

## PROTOCOLLO

**alla convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero di lunga distanza, del 1979,  
relativo alla lotta contro le emissioni di ossidi di azoto o ai loro flussi transfrontalieri**

### LE PARTI

risolute ad applicare la risoluzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero di lunga distanza;

preoccupate del fatto che le emissioni attuali di inquinanti atmosferici danneggiano, nelle regioni esposte dell'Europa e dell'America del Nord, risorse naturali estremamente importanti dal punto di vista ecologico ed economico;

ricordando che l'organo esecutivo della convenzione ha affermato, nella sua seconda sessione, la necessità di ridurre efficacemente, al più tardi entro il 1995, le emissioni totali annuali di ossidi di azoto provenienti da fonti fisse o mobili o i loro flussi transfrontalieri nonché la necessità, per gli Stati che avevano già iniziato a ridurre tali emissioni, di contenere e di modificare le loro norme di emissione degli ossidi di azoto;

considerando gli attuali dati scientifici e tecnici relativi alle emissioni, allo spostamento nell'atmosfera e all'incidenza sull'ambiente degli ossidi di azoto e dei loro prodotti secondari nonché alle tecniche di lotta;

consapevoli del fatto che gli effetti nocivi delle emissioni di ossidi di azoto per l'ambiente variano a seconda dei paesi;

risolute ad adottare misure efficaci di lotta e a ridurre le emissioni nazionali di ossidi di azoto o i loro flussi transfrontalieri, in particolare mediante l'applicazione di appropriate norme nazionali di emissione per le fonti mobili nuove e le grandi fonti fisse nuove nonché mediante l'adattamento successivo delle grandi fonti fisse esistenti;

riconoscendo che le conoscenze scientifiche e tecniche in materia sono in evoluzione e che sarà necessario tener conto di tale evoluzione per l'applicazione del presente protocollo e per la decisione di azioni ulteriori;

rilevando che l'elaborazione di un'impostazione fondata sui carichi critici mira a fissare una base scientifica incentrata sugli effetti di cui si dovrà tenere conto esaminando l'applicazione del presente protocollo e decidendo nuove misure accettate sul piano internazionale, in modo da limitare e ridurre le emissioni di ossidi di azoto o i loro flussi transfrontalieri;

riconoscendo che l'esame attento di procedure volte a creare condizioni più favorevoli per lo scambio di tecnologie contribuirà alla riduzione effettiva delle emissioni di ossidi di azoto nelle regioni della Commissione;

notando con soddisfazione l'impegno reciproco assunto da vari paesi per ridurre senza indugi e in proporzioni considerevoli le loro emissioni nazionali annuali di ossidi di azoto;

prendendo atto delle misure già adottate da taluni paesi le quali avevano comportato la riduzione delle emissioni di ossidi di azoto,

HANNO CONVENUTO QUANTO SEGUE:

### *Articolo 1*

#### Definizioni

Ai fini del presente protocollo s'intende per:

1. «convenzione»: la convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero di grande distanza;
2. «EMEP» programma concertato di sorveglianza continua e di valutazione del trasporto a lunga distanza degli inquinanti atmosferici in Europa;
3. «organo esecutivo»: l'organo esecutivo della convenzione costituito in applicazione del paragrafo 1 dell'articolo 10 della convenzione;
4. «zona geografica delle attività dell'EMEP»: la zona definita al paragrafo 4 dell'articolo 1 del protocollo alla convenzione del 1979 sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero di grande distanza, relativo al finanziamento a lungo termine del programma concertato di sorveglianza continua e di valutazione del trasporto a lunga distanza degli inquinanti atmosferici in Europa (EMEP) adottato a Ginevra il 28 settembre 1984;
5. «parti»: salvo indicazione contraria del contesto, le parti contraenti del presente protocollo;
6. «Commissione»: la Commissione economica delle Nazioni Unite per l'Europa;
7. «carico critico»: una stima quantitativa dell'esposizione a uno o più inquinanti al di sotto della quale, in base alle conoscenze attuali, non si hanno effetti

- nocivi apprezzabili su elementi sensibili determinati dell'ambiente;
8. «grande fonte fissa esistente»: qualsiasi fonte fissa esistente il cui apporto termico sia di almeno 100 MW;
  9. «grande fonte fissa nuova»: qualsiasi fonte fissa nuova il cui apporto termico sia di almeno 50 MW;
  10. «grande categoria di fonti»: qualsiasi categoria di fonti che emettono o possono emettere inquinanti atmosferici sotto forma di ossidi di azoto, segnatamente le categorie descritte nell'allegato tecnico, e che contribuiscono per almeno il 10 % al totale delle emissioni nazionali di ossidi di azoto misurato o calcolato nel primo anno civile successivo alla data di entrata in vigore del presente protocollo, ed in seguito ogni quattro anni;
  11. «fonte fissa nuova»: qualsiasi fonte fissa la cui costruzione o modifica rilevante sia iniziata dopo un termine di due anni dalla data di entrata in vigore del presente protocollo;
  12. «fonte mobile nuova»: un veicolo a motore o altra fonte mobile fabbricati dopo un termine di due anni dalla data di entrata in vigore del presente protocollo.

#### Articolo 2

##### Obblighi fondamentali

1. Le parti adottano, in un primo tempo e non appena possibile, misure efficaci per controllare e/o ridurre le loro emissioni annuali nazionali di ossidi di azoto o i loro flussi transfrontalieri, affinché questi, il 31 dicembre 1984 al più tardi, non siano superiori alle emissioni annuali nazionali di ossidi di azoto e ai flussi transfrontalieri di tali emissioni durante l'anno civile 1987 o durante qualsiasi anno anteriore da specificare al momento della firma del protocollo o dell'adesione al medesimo, a condizione che, inoltre, nel caso di una parte che specifichi qualsiasi anno anteriore, i flussi transfrontalieri nazionali di detta parte o le sue emissioni nazionali di ossidi di azoto durante il periodo dal 1° gennaio 1987 al 1° gennaio 1996 non oltrepassino, in media annuale, i suoi flussi transfrontalieri o le sue emissioni nazionali durante l'anno civile 1987.
2. Inoltre, le parti adottano, entro e non oltre due anni dalla data di entrata in vigore del presente protocollo, le seguenti misure:
  - a) applicazione di norme nazionali di emissione per le grandi fonti e/o categorie di fonti fisse nuove e, per le fonti fisse sensibilmente modificate nelle grandi categorie di fonti, norme fondate sulle migliori tecnologie applicabili ed economicamente accettabili prendendo in considerazione l'allegato tecnico;
  - b) applicazione di norme nazionali di emissione alle fonti mobili nuove in tutte le grandi categorie di fonti, norme fondate sulle migliori tecnologie applicabili ed economicamente accettabili, prendendo in considerazione l'allegato tecnico e le decisioni in materia prese nel quadro del comitato dei trasporti interni della Commissione;

- c) adozione di misure antinquinamento per le grandi fonti fisse esistenti, tenendo conto dell'allegato tecnico e le caratteristiche dell'impianto, la sua età, il suo tasso di utilizzazione e la necessità di evitare una perturbazione ingiustificata dell'attività.
3. a) Le parti, in un secondo tempo, avviano negoziati, entro e non oltre sei mesi dalla data di entrata in vigore del presente protocollo, sulle misure ulteriori da adottare al fine di ridurre le emissioni annuali nazionali di ossidi di azoto o i flussi transfrontalieri di tali emissioni, tenendo conto delle migliori innovazioni scientifiche e tecniche disponibili, dei carichi critici accettati sul piano internazionale e degli altri elementi risultanti dal programma di lavoro intrapreso in base all'articolo 6.
  - b) A tal fine le parti cooperano per definire:
    - i) i carichi critici;
    - ii) le riduzioni delle emissioni annuali nazionali di ossidi di azoto o dei flussi transfrontalieri di tali emissioni necessarie per conseguire gli obiettivi convenuti fondati sui carichi critici; e
    - iii) misure, e un relativo calendario che comincia a decorrere non oltre il 1° gennaio 1996, volte a realizzare tali riduzioni.

4. Le parti possono adottare misure più rigorose di quelle prescritte dal presente articolo.

#### Articolo 3

##### Scambio di tecnologie

1. Le parti facilitano, conformemente alle loro leggi, regolamenti e pratiche nazionali, lo scambio di tecnologie al fine di ridurre le emissioni di ossidi di azoto, incoraggiando in particolare:
  - a) lo scambio commerciale delle tecniche disponibili;
  - b) i contatti diretti e la cooperazione nel settore industriale, incluse le coimprese;
  - c) lo scambio di dati di informazione e di esperienze;
  - d) l'assistenza tecnica.
2. Nell'incoraggiare le attività di cui alle precedenti lettere a) e d), le parti creano condizioni favorevoli facilitando i contatti e la cooperazione tra le organizzazioni e le persone competenti dei settori privato e pubblico, capaci di fornire la tecnologia, i servizi di concezione e di ingegneria, il materiale o il finanziamento necessari.
3. Le parti intraprenderanno, entro e non oltre sei mesi dalla data di entrata in vigore del presente protocollo,

l'esame degli interventi necessari per creare condizioni più favorevoli allo scambio di tecniche atte a permettere la riduzione delle emissioni di ossidi di azoto.

#### Articolo 4

##### Carburante senza piombo

Le parti provvederanno a che, quanto prima possibile, ma entro e non oltre due anni dalla data di entrata in vigore del presente protocollo, il carburante senza piombo sia sufficientemente disponibile, in casi particolari perlomeno lungo i grandi itinerari di transito internazionale in modo da facilitare la circolazione dei veicoli muniti di convertitori catalitici.

#### Articolo 5

##### Processo di revisione

1. Le parti modificano periodicamente, aggiornandolo, il presente protocollo in considerazione delle migliori basi scientifiche e delle innovazioni tecniche disponibili.
2. La prima revisione avrà luogo, al più tardi, un anno dalla data di entrata in vigore del presente protocollo.

#### Articolo 6

##### Lavori da intraprendere

Le parti ammettono una particolare priorità alle attività di ricerca e di sorveglianza relative alla messa a punto e all'applicazione di un metodo fondato sui carichi critici volto a determinare scientificamente le riduzioni necessarie delle emissioni di ossidi di azoto. Le parti si adopereranno in particolare, mediante programmi nazionali di ricerca, nel quadro del piano di lavoro dell'organo esecutivo e mediante altri programmi di cooperazione intrapresi nel quadro della convenzione, per:

- a) identificare e quantificare gli effetti delle emissioni di ossidi di azoto sull'uomo, sulla vita vegetale e animale, sulle acque, sui suoli e sui materiali, tenendo conto dell'impatto che hanno su essi gli ossidi di azoto provenienti da fonti diverse dalle precipitazioni atmosferiche;
- b) determinare la ripartizione geografica delle zone sensibili;
- c) mettere a punto sistemi di misurazione e modelli compresi nonché metodi armonizzati per il calcolo delle emissioni, al fine di quantificare il trasporto a lunga distanza degli ossidi di azoto e degli inquinanti connessi;
- d) affinare i sistemi di valutazione dei risultati e del costo delle tecniche di lotta contro l'emissione di ossidi di azoto e repertoriare le innovazioni tecnologiche in materia; e
- e) mettere a punto, nel contesto di un'impostazione fondata sui carichi critici, metodi che permettano di integrare

i dati scientifici, tecnici ed economici al fine di determinare adeguate strategie di lotta.

#### Articolo 7

##### Programmi, politiche e strategie nazionali

Le parti instaurano quanto prima programmi, politiche e strategie nazionali di esecuzione degli obblighi derivanti dal presente protocollo atti a permettere di combattere e ridurre le emissioni di ossidi di azoto o i loro flussi transfrontalieri.

#### Articolo 8

##### Scambio di informazioni e relazioni annuali

1. Le parti scambiano informazioni notificando all'organo esecutivo i programmi, le politiche e le strategie nazionali che essi adottano conformemente al precedente articolo 7 e notificando ogni anno al suddetto organo esecutivo i programmi realizzati e le modifiche apportate a detti programmi, politiche e strategie. Esse notificheranno in particolare:

- a) le emissioni annuali nazionali di ossidi di azoto e la base sulla quale esse sono state calcolate;
- b) i progressi compiuti nell'applicazione di norme nazionali di emissione come previsto ai paragrafi 2, lettera a) e 2, lettera b) del precedente articolo 2 nonché le norme nazionali di emissione applicate o da applicare e le fonti e/o le categorie di fonti considerate;
- c) i progressi nell'adozione delle misure antinquinamento come previsto al paragrafo 2, lettera c) del precedente articolo 2, le fonti considerate e le misure adottate o da adottare;
- d) i progressi realizzati nella messa a disposizione del pubblico di carburante senza piombo;
- e) le misure adottate per facilitare lo scambio di tecnologie;
- f) i progressi realizzati nella determinazione dei carichi critici.

2. Queste informazioni verranno comunicate, per quanto possibile, attenendosi ad un sistema uniforme di presentazione delle relazioni.

#### Articolo 9

##### Calcoli

Utilizzando modelli appropriati, l'EMEP fornisce all'organo esecutivo, in tempo opportuno prima delle sue riunioni annuali, calcoli dei bilanci dell'azoto, dei flussi transfrontalieri e delle ricadute di ossidi di azoto nella zona geografica delle attività dell'EMEP. Nelle regioni al di fuori della zona di attività dell'EMEP, vengono utilizzati modelli adattati alle circostanze particolari delle parti della convenzione.

*Articolo 10***Allegato tecnico**

L'allegato tecnico al presente protocollo ha carattere di raccomandazione. Esso fa parte integrante del protocollo.

*Articolo 11***Emendamenti al protocollo**

1. Ciascuna parte può proporre emendamenti al presente protocollo.
2. Le proposte di emendamento sono sottoposte per iscritto al segretario esecutivo della Commissione il quale le comunica a tutte le parti. L'organo esecutivo esamina le proposte di emendamento nella sua riunione successiva annuale sempreché tali proposte siano state comunicate alle parti dal segretario esecutivo almeno novanta giorni prima.
3. Gli emendamenti al protocollo, salvo gli emendamenti al suo allegato tecnico, sono adottati mediante il consenso delle parti rappresentate in una riunione dell'organo esecutivo. Essi entrano in vigore, per le parti che li hanno accettati, il novantesimo giorno successivo alla data alla quale due terzi delle parti abbiano depositato gli strumenti di accettazione di tali emendamenti. Gli emendamenti entrano in vigore per la parte che li ha accettati, dopo che i due terzi delle parti abbiano depositato gli strumenti di accettazione di tali emendamenti, il novantesimo giorno successivo alla data alla quale detta parte ha depositato il suo strumento di accettazione degli emendamenti.
4. Gli emendamenti all'allegato tecnico sono adottati mediante consenso delle parti rappresentate in una riunione dell'organo esecutivo ed entrano in vigore il trentesimo giorno successivo alla data alla quale essi sono stati comunicati, conformemente al paragrafo 5 seguente.
5. Gli emendamenti di cui ai precedenti paragrafi 3 e 4 sono comunicati alle parti dal segretario esecutivo quanto prima possibile dopo la loro adozione.

*Articolo 12***Composizione delle controversie**

In caso di controversia tra due o più parti circa l'interpretazione o l'applicazione del presente protocollo, tali parti cercano una soluzione negoziata o ricorrono ad altri metodi per esse accettabili di composizione delle controversie.

*Articolo 13***Firma**

1. Il presente protocollo potrà essere firmato dal 1° al 4 novembre 1988 incluso, a Sofia, e successivamente presso

la sede dell'Organizzazione delle Nazioni Unite a New York fino al 5 maggio 1989, dagli Stati membri della Commissione, dagli Stati che hanno status consultivo presso la Commissione, conformemente al paragrafo 8 della risoluzione 36 (IV) del Consiglio economico e sociale del 28 marzo 1947 e dalle organizzazioni d'integrazione economica e regionale costituite da Stati sovrani membri della Commissione, aventi competenza per negoziare, concludere e applicare accordi internazionali nelle materie oggetto del presente protocollo sempreché tali Stati ed organizzazioni siano parti della convenzione.

2. Per le questioni di loro competenza, dette organizzazioni d'integrazione economica e sociale potranno, a proprio nome, esercitare diritti ed assumersi responsabilità che il presente protocollo conferisce ai loro Stati membri. In tal caso gli Stati membri di queste organizzazioni non saranno autorizzate ad esercitare individualmente detti diritti.

*Articolo 14***Ratifica, accettazione, approvazione e adesione**

1. Il presente protocollo sarà sottoposto a ratifica, accettazione o approvazione da parte dei firmatari.
2. Il presente protocollo è aperto all'adesione degli Stati e delle organizzazioni di cui al paragrafo 1 del precedente articolo 13 a decorrere dal 6 maggio 1989.
3. Gli Stati o le organizzazioni che aderiscono al presente protocollo dopo il 31 dicembre 1993 possono applicare i precedenti articoli 2 e 4 entro e non oltre il 31 dicembre 1995.
4. Gli strumenti di ratifica, di accettazione, di approvazione o di adesione saranno depositati presso il segretario generale dell'Organizzazione delle Nazioni Unite, il quale funge da depositario.

*Articolo 15***Entrata in vigore**

1. Il presente protocollo entra in vigore il novantesimo giorno successivo alla data di deposito del sedicesimo strumento di ratifica, di accettazione, di approvazione o di adesione.
2. Per ciascuno degli Stati o organizzazioni di cui al paragrafo 1 del precedente articolo 13, che ratifichi, accetti o approvi il presente protocollo o vi aderisca dopo il deposito del sedicesimo strumento di ratifica, di accettazione, di approvazione o di adesione, il protocollo entra in vigore il novantesimo giorno a decorrere dalla data di deposito da parte di detto Stato o organizzazione dello

strumento di ratifica, di accettazione, di approvazione o di adesione.

giorni dopo la data in cui la notifica sarà stata ricevuta dal depositario o ad una data ulteriore che sia specificata nella notifica di denuncia.

*Articolo 16*

**Denuncia**

Decorsi cinque anni dalla data in cui il presente protocollo sarà entrato in vigore nei riguardi di una parte contraente, tale parte può denunciare il medesimo mediante notifica scritta al depositario. La denuncia avrà effetto novanta

*Articolo 17*

**Testi facenti fede**

L'originale del presente protocollo i cui testi inglese, francese e russo fanno ugualmente fede, sarà depositato presso il segretario generale dell'Organizzazione delle Nazioni Unite.

In fede di che i sottoscritti, a ciò debitamente autorizzati, hanno firmato il presente protocollo.

Fatto a Sofia, il 31 ottobre 1988.

## ALLEGATO TECNICO

1. Le informazioni relative ai risultati delle emissioni e ai costi si basano sulla documentazione ufficiale dell'organo esecutivo e dei suoi organi sussidiari, in particolare sui documenti EB-AIR/WG.3/R. 8, R. 9 e R. 16, e ENV/WP.1/R. 86 e Corr. 1, riprodotti negli *Effets de la pollution atmosphérique transfrontière et la lutte antipollution* (1). Salvo indicazione contraria si ritiene che le tecniche enumerate siano comprovate e fondate sull'esperienza concreta (2).
2. Le informazioni che figurano nel presente allegato sono incomplete. Poiché l'esperienza relativa ai nuovi motori e ai nuovi impianti che impiegano tecniche con bassa produzione di emissioni e l'adattamento degli impianti esistenti si estendono costantemente, sarà necessario sviluppare e modificare l'allegato a intervalli regolari. L'allegato, il quale non può fornire un quadro esauriente delle opzioni tecnologiche, mira ad aiutare le parti contraenti nella ricerca di tecniche economicamente praticabili per l'applicazione degli obblighi assunti in base al protocollo.

I. TECNICHE DI LOTTA CONTRO LE EMISSIONI DI NO<sub>x</sub> PROVENIENTI DA FONTI FISSE

3. La combustione di combustibili fossili è la principale fonte fissa di emissioni antropiche di NO<sub>x</sub>. Possono inoltre contribuire alle emissioni di NO<sub>x</sub> talune operazioni diverse dalla combustione.
4. Le grandi categorie di fonti fisse di emissioni di NO<sub>x</sub> sono:
  - a) gli impianti di combustione;
  - b) i forni industriali (per esempio fabbricazione del cemento);
  - c) i motori fissi (turbine a gas e motori a combustione interna);
  - d) le operazioni diverse dalla combustione (per esempio produzione di acido nitrico).
5. Le tecniche di riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub> si basano su talune modifiche della combustione o dell'operazione e — in particolare per le grandi centrali termiche — sul trattamento del gas di combustione.
6. Per l'adattamento *a posteriori* degli impianti esistenti, il campo di applicazione delle tecniche anti-NO<sub>x</sub> può essere limitato da effetti secondari negativi sul funzionamento o da altri limiti propri all'impianto. Di conseguenza, in caso di adattamento successivo, vengono fornite soltanto stime approssimative sui valori caratteristicamente realizzabili delle emissioni di NO<sub>x</sub>. Per gli impianti nuovi gli effetti secondari negativi possono essere ridotti ad un minimo o esclusi grazie ad una progettazione adeguata.
7. In base ai dati di cui si dispone attualmente, il costo delle modifiche della combustione può essere ritenuto affidabile negli impianti nuovi. Invece, nel caso dell'adattamento a posteriori, come per esempio nelle grandi centrali termiche, tale costo può variare approssimativamente tra 8 e 25 franchi svizzeri per KW<sub>el</sub> (nel 1985). In generale i costi di investimento per i sistemi di trattamento dei gas di combustione sono molto più elevati.
8. Per le fonti fisse i coefficienti di emissione sono espressi in milligrammi di NO<sub>2</sub> per metro cubo (mg/m<sup>3</sup>) normale (0 °C, 1 013 mb), peso secco.

## Impianti di combustione

9. La categoria degli impianti di combustione riguarda la combustione di combustibili fossili in forni, in caldaie, apparecchi di riscaldamento indiretti ed altri impianti di combustione che forniscono un apporto di calore superiore a 10 MW, senza miscela dei gas di combustione con altri effluenti o materie trattate. Per gli impianti nuovi o esistenti si dispone delle seguenti tecniche di combustione, che possono essere utilizzate da sole o in combinazione:

(1) Studi sull'inquinamento atmosferico n. 4 (pubblicazione delle Nazioni Unite, numero commerciale: F.87.II.E.36).

(2) È attualmente difficile fornire dati affidabili, in termini assoluti, sui costi delle tecniche antiemissione. È pertanto opportuno, per i costi indicati nel presente allegato, porre l'accento sulla relazione tra i costi delle diverse tecniche piuttosto che su quelli assoluti.

- a) bassa temperatura nella camera di combustione, compresa la combustione in letto fluido;
- b) funzionamento con debole eccesso di aria;
- c) installazione di bruciatori speciali anti-NO<sub>x</sub>;
- d) riciclaggio dei gas di carneau nell'aria di combustione;
- e) combustione in più fasi/aggiunta di aria;
- f) ricombustione (deposizione a piani del combustibile) <sup>(1)</sup>.

Le norme relative ai risultati che è possibile ottenere sono riassunte nella tabella 1.

Tabella 1

Norme relative a risultati NO<sub>x</sub> (mg/m<sup>3</sup>), realizzabili mediante modifiche della combustione

|                      | Tipo di impianto (a)                | Livello di riferimento (senza misura anti-NO <sub>x</sub> ) | Adattamento a posteriori di impianti esistenti (b) |                       | Nuovo impianto | O <sub>2</sub> (%) |   |
|----------------------|-------------------------------------|---|--|-----------------------|----------------|--------------------|---|
|                      |                                     |   | Intervallo   | Valore caratteristico |                |                    |   |
| Combustibili solidi  | da 10 MW (c) a 300 MW               | Combustione su griglia                                      | 300-1 000  | —                     | 600            | 400                | 7 |
|                      |                                     | Combustione in letto fluido                                 |  |                       |                |                    |   |
|                      |                                     | i) fisso  | 300-600  | —                     | —              | 400                | 7 |
|                      |                                     | ii) circolante  | 150-300  | —                     | —              | 200                | 7 |
|                      | Combustione di carbone polverizzato |   |  |                       |                |                    |   |
|                      |                                     | i) suola secca  | 700-1 700  | 600-1 100             | 800            | < 600              | 6 |
|                      |                                     | ii) suola umida   | 1 000-2 300  | 1 000-1 400           | —              | < 1 000            | 6 |
|                      | > 300 MW                            | Combustione di carbone polverizzato                         |  |                       |                |                    |   |
|                      |                                     | i) suola secca  | 700-1 700  | 600-1 100             | —              | < 600              | 6 |
|                      |                                     | ii) suola umida   | 1 000-2 300  | 1 000-1 400           | —              | < 1 000            | 6 |
| Combustibili liquidi | da 10 MW (c) a 300 MW               | Combustione di carburante distillato                        | —  | —                     | 300            | —                  | 3 |
|                      |                                     | Combustione di carburante residuo                           | 500-1 400  | 200-400               | 400            | —                  | 3 |
|                      | > 300 MW                            | Combustione di carburante residuo                           | 500-1 400  | 200-400               | —              | —                  | 3 |
| Combustibili gassosi | da 10 MW (c) a 300 MW               |   | 150-1 000  | 100-300               | —              | < 300              | 3 |
|                      | > 300 MW                            |   | 250-1 400  | 100-300               | —              | < 300              | 3 |

(a) Le capacità designano l'apporto di calore in MW (termiche) per combustibile (potere calorico interno).

(b) Tenuto conto dei limiti propri agli impianti e delle notevoli incertezze per quanto concerne i risultati dell'adattamento a posteriori degli impianti esistenti è possibile dare solo valori approssimativi.

(c) Per gli impianti di piccole dimensioni (10 MW-100 MW), tutti i dati forniti comportano un grado più elevato di incertezza.

10. Il trattamento del gas di carneau mediante riduzione catalitica selettiva (RCS) è una misura supplementare per la riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub> il cui rendimento raggiunge l'80 % e oltre. Nella regione della CEE si dispone di una notevole esperienza circa il funzionamento di impianti nuovi o adattati successivamente, in particolare per le centrali termiche di oltre 300 MW (termiche). Se si aggiungono a ciò modifiche della combustione si possono facilmente realizzare valori di emissione di 200 mg/m<sup>3</sup> (combustibili solidi, 6 % di O<sub>2</sub>) e di 150 mg/m<sup>3</sup> (combustibili liquidi, 3 % di O<sub>2</sub>).

11. La riduzione non catalitica selettiva (RNCS), una tecnica di trattamento dei gas di carneau che permette di ottenere una riduzione dal 20 al 60 % degli NO<sub>x</sub>, è una tecnica meno costosa che trova applicazioni particolari (per esempio forni di raffineria e combustione di gas sotto carico minimo).

<sup>(1)</sup> L'esperienza di impiego di questa tecnica di combustione è limitata.

#### Motori fissi: turbine a gas e motori a combustione interna

12. Si possono diminuire le emissioni di  $\text{NO}_x$  delle turbine a gas fisse sia modificando la combustione (via secca) sia mediante iniezione di acqua/vapore (via unica). Questi due tipi di interventi sono ben sperimentati. Si possono così ottenere valori di emissione di  $150 \text{ mg/m}^3$  (gas, 15 % di  $\text{O}_2$ ) e di  $300 \text{ mg/m}^3$  (carburante, 15 % di  $\text{O}_2$ ). L'adattamento a posteriori è possibile.
13. Si possono diminuire le emissioni di  $\text{NO}_x$  dei motori fissi a combustione interna ad accensione mediante scintilla sia modificando la combustione (per esempio miscela povera e riciclaggio dei gas di scarico) sia trattando i gas di scarico (convertitore catalitico a tre vie ad anello chiuso RCS). La possibilità tecnica ed economica di applicare questi diversi procedimenti dipende dalla dimensione del motore, dal tipo di motore (due tempi, quattro tempi) e dal modo di funzionamento del motore (carico costante variabile). Il sistema a miscela povera permette di ottenere valori di emissione di  $\text{NO}_x$  di  $800 \text{ mg/m}^3$  (5 % di  $\text{O}_2$ ), il processo RCS riduce le emissioni di  $\text{NO}_x$  molto al di sotto di  $400 \text{ mg/m}^3$  (5 % di  $\text{O}_2$ ) e il convertitore catalitico a tre vie permette addirittura di scendere al di sotto di  $200 \text{ mg/m}^3$  (5 % di  $\text{O}_2$ ).

#### Forni industriali — Calcinazione del cemento

14. Il procedimento di precalcinazione è in corso di studio nella regione della Commissione quale tecnica possibile per ridurre le concentrazioni di  $\text{NO}_x$  nei gas di carneau dei forni nuovi o esistenti, utilizzati per la calcinazione del cemento, a circa  $300 \text{ mg/m}^3$  (10 % di  $\text{O}_2$ ).

#### Operazioni diverse dalla combustione — Produzione di acido nitrico

15. La produzione di acido nitrico con assorbimento ad alta pressione (>8 bar) permette di mantenere al di sotto di  $400 \text{ mg/m}^3$  le concentrazioni di  $\text{NO}_x$  negli effluenti non diluiti. Lo stesso risultato può essere ottenuto mediante assorbimento sotto pressione media, associata ad un procedimento di RCS o a qualsiasi altro procedimento di riduzione degli  $\text{NO}_x$  di efficacia comparabile. L'adattamento a posteriori è possibile.

#### II. TECNICHE DI LOTTA CONTRO LE EMISSIONI DI $\text{NO}_2$ PROVENIENTI DA VEICOLI A MOTORE

16. I veicoli a motore oggetto del presente allegato sono quelli che servono ai trasporti stradali, cioè: le automobili private, i veicoli utilitari pesanti e leggeri a benzina o a carburante diesel. Quando è opportuno si fa riferimento alle categorie di veicoli ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ) definite nel regolamento (CEE) n. 13 adottato in applicazione dell'accordo del 1958 relativo all'adozione di condizioni uniformi di omologazione e al riconoscimento reciproco dell'omologazione delle attrezzature e parti di veicoli a motore.
17. I trasporti stradali sono una fonte importante di emissioni antropiche di  $\text{NO}_x$  in molti paesi della Commissione: essi contribuiscono per il 40-80 % al totale delle emissioni nazionali. Globalmente i veicoli a benzina contribuiscono ai due terzi del totale delle emissioni di  $\text{NO}_x$  provocate dai trasporti stradali.
18. Le tecniche cui si dispone per lottare contro gli ossidi di azoto provenienti dai veicoli a motore sono riassunte nelle tabelle 3 e 6. Per comodità si raggruppano le tecniche in funzione delle norme di emissione nazionali e internazionali esistenti o proposte, le quali differiscono per il grado di severità delle loro disposizioni. Poiché i cicli di prova regolamentari attualmente praticati corrispondono solo a percorsi in zona urbana, le stime relative alle emissioni di  $\text{NO}_x$  di seguito riportate tengono conto della circolazione a velocità più elevate quando le emissioni di  $\text{NO}_x$  rischiano di essere particolarmente importanti.
19. I costi di produzione supplementari indicati alle tabelle 3 e 6 per le diverse tecniche sono valutazioni del costo di fabbricazione e non dei prezzi al dettaglio.
20. È importante controllare la conformità allo stadio della produzione e anche a seconda dei risultati del veicolo in corso di utilizzazione per assicurarsi che il potenziale di riduzione previsto dalle norme di emissione sia effettivamente raggiunto.
21. Le tecniche che comportano l'utilizzazione di catalizzatori o che si fondano su essa implicano l'uso del carburante senza piombo. La libera circolazione dei veicoli muniti di catalizzatore è subordinata alla possibilità di procurarsi dovunque il carburante senza piombo.

#### Autovetture private a benzina e a carburante diesel ( $M_1$ )

22. La tabella 2 riassume quattro norme di emissione. Tali norme sono utilizzate nella tabella 3 per raggruppare le diverse tecniche di motore applicabili ai veicoli a benzina in funzione del loro potenziale di riduzione delle emissioni di  $\text{NO}_x$ . \*



Tabella 2

## Definizione delle norme di emissione

| Norma                 | Limiti   | Osservazioni  |
|-----------------------|--|---|
| A. ECE R. 15-04       | HC + NO <sub>x</sub> : 19-28 g/prova   | Norma CEE attuale [regolamento (CEE) n. 15 compresa la serie di modifiche 04, adottate in conformità dell'accordo del 1958 di cui al paragrafo 16 precedente], parimenti adottata dalla Comunità economica europea (direttiva 83/351/CEE). Ciclo di prova su percorso urbano ECE R. 15. Il limite di emissione varia con la massa del veicolo.  |
| B. «Lussemburgo 1985» | HC + NO <sub>2</sub> : 1,4-2,0 l: 8 g/prova<br>Questa norma si applica solo a questo gruppo di motori (< 1,4 l: 15,0 g/prova; >2,0 l: 6,5 g/prova) | Queste norme saranno introdotte durante il periodo 1988-1993 nella Comunità economica europea secondo la discussione svoltasi nella riunione del Consiglio dei ministri della Comunità a Lussemburgo nel 1985 e la decisione finale adottata nel dicembre 1987. Si applica il ciclo di prova su un percorso urbano ECE R. 15. La norma per i motori > 2 l equivale generalmente alla norma US 1983. La norma per i motori < 1,4 l è provvisoria. La norma definitiva deve essere ancora elaborata. La norma per i motori da 1,4 a 2,0 si applica a tutte le automobili a motore diesel > 1,4 l. |
| C. «Stoccolma 1985»   | NO <sub>x</sub> : 0,62 g/km<br>NO <sub>x</sub> : 0,76 g/km   | Norma per la legislazione nazionale in base al «documento quadro» elaborato dopo la riunione dei ministri dell'ambiente di otto paesi a Stoccolma, nel 1985. Corrisponde alle norme US 1987 con le procedure di prova seguenti:<br>US Federal Test Procedure (1975).<br>Highway fuel economy test procedure.  |
| D. «California 1989»  | NO <sub>x</sub> : 0,25 g/km  | Questa norma sarà introdotta nello Stato di California (Stati Uniti d'America) con i modelli 1989. US Federal Test Procedure.   |

Tabella 3

## Tecniche applicabili ai motori a benzina, risultati di emissione, costi e consumo di carburante in corrispondenza delle norme di emissione

| Norma | Tecnica  | Riduzione composita (a) degli NO <sub>x</sub> (%) | Costi supplementari di produzione (b) (franchi svizzeri 1986) | Indice di consumo di carburante (a) |
|-------|--|---|---|-------------------------------------|
| A.    | Riferimento (motore classico attuale ad accensione con scintilla con carburatore)  | — (c)   | —   | 100                                 |
| B.    | a) Iniezione di carburante + RGE + aria secondaria (d)<br>b) Catalizzatore a tre vie ad anello aperto (+ RGE)<br>c) Motore a miscela povera con catalizzatore di ossidazione (+ RGE) (e) | 25<br>55<br>60                                    | 200<br>150<br>200-600   | 105<br>103<br>90                    |
| C.    | Catalizzatore a tre vie ad anello chiuso   | 90  | 300-600   | 95                                  |
| D.    | Catalizzatore a tre vie ad anello chiuso (+ RGE)   | 92  | 350-650   | 98                                  |

(a) Le stime relative alla riduzione composita di NO<sub>x</sub> e l'indice di consumo di carburante si riferiscono ad una autovettura europea di peso medio che funzioni in condizioni medie di guida in Europa.

(b) I costi supplementari di produzione potrebbero essere espressi più praticamente in percentuale del costo totale del veicolo. Tuttavia, poiché le stime di costo sono destinate soprattutto al raffronto in termini relativi, è stata adottata la formulazione dei documenti originali.

(c) Coefficiente d'emissione composita di NO<sub>x</sub> = 2,6 g/km.

(d) RGE: Riciclaggio dei gas di scappamento.

(e) Unicamente in base ai dati relativi a motori sperimentali. Non si producono praticamente veicoli a motore a miscela povera.

23. Le norme di emissione A, B, C e D comprendono limiti di emissione non soltanto per gli  $\text{NO}_x$  ma anche per gli idrocarburi (HC) e per il monossido di carbonio (CO). Le riduzioni di emissione stimate per queste sostanze inquinanti, rispetto al riferimento ECE R. 15-04, figurano nella tabella 4.

Tabella 4

Stima delle riduzioni delle emissioni di HC e di CO relative ad autovetture private a benzina a seconda delle diverse tecniche

| Norma | Riduzione di HC (%)              | Riduzione di CO (%)  |
|-------|----------------------------------|----------------------|
| B.    | a) 30-40<br>b) 50-60<br>c) 70-90 | 50<br>40-50<br>70-90 |
| C.    | 90                               | 90                   |
| D.    | 90                               | 90                   |

24. Le autovetture diesel attuali possono soddisfare ai requisiti di emissione di  $\text{NO}_x$  fissati dalle norme A, B e C. I requisiti rigorosi relativi alle emissioni di particelle nonché i limiti rigorosi per gli  $\text{NO}_x$  della norma D implicano che le autovetture private diesel vengano ulteriormente perfezionate, il che implica probabilmente il controllo elettronico della pompa di alimentazione, sistemi perfezionati di iniezione del carburante, il riciclaggio dei gas di scappamento e filtri per le particelle. Al momento attuale esistono solo veicoli sperimentali vedi anche la tabella 6, nota (a).

#### Altri veicoli utilitari leggeri ( $N_1$ )

25. Sono applicabili i metodi di lotta relativi alle autovetture private, ma i seguenti fattori possono essere diversi: riduzione degli  $\text{NO}_x$ , costi e tempi di inizio della produzione commerciale.

#### Veicoli pesanti a benzina ( $M_2$ , $M_3$ , $N_2$ , $N_3$ )

26. Questo genere di veicoli ha un'importanza trascurabile in Europa occidentale e perde di importanza in Europa orientale. I livelli di emissione degli  $\text{NO}_x$  US-1990 e US-1991 (vedi tabella 5), potrebbero essere raggiunti, con un costo limitato, senza che ciò implichi progressi tecnici di rilievo.

#### Veicoli diesel pesanti ( $M_2$ , $M_3$ , $N_2$ , $N_3$ )

27. Tre norme di emissione sono riassunte nella tabella 5. Esse figurano anche nella tabella 6 per raggruppare le tecniche-motore applicabili ai veicoli diesel pesanti in funzione del potenziale di riduzione di  $\text{NO}_x$ . Data la tendenza a sostituire i motori ad aspirazione naturale con i motori a turbocompressore la configurazione di riferimento del motore si sta modificando. Questa tendenza ha incidenze sui valori migliorati del consumo di riferimento di carburante. Non viene data qui, pertanto, una stima comparativa del consumo.

Tabella 5

## Definizione delle norme di emissione

| Norma        | Limiti NO <sub>x</sub><br>(g/kWh) | Osservazioni                    |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| I. ECE R. 49 | 18                                | Prova a 13 modi                 |
| II. US-1990  | 8,0                               | Prova in condizioni transitorie |
| III. US-1991 | 6,7                               | Prova in condizioni transitorie |

Tabella 6

## Motori diesel pesanti: tecniche, risultati di emissione e costi corrispondenti al livello di emissione delle norme (a)

| Norma    | Tecnica   | Riduzione stimata di NO <sub>x</sub> (%) | Costo supplementare di produzione (dollari USA — 1984)                             |
|----------|---|--|--|
| I.       | Motore diesel classico attuale a iniezione diretta  | —  | —  |
| II. (b)  | Turbocompressore + raffreddamento intermedio + sfalsamento della iniezione (modifica della camera di combustione e dei condotti) (i motori a aspirazione naturale non potranno probabilmente soddisfare a questa norma) | 40                                       | 115 dollari USA (di cui 69 dollari USA imputabili alla norma NO <sub>x</sub> ) (c) |
| III. (b) | Perfezionamento delle tecniche enumerate al punto II e messa in fase dell'iniezione variabile e utilizzazione di sistemi elettronici  | 50                                       | 404 dollari USA (di cui 68 dollari USA imputabili alla norma NO <sub>x</sub> ) (c) |

(a) Una alterazione della qualità del carburante diesel avrebbe un'influenza sfavorevole sull'emissione e potrebbe influire sul consumo di carburante per i veicoli utilitari sia pesanti che leggeri.

(b) Permane necessaria la verifica su larga scala della disponibilità dei nuovi componenti.

(c) La differenza è dovuta alla lotta contro le emissioni di particelle e ad altre considerazioni.