no deberá sobrepasar la especificada en el Anexo VIII para el motor homologado,
- 7.1.3. la potencia máxima absorbida por el equipo no deberá sobrepasar la potencia máxima autorizada especificada en el Anexo VIII para el motor homologado.

## 8. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

- 8.1. Cualquier motor en el que figure un número de homologación CEE en aplicación de la presente Directiva deberá ajustarse al tipo de motor homologado.
- 8.2. Para verificar la conformidad exigida en el punto 8.1, se someterá a prueba, en la serie, un motor en el que figure un número de homologación CEE.
- 8.3. Por regla general, la conformidad del motor con el tipo homologado se comprobará a partir de la descripción dada en el certificado de homologación y sus Anexos y, en caso necesario, se someterá el motor a la prueba mencionada en el punto 6.2.
- 8.3.1. Para verificar la conformidad del motor mediante una prueba, se seguirá el procedimiento siguiente:
- 8.3.1.1. Se tomará un motor de la misma serie, que será sometido a la prueba que se describe en el Anexo III. Las masas de monóxido de carbono, de hidrocarburos y de óxidos de nitrógeno obtenidas no deberán superar los valores que figuran en el cuadro siguiente:

Masa de monóxido de carbono (CO) g/kWh	Masa de hidrocarburos (HC) g/kWh	Masa de óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) g/kWh
12,3	2,6	15,8

- 8.3.1.2. En caso de que el motor de la serie sometido a prueba no se ajustase a las prescripciones del punto 8.3.1.1, el fabricante podrá solicitar que se efectúen mediciones sobre una muestra de diversos motores tomada de la serie en la que se incluya el motor inicialmente sometido a prueba. El fabricante determinará el número de motores integrantes de la muestra de acuerdo con el servicio técnico. Se someterán a prueba todos los motores menos el probado inicialmente. Se determinará entonces, para cada gas contaminante, la media aritmética  $\bar{x}$  de los resultados obtenidos a partir de la muestra. La producción de la serie se considerará conforme si se cumple la condición siguiente:

$$\bar{x} + k \cdot S \leq L \quad (1)$$

donde:

L es el valor límite establecido en el punto 8.3.1.1 para cada gas contaminante considerado, y

(1)  $S^2 = \sum \frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}$  donde x es uno cualquiera de los n resultados individuales.

k es un factor estadístico dependiente de n y expresado en el cuadro siguiente:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k	0,973	0,613	0,489	0,421	0,376	0,342	0,317	0,296	0,279
n	11	12	13	14	15	16	17	18	19
k	0,265	0,253	0,242	0,233	0,224	0,216	0,210	0,203	0,198

$$\text{si } n \geq 20, \quad \frac{k = 0,860}{\sqrt{n}}$$

8.3.2.

El servicio técnico encargado del control de la conformidad de la producción deberá efectuar pruebas en motores parcial o completamente rodados según las instrucciones del fabricante.

*ANEXO II*

**DOCUMENTO DE INFORMACIÓN Nº ...**

**ESTABLECIDO DE CONFORMIDAD CON EL ANEXO I DE LA DIRECTIVA 70/156/CEE**

**y relativo a la homologación parcial CEE o a la homologación CEE como entidad técnica distinta en materia de emisiones de gases contaminantes procedentes de motores diésel destinados a la propulsión de los vehículos (Directiva 88/77/CEE)**

Vehículo/tipo de motor: .....

**0. Generalidades**

0.1. Marca (nombre de la empresa) .....

0.2. Tipo y descripción comercial (mencionense las posibles variantes): .....

0.3. Número de código del tipo adoptado por el fabricante tal y como se haya marcado en el vehículo, la entidad técnica distinta o el componente: .....

0.4. Categoría del vehículo (si procede): .....

0.5. Nombre y dirección del fabricante: .....

0.6. Nombre y dirección del representante autorizado por el fabricante (si procede): .....

**Apéndices**

1. Características esenciales del motor e información relativa al desarrollo de las pruebas.

2. Características de las piezas del vehículo relacionadas con el motor (si procede).

3. Fotografías del motor y, si procede, del compartimento del motor.

4. Dar la lista de otros posibles apéndices.

**Fecha, Expediente**

\_\_\_\_\_

*Apéndice 1*

**CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL MOTOR E INFORMACIÓN  
RELATIVA AL DESARROLLO DE LAS PRUEBAS (1)**

1. **Descripción del motor**
  - 1.1. Fabricante: .....
  - 1.2. Número de código del motor del fabricante: .....
  - 1.3. Ciclo: cuatro tiempos/dos tiempos (2)
  - 1.4. Diámetro interior: ..... mm
  - 1.5. Carrera del pistón: ..... mm
  - 1.6. Número y disposición de los cilindros: .....
  - 1.7. Volumen del motor: ..... cm<sup>3</sup>
  - 1.8. Relación de compresión volumétrica (3): .....
  - 1.9. Dibujos de la cámara de combustión y de la corona del pistón: .....
  - 1.10. Superficie transversal mínima de los orificios de entrada y salida: .....
  - 1.11. *Sistema de refrigeración*
    - 1.11.1. Líquido
      - 1.11.1.1. Naturaleza del líquido: .....
      - 1.11.1.2. Bomba(s) de circulación: con/sin (2)
      - 1.11.1.3. Características o marca(s) y tipo(s) (si procede): .....
      - 1.11.1.4. Relación(es) motriz (si procede): .....
    - 1.11.2. Aire
      - 1.11.2.1. Ventilador: con/sin (2)
      - 1.11.2.2. Características o marca(s) y tipo(s) (si procede): .....
      - 1.11.2.3. Relación(es) motriz (si procede): .....
  - 1.12. *Temperatura admitida por el fabricante*
    - 1.12.1. Refrigeración por líquido: temperatura máxima a la salida: ..... K
    - 1.12.2. Refrigeración por aire: punto de referencia .....  
temperatura máxima en el punto de referencia ..... K
    - 1.12.3. Temperatura máxima del aire de sobrealimentación a la salida del radiador de entrada (si procede): ..... K
    - 1.12.4. Temperatura máxima en el o en los tubos de escape adyacentes a la o las bridas externas del o de los colectores de escape: ..... K
    - 1.12.5. Temperatura del combustible: min. .... K, max. .... K
    - 1.12.6. Temperatura del lubricante: min. .... K, max. .... K
  - 1.13. *Bomba de sobrealimentación: con/sin (2)*
    - 1.13.1. Marca: .....
    - 1.13.2. Tipo: .....

(1) Para los motores y sistemas no convencionales, el fabricante presentará los datos equivalentes a los que se piden en esta lista.

(2) Táchese lo que no proceda.

(3) Especificúese la tolerancia.

- 1.13.3. Descripción del sistema (por ejemplo, presión máxima de sobrealimentación, válvula de desagüe, si procede):
- 1.13.4. Radiador: con/sin <sup>(1)</sup>
- 1.14. *Sistema de admisión*  
 Vacío de admisión mínimo y/o máximo admisible (si procede), para una velocidad especificada del motor y a plena carga: ..... kPa
- 1.15. *Sistema de gases de escape:*  
 Contrapresión máxima admisible de escape para la velocidad especificada del motor y una carga del 100 %: ..... kPa
- 2. **Dispositivos adicionales antihumos (si existen o no se han incluido en otro punto)**  
 Descripción y esquemas: .....
- 3. **Alimentación de combustible**
- 3.1. *Bomba de alimentación*  
 Presión <sup>(2)</sup>: ..... kPa o diagrama característico <sup>(2)</sup>: .....
- 3.2. *Sistema de inyección*
- 3.2.1. **Bomba**
- 3.2.1.1. Marca(s): .....
- 3.2.1.2. Tipo(s): .....
- 3.2.1.3. Salida: ..... mm<sup>3</sup> <sup>(2)</sup> por carrera o por ciclo al régimen de la bomba de ..... rpm a inyección completa, o diagrama característico <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>: .....  
 Menciónese el método empleado: sobre el motor/sobre el banco de bomba <sup>(1)</sup>
- 3.2.1.4. Avance de inyección
- 3.2.1.4.1. Curva de avance de inyección <sup>(2)</sup>: .....
- 3.2.1.4.2. Regulación <sup>(2)</sup>: .....
- 3.2.2. **Conductos de inyección**
- 3.2.2.1. Longitud: ..... mm
- 3.2.2.2. Diámetro interior: ..... mm
- 3.2.3. **Inyector(es)**
- 3.2.3.1. Marca(s): .....
- 3.2.3.2. Tipo(s): .....
- 3.2.3.3. Presión de apertura: ..... kPa <sup>(1)</sup> o diagrama característico <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>: .....
- 3.2.4. **Regulador**
- 3.2.4.1. Marca(s): .....
- 3.2.4.2. Tipo(s): .....
- 3.2.4.3. Régimen al cual se inicia el cierre de la admisión a carga completa: ..... rpm
- 3.2.4.4. Régimen máximo sin carga: ..... rpm
- 3.2.4.5. Régimen de ralentí: ..... rpm
- 3.3. *Sistema de arranque en frío*
- 3.3.1. Marca(s) .....
- 3.3.2. Tipo(s) .....
- 3.3.3. Descripción: .....
- 4. **Disribución**
- 4.1. Elevación máxima de válvulas y ángulos de apertura y cierre con respecto a puntos fijos, o bien datos equivalentes: .....

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

<sup>(2)</sup> Especificítese la tolerancia.



7.2. *Potencia del motor* (medida conforme a la Directiva 80/1269/CEE)

	Régimen del motor		
	ralentí	intermedio	nominal
Potencia máxima medida en una prueba [kW (a)]			
Potencia total absorbida por la instalación accionada por el motor con arreglo al punto 6.2.2 [kW (b)]			
Potencia bruta del motor [kW (c)]			
Potencia máxima absorbida admitida con arreglo al punto 5 [kW (d)]			
Potencia mínima neta del motor [kW (e)]			

$c = a + b$ ;  $e = c - d$

*Apéndice 2***CARACTERÍSTICAS DE LAS PIEZAS DEL VEHÍCULO RELACIONADAS CON EL MOTOR**

1. Vacío a plena carga del sistema de admisión al régimen nominal: ..... kPa
2. Contrapresión a plena carga del sistema de escape al régimen nominal: ..... kPa
3. Potencia absorbida por la instalación accionada por el motor tal y como se especifica en la condiciones de funcionamiento enunciadas en el punto 5.1.1 del Anexo I de la Directiva 80/1269/CEE, para cada régimen del motor definido en el punto 4.1 del Anexo III de la presente Directiva:

Instalación	Potencia absorbida (kW) en los diferentes regímenes del motor		
	ralentí	intermedio	nominal
<b>Total</b>			

## ANEXO III

## PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

## 1. INTRODUCCIÓN

1.1. El presente Anexo describe el método que deberá aplicarse para determinar las emisiones de gases contaminantes de los motores sometidos a prueba.

1.2. La prueba se efectuará con el motor instalado en un banco de pruebas y acoplado a un dinamómetro.

## 2. PRINCIPIO DE MEDICIÓN

Los gases de escape de un motor incluyen hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno. A lo largo de un ciclo prescrito de condiciones de funcionamiento del motor caliente, se determinan de forma continua las cantidades de dichas sustancias gaseosas en los gases de escape. El ciclo de funcionamiento prescrito consiste en un número determinado de fases régimen/potencia que cubren la gama típica de las condiciones de funcionamiento de los motores diésel. Durante cada fase, se determina la concentración de cada contaminante, el caudal de gas de escape y la potencia suministrada. Los valores determinados se ponderarán y utilizarán para el cálculo de la cantidad de cada contaminante emitido en g/kWh según el método descrito en el presente Anexo.

## 3. APARATOS

## 3.1. Dinamómetro y equipo del motor

Las pruebas de medición de las emisiones de los motores podrán efectuarse sobre banco dinamométrico para motor con los aparatos siguientes;

3.1.1. un banco dinamométrico para motor con características suficientes para permitir la ejecución del ciclo de prueba prescrito en el punto 4.1;

3.1.2. aparatos de medición de la velocidad, del par, del consumo de combustible, del consumo de aire, de la temperatura del líquido refrigerante y del lubricante, de la presión de los gases de escape y de la pérdida de carga, de la temperatura de los gases de escape, de la temperatura del aire de admisión, de la presión atmosférica, de la temperatura del combustible y de la humedad. La precisión de medición de dichos aparatos deberá ajustarse al método CEE de medición de la potencia de los motores de combustión interna de los vehículos de carretera;

3.1.3. un sistema de refrigeración del motor que tenga una capacidad suficiente para mantener dicho motor a la temperatura normal de funcionamiento durante las pruebas previstas del motor;

3.1.4. un sistema de escape sin aislar y no refrigerado que se extienda al menos a 0,5 m del punto en que se sitúe la sonda de muestreo y que genere una contrapresión de escape que se sitúe a  $\pm 650$  Pa ( $\pm 5$  mm Hg) del valor límite superior a la potencia nominal máxima especificada por el fabricante del motor en su documentación comercial y de mantenimiento de los vehículos;

3.1.5. un sistema de admisión de aire con una restricción de admisión de aire de  $\pm 300$  Pa (30 mm H<sub>2</sub>O) del límite superior de las condiciones de funcionamiento del motor que dan un flujo máximo de aire, establecidas por el fabricante del motor para un depurador de aire, para probar el motor.

## 3.2. Aparatos de análisis y de muestreo

El sistema comprenderá un analizador HFID para la medición de los hidrocarburos no quemados (HC), un analizador NDIR para la medición del monóxido de carbono (CO) y un analizador CLA o HCLA o equivalente para la medición de los óxidos de nitrógenos (NO<sub>x</sub>). Habida cuenta de la presencia de hidrocarburos pesados en los gases de escape de los motores diésel, el sistema de analizador HFID deberá calentarse y mantenerse a una temperatura de 453 K a 473 K (180 a 200 °C).

La precisión de los analizadores deberá equivaler al menos a  $\pm 2,5$  % de la escala total. La escala de medición de los analizadores deberá seleccionarse correctamente en función de los valores determinados.

## 3.3. Gases

3.3.1. Los aparatos de recogida deben extenderse a los gases. El diseño y los materiales utilizados deben ser tales que el sistema no influya en la concentración de contaminante en los gases de escape. Podrán utilizarse los gases siguientes:

Analizador	Gas de calibrado	Gas de puesta a cero
CO	CO en N <sub>2</sub>	Nitrógeno o aire purificado seco
HC	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> en el aire	Aire purificado seco
NO <sub>x</sub>	NO en N <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	Nitrógeno o aire purificado seco

<sup>(1)</sup> La cantidad de NO<sub>2</sub> contenida en este gas no debe sobrepasar el 5 % del contenido en NO.

## 3.4. Otros gases necesarios

3.4.1. Deberán estar disponibles los gases siguientes si fueren necesarios para el funcionamiento:

3.4.2. nitrógeno purificado (pureza  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO);3.4.3. oxígeno purificado (pureza  $\geq 99,5$  % vol O<sub>2</sub>);3.4.4. mezcla de hidrógeno (40  $\pm$  2 % de hidrógeno, el resto, de nitrógeno o helio) (pureza  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>);3.4.5. aire sintético purificado (pureza  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO); contenido de oxígeno entre 18 y 21 % vol.

## 3.5. Gases de calibrado

3.5.1. La verdadera concentración de un gas de calibrado debe estar comprendida entre  $\pm 2$  % del valor nominal.3.5.2. Los gases utilizados para el calibrado se pueden obtener también por medio de un separador de gases, diluyendo con N<sub>2</sub> purificado o con aire sintético purificado. La precisión del dispositivo deberá ser tal que las concentraciones de los gases de calibrado diluidos pueda determinarse con una precisión del  $\pm 2$  %.

En el Anexo V se describen los sistemas de análisis actualmente en uso. Podrán utilizarse otros sistemas o analizadores que hayan demostrado dar resultados equivalentes.

## 4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

## 4.1. Ciclo de prueba

La prueba del motor sobre banco dinamométrico deberá efectuarse según el ciclo de 13 fases indicado a continuación:

Nº de fase	Régimen del motor	Volumen de carga
1	ralentí	—
2	intermedio	10
3	intermedio	25
4	intermedio	50
5	intermedio	75
6	intermedio	100
7	ralentí	—
8	nominal	100
9	nominal	75
10	nominal	50
11	nominal	25
12	nominal	10
13	ralentí	—

## 4.2. Medición del caudal de gas de escape

Para calcular las emisiones, es preciso conocer el caudal de gas de escape (ver punto 4.8.1.1). Dicho caudal podrá determinarse por cualquiera de los métodos siguientes:

- a) medición directa del caudal de gas de escape con un caudalómetro o un sistema de medición equivalente;
- b) medición del caudal de aire o del caudal de combustible con sistemas de medición apropiados y cálculo del caudal de gas de escape por medio de las siguientes ecuaciones:

$$G_{EXH} = G_{AIR} + G_{FUEL}$$

o

$$V'_{EXH} = V_{AIR} - 0,75 G_{FUEL} \text{ (volumen de escape seco)}$$

o

$$V''_{EXH} = V_{AIR} + 0,77 G_{FUEL} \text{ (volumen de escape húmedo)}$$

La precisión de la determinación del caudal de gas de escape deberá ser igual al menos a  $\pm 2,5$  %. Las concentraciones de monóxido de carbono y de óxido de nitrógeno se medirán en los gases de escape seco. Las emisiones de CO y de NO<sub>x</sub> deberán por consiguiente calcularse a partir del volumen de gas de escape seco V'<sub>EXH</sub>. No obstante, si el sistema de análisis está equipado con un tubo de toma de muestras calentado, las emisiones de NO<sub>x</sub> se calcularán a partir del volumen de gas de escape húmedo V''<sub>EXH</sub>. Si el cálculo se efectúa a partir del caudal de masa de gas de escape (G<sub>EXH</sub>), las concentraciones de CO y de NO<sub>x</sub> se referirán a las condiciones húmedas. En el cálculo de las emisiones de HC, se tendrá en cuenta G<sub>EXH</sub> y V''<sub>EXH</sub> según el método de medición utilizado.

- 4.3. **Procedimiento que debe seguirse para la utilización de los analizadores y del sistema de muestreo**  
El procedimiento seguido para la utilización de los analizadores deberá ajustarse a las instrucciones de puesta en marcha y utilización dadas por el fabricante de los aparatos. Deberán respetarse en particular las condiciones mínimas previstas a continuación.
- 4.3.1. *Procedimiento de calibrado*  
El procedimiento de calibrado deberá efectuarse como máximo un mes antes de la prueba de medición de las emisiones. Deberá calibrarse el conjunto de los aparatos y deberán verificarse las curvas de calibrado en relación a los gases estándar. Los caudales de gas deberán coincidir con los existentes en el momento del análisis de los gases de escape sometidos a prueba.
- 4.3.1.1. Debe preverse un plazo mínimo de dos horas para el calentamiento de los analizadores.
- 4.3.1.2. Debe efectuarse una prueba de estanqueidad del sistema. Con este fin, se desconectará la sonda del sistema de escape y se obturará su extremo. La bomba del analizador se pondrá entonces en marcha. Tras un periodo inicial de estabilización, todos los caudalímetros y manómetros deberán marcar cero. En caso contrario, se controlará el tubo o los tubos de toma de muestras y se corregirá la anomalía.
- 4.3.1.3. Deberá regularse, en su caso, el analizador NDIR y optimizar la combustión de llama del analizador HFID.
- 4.3.1.4. Se pondrán a cero los analizadores de CO y de NO<sub>x</sub> por medio de aire purificado seco (o de nitrógeno). Deberá purificarse aire seco para el analizador HC. Se efectuará la regulación de la escala de los analizadores, con los gases de calibrado apropiados.
- 4.3.1.5. Se procederá a verificar de nuevo la regulación del cero y repetir, en su caso, las operaciones descritas en el punto 4.3.1.4.
- 4.3.2. *Determinación de la curva de calibrado del analizador*
- 4.3.2.1. La curva de calibrado se determinará mediante cinco puntos de calibrado como mínimo, espaciados lo más uniformemente posible. La concentración nominal del gas de calibrado de mayor concentración no deberá ser inferior al 80 % de la escala completa.
- 4.3.2.2. La curva de calibrado se calculará por el método de los mínimos cuadrados. Si el grado polinómico resultante es superior a 3, el número de puntos de calibrado deberá ser al menos igual a dicho grado polinómico más 2.
- 4.3.2.3. La curva de calibrado no deberá presentar una diferencia mayor al 2 % con respecto al valor nominal de cada uno de los gases de calibrado.
- 4.3.2.4. *Trazado de la curva de calibrado*  
A partir del trazado de la curva de calibrado y de los puntos de calibrado se podrá verificar si el calibrado ha sido efectuado correctamente. Deberán indicarse los diversos parámetros característicos de analizador y en particular los siguientes:  
— la escala,  
— la sensibilidad,  
— el punto cero,  
— la fecha en que se efectuó el calibrado.
- 4.3.2.5. Si se pudiere demostrar a satisfacción del servicio técnico que otras técnicas (p.ej. el ordenador, conmutador de sensibilidades con control electrónico, etc.) ofrecen resultados de precisión equivalente, se podrán aplicar dichas técnicas.
- 4.3.3. *Prueba de eficacia del convertidor de NO<sub>x</sub>*
- 4.3.3.1. La eficacia del convertidor que se utilice para la conversión de NO<sub>x</sub> en NO debe ser controlada.
- 4.3.3.2. Este control puede efectuarse con un ozonizador conforme al montaje de ensayo que figura al final del presente Anexo según el procedimiento descrito a continuación.
- 4.3.3.3. Calibrese el analizador, en la escala de funcionamiento más corriente en función de las indicaciones del fabricante, utilizando gas de puesta a cerco y de calibrado (cuyo contenido en NO deberá ser aproximadamente el 80 % de la escala de funcionamiento y la concentración de NO<sub>2</sub> de la mezcla de gases ser inferior al 5 % de la concentración de NO). El analizador de NO<sub>x</sub> deberá encontrarse en la fase NO de modo que el gas de calibrado no pase por el convertidor. Regístrese la concentración indicada.
- 4.3.3.4. Mediante un conector en T se añadirá ozono de manera continua al caudal de gas hasta que la concentración indicada sea inferior en aproximadamente un 10 % a la concentración de calibrado indicada, tal como figura en el punto 4.3.3.3. Regístrese la concentración indicada (c). El ozonizador se mantendrá fuera de funcionamiento durante todo el proceso.
- 4.3.3.5. A continuación se accionará el ozonizador a fin de generar suficiente ozono para reducir la concentración de NO al 20 % (10 % como mínimo) de la concentración de calibrado indicada en el punto 4.3.3.3. Regístrese la concentración indicada (d).
- 4.3.3.6. El analizador de NO se conmutará luego a la fase NO<sub>x</sub>, con lo cual la mezcla de gases (constituida por NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>) pasará a través del convertidor. Regístrese la concentración indicada (a).
- 4.3.3.7. A continuación se pondrá fuera de funcionamiento el ozonizador. La mezcla de gases descrita en el punto 4.3.3.4 pasará a través del convertidor al detector. Regístrese la concentración indicada (b).

4.3.3.8. Al estar fuera de funcionamiento el ozonizador, quedará interrumpido el flujo de oxígeno. La medida de NO indicada por el analizador no deberá superar en más del 5 % la cifra dada en el punto 4.3.3.3.

4.3.3.9. La eficacia del convertidor de NO<sub>x</sub> se calculará como sigue:

$$\text{Eficacia (\%)} = \left( 1 + \frac{a-b}{c-d} \right) \times 100$$

4.3.3.10. La eficacia del convertidor deberá verificarse antes de cada calibrado del convertidor de NO<sub>x</sub>.

4.3.3.11. El valor así obtenido no debe ser inferior al 90 %.

*Nota :*

Si la escala de funcionamiento del analizador se situara por encima de la mayor escala que puede usar el generador NO<sub>x</sub> para dar una reducción del 80 % al 20 %, se utilizará la mayor escala con que pueda funcionar el controlador del convertidor de NO<sub>x</sub>.

4.3.4. *Verificación previa a las pruebas*

Deberá preverse un plazo mínimo de dos horas para el calentamiento de los analizadores NDIR, pero es preferible que éstos permanezcan constantemente bajo tensión. Los motores del obturador podrán apagarse fuera de los períodos de utilización.

4.3.4.1. El analizador de HC deberá ponerse a cero con aire seco o nitrógeno y deberá obtenerse un cero estable en el instrumento de medida y en el registrador del amplificador.

4.3.4.2. Se introducirá gas de calibrado en el circuito y se regulará el aumento para adaptarlo a la curva del calibrado. Deberá utilizarse el mismo caudal para el calibrado, para la regulación de la escala y para el análisis de los gases de escape, con el fin de evitar las correcciones en función de la presión en la cámara de análisis. Deberá utilizarse un gas de calibrado que tenga una concentración del componente de calibrado correspondiente al 75-95 % de la escala plena. La concentración deberá obtenerse con una aproximación de  $\pm 2,5$  %.

4.3.4.3. Deberá controlarse la regulación del cero y repetirse, en su caso, las operaciones descritas en los puntos 4.3.2.1 y 4.3.2.2.

4.3.4.4. Deberán controlarse los caudales.

4.4. **Carburante**

El carburante deberá ser el carburante de referencia definido en el Anexo IV.

4.5. **Condiciones de pruebas del motor**

4.5.1. Se medirán la temperatura absoluta T en la entrada del motor, expresada en grados Kelvin, y la presión atmosférica seca ps, expresada en Kilopascals y el parámetro F se determinará por la fórmula:

$$F = \left( \frac{99}{ps} \right)^{0,65} \times \left( \frac{T}{298} \right)^{0,5}$$

4.5.2. Para que una prueba se considere válida, el parámetro F deberá ser tal que:

$$0,96 \leq F \leq 1,06$$

4.6. **Desarrollo de la prueba**

En cada modalidad del ciclo de prueba, el régimen especificado deberá mantenerse a  $\pm 50$  rpm y el par especificado a  $\pm 2$  % del par máximo en el régimen de prueba. La temperatura del carburante en la entrada de la bomba de inyección deberá ser de 306 k-316 K (33 °C-43 °C). El regulador y el circuito de alimentación de carburante podrán regularse de acuerdo con las indicaciones proporcionadas por el fabricante en su documentación comercial y de mantenimiento. Deberán efectuarse las siguientes operaciones para cada prueba:

4.6.1. se instalarán los aparatos y las sondas de toma de muestras según las necesidades;

4.6.2. se pondrá en marcha el sistema de refrigeración;

4.6.3. se pondrá el motor en marcha y se calentará hasta que todas las temperaturas y presiones estén estabilizadas;

4.6.4. la curva de par de giro a plena carga se determinará por experimentación para calcular los valores del par para los tipos de prueba especificados; se tendrá en cuenta la potencia máxima autorizada absorbida por la instalación accionada por el motor, que el fabricante declare aplicable al tipo de motor. El ajuste del dinamómetro para el régimen y cada carga se calculará mediante la fórmula siguiente:

$$s = P_{\min} \times \frac{L}{100} P_{\text{aux}}$$

donde

s = ajuste del dinamómetro,

$P_{\min}$  = potencia neta mínima del motor, tal y como se indica en la línea (e) del cuadro del apéndice I, punto 7.2, Anexo II,

L = porcentaje de carga, tal y como se indica en el punto 4.1 del presente Anexo,

$P_{\text{aux}}$  = potencia total admisible absorbida por la instalación que podrá ser accionada por el motor menos la potencia de dicha instalación efectivamente accionada por el motor: (d)-(b) del Anexo II, apéndice I, punto 7.2;

- 4.6.5. los analizadores de gas se pondrán a cero y calibrarán;
- 4.6.6. se comenzará el ciclo de prueba (véase punto 4.1). Se pondrá en funcionamiento el motor durante seis minutos en cada fase, y se efectuarán los cambios de régimen y de carga a lo largo del primer minuto. Las respuestas de los analizadores deberán registrarse en el registrador gráfico durante los seis minutos completos, y los gases de escape deberán pasar a los analizadores durante los tres últimos minutos como mínimo. El régimen y la carga, la temperatura y la presión del aire en la admisión y en el escape, así como el caudal de combustible y de aire o el caudal de gas de escape se registrarán durante los cinco últimos minutos de cada fase, y deberán respetarse las condiciones de régimen y de carga durante el último minuto de cada fase;
- 4.6.7. deberá medirse y registrarse todo dato complementario necesario para el cálculo (véase punto 4.7);
- 4.6.8. las regulaciones de cero y de la escala de los analizadores podrán verificarse y repetirse, en su caso, por lo menos, al final de la prueba. La prueba se considerará válida si las regulaciones posteriores necesarias no superan la precisión de los analizadores previstos en el punto 3.2.

#### 4.7. Lectura de los registros gráficos

Deberán localizarse los 60 últimos segundos de cada fase y se determinará el valor medio del registro gráfico para HC, CO y  $\text{NO}_x$  durante dicho periodo. Se determinará la concentración de HC, CO y  $\text{NO}_x$  a lo largo de cada fase a partir del valor medio registrado y de los datos de calibrado correspondientes. No obstante, se admitirán otros tipos de registro siempre que garanticen resultados equivalentes.

#### 4.8. Cálculo

- 4.8.1. Los resultados de prueba definitivos comunicados se calcularán de la forma siguiente:
- 4.8.1.1. Se determinará el caudal de masa de gas de escape  $G_{\text{EXH}}$  o  $V'_{\text{EXH}}$  y  $V''_{\text{EXH}}$  (véase punto 4.2) para cada fase.
- 4.8.1.2. Cuando se utilice  $G_{\text{EXH}}$ , las concentraciones medidas de monóxido de carbono y de óxidos de nitrógeno deberán referirse a condiciones húmedas y la conversión se realizará mediante el método previsto en el Anexo VI. No obstante, si el sistema de análisis está equipado con un tubo de toma de muestras de calentado, la conversión de las emisiones de  $\text{NO}_x$  no deberá realizarse de acuerdo con el Anexo VI.
- 4.8.1.3. Deberán corregirse las concentraciones de  $\text{NO}_x$  mediante el método previsto en el Anexo VII.
- 4.8.1.4. Se calculará el caudal de masa de contaminantes para cada fase según las siguientes fórmulas:

$$(1) \text{NO}_x \text{ masa} = 0,001587 \times \text{NO}_x \text{ conc} \times G_{\text{EXH}}$$

$$(2) \text{CO}_{\text{masa}} = 0,000966 \times \text{CO}_{\text{conc}} \times G_{\text{EXH}}$$

$$(3) \text{HC}_{\text{masa}} = 0,000478 \times \text{HC}_{\text{conc}} \times G_{\text{EXH}}$$

o

$$(1) \text{NO}_x \text{ masa} = 0,00205 \times \text{NO}_x \text{ conc} \times V_{\text{EXH}} \text{ (seco) para sistemas no calentados}$$

$$(2) \text{NO}_x \text{ masa} = 0,00205 \times \text{NO}_x \text{ conc} \times V''_{\text{EXH}} \text{ (húmedo) para sistemas calentados}$$

$$(3) \text{CO}_{\text{masa}} = 0,00125 \times \text{CO}_{\text{conc}} \times V_{\text{EXH}} \text{ (seco)}$$

$$(4) \text{HC}_{\text{masa}} = 0,000618 \times \text{HC}_{\text{conc}} \times V''_{\text{EXH}} \text{ (húmedo)}$$

- 4.8.2. Las emisiones deberán calcularse a partir de las relaciones siguientes:

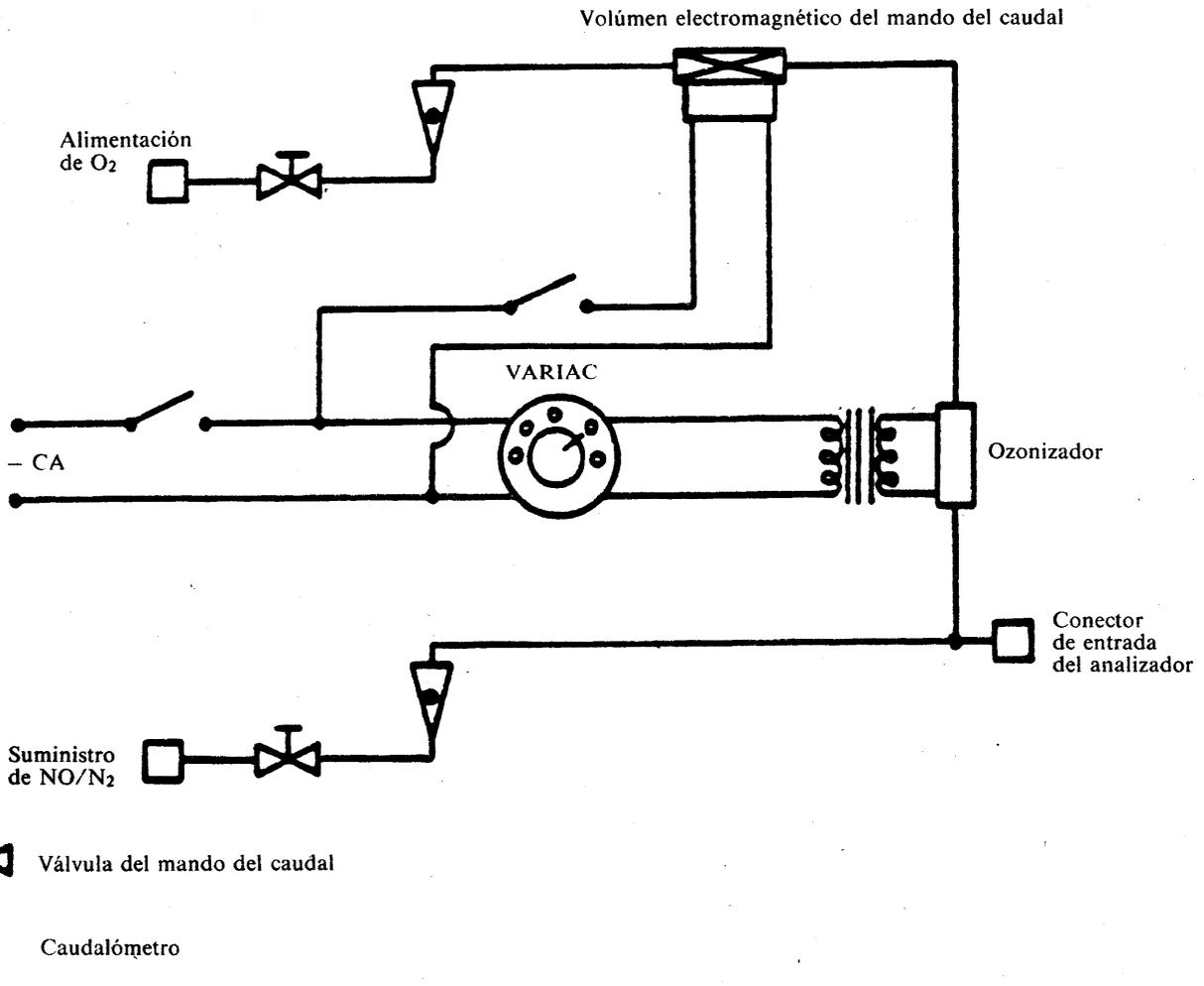
$$\text{NO}_x = \frac{\sum \text{NO}_x \text{ masa} \times \text{WF}}{\sum \text{P} \times \text{WF}}$$

$$\text{CO} = \frac{\sum \text{CO}_{\text{masa}} \times \text{WF}}{\sum \text{P} \times \text{WF}}$$

$$\text{HC} = \frac{\sum \text{HC}_{\text{masa}} \times \text{WF}}{\sum \text{P} \times \text{WF}}$$

En estas relaciones se aplicarán los siguientes factores de ponderación (WF):

Número de fase	WF
1	0,25/3
2	0,08
3	0,08
4	0,08
5	0,08
6	0,25
7	0,25/3
8	0,10
9	0,02
10	0,02
11	0,02
12	0,02
13	0,25/3



Esquema del dispositivo de control de la eficacia del convertidor de NO<sub>x</sub>

## ANEXO IV

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CARBURANTE DE REFERENCIA A UTILIZAR  
PARA LAS PRUEBAS DE HOMOLOGACIÓN Y EL CONTROL DE LA CONFORMIDAD  
DE LA PRODUCCIÓN**

Carburante de referencia CEC RF-03-A-84 (1) (3) (7)

Tipo: carburante diésel

	Límites y unidades	Método ASTM
Índice de cetano (4)	min. 49 max. 53	D 613
Densidad a 15 °C (Kg/l)	min. 0,835 max. 0,845	D 1298
Destilación (2):		
— punto 50 % vol	min. 245 °C	D 86
— punto 90 % vol	min. 320 °C max. 340 °C	
— punto de ebullición final	max. 370 °C	
Punto de inflamación	min. 55 °C	D 93
Punto de obstrucción del filtro en frío	min. — max. -5 °C	EN 116 (CEN)
Viscosidad a 40 °C	min. 2,5 mm <sup>2</sup> /s max. 3,5 mm <sup>2</sup> /s	D 445
Contenido de azufre	min. a indicar max. 0,3 % en peso	D 1266/D 2622 D 2785
Corrosión lámina de cobre	max. 1	D 130
Carbono Conradson en el residuo (10 %)	max. 0,2 % en peso	D 189
Contenido de cenizas	max. 0,01 % en peso	D 482
Contenido de agua	max. 0,05 % en peso	D 95/D 1744
Índice de neutralización (acidez fuerte)	max. 0,20 mg KOH/g	
Estabilidad a la oxidación (6)	max. 2,5 mg/100 ml	D 2274
Aditivos (3)		

(1) Se adoptarán métodos ISO equivalentes para todas las características mencionadas una vez que se publiquen los mismos.

(2) Los valores indicados corresponden a las cantidades totales evaporadas: % recuperado + % perdido.

(3) Los valores indicados en la especificación son «valores reales».

Para determinar los valores límite, se ha recurrido a los términos del documento ASTM D 3244, que define una base para las discrepancias relativas a la cantidad de productos petrolíferos y, para determinar un valor máximo, se ha tenido en cuenta una diferencia mínima de 2 R por encima de cero. Mediante la determinación de un valor máximo y de un valor mínimo, la diferencia mínima es de 4 R (R = reproducibilidad).

A pesar de que se trate de una medida necesaria por razones estadísticas, el fabricante del carburante deberá procurar obtener un valor cero cuando el valor máximo estipulado sea de 2 R y obtener el valor medio cuando exista un máximo y un mínimo. Si es necesario determinar el respeto de las especificaciones, se aplicarán los términos del documento ASTM D 3244.

(4) El índice de cetano no se ajusta a las exigencias de un índice mínimo de 4 R. Sin embargo, en casos de discrepancia entre el proveedor y el usuario, podrán utilizarse los términos del documento ASTM D 3244, siempre y cuando se lleven a cabo, preferentemente en definiciones particulares, repetidas mediciones, en número suficiente de forma que se logre la precisión necesaria.

(5) Este gasóleo podrá fabricarse a partir de destilados directo o pirolizados a presión y se permitirá la desulfuración. No deberá contener aditivos metálicos ni aditivos que incrementen el índice de cetano.

(6) Si bien deberá controlarse la estabilidad a la oxidación, es probable que la duración de vida del producto sea limitada. Se recomienda que se solicite asesoramiento al proveedor en lo que se refiera a las condiciones de almacenamiento y a la duración de vida.

(7) Si es preciso determinar el rendimiento térmico de un motor o de un vehículo, el poder calorífico del gasóleo se calculará a partir de:

$$\text{La energía específica (poder calorífico) (neta) MJ/kg} = (46,423 - 8,792d^2 + 3,170d) [1 - (x + y + s)] + 9,420s - 2,499x$$

donde:

d = densidad a 15 °C,

x = proporción por masa de agua (porcentaje dividido por 100),

z = proporción por masa de cenizas (porcentaje dividido por 100),

s = proporción por masa de azufre (porcentaje dividido por 100).

## ANEXO V

## SISTEMAS DE ANÁLISIS

A continuación se describen tres sistemas de análisis basados en la utilización de:

- un analizador HFID para la medición de los hidrocarburos;
- un analizador NDIR para la medición del monóxido de carbono;
- un analizador CLA, HCLA o equivalente con o sin tubo de toma de muestras calentado para la medición de los óxidos de nitrógeno.

**Sistema 1**

En la figura 1 se muestra un diagrama del principio del sistema de análisis y de muestreo con un analizador de luminiscencia química para la medición de NO<sub>x</sub>.

SP	Sonda de acero inoxidable para tomar muestras de gas en el sistema de escape. Se recomienda utilizar una sonda estática de varios agujeros, cerrada en su extremo y que se extienda a través de un 80 % como mínimo del diámetro del tubo de escape. La temperatura de los gases de escape en la sonda deberá ser de 343 K (70 °C) como mínimo.
HSL	Tubo de toma de muestras calentado cuya temperatura deberá mantenerse a 453-473 K (180-200 °C); deberá ser de acero inoxidable o de PRFE.
F <sub>1</sub>	Prefiltro calentado; en su caso, deberá mantenerse a la misma temperatura que el tubo de toma de muestras calentado.
T <sub>1</sub>	Indicador de temperatura del flujo de gas de escape tomado como muestra que entre en el horno.
V <sub>1</sub>	Sistema de válvulas que permita seleccionar los gases de escape tomados como muestra, el gas de calibrado, el aire o el gas de puesta a cero que pasen al circuito. La válvula deberá estar situada en el horno o calentarse a la temperatura del tubo de toma de muestras.
V <sub>2</sub> , V <sub>3</sub>	Válvulas de aguja para regular el gas de calibrado y el gas de puesta a cero.
F <sub>2</sub>	Filtro para extraer las partículas; se recomienda un disco filtrador de fibra de vidrio de 70 mm de diámetro. Dicho filtro deberá ser fácilmente accesible y cambiarse todos los días o con más frecuencia aún cuando sea necesario.
P <sub>1</sub>	Bomba de toma de muestras calentada.
G <sub>1</sub>	Manómetro para la medición de la presión en el tubo de toma de muestras.
V <sub>4</sub>	Válvula reguladora de la presión en el tubo de toma de muestras y del caudal hacia el detector.
HFID	Detector de ionización de llama calentada para hidrocarburos. La temperatura del horno deberá mantenerse a 453 K-473 K (200 °C).
FL <sub>1</sub>	Caudalómetro para la medición del caudal de derivación de los gases de escape tomados como muestra.
R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub>	Regulador de presión para el aire y el combustible.
SL	Tubo de toma de muestras; deberá ser de PTFE o de acero inoxidable. Podrá calentarse o no.
B	Baño para refrigerar y condensar el agua contenida en los gases de escape tomados como muestra. Debe mantenerse a la temperatura de 273 a 277 K (0 a 4 °C) mediante hielo u otro sistema de refrigeración.
C	Serpentín de refrigeración y separador adecuados para condensar y recoger el vapor de agua.
T <sub>2</sub>	Indicador de temperatura del baño.
V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	Válvulas de purga para el vaciado de los separadores de condensación y del baño.
V <sub>7</sub>	Válvula de tres vías.
F <sub>3</sub>	Filtro para extraer los contaminantes particulares de los gases de escape antes del análisis. Se recomienda un filtro de fibra de vidrio de un diámetro de 70 mm como mínimo.
P <sub>2</sub>	Bomba de muestreo.
V <sub>8</sub>	Regulador de presión para la regulación del caudal tomado como muestra.
V <sub>9</sub> , V <sub>10</sub> , V <sub>11</sub> , V <sub>12</sub>	Válvulas de bola de tres vías o válvulas electromagnéticas que permitan dirigir los gases de muestra, de puesta a cero o de calibrado a los analizadores.
V <sub>13</sub> , V <sub>14</sub>	Válvulas de aguja para la regulación de los caudales a los analizadores.
CO	Analizador NDIR para el monóxido de carbono.
NO <sub>x</sub>	Analizador CLA para los óxidos de nitrógeno.
FL <sub>2</sub> , FL <sub>3</sub> , FL <sub>4</sub>	Caudalómetro para el caudal derivado.

**Sistema 2**

En la figura 2 se muestra un diagrama del sistema de análisis y de muestreo con un analizador NDIR para la medición de NO<sub>x</sub>.

SP	Sonda de acero inoxidable, para obtener muestras del sistema de escape. Se recomienda utilizar una sonda estática de varios orificios cerrada en su extremo y que se extienda por un 80 % como mínimo del diámetro del tubo de escape. La temperatura de la sonda deberá ser de 343 K (70 °C) como mínimo (con arreglo a la Directiva 72/306/CEE). La sonda deberá colocarse en el tubo de escape a una distancia de uno a cinco metros de la brida de salida del colector de escape o de la salida del turbocompresor.
HSL	Tubo de toma de muestras calentado cuya temperatura debe mantenerse entre 453-473 K (180-200 °C). Deberá ser de acero inoxidable o de PTFE.
F <sub>1</sub>	Prefiltro calentado; en su caso, debe mantenerse a la misma temperatura que el tubo de toma de muestras calentado.
T <sub>1</sub>	Indicador de temperatura del flujo de gas de escape tomado como muestra que entra en el horno.
V <sub>1</sub>	Sistema de válvulas que permitan dirigir los gases de escape de muestra, el gas de calibrado, el aire o el gas de puesta a cero al circuito. La válvula debe situarse en el horno o calentarse a la temperatura del tubo de toma de muestras.
V <sub>2</sub> , V <sub>3</sub>	Válvulas de aguja de regulación para el gas de calibrado y el gas de puesta a cero.
F <sub>2</sub>	Filtro para extraer las partículas. Se recomienda un disco filtrador de fibra de vidrio de 70 mm de diámetro. Dicho filtro debe ser fácilmente accesible y cambiarse todos los días o aún con más frecuencia cuando proceda.
P <sub>1</sub>	Bomba de toma de muestras para calentar.
G <sub>1</sub>	Manómetro para la medición de la presión en el tubo de toma de muestras.
V <sub>4</sub>	Válvula reguladora para regular la presión en el tubo de toma de muestras y el caudal hacia el detector.
HFID	Detector de ionización de llama calentado para hidrocarburos. La temperatura del horno debe mantenerse a 453-473 K (180-200 °C).
FL <sub>1</sub>	Caudalómetro para la medición del caudal de derivación de gas de escape tomado como muestra.
R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub>	Reguladores de presión para el aire y el carburante.
SL	Tubo de toma de muestras. Debe ser de PTFE o de acero inoxidable.
B	Baño para refrigerar y condensar el agua contenida en los gases de escape tomados como muestra. Debe mantenerse a una temperatura de 273 a 277 K (0 a 4 °C) mediante hielo o un sistema de refrigeración.
C	Serpentín de refrigeración y separador adecuados para condensar y recoger el vapor de agua.
T <sub>2</sub>	Indicador de temperatura del baño.
V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	Válvulas de purga para el vaciado del separador de condensación y del baño.
V <sub>7</sub>	Válvula de tres vías.
F <sub>3</sub>	Filtro para extraer, antes del análisis, las partículas de contaminante contenidas en los gases de escape tomados como muestra. Se recomienda un filtro de fibra de vidrio de un diámetro de 70 mm como mínimo.
P <sub>2</sub>	Bomba de toma de muestras.
V <sub>8</sub>	Regulador de presión para la regulación del caudal de gas de escape tomado como muestra.
V <sub>9</sub>	Válvula de bola o electromagnética que permita enviar los gases de escape de muestra, el gas de puesta a cero o el gas de calibrado a los analizadores.
V <sub>10</sub> , V <sub>11</sub>	Válvula de tres vías que permita rodear el secador.
D	Secador para extraer la humedad de los gases de muestra. Si se utiliza un secador antes del analizador de NO <sub>x</sub> , éste deberá tener un efecto mínimo sobre la concentración de NO <sub>x</sub> .
V <sub>12</sub>	Válvula de aguja para la regulación del caudal hacia los analizadores.
G <sub>2</sub>	Manómetro que indique la presión de entrada en los analizadores.
CO	Analizador NDIR para el monóxido de carbono.
NO <sub>x</sub>	Analizador NDIR para los óxidos de nitrógeno.
FL <sub>2</sub> , FL <sub>3</sub>	Caudalímetros para el caudal de derivación.

### Sistema 3

En la figura 3 del presente Anexo se proporciona un diagrama del sistema de análisis y de muestreo, para medir el NO<sub>x</sub>, en el que se utiliza un HCLA o sistemas equivalentes.

SP	Sonda de acero inoxidable para tomar muestras de gas en el sistema de escape. Se recomienda utilizar una sonda estática de varios agujeros cerrados en su extremo, que se extiende a un 80 % como mínimo del diámetro del tubo de escape. La temperatura de los gases de escape en la sonda no debería ser inferior a 343 K (70 °C).
HSL <sub>1</sub>	Tubo de toma de muestras calentado cuya temperatura deberá mantenerse a 453 K-473 K (180-200 °C). Deberá ser de acero inoxidable o de PTFE.
F <sub>1</sub>	Prefiltro calentado, en caso necesario, deberá mantenerse a la misma temperatura que el tubo de toma de muestras calentado.

T <sub>1</sub>	Indicador de temperatura del flujo de gas de escape tomado como muestra que entre en el horno.
V <sub>1</sub>	Sistema de válvulas que permita dirigir al circuito los gases de escape de muestra, el gas de calibrado, el aire o el gas de puesta a cero. La válvula deberá estar situada en el horno y estar calentada a la temperatura del tubo de toma de muestras HSL <sub>1</sub> .
V <sub>2</sub> , V <sub>3</sub>	Válvulas de aguja de regulación para el gas de calibrado y el gas de puesta a cero.
F <sub>2</sub>	Filtro de extracción de partículas; se recomienda un disco filtrador de fibra de vidrio de 70 mm de diámetro. Dicho filtro deberá ser fácilmente accesible y cambiarse todos los días o aún con mayor frecuencia cuando proceda.
P <sub>1</sub>	Bomba de toma de muestras calentada.
G <sub>1</sub>	Manómetro de medición de la presión en el tubo de toma de muestras del analizador HC.
R <sub>3</sub>	Válvula reguladora para la regulación de la presión en el tubo de toma de muestras y del caudal hacia el detector.
HFID	Detector de ionización de llama calentado para hidrocarburos. La temperatura del horno deberá mantenerse a 453-473 K (180-200 °C).
FL <sub>1</sub> , FL <sub>2</sub> , FL <sub>3</sub>	Caudalómetro para la medición del caudal de derivación de los gases de escape de muestra.
R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub>	Reguladores de presión para el aire y el carburante.
HSL <sub>2</sub>	Tubo de toma de muestras calentado; su temperatura deberá mantenerse entre 368 y 473 K (95 y 200 °C); el tubo deberá ser de acero inoxidable o PTFE.
T <sub>2</sub>	Indicador de temperatura del flujo de gas de escape de muestra que entre en el analizador CL.
T <sub>3</sub>	Indicador de temperatura del convertidor NO <sub>2</sub> -NO.
V <sub>9</sub> , V <sub>10</sub>	Válvulas de tres vías para rodear el convertidor NO <sub>2</sub> -NO.
V <sub>11</sub>	Válvula de aguja para equilibrar el caudal entre el convertidor NO <sub>2</sub> -NO y la derivación.
SL	Tubo de toma de muestras. Deberá ser de PTFE o de acero inoxidable. Podrá estar calentado o no.
B	Baño para refrigerar y condensar el agua contenida en los gases de escape de muestra. Deberá mantenerse a una temperatura comprendida entre 273 y 277 K (0 °C y 4 °C) mediante hielo o un sistema de refrigeración.
C	Serpentín de refrigeración y separador adecuados para condensar y recoger el vapor de agua.
T <sub>4</sub>	Indicador de temperatura del baño.
V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	Válvulas de purga para el vaciado de los separadores de condensación y del baño.
R <sub>4</sub> , R <sub>5</sub>	Reguladores de presión para la regulación del caudal de muestra.
V <sub>7</sub> , V <sub>8</sub>	Válvulas de bola o válvulas electromagnéticas para enviar los gases de escape de muestra, los gases de puesta a cero o el gas de calibrado a los analizadores.
V <sub>12</sub> , V <sub>13</sub>	Válvulas de aguja para regular los caudales a los analizadores.
CO	Analizador NDIR para el monóxido de carbono.
NO <sub>x</sub>	Analizador HCLA para los óxidos de nitrógeno.
FL <sub>4</sub> , FL <sub>5</sub>	Caudalímetros para el caudal derivado.
V <sub>4</sub> , V <sub>14</sub>	Válvulas de bola o electromagnéticas de tres vías. Las válvulas deberán estar situadas en un horno o calentarse a la temperatura del tubo de toma de muestras HSL <sub>1</sub> .

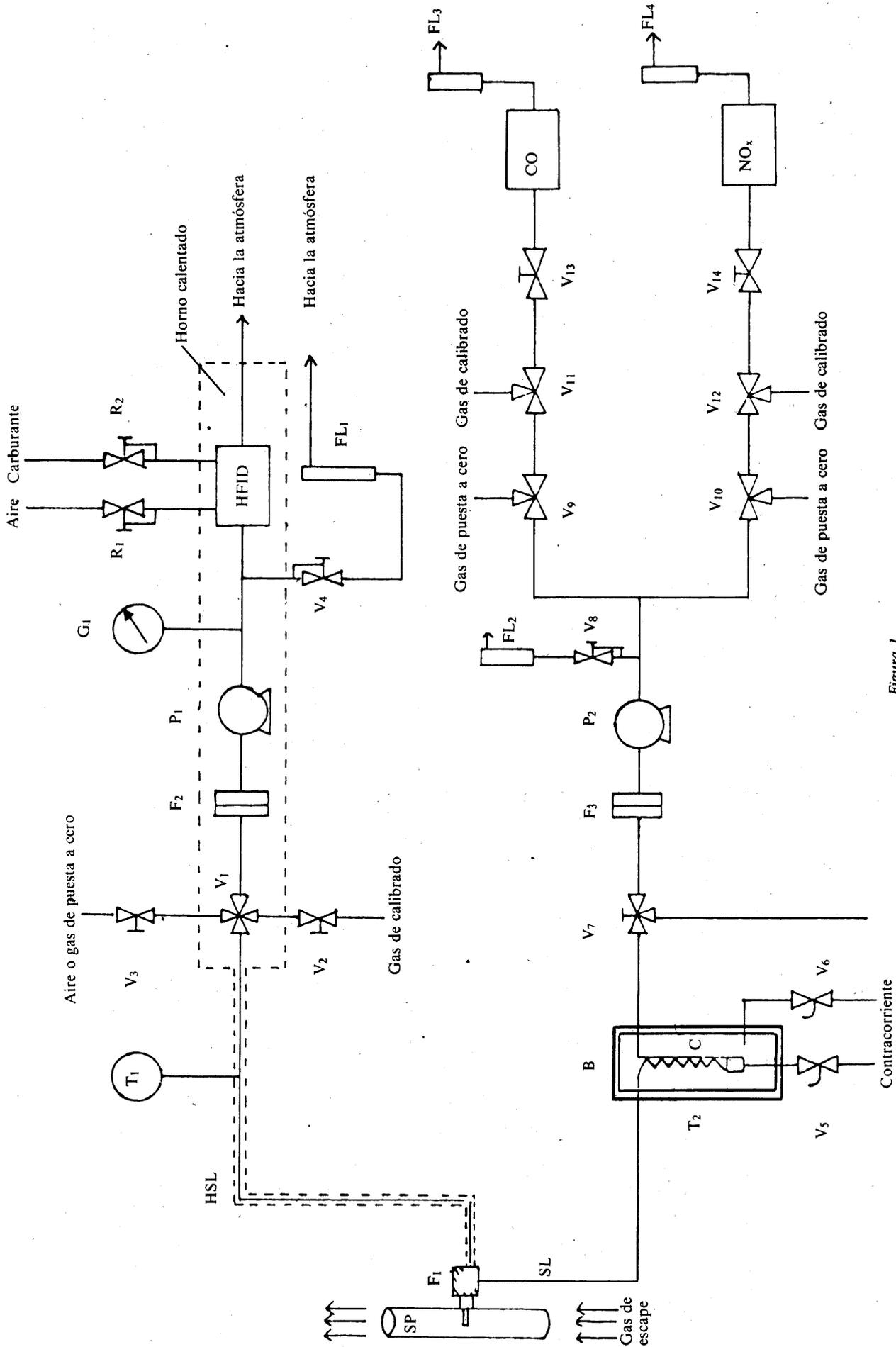


Figura 1

Diagrama del sistema de análisis de los gases de escape para la medición de CO, NO<sub>x</sub> y HC (análisis de NO<sub>x</sub> por CLA)

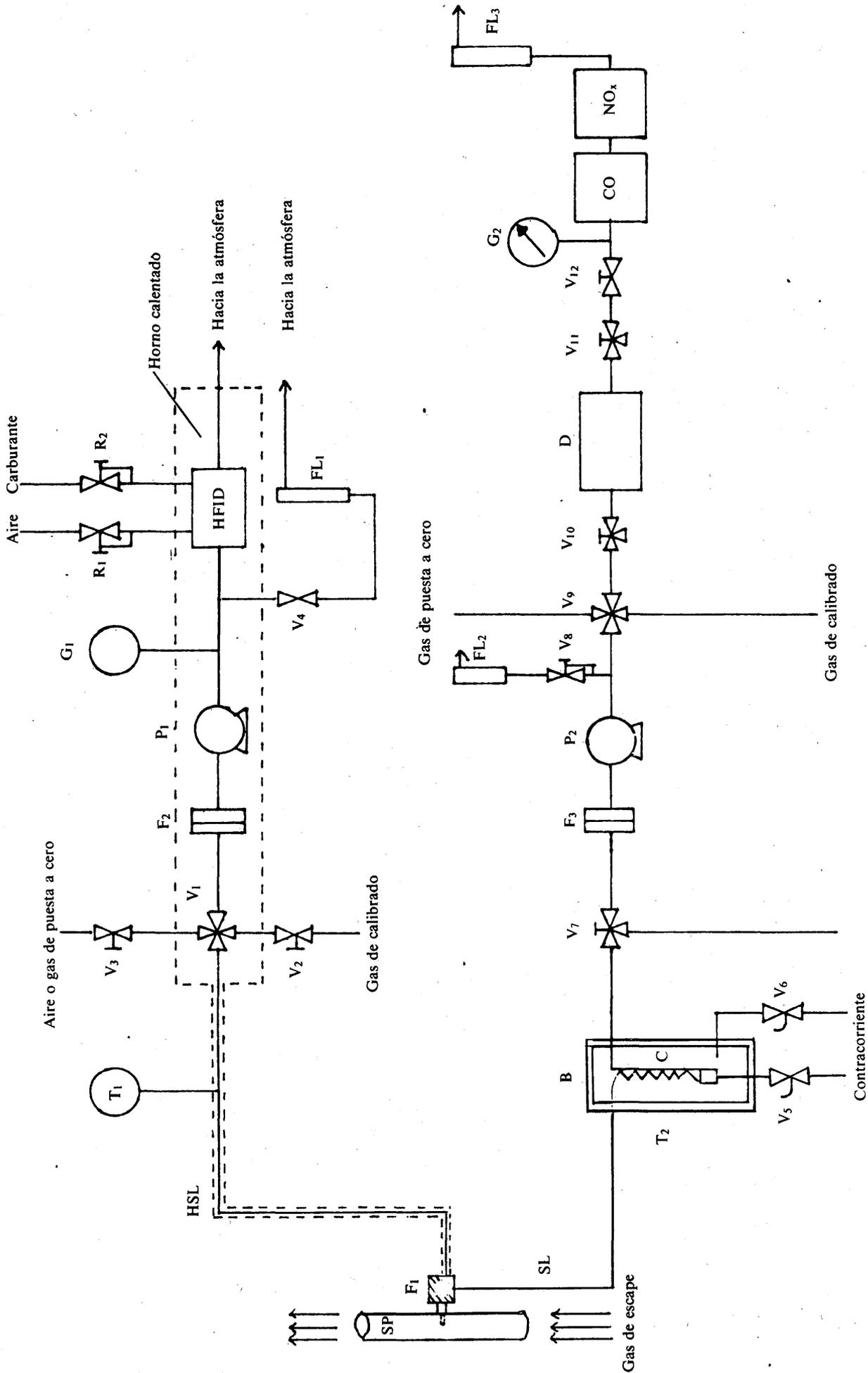


Figura 2  
Diagrama del sistema de análisis de los gases de escape para la medición de CO, NO<sub>x</sub> y HC  
(análisis de NO<sub>x</sub> por NDIR)

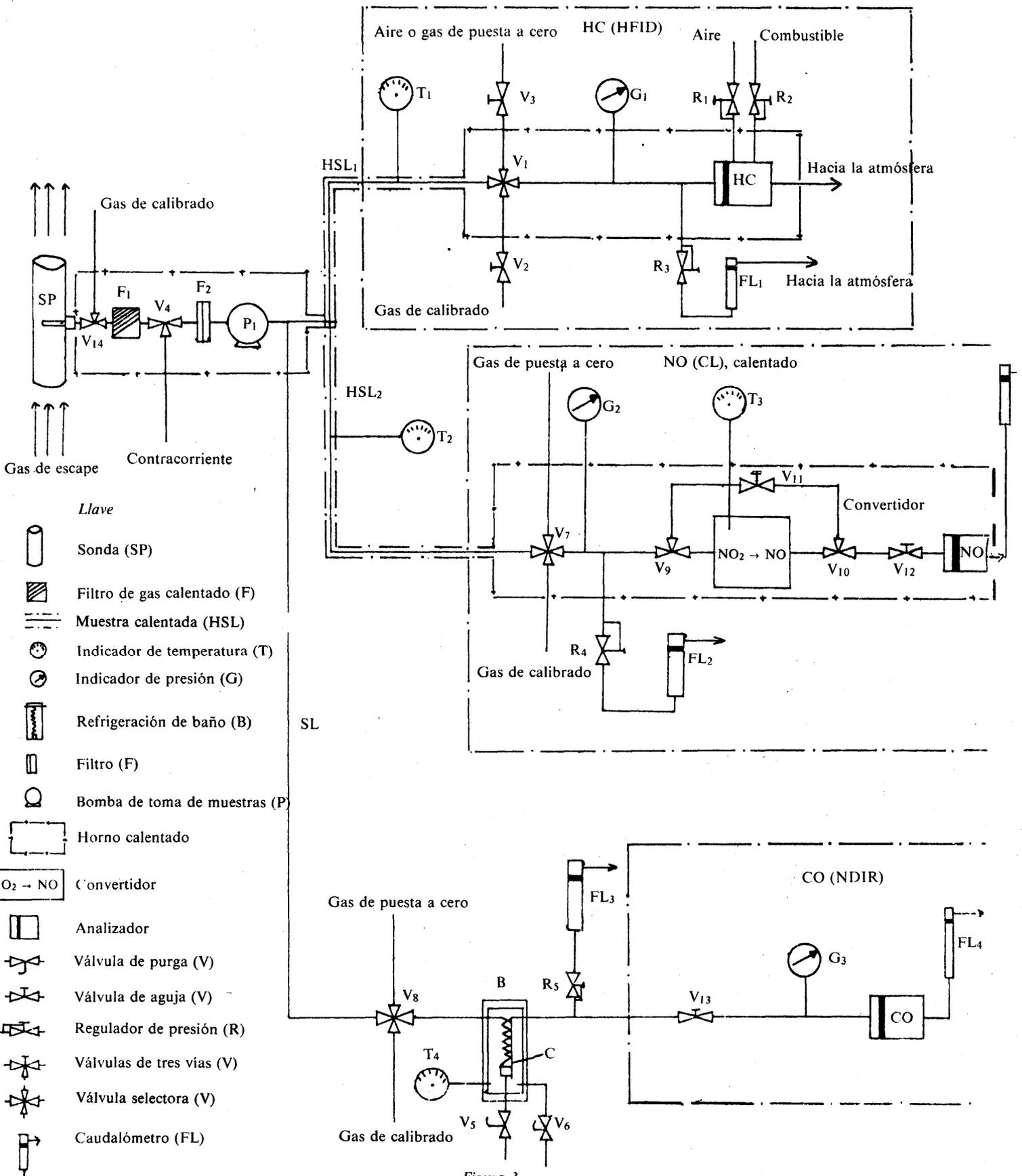


Figura 3

Diagrama del sistema de análisis de los gases de escape para la medición de CO, NO<sub>x</sub> y HC (análisis por HCLA y tubo de muestras calentado)

## ANEXO VI

**CONVERSIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CO Y NO<sub>x</sub>  
EN VALOR REFERIDO A CONDICIONES HÚMEDAS**

Las concentraciones de CO y NO<sub>x</sub> en los gases de escapes medidos por el método descrito se refieren a condiciones secas. Para convertir los valores medidos en concentraciones reales en los gases de escape (condiciones húmedas), se puede aplicar la fórmula siguiente:

$$\text{ppm (condiciones húmedas)} = \text{ppm (condiciones secas)} \times \left[ 1 - 1,85 \left( \frac{G_{\text{FUEL}}}{G_{\text{AIR}}} \right) \right]$$

donde:

$G_{\text{FUEL}}$  = caudal de carburante (kg/seg) (kg/h);

$G_{\text{AIR}}$  = caudal de aire (kg/seg) (kg/h) (aire seco).

## ANEXO VII

**FACTOR DE CORRECCIÓN DE HUMEDAD PARA LOS ÓXIDOS DE NITRÓGENO**

A los valores de los óxidos de nitrógeno se debe aplicar el factor de corrección de humedad siguiente:

$$\frac{1}{1 + A(7m - 75) + B \times 1,8(T - 302)}$$

donde:

$$A = 0,044 \frac{G_{\text{FUEL}}}{G_{\text{AIR}}} - 0,0038,$$

$$B = 0,116 \frac{G_{\text{FUEL}}}{G_{\text{AIR}}} + 0,0053,$$

$m$  = humedad del aire de admisión en g de H<sub>2</sub>O por Kg de aire seco,

$T$  = temperatura del aire en K,

$\frac{G_{\text{FUEL}}}{G_{\text{AIR}}}$  = relación carburante/aire (aire seco).

ANEXO VIII

(MODELO)

CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN CEE

Sello de la administracion

Comunicación relativa a:

- la homologación (1)
- la expedición y/o la prolongación de la homologación (1) de un tipo de vehículo/de una entidad técnica/de un elemento (1), con arreglo a la Directiva 88/77/CEE.

Homologación CEE nº: Expedición y/o prolongación nº:

SECCIÓN I

- 0. Generalidades
0.1. Marca del vehículo/de la entidad técnica/del elemento (1):
0.2. Designación por el fabricante del tipo de vehículo/entidad técnica/elemento (1):
0.3. Código del tipo por el fabricante, marcado sobre el vehículo/entidad técnica/elemento (1):
0.4. Categoría de vehículo:
0.5. Nombre y dirección del fabricante:
0.6. Nombre y dirección del representante autorizado por el fabricante (si procede):

SECCIÓN II

- 1. Descripción breve (si procede): véase el Anexo I.
2. Departamento técnico responsable de realizar las pruebas:
3. Fecha del informe de la prueba:
4. Número del informe de la prueba:
5. Motivo(s) para expedir y/o prolongar la homologación (si procede):
6. Observaciones (si procede): véase el Anexo I.
7. Lugar:
8. Fecha:
9. Firma:
10. Se adjunta una lista de documentos incluidos en el expediente de la homologación del departamento administrativo que ha concedido esta homologación, cuyo certificado podrá obtenerse a petición.

(1) Táchese lo que no proceda.

*Apéndice 1*

al certificado de homologación CEE nº... relativo a la homologación de un vehículo/entidad técnica/elemento (1) con arreglo a la Directiva 88/77/CEE

1. **Descripción breve**
- 1.1. *Características a indicar con respecto a la homologación 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 posibles variantes): .....
- 1.1.3. Código del fabricante marcado en el motor: .....
- 1.1.4. Categoría del vehículo (si procede): .....
- 1.1.5. Nombre y dirección del fabricante: .....
- 1.1.6. Nombre y dirección del representante autorizado por el fabricante (si existe): .....
- 1.2. *Si el motor contemplado en 1.1 ha recibido una homologación como entidad técnica*
- 1.2.1. Número de homologación del motor: .....
- 1.3. *Características a indicar con respecto a la homologación de un motor como entidad técnica (condiciones que deben respetarse para el montaje del motor en un vehículo)*
- 1.3.1. Vacío máximo y/o mínimo de entrada ..... kPa
- 1.3.2. Máxima presión de escape admisible ..... kPa
- 1.3.3. Valor máximo admisible de la potencia absorbida por la instalación accionada por el motor: .....
- 1.3.3.1. Ralentí: ..... kW; intermedio: ..... kW; nominal: ..... kW
- 1.3.4. Restricciones de empleo (si procede): .....
- 1.4. *Niveles de emisión*
- CO ..... g/kWh
- HC ..... g/kWh
- NO<sub>x</sub> ..... g/kWh
6. **Observaciones (si procede):** .....

(1) Táchese lo que no proceda.