

## PROTOCOLO

## al Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, de 1979, relativo a la lucha contra las emisiones de óxidos de nitrógeno o sus flujos transfronterizos

LAS PARTES,

Decididas a aplicar el Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia.

Preocupadas por el hecho de que emisiones actuales de contaminantes atmosféricos están poniendo en peligro, en las regiones expuestas de Europa y América del Norte, recursos naturales extremadamente importantes desde el punto de vista ecológico y económico.

Recordando que el órgano ejecutivo del Convenio reconoció en su segunda sesión la necesidad de reducir de modo efectivo las emisiones anuales totales de óxidos de nitrógeno provenientes de fuentes fijas o móviles o sus flujos transfronterizos a más tardar en 1995, así como la necesidad, para los Estados que hubieran comenzado a reducir esas emisiones, de mantener y revisar sus normas sobre emisiones de óxidos de nitrógeno.

Tomando en consideración los datos científicos y técnicos actuales relativos a la emisión, al desplazamiento en la atmósfera y a la incidencia en el medio ambiente de los óxidos de nitrógeno y sus productos secundarios así como las técnicas de lucha.

Conscientes de que los efectos nocivos de las emisiones de óxidos de nitrógeno sobre el medio ambiente varían según los diversos países.

Resueltas a emprender medidas eficaces de lucha y a reducir las emisiones anuales nacionales de óxidos de nitrógeno o sus flujos transfronterizos, en especial mediante la aplicación de normas nacionales apropiadas de emisión para las fuentes móviles nuevas y las grandes fuentes fijas nuevas, así como la adaptación posterior de las grandes fuentes fijas existentes.

Reconociendo que los conocimientos científicos y técnicos en estas cuestiones evolucionan y que será necesario tener en cuenta esta evolución al examinar la aplicación del presente Protocolo y decidir las acciones posteriores que deban llevarse a cabo.

Haciendo observar que la elaboración de una aproximación fundamentada en las cargas críticas está enfocada al establecimiento de una base científica centrada en los efectos, lo que será preciso tener en cuenta al examinar la aplicación del presente Protocolo y al decidir nuevas medidas acordadas en el plano internacional con el fin de limitar y reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno o sus flujos transfronterizos.

Reconociendo que el examen diligente de los procedimientos tendentes a crear condiciones más favorables para el intercambio de tecnologías contribuirá a la reducción efectiva de las emisiones de óxidos de nitrógeno en el territorio de la Comisión.

Haciendo observar con satisfacción el compromiso mutuo contraído por varios países de reducir en proporciones notables y sin dilación sus emisiones anuales nacionales de óxidos de nitrógeno.

Tomando nota de las medidas ya tomadas por ciertos países con la finalidad de reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno,

HAN CONVENIDO LO SIGUIENTE:

*Artículo 1*

## Definiciones

A los fines del presente Protocolo:

- 1) Se entiende por «Convenio» el Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, adoptado en Ginebra el 13 de noviembre de 1979.
- 2) Se entiende por «EMEP» el programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa.
- 3) Se entiende por «órgano ejecutivo» el órgano ejecutivo del Convenio constituido en virtud del apartado 1 del artículo 10 del Convenio.
- 4) Se entiende por «zona geográfica de las actividades del EMEP» la zona definida en el apartado 4 del artículo 1 del Protocolo al Convenio de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, relativo a la financiación a largo plazo del programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP), adoptado en Ginebra el 28 de septiembre de 1984.
- 5) Se entiende por «Partes», excepto indicación en contrario del texto, las Partes en el presente Protocolo.
- 6) Se entiende por «Comisión» la Comisión económica de las Naciones Unidas para Europa.
- 7) Se entiende por «carga crítica» una estimación cuantitativa de la exposición a uno o varios contaminantes, por debajo de la cual según los conocimientos actua-

les, no se producen efectos nocivos apreciables sobre elementos sensibles determinados del medio ambiente.

- 8) Se entiende por «gran fuente fija existente» cualquier fuente fija existente cuya aportación térmica sea como mínimo de 100 MW.
- 9) Se entiende por «gran fuente fija nueva» cualquier fuente fija nueva cuya aportación térmica sea como mínimo de 50 MW.
- 10) Se entiende por «gran categoría de fuentes» cualquier categoría de fuentes que emitan o puedan emitir contaminantes atmosféricos en forma de óxidos de nitrógeno, en especial las categorías descritas en el Anexo técnico, y que contribuyan por lo menos al 10 % del total anual de las emisiones nacionales de óxidos de nitrógeno, medido o calculado sobre el primer año civil que siga a la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, y posteriormente cada cuatro años.
- 11) Se entiende por «fuente fija nueva» cualquier fuente fija cuya construcción o modificación importante comience después de la expiración de un plazo de dos años a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo.
- 12) Se entiende por «fuente móvil nueva» los vehículos a motor o cualquier otra fuente móvil fabricada después de la expiración de un plazo de dos años a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo.

#### Artículo 2

##### Obligaciones fundamentales

1. Las Partes tomarán medidas eficaces, en una primera fase y en cuanto sea posible, para contener o reducir sus emisiones anuales nacionales de óxidos de nitrógeno o sus flujos transfronterizos, a fin de que los mismos, el 31 de diciembre de 1994 a más tardar no sean superiores a sus emisiones anuales nacionales de óxidos de nitrógeno o a los flujos transfronterizos de dichas emisiones durante el año civil de 1987 o cualquier año anterior que se especifique en el momento de la firma del Protocolo o de la adhesión al mismo, a condición además, de que en lo que respecta a una Parte cualquiera, que especifique cualquier año anterior, sus flujos transfronterizos nacionales o sus emisiones nacionales de óxidos de nitrógeno durante el período del 1 de enero de 1987 al 1 de enero de 1996, no sobrepasen en su media anual sus flujos transfronterizos o sus emisiones nacionales durante el año civil de 1987.
2. Además, dos años como máximo después de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, las Partes adoptarán en especial las medidas siguientes:
  - a) aplicación de normas nacionales de emisión para las grandes fuentes y/o categorías de fuentes fijas nuevas, y para las fuentes fijas sensiblemente modificadas en las grandes categorías de fuentes, normas fundadas en las mejores tecnologías aplicables y económicamente aceptables, tomando en cuenta el Anexo técnico;
  - b) aplicación de normas nacionales de emisión a las fuentes móviles nuevas en todas las grandes categorías de fuentes, normas fundadas en las mejores tecnologías aplicables y económicamente aceptables, tomando en

cuenta el Anexo técnico y las resoluciones pertinentes adoptadas en el marco del Comité de transportes interiores de la Comisión, y

- c) adopción de medidas anticontaminantes para las grandes fuentes fijas existentes, tomando en cuenta el Anexo técnico y las características de la instalación, su antigüedad, su índice de utilización y la necesidad de evitar una perturbación injustificada de la explotación.
3. a) Las Partes, en una segunda fase, entablarán negociaciones, como máximo, seis meses después de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, acerca de las medidas posteriores a tomar para reducir las emisiones anuales nacionales de óxidos de nitrógeno o los flujos transfronterizos de dichas emisiones, teniendo en cuenta las mejores innovaciones científicas y técnicas disponibles, las cargas críticas aceptadas en el plano internacional y otros elementos que resulten del programa de trabajo emprendido en razón del artículo 6.
  - b) A este fin, las Partes cooperarán con vistas a definir:
    - i) las cargas críticas;
    - ii) las reducciones necesarias de las emisiones anuales nacionales de óxidos de nitrógeno o de los flujos transfronterizos de dichas emisiones para alcanzar los objetivos convenidos basados en las cargas críticas, y
    - iii) las medidas y un calendario que comience a correr, como máximo, el 1 de enero de 1996, para realizar dichas reducciones.
4. Las Partes podrán tomar medidas más rigurosas que las previstas por el presente artículo.

#### Artículo 3

##### Intercambio de tecnologías

1. Las Partes facilitarán el intercambio de tecnologías, de conformidad con sus respectivas legislaciones, reglamentaciones y prácticas nacionales, con vistas a reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno, en especial estimulando:
  - a) el intercambio comercial de las técnicas disponibles;
  - b) los contactos directos y la cooperación en el sector industrial, comprendidas en el mismo las empresas conjuntas;
  - c) el intercambio de datos de información y de experiencia, y
  - d) la provisión de una asistencia técnica.
2. Dentro de las medidas de estimulación de las actividades indicadas en las letras a) a d) del apartado 1, las Partes crearán condiciones favorables para las mismas, facilitando los contactos y la cooperación entre las organizaciones y las personas competentes de los sectores privado y público capaces de proporcionar la tecnología, los servicios de diseño y de ingeniería, el material o la financiación necesarios.
3. Las Partes emprenderán, como máximo, seis meses, después de la fecha de entrada en vigor del presente

Protocolo, el examen de los trámites necesarios para crear condiciones más favorables para el intercambio de las técnicas que permitan reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno.

#### Artículo 4

##### Carburante sin plomo

Las Partes actuarán de modo que, lo antes posible, pero no más tarde de dos años después de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, el carburante sin plomo esté suficientemente disponible, en casos particulares, por lo menos a lo largo de los grandes itinerarios del tránsito internacional, para facilitar la circulación de vehículos equipados con convertidores catalíticos.

#### Artículo 5

##### Procesos de revisión

1. Las Partes revisarán periódicamente el presente Protocolo, teniendo en cuenta las mejores bases científicas y las innovaciones técnicas disponibles.
2. La primera revisión tendrá lugar en un tiempo no superior a un año después de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo.

#### Artículo 6

##### Trabajos a emprender

Las Partes concederán un rango de prioridad elevado a las actividades de investigación y de vigilancia relativas a la puesta a punto y a la aplicación de un método basado en las cargas críticas para determinar, de manera científica, las reducciones necesarias de las emisiones de óxidos de nitrógeno. Las Partes dirigirán su atención, en especial, por medio de programas nacionales de investigación, dentro del plan de trabajo del órgano ejecutivo y por medio de otros programas de cooperación emprendidos dentro del marco del Convenio, a:

- a) identificar y cuantificar los efectos de las emisiones de óxidos de nitrógeno sobre la persona humana, la vida vegetal y animal, las aguas, los suelos y los materiales, teniendo en cuenta el impacto que producen sobre ellos los óxidos de nitrógeno provenientes de otras fuentes distintas de las precipitaciones atmosféricas;
- b) determinar el reparto geográfico de las zonas sensibles;
- c) poner a punto sistemas de medición y modelos, comprendidos en los mismos los métodos armonizados para el cálculo de emisiones, a fin de cuantificar el transporte a gran distancia de los óxidos de nitrógeno y de los contaminantes conexos;
- d) afinar las estimaciones de los resultados y del costo de las técnicas de lucha contra las emisiones de óxidos de nitrógeno y elaborar una relación de puesta a punto de las técnicas mejoradas o nuevas, y
- e) poner a punto, en el contexto de una aproximación basada en las cargas críticas, métodos que permitan

integrar los datos científicos, técnicos y económicos, a fin de determinar estrategias de lucha apropiadas.

#### Artículo 7

##### Programas, políticas y estrategias nacionales

Las Partes establecerán sin demora programas, políticas y estrategias nacionales de ejecución de las obligaciones que se derivan del presente Protocolo, que permitirán combatir y reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno o sus flujos transfronterizos.

#### Artículo 8

##### Intercambio de información e informes anuales

1. Las Partes intercambiarán información, mediante notificación al órgano ejecutivo de los programas, políticas y estrategias nacionales que establezcan de conformidad con el artículo 7 anterior y proporcionándole un informe cada año sobre los progresos realizados y cualquier modificación que se introduzca en dichos programas, políticas y estrategias y, en especial, sobre:

- a) las emisiones anuales nacionales de óxidos de nitrógeno y la base sobre la que hayan sido calculadas;
- b) los progresos en la aplicación de normas nacionales de emisión, prevista en las letras a) y b) del apartado 2 del artículo 2 anterior, y las normas nacionales de emisión aplicadas o que deban aplicarse, así como las fuentes y/o categorías de fuentes consideradas;
- c) los progresos en la adopción de medidas anticontaminantes, previstas en la letra c) del apartado 2 del artículo 2 anterior, las fuentes consideradas y las medidas adoptadas o que deberán adoptarse;
- d) los progresos realizados en la puesta a disposición del público de carburante sin plomo;
- e) las medidas tomadas para facilitar el intercambio de tecnologías, y
- f) los progresos realizados en la determinación de las cargas críticas.

2. Estas informaciones serán transmitidas, dentro de lo posible, de conformidad con un marco de presentación unificado de los informes.

#### Artículo 9

##### Cálculos

Mediante la utilización de modelos apropiados, el EMEP proporcionará al órgano ejecutivo, en tiempo oportuno antes de sus reuniones anuales, cálculos de los balances de nitrógeno, de los flujos transfronterizos y de las lluvias de óxidos de nitrógeno en la zona geográfica de actividades de la EMEP. En las regiones fuera de la zona de actividades de la EMEP se utilizarán modelos apropiados a las circunstancias particulares de las Partes en el Convenio.

*Artículo 10***Anexo técnico**

El Anexo técnico al presente Protocolo tiene el carácter de recomendación. Formará parte integrante del Protocolo.

*Artículo 11***Enmiendas al Protocolo**

1. Cualquier Parte podrá proponer enmiendas al presente Protocolo.

2. Las propuestas de enmienda serán sometidas por escrito al secretario ejecutivo de la Comisión, quien las comunicará a todas las Partes. El órgano ejecutivo examinará las propuestas de enmienda en su reunión anual más próxima, a reserva de que esas propuestas hayan sido comunicadas a las Partes por el secretario ejecutivo con una antelación de, al menos, noventa días.

3. Las enmiendas al Protocolo, excepto las enmiendas a su Anexo técnico, serán adoptadas por consenso de las Partes representadas en una reunión del órgano ejecutivo, y entrarán en vigor con respecto a las Partes que las hubieren aceptado el nonagésimo día siguiente a la fecha en que dos tercios de las Partes hayan depositado sus instrumentos de aceptación de dichas enmiendas. Las enmiendas entrarán en vigor con respecto a cualquiera de las Partes que las hubiere aceptado, después de que dos tercios de las Partes hayan depositado sus instrumentos de aceptación de dichas enmiendas, el nonagésimo día siguiente a la fecha en que la citada Parte hubiere depositado su instrumento de aceptación de las enmiendas.

4. Las enmiendas al Anexo técnico serán adoptadas por consenso de las Partes representadas en una reunión del órgano ejecutivo, y surtirán efecto el trigésimo día siguiente a la fecha en que hubieran sido comunicadas de conformidad con el apartado 5 que sigue.

5. Las enmiendas a que se refieren los apartados 3 y 4 anteriores serán comunicadas a todas las Partes por el secretario ejecutivo lo más pronto posible después de su adopción.

*Artículo 12***Solución de diferencias**

Si surgiera una diferencia entre dos o varias Partes en cuanto a la interpretación o la aplicación del presente Protocolo, dichas Partes buscarán una solución por vía de negociación o por cualquier otro método de arreglo de las diferencias aceptable para las Partes.

*Artículo 13***Firma**

1. El presente Protocolo queda abierto a la firma en Sofía del 1 al 4 de noviembre de 1988, inclusive; posteriormente,

en la sede de la Organización de las Naciones Unidas en Nueva York, hasta el 5 de mayo de 1989, para los Estados miembros de la Comisión y para los Estados dotados del Estatuto consultivo ante la Comisión, de conformidad con el párrafo 8 de la Resolución 36 (IV) del Consejo Económico y Social de fecha 28 de marzo de 1947, y para los organismos de integración económica regional constituidos por Estados soberanos miembros de la Comisión, que tengan competencia para negociar, concluir y aplicar acuerdos internacionales en las materias contempladas en el presente Protocolo, con la condición de que los Estados y las organizaciones de referencia sean Partes en el Convenio.

2. En las materias que dependan de su competencia, esas organizaciones de integración económica regional ejercerán por sí mismas sus propios derechos y tendrán a su propio cargo las responsabilidades que el presente Protocolo atribuye a sus Estados miembros. En semejantes casos, los Estados miembros de esas organizaciones no podrán ejercer individualmente dichos derechos.

*Artículo 14***Ratificación, aceptación, aprobación y adhesión**

1. El presente Protocolo queda sujeto a ratificación, aceptación o aprobación por los signatarios.

2. El presente Protocolo queda abierto, a contar desde la fecha del 6 de mayo de 1989, a la adhesión de los Estados y organizaciones a que se refiere el apartado 1 del artículo 13 anterior.

3. El Estado o la organización que se adhiera al presente Protocolo después del 31 de diciembre de 1993 podrá aplicar los artículos 2 y 4 anteriores a más tardar el 31 de diciembre de 1995.

4. Los instrumentos de ratificación, de aceptación, de aprobación o de adhesión quedarán depositados ante el secretario general de la Organización de las Naciones Unidas, quien ejercerá las funciones de depositario.

*Artículo 15***Entrada en vigor**

1. El presente Protocolo entrará en vigor el nonagésimo día siguiente a la fecha del depósito del decimosexto instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.

2. Para cada Estado u organización a los que se refiere el apartado 1 del artículo 13 anterior, que ratifique, acepte o apruebe el presente Protocolo o se adhiera al mismo después del depósito del decimosexto instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, el Protocolo entrará en vigor el nonagésimo día siguiente a la fecha de

depósito por dicha Parte de su instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.

#### *Artículo 16*

##### **Denuncia**

En cualquier momento posterior a un período de cinco años, a contar desde la fecha en que el presente Protocolo haya entrado en vigor con respecto a una Parte, esta misma podrá denunciar el Protocolo mediante notificación escrita dirigida al depositario. La denuncia surtirá efecto el nona-

gésimo día siguiente a la fecha de su recepción por el depositario, o en cualquier otra fecha posterior que pueda ser especificada en la notificación de denuncia.

#### *Artículo 17*

##### **Textos que hacen fe**

El original del presente Protocolo, cuyos textos en francés, inglés y ruso hacen igualmente fe, quedará depositado ante el secretario general de la Organización de la Naciones Unidas.

En fe de lo cual, los infrascritos, debidamente autorizados a estos efectos, han firmado el presente Protocolo.

Hecho en Sofía, el 31 de octubre de 1988.

## ANEXO TÉCNICO

1. Los informes relativos a los resultados de emisiones y costes tienen su base en la documentación oficial del órgano ejecutivo y de sus órganos subsidiarios, en particular en los documentos EB.AIR/WG.3/R. 8, R. 9 y R. 16, así como en el EN/WP.1/R. 86 y Corr. 1, reproducidos en «los efectos de la contaminación atmosférica transfronteriza y la lucha contra la contaminación»<sup>(1)</sup>. Excepto indicación en contrario, se considerará que las técnicas enumeradas han sido ensayadas y tienen su apoyo en la experiencia de explotación<sup>(2)</sup>.
2. Las informaciones que figuran en el presente Anexo son incompletas. Dado que se amplía constantemente la experiencia relativa a los nuevos motores y a las nuevas instalaciones que utilizan técnicas de emisiones débiles, así como la adaptación de instalaciones existentes, será necesario desarrollar y corregir con regularidad el Anexo. Éste, que no deberá ser considerado como una exposición exhaustiva de opciones técnicas, tiene por objeto auxiliar a las partes en la investigación de técnicas económicamente practicables con el fin de aplicar las obligaciones contraídas en virtud del Protocolo

I. TÉCNICAS DE LUCHA CONTRA LAS EMISIONES DE NO<sub>x</sub> PROVENIENTES DE FUENTES FIJAS

3. La combustión de combustibles fósiles es la principal fuente fija de emisiones antrópicas de NO<sub>x</sub>. También pueden contribuir a las emisiones de NO<sub>x</sub> otras operaciones distintas de la combustión.
4. Las grandes categorías de fuentes fijas de emisión de NO<sub>x</sub> pueden ser:
  - a) Las instalaciones de combustión.
  - b) Los hornos industriales (por ejemplo, fabricación de cemento).
  - c) Los motores fijos (turbinas a gas y motores de combustión interna).
  - d) Otras operaciones distintas de la combustión (por ejemplo, la producción de ácido nítrico).
5. Las técnicas de reducción de emisiones de NO<sub>x</sub> se centran en ciertas modificaciones de la combustión o de la operación y — en particular para las grandes centrales térmicas — en el tratamiento de los gases de combustión.
6. Para la adaptación *a posteriori* de las instalaciones existentes, la extensión de la aplicación de las técnicas anti-NO<sub>x</sub> podrá estar limitada por efectos secundarios negativos sobre el funcionamiento, o por otras consecuencias contrarias propias de la instalación. En consecuencia, en caso de adaptación posterior, únicamente se dan estimaciones aproximadas para los valores característicos verificables de las emisiones de NO<sub>x</sub>. Para las instalaciones nuevas, los efectos secundarios negativos podrán ser reducidos a un mínimo o excluidos mediante un diseño apropiado.
7. Según los datos de que se dispone actualmente, el coste de las modificaciones de la combustión puede considerarse como bajo en las instalaciones nuevas. Por el contrario, en el caso de adaptación *a posteriori*, por ejemplo en las grandes centrales térmicas, este coste podrá variar, poco más o menos, entre 8 y 25 francos suizos por KW<sub>el</sub> (en 1985). Como regla general, los costes de inversión para los sistemas de tratamiento de los gases de combustión son mucho más elevados.
8. Para las fuentes fijas, los coeficientes de emisión se expresan en miligramos de NO<sub>2</sub> por metro cúbico (mg/m<sup>3</sup>) normal (0 °C, 1 013 mb), peso seco.

## Instalaciones de combustión

9. La categoría de las instalaciones de combustión se refiere a la combustión de combustibles fósiles en hornos, calderas, calentadores indirectos y otras instalaciones de combustión que proporcionan una aportación de calor superior a los 10 MW, sin mezcla de gas de combustión con otros efluentes o materiales tratados. Para las instalaciones nuevas o existentes, se dispone de las técnicas de combustión que se expresan a continuación, que pueden utilizarse solas o conjuntamente:

(1) Estudios sobre la contaminación atmosférica número 4 (Publicación de las Naciones Unidas. Número de venta: F.87.II.E.36).

(2) En la actualidad, resulta difícil proporcionar datos fiables, en términos absolutos, acerca de los costes de las técnicas contra las emisiones. Por consiguiente, es oportuno, en lo que se refiere a los costes indicados en el presente Anexo, poner el acento sobre las relaciones entre los costes de las diferentes técnicas, mejor que sobre los costes en cifras absolutas.

- a) Baja temperatura en la cámara de combustión, comprendida la combustión en lecho fluidizado.  
 b) Funcionamiento con reducido exceso de aire.  
 c) Instalación de quemadores especiales anti NO<sub>x</sub>.  
 d) Reciclaje de los gases de conductos en el aire de combustión.  
 e) Recombustión escalonada/aire adicional.  
 f) Recombustión (escalonamiento del combustible) <sup>(1)</sup>.

Las normas de resultados que es posible alcanzar se resumen en el cuadro 1.

CUADRO 1

Normas de resultados NO<sub>x</sub> (mg/m<sup>3</sup> alcanzables mediante modificaciones de la combustión)

	Tipo de instalación (a)	Nivel de referencia (sin medidas anti NO <sub>x</sub> )	Adaptación <i>a posteriori</i> de instalaciones existentes (b)		Instalación nueva	O <sub>2</sub> Porcenta- je	
			intervalo	valor			
Combustibles sólidos	10 MW (c) a 300 MW	Combustión sobre rejilla (carbón)	300-1 000	—	600	400	7
		Combustión en lecho fluidizado:				400	7
		i) Fija	300-600	—	—	200	7
		ii) Circulante	150-300	—	—		
	Combustión de carbón pulverizado:						
	i) Fondo seco	700-1 700	600-1 100	800	< 600	6	
ii) Fondo húmedo	1 000-2 300	1 000-1 400	—	< 1 000	6		
> 300 MW	Combustión de carbón pulverizado:						
	i) Fondo seco	700-1 700	600-1 100	—	< 600	6	
ii) Fondo húmedo	1 000-2 300	1 000-1 400	—	< 1 000	6		
Combustibles líquidos	10 MW (c) a 30 MW	Combustión de fuel destilado	—	—	300	—	3
		Combustión de fuel residual	500-1 400	200-400	400	—	3
	> 300 MW	Combustión de fuel residual	500-1 400	200-400	—	—	3
Combustibles gaseosos	10 MW (c) a 30 MW		150-1 000	100-300	—	< 300	3
	> 300 MW		250-1 400	100-300	—	< 300	3

(a) Las capacidades designan la aportación de calor en MW (térmicos) por combustible (poder calorífico inferior).

(b) Teniendo en cuenta los obstáculos propios de la instalación y las grandes inseguridades que existen respecto a los resultados de la adaptación *a posteriori* de instalaciones existentes, sólo es posible dar valores aproximativos.

(c) Para las instalaciones pequeñas (10 MW-100 MAW), todas las cifras señaladas llevan consigo un grado mayor de inseguridad.

10. El tratamiento de los gases de conductos de humos por reducción catalítica selectiva (RCS) es una medida suplementaria de reducción de emisiones de NO<sub>x</sub>, cuyo rendimiento alcanza el 80 % o incluso más. Se tiene ahora, en la zona de la CEE, una gran experiencia sobre el funcionamiento de instalaciones nuevas o adaptadas posteriormente, en especial sobre las centrales térmicas de más de 300 MW (térmicos). Si a eso se añaden modificaciones de la combustión, se pueden alcanzar fácilmente valores de emisión de 200 mg/m<sup>3</sup> (combustibles sólidos, 6 % de O<sub>2</sub>) y de 150 mg/m<sup>3</sup> (combustibles líquidos, 3 % de O<sub>2</sub>).

11. La reducción no catalítica selectiva (RNCS), técnica de tratamiento de los gases de conductos que permite obtener una reducción del 20 al 60 % de NO<sub>x</sub>, es una técnica menos costosa que tiene aplicaciones especiales (por ejemplo, hornos de refinerías y combustión de gas a carga mínima).

<sup>(1)</sup> La experiencia sobre la explotación de esta técnica de combustión es limitada.

**Motores fijos: turbinas de gas y motores de combustión interna**

12. Se pueden disminuir las emisiones de  $\text{NO}_x$  de las turbinas de gas fijas, bien modificando la combustión (vía seca), o bien por inyección de agua/vapor (vía húmeda). Estas dos clases de medidas han sido experimentadas. Se pueden obtener de ese modo valores de emisión de  $150 \text{ mg/m}^3$  (gas, 15 % de  $\text{O}_2$ ) y  $300 \text{ mg/m}^3$  (fuel, 15 % de  $\text{O}_2$ ). La adaptación *a posteriori* es posible.
13. Se pueden disminuir las emisiones de  $\text{NO}_x$  de los motores fijos de combustión interna de encendido por explosión, bien modificando la combustión (por ejemplo, mezcla empobrecida y reciclaje de los gases de escape), bien tratando los gases de escape (convertidores catalíticos de tres vías con bucle cerrado, RCS). La posibilidad técnica y económica del tipo del motor (dos/cuatro tiempos), y del modo de funcionamiento del motor (carga constante/variable). El sistema de mezcla empobrecida permite obtener valores de emisión de  $\text{NO}_x$  de  $800 \text{ mg/m}^3$  (5 % de  $\text{O}_2$ ), el procedimiento RCS reduce las emisiones de  $\text{NO}_x$  bastante por debajo de los  $400 \text{ mg/m}^3$  (5 % de  $\text{O}_2$ ) y el convertidor catalítico a tres vías permite incluso descender por debajo de los  $200 \text{ mg/m}^3$  (5 % de  $\text{O}_2$ ).

**Hornos industriales. Calcinación de cemento**

14. El procedimiento de precalcinación está siendo sometido a evaluación en la zona de la Comisión, como técnica posible para hacer descender las concentraciones de  $\text{NO}_x$  en los gases de conductos de los hornos de calcinación del cemento, nuevos o existentes, a unos  $300 \text{ mg/m}^3$  (10 %  $\text{O}_2$ ).

**Operaciones distintas de la combustión. Producción de ácido nítrico**

15. La producción de ácido nítrico con absorción a alta presión (>8 bares), permite mantener por debajo de los  $400 \text{ mg/m}^3$  las concentraciones de  $\text{NO}_x$  en los efluentes no diluidos. El mismo resultado puede obtenerse mediante absorción a presión media, asociada a un procedimiento RCS o a cualquier otro procedimiento de reducción de  $\text{NO}_x$  de eficacia semejante. Es posible la adaptación *a posteriori*.

**II. TÉCNICAS DE LUCHA CONTRA LAS EMISIONES DE  $\text{NO}_x$  PROVENIENTES DE VEHÍCULOS A MOTOR**

16. Los vehículos a motor a que se refiere el presente Anexo son los que están al servicio del transporte terrestre, a saber: los vehículos particulares, vehículos utilitarios ligeros y vehículos utilitarios pesados que funcionen a gasolina o con carburante diésel. Se hace mención, cuando procede, a las categorías de los vehículos ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ) definidas en el Reglamento nº 13 adoptado en aplicación del Acuerdo de 1958 relativo a la adopción de requisitos uniformes de homologación y al reconocimiento recíproco de la homologación de equipos y piezas de vehículos a motor.
17. Los transportes terrestres son una fuente importante de emisiones antrópicas de  $\text{NO}_x$  en muchos países de la Comisión. Suponen del 40 al 80 % del total de las emisiones nacionales. Globalmente, los vehículos a gasolina contribuyen en dos terceras partes al total de las emisiones de  $\text{NO}_x$  debidas a los transportes terrestres.
18. Las técnicas de que se dispone para luchar contra los óxidos de nitrógeno provenientes de vehículos a motor, se resumen en los cuadros 3 y 6. Es útil agrupar las técnicas en función de las normas de emisión nacionales e internacionales existentes o propuestas, que difieren en cuanto al rigor de sus disposiciones. Como los ciclos de pruebas reglamentarias actuales no corresponden más que a la conducción en zona urbana, las estimaciones de las emisiones relativas de  $\text{NO}_x$  que se encuentran a continuación tienen en cuenta la conducción a velocidades más elevadas, cuando las emisiones de  $\text{NO}_x$  corren el riesgo de ser especialmente importantes.
19. Los costes de producción suplementarios indicados en los cuadros 3 y 6 para las diversas técnicas son estimaciones del coste de fabricación y no de los precios de venta.
20. Es importante controlar la conformidad en la fase de producción y también de acuerdo con los resultados del vehículo que se utilice, para asegurarse de que en la práctica se alcanza el potencial de reducción previsto por las normas de emisión.
21. Las técnicas que llevan consigo la utilización de convertidores catalíticos, o se basan en ellos, requieren carburante sin plomo. La libre circulación de vehículos equipados con tales convertidores está subordinada a la posibilidad de poder obtener en todas partes carburante sin plomo.

**Vehículos particulares a gasolina y a carburante diésel ( $M_1$ )**

22. El cuadro 2 resume cuatro normas de emisión. Estas normas se utilizan en el cuadro 3 para reagrupar las diferentes técnicas de motor aplicables a los vehículos a gasolina en función de su potencial de reducción de emisiones  $\text{NO}_x$ .



Cuadro 2

## Definición de las normas de emisión

Norma	Límites	Observaciones
A. ECE R. 15-04	HC + NO <sub>x</sub> : 19-28 g/ensayo	Norma CEE actual [Reglamento (CEE) nº15, comprendido en el mismo la serie de enmiendas 04, adoptado de conformidad con el acuerdo de 1958 mencionado en el párrafo 16 anterior]. Igualmente adoptada por la Comunidad Económica Europea (Directiva 83/351/CEE). Ciclo de ensayo en conducción urbana ECE R.15. El límite de emisión varía según la masa del vehículo.
B. «Luxemburgo 1985»	HC + NO <sub>x</sub> : 1,4-2,0 litros: 8,0 g/ensayo Estas normas sólo se aplican a este grupo de motores (< 1,4 litros: 15,0 g/ensayo >2,0 litros: 6,5 g/ensayo)	Esta normas serán introducidas durante el período 1988-1993 en la Comunidad Económica Europea, de acuerdo con el debate celebrado en la reunión del Consejo de Ministros de la Comunidad en Luxemburgo en 1985, y la decisión final tomada en diciembre de 1987. Será aplicable el ciclo de ensayo en conducción urbana R. 15. La norma para los motores > 2 l equivale generalmente a la norma US 1983. La norma para los motores < 1,4 es provisional (la norma definitiva está pendiente de elaboración). La norma para los motores de 1,4 a 2,0 litros se aplica a todos los vehículos de motor diésel > 1,4 litros.
C. «Estocolmo 1985»	NO <sub>x</sub> : 0,62 g/km NO <sub>x</sub> : 0,76 g/km	Norma para la legislación nacional de acuerdo con el «documento marco» elaborado después de la reunión de ocho países en Estocolmo, en 1985. Corresponde a las normas US 1987 con los procedimientos de ensayo siguientes: US Federal Test Procedure (1975). Highway fuel economy test procedure.
D. «California 1989»	NO <sub>x</sub> : 0,25 g/km	Esta norma será introducida en el Estado de California (Estados Unidos de América), a partir de los modelos de 1989. US Federal Test Procedure.

Cuadro 3

## Técnicas aplicables a los motores a gasolina, resultantes de emisión, costes y consumo de carburante correspondiente a las normas de emisión

Norma	Técnica	Reducción compuesta (a) de NO <sub>x</sub>	Coste suplementario de producción (b)	Índice de consumo de carburante (a)
A.	Referencia (motor clásico actual de encendido por explosión con carburador)	(c)	—	100
B.	a) Inyección de carburante + RGE + aire secundario (d) b) Catalizador a tres vías con bucle abierto (+ RGE) c) Motor con mezcla empobrecida con catalizador de oxidación (+ RGE) (e)	25 55 60	200 150 200-600	105 103 90
C.	Catalizador a tres vías con bucle cerrado	90	300-600	95
D.	Catalizador a tres vías con bucle cerrado (+ REG)	92	350-600	98

(a) Las estimaciones relativas a la reducción compuesta de NO<sub>x</sub> y al índice de consumo de carburante se refieren a un coche europeo de peso medio funcionando en condiciones medias de conducción en Europa.

(b) Los costes suplementarios de producción podrían ser expresados de modo más práctico en porcentajes del coste total del vehículo. No obstante, dado que las estimaciones del coste están destinadas sobre todo a la comparación en términos relativos, lo que se ha tomado en cuenta ha sido la formulación de los documentos originales.

(c) Coeficiente de emisión compuesta = 2,6 g/km.

(d) RGE: Reciclaje de los gases de escape.

(e) Únicamente según datos relativos a motores experimentales. No hay prácticamente ninguna producción de vehículos a motor con mezcla pobre.

23. Las normas de emisión A, B, C y D comprenden límites de emisión no solamente para  $\text{NO}_x$ , sino también para hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO). Las reducciones estimativas de emisión de estos contaminantes, con relación a la referencia ECE R.15-04, se dan en el cuadro 4.

Cuadro 4

Reducciones estimativas de emisiones de HC y de CO por vehículos particulares de gasolina, según técnicas diferentes

Norma	Reducción de HC (en %)	Reducción de CO (en %)
B.	(a) 30-40 (b) 50-60 (c) 70-90	50 40-50 70-90
C.	90	90
D.	90	90

24. Los vehículos diésel actuales pueden satisfacer las exigencias de emisión de  $\text{NO}_x$  fijadas por las normas A, B y C. Las exigencias rigurosas relativas a la emisión de partículas, así como los límites rigurosos para  $\text{NO}_x$  de la norma D, implican que los vehículos particulares diésel tendrán necesidad de nuevos perfeccionamientos, comprendido probablemente el control electrónico de la bomba de alimentación, sistemas perfeccionados de inyección de carburante, el reciclaje de los gases de escape y filtros de partículas. No existen en la actualidad más que vehículos experimentales [véase también el cuadro 6, nota (a)].

#### Otros vehículos ligeros ( $\text{N}_1$ )

25. Son aplicables los métodos de lucha relativos a los vehículos particulares, pero los siguientes factores pueden ser diferentes. Reducción de  $\text{NO}_x$ , costes y plazo de lanzamiento de la producción comercial.

#### Vehículos pesados de gasolina ( $\text{M}_2$ , $\text{M}_3$ , $\text{N}_2$ , $\text{N}_3$ )

26. Este tipo de vehículos sólo tiene una importancia desdéniable en Europa occidental, y va disminuyendo en Europa oriental. Los niveles de emisión de  $\text{NO}_x$  US-1990 y US-1991 (véase el cuadro 5), podrían ser alcanzados mediante un coste reducido, sin necesidad de progresos técnicos importantes.

#### Vehículos diésel pesados ( $\text{M}_2$ , $\text{M}_3$ , $\text{N}_2$ , $\text{N}_3$ )

27. Se resumen tres normas de emisión en el cuadro 5. Se reproducen en el cuadro 6 para agrupar las técnicas-motor aplicables a los vehículos diésel pesados, en función del potencial de reducción  $\text{NO}_x$ .

La configuración de referencia del motor se modifica, siendo la tendencia la de reemplazar los motores de aspiración natural por motores con turbocompresor. Esta tendencia tiene incidencia sobre los valores mejorados del consumo de referencia de carburante. Por consiguiente, no se da aquí ninguna estimación comparativa del consumo.

Cuadro 5

## Definiciones de las normas de emisión

Norma	Límites NO <sub>x</sub> (en g/kWh)	Observaciones
I. CE R. 49	18	Ensayo de 13 modos
II. US-1990	8,0	Ensayo en condiciones transitorias
III. US-1991	6,7	Ensayo en condiciones transitorias

Cuadro 6

## Motores diésel pesados, técnicas, resultados de emisión y costes correspondientes al nivel de emisión de las normas (a)

Norma	Técnica	Reducción estimativa de NO <sub>x</sub> (en %)	Coste de producción suplementaria (dólares USA — 1984)
I.	Motor diésel clásico actual de inyección directa	—	—
II. (b)	Turbocompresor + refrigeración intermedia + decalaje de la inyección (modificación de la cámara de combustión y de los conductos)	40	115 dólares USA (de los que 69 dólares USA son imputables a la norma NO <sub>x</sub> ) (c)
III. (b)	Perfeccionamiento de las técnicas enumeradas en II, así como calaje de inyección variable y utilización de sistemas electrónicos	50	404 dólares USA (de los que 68 dólares USA son imputables a la norma NO <sub>x</sub> ) (c)

(a) Una alteración de la calidad del carburante diésel tendría una influencia desfavorable sobre la emisión, y podría influir en el consumo de carburante por los vehículos utilitarios, tanto pesados como ligeros.

(b) Es preciso verificar en grado máximo la disponibilidad de los nuevos compuestos.

(c) La diferencia se explica por la lucha contra las emisiones de partículas y por otras consideraciones.