

Convenio, las diferencias que no puedan ser resueltas por negociaciones directas serán elevadas al Consejo del Atlántico Norte.

#### Artículo 16.

1. Los artículos XV y XVII a XX del Convenio serán aplicables por lo que respecta al presente Protocolo como si fueran parte integrante del mismo, pero de tal modo que el presente Protocolo pueda ser objeto de revisión, suspensión, ratificación, adhesión, denuncia o extensión de conformidad con dichas disposiciones independientemente del Convenio.

2. El presente Protocolo podrá ser completado mediante acuerdos bilaterales entre el Estado receptor y un Cuartel General Supremo, y las autoridades de un Estado receptor y un Cuartel General Supremo podrán convenir en dar efecto, por medio de disposiciones administrativas anteriores a la ratificación, a cualquiera de las disposiciones del presente Protocolo o del Convenio que el Estado receptor decida aplicar.

En fe de lo cual, los plenipotenciarios abajo firmantes, firman el presente Protocolo.

Hecho en París el 28 de agosto de 1952, en francés e inglés, siendo ambos textos igualmente auténticos, en un original único que se depositará en los archivos del Gobierno de los Estados Unidos de América. Este remitirá copias certificadas conformes a todos los Estados signatarios y adherentes.

#### ESTADOS PARTE

	Fecha de la firma	Fecha depósito instrumento	Fecha de entrada en vigor
Alemania .....		21-11-1969 Ad	21-12-1969
Bélgica .....	28- 8-1952	11- 3-1954 R*	10- 4-1954
Canadá .....	28- 8-1952		
Dinamarca .....	28- 8-1952	28- 5-1955 R	27- 6-1955
España .....		10- 8-1995 Ad	9- 9-1955
Estados Unidos .....	28- 8-1952	24- 7-1953 R	10- 4-1954
Francia .....	28- 8-1952	20- 1-1955 R	19- 2-1955
	Denunciado	3- 3-1966	31- 3-1967
Grecia .....	28- 8-1952	26- 7-1954 R	25- 8-1954
Islandia .....	28- 8-1952	11- 5-1953 R	10- 4-1954
Italia .....	28- 8-1952	22-12-1955 R	21- 1-1956
Luxemburgo .....	28- 8-1952	23- 7-1954 R*	22- 8-1954
Noruega .....	28- 8-1952	24- 2-1953 R	10- 4-1954
Países Bajos .....	28- 8-1952	22- 6-1954 R*	22- 7-1954
Portugal .....	28- 8-1952	22-11-1955 R	22-12-1955
Reino Unido .....	28- 8-1952	3- 8-1965 R	2- 9-1965
Turquía .....	28- 8-1952	18- 5-1954 R	17- 6-1954

Ad: Adhesión; R: Ratificación; \*: Declaración.

Antes de proceder al depósito de los instrumentos de ratificación del Protocolo de 28 de agosto de 1952 sobre el Estatuto de los Cuarteles Generales militares internacionales establecidos en virtud del Tratado del Atlántico Norte, los plenipotenciarios del Reino de Bélgica, del Gran Ducado de Luxemburgo y del Reino de los Países Bajos formulan la siguiente declaración:

Los nacionales del Reino de Bélgica, del Gran Ducado de Luxemburgo y del Reino de los Países Bajos no podrán acogerse a las disposiciones del presente Protocolo para reivindicar en el territorio de una de estas potencias una franquicia de la que no gozarían si ejerciesen sus funciones en su propio país, cuando se trate de derechos, impuestos y otras exacciones a cuya unificación se procedió o se procederá en virtud de los Convenios des-

tinados a realizar la Unión Económica entre Bélgica, Luxemburgo y los Países Bajos.

El presente Protocolo entró en vigor de forma general el 10 de abril de 1954 y, para España el 9 de septiembre de 1995 de conformidad con lo dispuesto en el artículo 16 del Protocolo y el artículo XVIII del Acuerdo sobre el Estatuto de Fuerzas (SOFA) de 1951.

Lo que se hace público para conocimiento general. Madrid, 14 de septiembre de 1995.—El Secretario general técnico del Ministerio de Asuntos Exteriores, Antonio Bellver Manrique.

## MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES

**21269** MODIFICACIONES al anexo técnico, partes I y II, al 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, hecho en Sofía el 31 de octubre de 1988 (publicado en el «Boletín Oficial del Estado» de 13 de marzo de 1991), adoptadas por el órgano ejecutivo en la 11.ª Reunión celebrada en Ginebra del 30 de noviembre al 3 de diciembre de 1993, y en la 12.ª Reunión celebrada en Ginebra del 28 de noviembre al 1 de diciembre de 1994.

### ORGANO EJECUTIVO DEL CONVENIO SOBRE CONTAMINACION ATMOSFERICA TRANSFRONTERIZA A GRAN DISTANCIA

(Undécima sesión, Ginebra,  
30 de noviembre-3 de diciembre de 1993)

Punto 4 del orden del día provisional

#### ANEXO TECNICO AL PROTOCOLO DE SOFIA DE 1988

Introducción y primera parte: Técnicas de lucha contra las emisiones de óxidos de nitrógeno provenientes de fuentes fijas

#### Introducción

1. El anexo tiene por objeto proporcionar orientaciones a las Partes en el Convenio, con vistas a determinar las opciones y técnicas de lucha contra la emisión de óxidos de nitrógeno que les permitan cumplir con sus obligaciones en concepto del Protocolo.

2. El anexo se basa en la información referente a las opciones y técnicas relativas a la reducción de las emisiones de NO<sub>x</sub>, así como en los resultados y costes de dichas opciones y técnicas, que figuran en la documentación oficial del órgano ejecutivo del Convenio y del Comité de Transportes Interiores de la Comunidad Económica Europea y de sus órganos subsidiarios.

3. El anexo contempla la lucha contra las emisiones de NO<sub>x</sub> consideradas como el total de óxido de nitrógeno (NO) y de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) expresado en NO<sub>2</sub>, y presenta algunas medidas y técnicas de reducción que engloban una amplia gama de costes y de grados de eficacia. Salvo indicación en contrario, éstas serán consideradas como técnicas bien establecidas, ya que se

basan en una importante experiencia práctica adquirida, en la mayoría de los casos, a lo largo de cinco años o más. No se trata, sin embargo, de una exposición exhaustiva de los medios de lucha posibles; el objetivo es ayudar a las Partes a identificar las mejores técnicas disponibles que sean económicamente aplicables en tanto que base para unas normas nacionales de emisión, y a introducir medidas anticontaminación.

4. La selección de las medidas a aplicar en tal o cual caso depende de diversos factores, fundamentalmente la legislación y las disposiciones reglamentarias pertinentes, la composición de las energías primarias, la infraestructura industrial y la coyuntura económica de la Parte afectada y, en el caso de las fuentes fijas, el estado de la instalación. Conviene recordar que, con frecuencia, las fuentes de  $\text{NO}_x$  son también fuentes de otros contaminantes, como por ejemplo los óxidos de azufre ( $\text{SO}_x$ ), determinados compuestos volátiles (COV) y partículas. En el diseño de los medios de lucha posibles, todas las emisiones de contaminantes deben ser tenidas en cuenta, con objeto de que el efecto global de reducción sea máximo y los daños producidos en el medio ambiente por la fuente en cuestión sean mínimos.

5. El anexo tendrá en cuenta el estado de los conocimientos y de los datos experimentales sobre las medidas de lucha contra los  $\text{NO}_x$ , incluida la adaptación a posteriori, en 1992, en el caso de fuentes fijas y, en 1991, en el de las fuentes móviles. Con estos conocimientos y estos datos experimentales se desarrollan constantemente, el anexo debe ser actualizado y modificado regularmente.

#### *Técnicas de lucha contra las emisiones de $\text{NO}_x$ proveniente de fuentes fijas*

6. La combustión de combustibles fósiles es la principal fuente de origen humano de emisiones de  $\text{NO}_x$  proveniente de fuentes fijas. Además, algunas operaciones diferentes de la combustión pueden contribuir considerablemente a estas emisiones. Según el EMEP/CORINAIR '90, las grandes categorías de fuentes fijas de emisión de  $\text{NO}_x$  son las siguientes:

- a) Centrales eléctricas públicas, instalaciones mixtas e instalaciones de calefacción urbana:
  - i) calderas;
  - ii) turbinas fijas y motores de combustión interna.
- b) Instalaciones de combustión comerciales, institucionales y residenciales:
  - i) calderas comerciales;
  - ii) aparatos de calefacción doméstica.
- c) Instalaciones de combustión industriales y procedimientos de combustión:
  - i) calderas y hornos de calentamiento (no hay contacto directo entre los gases de conductos y los productos);
  - ii) procedimientos (contacto directo) (calcinación en horno rotativo, fabricación de cemento, cal, vidrio, pasta de papel, etc., metalurgia).
- d) Operaciones distintas de la combustión, por ejemplo, producción de ácido nítrico.
- e) Extracción, transformación y distribución de combustibles fósiles.
- f) Tratamiento y eliminación de residuos (incineración de basura doméstica y desechos industriales, etc.).

7. En la región de la Comunidad Económica Europea, los procedimientos de combustión [categorías a), b), c) y d)] representan el 85 por 100 de las emisiones de  $\text{NO}_x$  provenientes de fuentes fijas; las operaciones

distintas de la combustión, como por ejemplo los procedimientos de fabricación, el 12 por 100, y la extracción, la transformación y la distribución de combustibles fósiles, el 3 por 100. Si bien en muchos países miembros de la Comunidad Económica Europea/Organización de Naciones Unidas, son las centrales eléctricas [categoría a)] las que más contribuyen a las emisiones de  $\text{NO}_x$  provenientes de fuentes fijas, la principal fuente de emisión de óxidos de nitrógeno es, por lo general, la circulación vial, aunque la importancia relativa de estas diferentes fuentes varía según las Partes en el Convenio. Es necesario tener en cuenta también las fuentes industriales.

#### *Medios generales para reducir las emisiones de $\text{NO}_x$ debidas a la combustión*

8. Los medios generales para reducir los  $\text{NO}_x$  son (1):
  - a) Medidas de gestión de la energía:
    - i) ahorros de energía;
    - ii) combinación de energías.
  - b) Medios técnicos:
    - i) sustitución/depuración de los combustibles;
    - ii) otras técnicas de combustión;
    - iii) modificación de los procedimientos y del modo de combustión;
    - iv) tratamiento de los gases de conductos.

9. Para realizar el programa más eficaz posible de reducción de  $\text{NO}_x$ , aparte de las medidas enumeradas en a), conviene prever una combinación de los medios técnicos indicados en b). La combinación de la modificación del modo de combustión y del tratamiento de los gases de conductos requiere una evaluación particular in situ.

10. En ciertos casos, reduciendo las emisiones de  $\text{NO}_x$ , se consigue también reducir las de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  y demás contaminantes.

#### *Ahorros de energía*

11. La utilización racional de la energía (mejora de la eficacia energética y de los procedimientos, producción combinada calor-electricidad y/o gestión de la demanda) implica generalmente una reducción de las emisiones de  $\text{NO}_x$ .

#### *Combinación de energías*

12. En general, se pueden reducir las emisiones de  $\text{NO}_x$  aumentando la parte de las energías que no requieren combustión (hidráulica, nuclear, eólica, etc.). Pero hay que tener en cuenta que se pueden producir otros daños en el medio ambiente.

#### *Sustitución/depuración de los combustibles*

13. El cuadro 1 resume los volúmenes de emisiones de  $\text{NO}_x$  sin descontaminación que pueden esperarse de la combustión de combustibles fósiles en los diferentes sectores.

14. La sustitución de combustibles (por ejemplo, combustibles ricos en nitrógeno por combustibles pobres en nitrógeno, o carbón por gas) puede provocar una disminución de las emisiones de  $\text{NO}_x$ , pero puede encontrarse con ciertas dificultades, como por ejemplo la de obtener combustibles que emitan poco  $\text{NO}_x$  (gas natural en las fábricas, etc.) o la adaptabilidad de los hornos existentes a otros combustibles. En muchos países de la Comunidad Económica Europea/Organización de las Naciones Unidas, se están sustituyendo instalaciones

que funcionan con carbón o con hidrocarburos por instalaciones de gas.

15. La extracción de nitrógeno contenido en los combustibles no es rentable. Sin embargo, la creciente utilización de la tecnología del craqueo en las refinerías permite reducir también el porcentaje de nitrógeno en los productos finales.

#### *Otras técnicas de combustión*

16. Se trata de técnicas de combustión cuyo rendimiento térmico ha sido mejorado y que emiten menos  $\text{NO}_x$ :

- a) Producción combinada de calor-electricidad por medio de turbinas y de motores de gas.
- b) Combustión en lecho fluidizado (CLF), lecho en ebullición (CLFB) y lecho circulante (CLFC).
- c) Ciclo combinado con gasificación integrada (CCGI).
- d) Turbinas de gas para ciclo combinado (TGCC).

17. Los volúmenes de las emisiones correspondientes a estas técnicas vienen resumidos en el cuadro 1.

18. También es posible integrar las turbinas de combustión fijas en las centrales eléctricas tradicionales (fracionamiento), lo que permite mejorar el rendimiento general entre un 5 y un 6 por 100, pero la reducción de  $\text{NO}_x$  realizable depende de las características de la planta y del combustible. Las turbinas y los motores de gas se utilizan ampliamente para la producción mixta. Por regla general, la economía de energía puede alcanzar un 30 por 100 aproximadamente. En ambos casos, la aplicación de nuevos conceptos en cuanto a técnicas de combustión y la tecnología de los sistemas han permitido reducir sensiblemente las emisiones de  $\text{NO}_x$ . Esta integración requiere, sin embargo, una modificación profunda del sistema de calderas.

19. La CLF es una técnica de combustión adaptada a la hulla y al lignito, pero también puede funcionar con otros combustibles sólidos, como son el coque de petróleo y con combustibles pobres (residuos, turba y madera). Además, se pueden reducir las emisiones integrando en el sistema un dispositivo de regulación de la combustión. Una forma de CLF más moderna es la combustión en lecho fluidizado bajo presión (CLFP) que se comercializa actualmente para la producción de electricidad y de calor. La potencia instalada total en CLF es de cerca de 30.000  $\text{MW}_{\text{th}}$  (250 a 350 instalaciones), de los cuales 8.000  $\text{MW}_{\text{th}}$  se encuentran en el tramo de los más de 50  $\text{MW}_{\text{th}}$ .

20. El CCGI comprende la gasificación del carbón y la producción de electricidad en ciclo combinado en una turbina de gas y de vapor. El carbón gasificado se quema en la cámara de combustión de la turbina de gas. Esta técnica se aplica también a los residuos de aceite pesado y a la emulsión de betún. La potencia instalada es actualmente de unos 1.000  $\text{MW}_{\text{el}}$  (cinco instalaciones).

21. Se están estudiando actualmente centrales de gas de ciclo combinado que funcionan por medio de turbinas de gas perfeccionadas, y tienen un rendimiento energético de un 48-52 por 100 y una menor emisión de  $\text{NO}_x$ .

#### *Modificación de los procedimientos y del modo de combustión*

22. Se trata de medidas aplicables durante la combustión para reducir la formación de  $\text{NO}_x$ : Ajuste de la tasa de aire de combustión, de la temperatura de la llama, de la relación combustible/aire, etc. Es posible aplicar las técnicas de combustión enumeradas a continuación, de manera individual o colectiva, tanto en ins-

talaciones nuevas como en instalaciones existentes. Están muy extendidas en el sector de las centrales eléctricas y en ciertos ámbitos del sector industrial:

- a) Combustión con reducido exceso de aire (2).
- b) Precalentamiento de aire reducido (2).
- c) Quemador fuera de servicio (2).
- d) Encendido polarizado del quemador (2).
- e) Quemadores de baja emisión de  $\text{NO}_x$  (2) y (3).
- f) Recirculación de los gases de combustión (3).
- g) Combustión de aire adicional (2) y (3).
- h) Recombustión por reducción de los  $\text{NO}_x$  en el horno (4).
- i) Inyección de agua/vapor y utilización combinada de combustibles pobres previamente mezclados (5).

23. Los volúmenes de las emisiones resultantes de la aplicación de estas técnicas (calculados sobre todo a partir de la experiencia de las centrales eléctricas) están resumidos en el cuadro 1.

24. Las modificaciones del modo de combustión son objeto permanente de estudios y medidas de optimización. La reducción de los  $\text{NO}_x$  en el horno está siendo ensayada en algunas grandes instalaciones de demostración, y las modificaciones básicas del modo de combustión son incorporadas principalmente en el diseño de las calderas y de los quemadores. Por ejemplo, los modelos de hornos modernos comprenden unos orificios para la combustión de aire adicional, y los quemadores de gas/aceite están equipados con un sistema de recirculación de los gases de conductos. La última generación de quemadores de baja emisión de  $\text{NO}_x$  combina el escalonamiento del aire y el escalonamiento del combustible. Estos últimos años, la readaptación completa de las instalaciones para la combustión de los gases de conductos se ha incrementado mucho en los países miembros de la Comunidad Económica Europea/Organización de las Naciones Unidas. En 1992, la capacidad instalada totalizaba alrededor de 150.000  $\text{MW}$ .

#### *Tratamiento de los gases de conducto*

25. Los procedimientos de tratamiento de los gases de conducto tienen por objeto la extracción de los  $\text{NO}_x$  que ya se han formado; por esto es por lo que, a este respecto, se habla también de medidas secundarias. Normalmente, para reducir las emisiones de  $\text{NO}_x$ , se empieza, todas las veces que sea posible, por adoptar medidas primarias antes de proceder al tratamiento de los gases de conducto. Todos los conocimientos actuales en materia de tratamiento de gases de conducto se basan en la extracción de  $\text{NO}_x$  mediante procedimientos químicos vía seca.

26. Se trata de los siguientes procedimientos:

- a) Reducción catalítica selectiva.
- b) Reducción no catalítica selectiva.
- c) Extracción combinada de  $\text{NO}_x$  y de  $\text{SO}_x$ :
  - i) carbón activo;
  - ii) extracción catalítica combinada de  $\text{NO}_x$  y de  $\text{SO}_x$ .

27. Las emisiones resultantes de la aplicación de las técnicas de reducción catalítica y no catalítica selectiva vienen resumidas en el cuadro 1. Los valores proceden de la experiencia práctica adquirida en un gran número de instalaciones en funcionamiento. En 1991, en la parte europea de la Comunidad Económica Europea/Organización de las Naciones Unidas, se han montado unas 130 instalaciones de reducción catalítica selectiva que totalizan 50.000  $\text{MW}_{\text{el}}$ , 12 instalaciones de reducción no catalítica selectiva (2.000  $\text{MW}_{\text{el}}$ ), una instalación de carbón activado (250  $\text{MW}_{\text{el}}$ ) y dos procedimientos catalíticos combinados (400  $\text{MW}_{\text{el}}$ ). El ren-

dimiento de depuración de  $\text{NO}_x$  del carbón activo y de los procedimientos catalíticos combinados es comparable al de la reducción catalítica selectiva.

28. El cuadro 1 resume también los costes de la aplicación de las técnicas de reducción de los  $\text{NO}_x$ .

#### *Técnicas de lucha para otros sectores*

29. Contrariamente a la mayoría de los procedimientos de combustión, la introducción en el sector industrial de modificaciones aportadas al modo de combustión y/o a los procedimientos se enfrenta a numerosas limitaciones. En los hornos de cemento y en los hornos de fusión del vidrio, por ejemplo, son necesarias altas temperaturas para garantizar la calidad del producto. Las modificaciones corrientes del modo de combustión son la introducción de quemadores de combustión escalonada que desprenden poco  $\text{NO}_x$ , la recirculación de los gases de conducto y la optimización del procedimiento (precalcación en los hornos de cemento, etc.).

30. El cuadro 1 presenta algunos ejemplos.

#### *Efectos secundarios/subproductos*

31. Los efectos secundarios que se enumeran a continuación no impiden la aplicación de ninguna técnica o método, pero han de ser tenidos en cuenta cuando varios medios de reducción de  $\text{NO}_x$  son posibles. Sin embargo, un buen diseño y un funcionamiento apropiado permiten generalmente limitarlos:

##### a) Modificaciones del modo de combustión:

eventual disminución del rendimiento general;  
aumento de CO y de emisiones de hidrocarburos;  
corrosión causada por la atmósfera reductora;  
posible formación de  $\text{N}_2\text{O}$  en los sistemas CLF;  
posible incremento de cenizas volantes carbonadas.

##### b) Reducción catalítica selectiva:

presencia de  $\text{NH}_3$  en las cenizas volantes;  
formación de sales de amonio en las instalaciones situadas río arriba;  
desactivación del catalizador;  
incremento de la conversión de  $\text{SO}_2$  en  $\text{SO}_3$ .

##### c) Reducción no catalítica selectiva:

presencia de  $\text{NH}_3$ ;  
formación de sales de amonio en las instalaciones situadas río arriba;  
posible formación de  $\text{N}_2\text{O}$ .

32. En cuanto a los subproductos, los únicos que han de ser tenidos en cuenta son los catalizadores desactivados del procedimiento de reducción catalítica selectiva. En razón de su clasificación como residuos, la evacuación simple queda excluida; existen, no obstante, posibilidades de reciclarlos.

33. La producción de reactivos (amoníaco, urea) para los procedimientos de tratamiento de los gases de conducto implica varias operaciones distintas que requieren energía y sustancias que entran en reacción. Los sistemas de almacenamiento del amoníaco están sometidos a una reglamentación de seguridad y están diseñados para un funcionamiento en circuito cerrado, lo que reduce al mínimo las emisiones de amoníaco. La utilización de  $\text{NH}_3$ , sin embargo, no está incluida, aun teniendo en cuenta las emisiones indirectas ligadas a su producción y a su transporte.

#### *Control y comunicación de los datos*

34. Las medidas adoptadas por los países para implantar sus estrategias y políticas de reducción de la contaminación atmosférica comprenden leyes y norma-

tivas, medidas económicas de fomento y de disuasión, así como requisitos técnicos (mejores técnicas disponibles).

35. En general, se pueden establecer las normas de limitación de las emisiones por fuente de emisión en función del tamaño de la instalación, del modo operativo, de la técnica de combustión, del tipo de combustión y del hecho de que la instalación sea nueva o exista ya. Otra solución aplicada consiste en fijar un objetivo de reducción global de las emisiones de  $\text{NO}_x$  de un grupo de fuentes y permitir a las partes elegir el sector de intervención apropiado para alcanzarlo (principio de la burbuja).

36. La limitación de las emisiones de  $\text{NO}_x$  a los niveles fijados por la legislación nacional debe ser sometida a un sistema permanente de control y de comunicación de datos, y los resultados deben ser notificados a las autoridades de vigilancia.

37. Existen actualmente varios sistemas de control, basados en métodos de medición continua o discontinua. Las normas de calidad varían, sin embargo, de una Parte a otra. Las mediciones deben ser efectuadas por institutos cualificados y mediante sistemas de medición/control homologados. Con este fin, un sistema de homologación puede constituir la mejor garantía.

38. Con los actuales sistemas de control automático y material de control, la comunicación de los datos no plantea problemas. Para su recogida con vistas a una utilización posterior, se utilizan las técnicas modernas. Sin embargo, los datos que se han de comunicar a las autoridades varían de una Parte a otra. Para mejorar la comparabilidad de los datos, deberían armonizarse las series y las normativas. La armonización serviría también para garantizar la calidad de los sistemas de medición/control. Esta necesidad debe ser tenida en cuenta cuando se comparan datos procedentes de las diferentes Partes.

39. Para evitar las disparidades y los datos no comparables, es necesario definir correctamente los elementos y los parámetros esenciales, destacándose los siguientes puntos:

Las normas deben expresarse en ppmv,  $\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $\text{g}/\text{GJ}$ ,  $\text{kg}/\text{t}$ , de los productos. La mayoría de estas unidades deben calcularse y especificarse para la temperatura del gas, la humedad, la presión, el porcentaje de oxígeno y el valor de la aportación térmica.

Es importante definir el intervalo de tiempo que se va a considerar para expresar las normas en valores medios (horarios, mensuales, anuales).

Es necesario indicar la duración de las averías y la normativa aplicable para sortear los sistemas de vigilancia o prevenir la parada de una instalación.

Es necesario definir los métodos que permiten restituir los datos falsos o perdidos como consecuencia de una avería del material.

Es importante definir la serie de parámetros que se van a medir. Los datos requeridos pueden variar según el tipo de procedimiento industrial, lo que implica la necesidad de situar el punto de medición en el sistema.

40. El control de calidad de las mediciones debe estar garantizado.

#### Notas:

(1) Los medios i), a) y b) están integrados en la estructura política energética de una Parte. Su grado de implantación, su eficacia y sus costes por sector no se examinan aquí.

(2) Medidas de readaptación típicas, de bajo rendimiento y de aplicabilidad limitada.

(3) Estado de los conocimientos en las instalaciones nuevas.

(4) Aplicación en grandes instalaciones industriales; experiencia práctica limitada por ahora.

(5) Para turbinas de combustión.

*Categoría de fuente I): Centrales eléctricas públicas, instalaciones mixtas e instalaciones de calefacción urbana*

Fuente de energía	Emisiones sin descontaminación		Modificaciones del procedimiento y del modo de combustión			Tratamiento de los gases de conducto						
	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	No catalítico			Catalítico (tras medidas primarias)			
						mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	
<b>Calderas:</b>												
Carbón, WBB 4/.	1.500-2.200	530-770	1.000-1.800	350-630	3-25	NC		NC	< 200	< 70	50-100 (125-200) 12/	
Carbón, DBB 5/.	800-1.500	280-530	300-850	100-300	3-25	200-400	70-140	9-11	< 200	< 70	50-100 (125-200) 12/	
Lignito 5/.	450-750	189-315	190-300	80-126	30-40	< 200	< 84		< 200	< 85	80-100	
Aceite pesado 6/.	700-1.400	140-400	150-500	40-140	Hasta 20	175-250	50-70	6-8	< 150	< 40	50-70	
Aceite ligero 6/.	350-1.200	100-332	100-350	30-100	Hasta 20	NC		6-8	< 150	< 40	50-70	
EB 14/.	800		NC		NC	NC					NC	
Gas natural 6/.	150-600	40-170	50-200	15-60	3-20	NC		5-7	< 100	< 30		
CLF.	200-700		180-400		1.400-1.600	< 130			NC			
CLFP.	150-200	50-70			7/				< 140	< 50		
CCGi 13/.	< 600		< 100		1.100 7/	60			NC			
Turbinas de gas + TGCC 13/ 18/:					Coste inversión							
Gas natural.	165-310	140-270	30-150	26-130 se	50-100	SO			20	17		
Carburante diesel.	235-430	200-370	50-200	45-175 hu	10-50	SO			120-180	70		
Motores de combustión interna 4/ (gas nat. < 1MEel).	4.800-6.300	1.500-2.000	320-640	100-200	ECU/kWel							

*Categoría de fuente II): Instalaciones de combustión comerciales, institucionales y residenciales*

Fuente de energía	Emisiones sin descontaminación		Modificaciones del procedimiento y del modo de combustión			Tratamiento de los gases de conducto						
	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	No catalítico			Catalítico (tras medidas primarias)			
						mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	
Carbón.	110-500	40-175										
Lignito.	70-400	30-160										
Aceite ligero.	180-440	50-120	130-250	35-70								
Gas.	140-290	40-80	60-150	16-40	2-10							
Madera 15/.	85-200	50-120	70-140	40-80								

Categoría de fuente III): Instalaciones de combustión industriales y procedimientos de combustión

Fuente de energía	Emisiones sin descontaminación		Modificaciones del procedimiento y del modo de combustión			Tratamiento de los gases de conducto							
	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	No catalítico			Catalítico (tras medidas primarias)				
						mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/		
Instalaciones de combustión industriales:													
Carbón pulverizado 8/.	600-2.200	200-770	Hasta 700	Hasta 245									
Carbón calibrado 3/.	150-600	50-200	Hasta 175	Hasta 175									
Lignito.	200-800	80-340											
Aceite pesado 6/.	400-1.000	110-280	Hasta 650	Hasta 180									
Aceite ligero 6/.	150-400	40-110	Hasta 250	Hasta 70									
Gas natural 6/.	100-300	30-80	Hasta 150	Hasta 42	2-10								
Turbina de gas + TGCC 13/ 18/:					Coste inversión								
Gas natural.	165-310	140-270	30-150	26-130 se	50-100 Ecu/kWel	SO			20	17			
Carburante diesel.	235-430	200-370	50-200	45-175 hu	10-50 Ecu/kWel	SO			120-180	70			
CLF 8/.	100-700		100-600										
Motor combustión interna (gas natural) 4/.	4.800-6.300	1.500-2.000	320-640	100-200									
Procedimientos indus.:													
Calcinación.	1.000-2.000		500-800										
Vidrio:													
Vidrio plano.		6 kg/t	500-2.000						< 500				
Recipientes.		2,5 kg/t											
Fibra.		0,5 kg/t											
Vidrio industrial.		4,2 kg/t											
Metales:													
Aglomerado.	300-500 16/	1,5 kg/t							< 500				
Hornos de coque.	1.000	1 kg/t											
Combustibles carbónicos secados.	< 3.000												
Hornos de arco eléctrico.	50-200												
Papel y Pasta:													
Licor negro.	170 17/	(50-80 g/GJ)		20-40 g/GJ)		60						13-20	

**Categoría de fuente IV): Operaciones diferentes de la combustión**

Fuente de energía	Emisiones sin descontaminación		Modificaciones del procedimiento y del modo de combustión			Tratamiento de los gases de conducto					
	mg/m <sup>3</sup> 1/	kg/t 9/	mg/m <sup>3</sup> 1/	kg/t 9/	ECU/kWel 2/	No catalítico			Catalítico (tras medidas primarias)		
						mg/m <sup>3</sup> 1/	kg/t 1/	ECU/kWel 2/	mg/m <sup>3</sup> 1/	kg/t 9/	ECU/kWel 2/
Acido nítrico: Baja presión (1-2,2 bares). Presión media (2,3-8 bares). Alta presión (8-15 bares). HOKO (50 bares). Decapado: Latón. Acero inoxidable. Acero al carbono.	5.000	16,5								0,01-0,8	
1.000 aprox.	3,3										
< 380	< 1,25										
< 380	< 1,25										
		25 10/									
		0,3									
		0,1									

**Categoría de fuente V): Extracción, transformación y distribución de combustibles fósiles**

Fuente de energía	Emisiones sin descontaminación		Modificaciones del procedimiento y del modo de combustión			Tratamiento de los gases de conducto					
	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	No catalítico			Catalítico (tras medidas primarias)		
						mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/
Refinerías 5/.	~ 1.000		100-700								

**Categoría de fuente VI): Tratamiento y eliminación de residuos**

Fuente de energía	Emisiones sin descontaminación		Modificaciones del procedimiento y del modo de combustión			Tratamiento de los gases de conducto					
	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	No catalítico			Catalítico (tras medidas primarias)		
						mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/	mg/m <sup>3</sup> 1/	g/GJ 1/	ECU/kWel 2/
Incineración 11/.	250-500		200-400						< 100		

### Notas al cuadro 1

1. Emisiones en  $\text{mg NO}_2/\text{m}^3$  (PTN seco) o en  $\text{g/GJ}$  de aportación térmica. Coeficientes de conversión (de  $\text{mg}/\text{m}^3$  a  $\text{g/GJ}$ ) para las emisiones de  $\text{NO}_x$  producidas por los siguientes combustibles: Carbón (hulla): 0,35; carbón (lignito): 0,42; aceite/gas: 0,277; turba: 0,5; madera con corteza: 0,588 [ $1 \text{ g/GJ} = 3,6 \text{ mg/kWh}$ ].

2. Inversiones totales: 1 ECU = 2 DM.

3. Reducción conseguida generalmente en combinación con medidas primarias. Rendimiento de reducción del 80 al 95 por 100.

4. Al 5 por 100 de  $\text{O}_2$ .

5. Al 6 por 100 de  $\text{O}_2$ .

6. Al 3 por 100 de  $\text{O}_2$ .

7. Incluidos los costes relacionados con la caldera.

8. Al 7 por 100 de  $\text{O}_2$ .

9. Las emisiones de los procedimientos industriales se expresan generalmente en  $\text{kg/t}$  de producto.

10.  $\text{g}/\text{m}^2$  de superficie.

11. Al 11 por 100 de  $\text{O}_2$ .

12. Configuración gas de escape-reducción catalítica selectiva por oposiciones a un polvo concentrado.

13. Al 15 por 100 de  $\text{O}_2$ .

14. Emulsión de betún.

15. Sólo madera no tratada.

16. Recuperación de calor y recirculación de gases.

17. Materia seca: < 75 por 100

18. Con combustión suplementaria;  $\text{NO}_x$  térmico suplementario del orden de 0-20  $\text{g/GJ}$ .

SO: Sin objeto.

X: Datos que carecen de utilidad, ya que las normas pueden respetarse sin que éstos se conozcan.

NC: Datos no conocidos (técnica aplicada, pero sin datos disponibles).

## ORGANO EJECUTIVO PARA EL CONVENIO SOBRE CONTAMINACION ATMOSFERICA TRANSFRONTERIZA A GRAN DISTANCIA

Duodécima sesión, Ginebra  
(28 de noviembre. 1 de diciembre de 1994)

### Anexo técnico al protocolo de Sofía de 1988

Parte II: Tecnologías de control de las emisiones de  $\text{NO}_x$  provenientes de fuentes móviles en lo referente al control de las emisiones de  $\text{NO}_x$  provenientes de vehículos pesados

#### I. INTRODUCCIÓN

1. Este anexo está basado en la información sobre las resultantes y los costes de control de emisiones contenida en la documentación oficial del órgano ejecutivo y sus órganos subsidiarios; en los informes sobre Emisiones de  $\text{NO}_x$  Provenientes de Fuentes Móviles: Fuentes y Opciones de Control, preparado para la Parte de Trabajo sobre los Problemas de Contaminación Atmosférica; y Emisiones de Oxidos de Nitrógeno Provenientes de Vehículos Pesados en Carretera: Opciones para una Mayor Reducción, preparado para el Grupo de Trabajo sobre Tecnología; y en la documentación del Comité de Transporte Interior de la Comisión Económica para Europa y sus órganos subsidiarios; además de estar basado en informaciones suplementarias facilitadas por expertos designados por los gobiernos.

2. En vista de la experiencia cada vez mayor con los nuevos vehículos que incorporan tecnología de baja emisión, y del desarrollo de carburantes alternativos, así como de las adaptaciones y otras estrategias para los vehículos existentes, resulta imprescindible elaborar y enmendar periódicamente el presente anexo. El anexo

no puede ser una declaración exhaustiva de opciones técnicas, sino que persigue el objetivo de ofrecer una guía para que las partes puedan identificar económicamente factibles que les permitan cumplir las obligaciones contraídas en virtud del Protocolo.

#### 1. Principales fuentes móviles de emisión de $\text{NO}_x$

3. Las principales fuentes móviles de emisiones antrópicas incluyen:

##### Vehículos de carretera:

Coches de pasajeros a gasolina y a carburante diésel;

Vehículos comerciales ligeros;

Vehículos pesados;

Motocicletas y ciclomotores;

Tractorès (agrícolas y forestales).

##### Aplicaciones a motor que no son de carretera:

Maquinaria agrícola, maquinaria industrial móvil y maquinaria de construcción.

##### Otras fuentes móviles:

Transporte ferroviario;

Buques y otras embarcaciones marítimas;

Aviones.

4. El transporte por carretera es una de las principales fuentes de emisiones antrópicas de  $\text{NO}_x$  en muchos países de la Comisión Económica para Europa, contribuyendo hasta en dos terceras partes al total de las emisiones nacionales. Los actuales vehículos a gasolina contribuyen, hasta en dos terceras partes al total de las emisiones nacionales de  $\text{NO}_x$  en carretera. No obstante, en algunos casos, las emisiones de  $\text{NO}_x$  provenientes de los vehículos pesados rebasan las emisiones decrecientes de los coches de pasajeros.

5. Muchos países han promulgado regulaciones que limitan la emisión de contaminantes de los vehículos de carretera. Para las aplicaciones que no sean de carretera, algunos países de la Comisión Económica para Europa han promulgado normas de emisiones que incluyen los  $\text{NO}_x$  y en la propia Comisión se están preparando estas normas. Las emisiones de  $\text{NO}_x$  provenientes de estas fuentes pueden ser sustanciales.

Hasta que se disponga de otros datos, el presente anexo se centrará exclusivamente en los vehículos de carretera.

#### II. Aspectos generales de la tecnología de control para las emisiones de $\text{NO}_x$ provenientes de vehículos en carretera

6. Los vehículos de carretera considerados en el presente anexo son los coches de pasajeros, los vehículos comerciales ligeros, las motocicletas, los ciclomotores y los vehículos pesados.

7. El presente anexo trata tanto de los nuevos vehículos como de los que están en uso, centrandó la atención fundamentalmente en el control de las emisiones de  $\text{NO}_x$  para los nuevos tipos de vehículos.

8. Las cifras de coste para las diferentes tecnologías dadas son estimaciones de coste de fabricación y no de los precios de venta.

9. Es importante asegurar que las normas de emisiones para los nuevos vehículos se mantengan en vigor. Esto se puede hacer a través de programas de inspección y mantenimiento que aseguren la conformidad de fabricación, la plena durabilidad de la vida útil, la garantía de los componentes de control de emisiones, y el recordatorio de vehículos defectuosos.

10. Los incentivos fiscales pueden fomentar la aceleración de la introducción de tecnología deseable. La

adaptación es de beneficio limitado para la reducción de los  $\text{NO}_x$ , y es posible que sea difícil de aplicar a algo más que un pequeño porcentaje de la flota de vehículos.

11. Las tecnologías que incorporan convertidores catalíticos con motores a gasolina de encendido por explosión con carburador requieren el uso de carburante sin plomo que se pueda obtener en todas partes. El uso de tecnologías de postratamiento en los motores diésel, como los catalizadores de oxidación o las trampas de partículas, requiere el uso de carburantes con bajo contenido de azufre (con un contenido máximo de azufre de 0,05 por 100).

12. La gestión del tráfico urbano y del tráfico de larga distancia, aunque no ha sido elaborada en el presente anexo, es importante como un eficaz enfoque adicional para reducir las emisiones, incluyendo las de  $\text{NO}_x$ . Las medidas clave para la gestión del tráfico pretenden cambiar la distribución modal del transporte público y del transporte de larga distancia, especialmente en áreas sensibles como las ciudades o los Alpes, transfiriendo el transporte por carretera al ferroviario, a través de elementos tácticos, estructurales, financieros y restrictivos, y también optimizando la logística de los sistemas de entrega. Estas medidas también serán beneficiosas para otros efectos perjudiciales de la expansión del tráfico como el ruido, la congestión, etc.

13. Existen numerosas tecnologías y opciones de diseño que hacen posible el control simultáneo de diferentes contaminantes. En algunas aplicaciones, se han experimentado los efectos contrarios cuando se han reducido las emisiones de  $\text{NO}_x$  (como los motores a gasolina o diésel sin catalizador). Esta situación se puede cambiar con el empleo de nuevas tecnologías (como los dispositivos de limpieza postratamiento y la electrónica). El carburante diésel reformulado y el carburante con aditivos reductores de los  $\text{NO}_x$  de poscombustión también pueden jugar un papel en una estrategia para luchar contra los  $\text{NO}_x$  de los vehículos que funcionan con carburante diésel.

### III. *Tecnologías de control para las emisiones de $\text{NO}_x$ provenientes de vehículos de carretera*

(a) *Coches de pasajeros y vehículos comerciales ligeros que funcionan a gasolina o con carburante diésel:*

14. Las principales tecnologías para controlar las emisiones de  $\text{NO}_x$  se relacionan en el cuadro 1.

15. La base para la comparación en el cuadro 1 es la opción B, que representa la tecnología no catalítica diseñada en respuesta a los requisitos de Estados Unidos para 1973/1974 o de la Regulación de la Comisión Económica para Europa 1504 1/ de conformidad con el acuerdo de 1958 sobre la Adopción de Condiciones Uniformes de Aprobación y Reconocimiento Recíproco de Aprobación para Equipos y Piezas de Vehículos a Motor. El cuadro también presenta los niveles típicos de emisión para control catalítico de bucle abierto o cerrado, así como sus costes.

16. El nivel «no controlado» (A) del cuadro 1 se refiere a la situación en la región de la Comisión Económica para Europa en 1970, pero puede aún prevalecer en determinadas zonas.

17. El nivel de emisión del cuadro 1 refleja las emisiones medidas, de acuerdo con procedimientos estándar de prueba. Las emisiones provenientes de los vehículos en carretera pueden diferir debido al efecto de, entre otras cosas, la temperatura ambiente, las condiciones de funcionamiento (especialmente a velocidades más elevadas), las propiedades del carburante, y el mantenimiento. No obstante, el potencial de reducción indicado en el cuadro 1 se considera como representativo de las reducciones alcanzables en uso.

18. La tecnología más eficiente de la que se dispone actualmente para la reducción de los  $\text{NO}_x$  es la opción E. Esta tecnología logra grandes reducciones de  $\text{NO}_x$ , de compuestos orgánicos volátiles (VOC) y de emisiones de monóxido de carbono.

19. En respuesta a los programas regulatorios para nuevas reducciones de las emisiones de  $\text{NO}_x$  (como los vehículos de baja emisión en California), se están desarrollando sistemas de catalizador a tres vías con bucle cerrado (opción F). Estas mejoras se centrarán en la gestión del motor, en un control muy preciso de la relación entre carburante y aire, en una carga más concentrada de catalizador, en sistemas de diagnóstico a bordo (OBD), y en otras medidas de control avanzadas.

(b) *Motocicletas y ciclomotores:*

20. A pesar de ser muy bajas, se deberían considerar las emisiones reales de  $\text{NO}_x$  de las motocicletas y de los ciclomotores (por ejemplo, con los motores de dos tiempos). Aunque muchas de las Partes firmantes del Convenio van a limitar las emisiones de compuestos orgánicos volátiles de estos vehículos, sus emisiones de  $\text{NO}_x$  pueden aumentar (por ejemplo, con los motores de cuatro tiempos). En términos generales, son aplicables las mismas opciones tecnológicas descritas para los coches de pasajeros a gasolina. En Austria y en Suiza, ya se han implementado normas estrictas para las emisiones de  $\text{NO}_x$ .

(c) *Vehículos pesados diésel:*

21. En el cuadro 2 se resumen tres opciones tecnológicas. La configuración del motor de línea de base es el motor diésel de turbocompresor. La tendencia es hacia motores de turbocompresor con refrigeración intermedia, sistemas avanzados de inyección de carburante y control electrónico. Esta tendencia puede tener el potencial necesario para mejorar el nivel de consumo de carburante de línea de base. No se han incluido estimaciones comparativas de consumo de carburante.

### IV. *Técnicas de control para los vehículos en uso*

(a) *Vida útil plena, recordatorio y garantías:*

22. Al objeto de promover sistemas duraderos de control de emisiones, se deberían considerar normas de emisión que no pudiesen rebasarse durante «toda la vida útil» del vehículo. Es necesario promulgar programas de vigilancia para hacer cumplir este requisito. En virtud de estos programas, los fabricantes serían responsables de recordar los vehículos que incumplen las normas exigidas. Con el fin de asegurar que el propietario no tenga problemas relacionados con la fabricación, los fabricantes deberían ofrecer garantías para los componentes de control de emisión.

23. No debería existir ningún dispositivo para reducir la eficiencia o desconectar los sistemas de control de emisión durante ninguna condición de funcionamiento, exceptuando aquellas condiciones que fuesen indispensables para que el motor funcione sin problemas (como el arranque en frío).

(b) *Inspección y mantenimiento:*

24. El programa de inspección y mantenimiento tiene una función secundaria importante, pudiendo estimular el mantenimiento periódico e impedir que los propietarios de vehículos interfieran con los controles de emisión o los desactiven, tanto a través de la aplicación directa como de la información pública. Las inspecciones deberían verificar si los controles de emisión mantienen sus niveles de funcionamiento originales, además de ase-

gurar que no se hayan desmontado los sistemas de control de emisión.

25. La mejora de la supervisión del nivel de control de emisión se puede lograr mediante sistemas de diagnóstico a bordo (OBD) que supervisen el funcionamiento de los componentes de control de emisión, almacenen los códigos de avería para una investigación más detallada y llamen la atención del conductor al objeto de asegurar la reparación, en caso de funcionamiento defectuoso.

26. Los programas de inspección y mantenimiento pueden ser beneficiosos para todos los tipos de tecnología de control, asegurando que se mantengan los niveles de emisión de los nuevos vehículos. Para los vehículos de control catalítico es esencial asegurar el mantenimiento de las especificaciones y los ajustes de los nuevos vehículos, al objeto de evitar el deterioro de todos los contaminantes principales, incluyendo los NO<sub>x</sub>.

Nota:

1. Sustituida por la Regulación número 83.

CUADRO 1

*Tecnología de control de emisión para coches de pasajeros y vehículos comerciales ligeros a gasolina y diésel*

Opción tecnológica	Nivel de emisión de NO <sub>x</sub> (en porcentaje)	Estimación del coste suplementario de producción (en dólares USA)
<b>Vehículos a gasolina:</b>		
A. Situación no controlada .....	100	—
B. Modificaciones de motores (diseño de motor, sistemas de carburación y encendido, inyección de aire) .....	70	**
C. Catalizador con bucle abierto .....	50	150-200
D. Catalizador a tres vías con bucle cerrado .....	25	250-450***
E. Catalizador a tres vías con bucle cerrado, avanzado .....	10	350-600***
F. Vehículos de baja emisión de California (opción avanzada E) ..	6	> 700***
<b>Vehículos diésel:</b>		
G. Motor diésel convencional de inyección indirecta .....	40	—
H. Motor de inyección indirecta con inyección secundaria, altas presiones de inyección electrónicamente controladas .....	30	1.000-1.200****
I. Motor de inyección indirecta con turbocompresor .....	50	1.000-1.200****

Nota: Las opciones C, D, E y F requieren el uso de gasolina sin plomo; las opciones H e I requieren el uso de carburante diésel con bajo contenido de azufre.

\* Por vehículos, en relación con la opción tecnológica B. Los requisitos relacionados con los NO<sub>x</sub> pueden tener un efecto en los precios de los carburantes y en los costes de producción de las refinerías, pero no se ha incluido en la estimación del coste de producción suplementario.

\*\* Los costes para las modificaciones de motores de las opciones A a la B han sido estimados en 40-100 dólares USA.

\*\*\* En virtud de las opciones tecnológicas D, E y F, también se reducen sustancialmente las emisiones de monóxido de carbono y de compuestos orgánicos volátiles, aparte de las reducciones de NO<sub>x</sub>. Las opciones tecnológicas B y C también resultan en un control del monóxido de carbono y de los compuestos orgánicos volátiles.

\*\*\*\* Se reduce sustancialmente el consumo de carburante en comparación con la opción C, mientras que las emisiones de partículas de la opción tecnológica G son considerablemente superiores.

CUADRO 2

*Tecnologías para vehículos pesados, resultantes de emisión y costes*

Opción tecnológica	Nivel de emisión de NO <sub>x</sub> (en porcentaje)	Estimación del coste suplementario de producción (en dólares USA)
A. Motor diésel con turbocompresor (EURO I).	100	—
B. Motor diésel con turbocompresor y refrigeración intermedia (EURO II) .....	85	1.500-3.000
C. Motor diésel con turbocompresor, refrigeración intermedia, inyección de carburante a alta presión, bomba de carburante electrónicamente controlada, optimización de cámara de combustión y conductos, recirculación de los gases de escape .....	50-60	3.000-6.000
D. Cambio al motor de encendido por explosión con carburador con convertidor catalítico a tres vías funcionando con LPG, CNG o carburantes oxigenados .....	10-30	Hasta 10.000

Nota: La opción C requiere el uso de carburante diésel con bajo contenido de azufre.

\* Por vehículo, y dependiendo del tamaño del motor en relación con la tecnología de línea de base A. Los requisitos relacionados con los NO<sub>x</sub> pueden tener un efecto en los precios de los carburantes y en los costes de producción de las refinerías, pero no se ha incluido en la estimación del coste de producción suplementario.

Las modificaciones adoptadas en la 11.ª reunión entraron en vigor el 18 de abril de 1992 y las adoptadas en la 12.ª reunión entraron en vigor el 20 de febrero de 1994 ambas, de forma general y para España.

Lo que se hace público para conocimiento general. Madrid, 12 de septiembre de 1995.—El Secretario general Técnico, Antonio Bellver Manrique.