

Decreto Ministeriale del 12/07/1990

Linee guida per il contenimento delle emissioni degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione.

Doc. **490H12LU.900** di Origine **Nazionale**

emanato/a da : **Ministro dell'Ambiente**

e pubblicato/a su : **Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n° 176 del 30/07/1990**

SOMMARIO

NOTE

TESTO

Art. 1 - FINALITÀ.

Art. 2 - LINEE GUIDA PER IL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI.

Art. 3 - VALORI LIMITE DI EMISSIONE.

Art. 4 - METODI DI CAMPIONAMENTO, ANALISI E VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI

Art. 5 - CRITERI TEMPORALI PER L'ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI ESISTENTI.

Art. 6 - NORMA TRANSITORIA.

ALLEGATO 1 - (VALORI DI EMISSIONE) -

Tabella A1

Tabella A2

Tabella B

Tabella C

Tabella D

ALLEGATO 2 - (VALORI DI EMISSIONE PER SPECIFICATE TIPOLOGIE DI IMPIANTI) -

ALLEGATO 3

ALLEGATO 4 - (METODI DI CAMPIONAMENTO, ANALISI E VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI).

Allegato 1

Allegato 2

Allegato 3

Allegato 4

Allegato 5

ALLEGATO 5 - INDICAZIONE SULLE TECNOLOGIE DI ABBATTIMENTO

ALLEGATO 6 - (EMISSIONE DIFFUSA - EX ART. 3, COMMA 5).

ALLEGATO 7 - (EMISSIONE DI FORMA DI GAS O VAPORE DERIVANTI DALLA LAVORAZIONE, TRASPORTO, TRAVASO E STOCCAGGIO DI SOSTANZE ORGANICHE LIQUIDE, EX ART. 3 COMMA 5).

NOTE

Art. 5: i termini previsti nel presente articolo sono stati differiti, a determinate condizioni, al 31 dicembre 2002:

- dall'art. 1 del D.M. 4 ottobre 1999, per gli impianti di produzione di vetro cavo e piano

- dall'art. 1 del D.M. 18 aprile 2000, per gli impianti di produzione di vetro artistico situati sull'isola di Murano.

Si veda quindi quanto disposto dai suddetti decreti ministeriali.

Art. 5, comma 1 bis.: è stato aggiunto dal D.M. 25 settembre 1992 (Disciplina delle emissioni di nichel)

Art. 5, comma 1 ter.: è stato aggiunto dal D.M. 25 settembre 1992 (Disciplina delle emissioni di nichel)

Art. 5, comma 1 quater.: è stato aggiunto dal D.M. 12 luglio 1994

Art. 6: Questo articolo è stato annullato dalla sentenza Corte Costituzionale 6 febbraio 1991, n. 53, in quanto «non spetta allo Stato disporre, con decreto del Ministero dell'ambiente, la cessazione dell'efficacia dei precedenti provvedimenti amministrativi regionali difformi dalle linee guida e dai valori minimi e massimi fissati con decreto del Ministero dell'ambiente».

Allegato 4: così integrato dagli allegati da 1 a 5 del D.M. 25 agosto 2000, secondo quanto disposto dall'art. 2 dello stesso decreto ministeriale.

TESTO

Art. 1 - FINALITÀ.

1. Il presente decreto stabilisce:

- a) le linee guida per il contenimento delle emissioni degli impianti esistenti come definiti dal combinato disposto dall'[art. 2](#) comma 10, del decreto del Presidente della Repubblica n. 203/88 e dal punto 9 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 21 luglio 1989 di attuazione ed interpretazione del decreto stesso;
- b) i valori di emissione minimi e massimi per gli impianti esistenti;
- c) i metodi generali di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni;
- d) i criteri per l'utilizzazione di tecnologie disponibili per il controllo delle emissioni;
- e) i criteri temporali per l'adeguamento progressivo degli impianti esistenti.

Art. 2 - LINEE GUIDA PER IL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI.

1. Gli impianti devono essere equipaggiati ed eserciti in modo da:

- a) rispettare i valori limite di emissione ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203;
 - b) limitare le emissioni diffuse secondo i criteri stabiliti nell'articolo 3, comma 5, anche tenendo conto delle norme vigenti in materia di sicurezza e di igiene del lavoro;
2. L'allegato 1 fissa i valori di emissione minimi e massimi per le sostanze inquinanti ai sensi dell'[art. 3](#), comma 2, del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203. Per alcuni degli inquinanti emessi da specifiche tipologie di impianti l'allegato 2 fissa valori di emissione minimi e massimi diversi e preminenti rispetto ai corrispondenti dell'allegato 1. Per gli inquinanti non espressamente indicati per le specifiche tipologie di impianti in allegato 2 restano validi i valori in allegato.
3. Nei casi in cui negli allegati 1 e 2 siano indicati valori di flusso di massa, i valori limite di emissione devono essere rispettati se i valori di flusso di massa stessi sono raggiunti o superati.
4. Per le raffinerie, gli impianti di combustione con potenza termica nominale pari o superiore a 50 MW e per gli impianti per la coltivazione di idrocarburi e dei fluidi geotermici, si applicano esclusivamente i valori di emissione e le prescrizioni riportate nell'allegato 3.
5. Le regioni fissano i valori limite di emissione ai sensi dell'[art. 4](#), lettera d) del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, per le sole sostanze previste dal presente decreto e da altri decreti emanati ai sensi dell'art. 3, comma 2, lettera a), del citato decreto del Presidente della Repubblica.
6. Indicazioni su cicli tecnologici relativi a specifiche tipologie di impianti sono contenute nell'allegato 2.
7. Indicazioni su alcune delle tecnologie disponibili agli impianti di abbattimento sono contenute nell'allegato 5.
8. Successivi aggiornamenti ed integrazioni al presente decreto sono stabiliti ai sensi dell'[art. 3](#), comma 2, del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203.
9. Le prime integrazioni ed eventuali modifiche saranno stabilite entro il 31 gennaio 1991.
10. Con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con i Ministri del tesoro, della sanità e dell'industria, istituita a tal fine una commissione composta da:
- due rappresentanti del Ministero dell'ambiente, di cui uno con funzioni di presidente;
 - due rappresentanti del Ministero della sanità;
 - due rappresentanti del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato;
 - due rappresentanti del Presidente del Consiglio;
 - sei rappresentanti delle regioni designati dalla Conferenza Stato-regioni.

Art. 3 - VALORI LIMITE DI EMISSIONE.

1. Le emissioni possono essere caratterizzate come segue:

- a) per concentrazione: rapporto tra massa di sostanza inquinante emessa e volume dell'effluente gassoso (es. mg/mc);
- b) per flusso di massa: massa di sostanza inquinante emessa per unità di tempo (es. g/h);
- c) per fattore di emissione: rapporto tra massa di sostanza inquinante emessa e unità di misura specifica di prodotto elaborato o fabbricato (es. kg/t; g/m);
- d) per altre grandezze indicate nell'allegato 2.

2. I valori limite di emissione espressi in concentrazione e il tenore volumetrico di ossigeno di riferimento si riferiscono al volume di effluente gassoso rapportato alle condizioni fisiche normali (0°C, 0,1013 MPa) previa detrazione, ove non indicato espressamente negli allegati, del tenore di vapore acqueo.

Ove non indicato diversamente il tenore di ossigeno dell'effluente gassoso quello derivante dal processo.

3. I valori limite di emissione espressi in concentrazione si riferiscono alla quantità di effluente gassoso non diluito più di quanto sia inevitabile dal punto di vista tecnico e dell'esercizio. In caso di ulteriore diluizione dell'effluente gassoso le concentrazioni delle emissioni devono essere calcolate mediante la seguente formula:

$$E_M \cdot P_M$$
$$E = \frac{E_M \cdot P_M}{P}$$

dove:

P_M = portata misurata

E_M = concentrazione misurata

P = portata di effluente gassoso non diluito più di quanto sia inevitabile dal punto di vista tecnico e dell'esercizio

E = concentrazione riferita alla portata P

4. Le regioni ai fini della valutazione dell'entità della diluizione possono indicare portate di effluente gassoso caratteristiche di specifiche tipologie di impianti. Le regioni comunicano tali indicazioni al Ministero dell'ambiente.

5. Se nell'effluente gassoso il tenore volumetrico di ossigeno diverso da quello indicato come grandezza di riferimento, le concentrazioni delle emissioni devono essere calcolate mediante la seguente formula:

$$E = \frac{21 - O}{21 - O_M} \cdot E_M$$

dove:

E_M = concentrazione misurata

E = concentrazione

O_M = tenore di ossigeno misurato

O = tenore di ossigeno di riferimento

6. Le regioni, sulla base dei criteri che saranno definiti dalla commissione di cui al precedente art. 2 punto 10, potranno verificare la convogliabilità di specifiche emissioni diffuse, anche avvalendosi degli accertamenti già effettuati dagli ispettorati del lavoro o dagli altri organi tecnici dalla normativa vigente.

7. Ove, il convogliamento non sia tecnicamente attuabile, le emissioni diffuse devono essere adeguate secondo le seguenti A1 e A2;

- al 31 dicembre 1991, conformemente agli allegati 6 e 7, per le sostanze di cui all'allegato 1, punto 1, tabella A1 e A2;

- al 31 dicembre 1997, conformemente agli allegati 6 e 7, per le sostanze di cui all'allegato 1, punto 2, tabella B, classi I e II, punto 3, tabella C, classe I, punto 4, tabella D, classe I;

- al 31 dicembre 1997 per le altre sostanze conformemente a quanto previsto con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con i Ministri della sanità e dell'industria, del commercio e dell'artigianato, da adottarsi entro il 30 ottobre 1990.

8. Le emissioni diffuse provenienti dai depositi di olii minerali e g.p.l., di cui all'art. 11 del regio decreto-legge 2 novembre 1933, n. 1741, convertito dalla legge 8 febbraio 1934, n. 367, rientrano nell'ambito delle vigenti procedure di prevenzione e sicurezza, ed in particolare di quelle previste dalla citata legge n. 367 del 1934.

9. Le regioni, ai fini dell'applicazione dei valori limite di emissione, possono fissare valori di flusso di massa maggiore di quelli indicati negli allegati 1 e 2 per impianti in funzione per meno di 2200 ore annue, utilizzando criteri di proporzionalità.

10. Quando non indicato diversamente, i valori di emissione dell'allegato 1, ferme restando le condizioni di flusso indicate, rappresentano valori minimi; in tali casi il valore massimo di emissione uguale al doppio del valore indicato.

11. I valori di emissione degli allegati 2 e 3, ferme restando le condizioni di flusso indicate, rappresentano valori minimi e massimi coincidenti quando sono espressi con un unico dato numerico.

12. I valori di emissione espressi in flusso di massa o in concentrazione si riferiscono ad un'ora di funzionamento dell'impianto nelle condizioni di esercizio più gravose.

13. L'autorità competente può, in sede di autorizzazione, consentire che le imprese provvedano alla limitazione delle emissioni attraverso misure compensative tra emissioni di inquinanti uguali o simili appartenenti alla stessa classe derivanti da impianti o linee produttive facenti parte dello stesso stabilimento. Il flusso di massa totale deve comunque essere non superiore a quello che si avrebbe non utilizzando le misure compensative.

14. Durante i periodi di avviamento e di arresto degli impianti e nel caso di cui al comma successivo non si applicano i valori limite di emissione.

L'autorità competente, in sede di autorizzazione, può stabilire specifiche prescrizioni per tali periodi; può stabilire inoltre periodi transitori nei quali non si applicano i valori limite di emissione.

15. In caso di guasto tale da non permettere il rispetto di valori limite di emissione, l'impresa deve provvedere al ripristino funzionale dell'impianto nel tempo più breve possibile e informare immediatamente l'autorità competente, che dispone i provvedimenti necessari.

Art. 4 - METODI DI CAMPIONAMENTO, ANALISI E VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI

1. I metodi di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni sono quelli indicati nell'allegato 4.

Ai sensi dell'[art. 3](#), comma 2, punto b) del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203 conformemente alla proposta dell'Istituto superiore di sanità (ISS), tali metodi saranno integrati entro nove mesi dalla pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale del presente decreto.

2. L'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione fissa la scadenza, di norma annuale, con cui le imprese devono effettuare delle emissioni inquinanti e comunicarne i risultati.

3. L'accertamento della regolarità delle misure e dei dispositivi di prevenzione dell'inquinamento, nonché il rispetto dei valori limite, di cui all'[art. 8](#), comma 3, del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, può essere effettuato dall'autorità competente al controllo anche contemporaneamente all'effettuazione, da parte dell'impresa, delle misure di cui al comma 2 del medesimo art. 8. In tal caso l'autorità competente al controllo richiede che l'impresa comunichi la data in cui le misure saranno effettuate. La stessa procedura può essere seguita per le misure di cui al comma 3.

4. Nei casi per i quali non sono previste misure in continuo, le misure di cui ai sensi dell'[art. 8](#), comma 2, del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203 devono essere effettuate nell'arco dei dieci

Se il flusso di massa uguale o superiore a 25 g/h

5 mg/mc

Fermi restando i valori di emissione sopra indicati, ai fini del calcolo di flusso di massa e di concentrazione:

- in caso di presenza di più sostanze della stessa classe la quantità delle stesse vanno sommate;
- in caso di presenza di più sostanze di classi diverse, alle quantità di sostanze della classe II vanno sommate le quantità di sostanze di classe I e alle quantità di sostanze della classe III vanno sommate le quantità di sostanze delle classi I e II.

Fermi restando i valori di emissione sopra indicati, al fine del rispetto del limite in concentrazione:

- in caso di presenza di più sostanze delle classi I e II la concentrazione totale non deve superare il limite della classe II; in caso di presenza di più sostanze delle classi I, II e III, la concentrazione totale non deve superare il limite della classe III.

Tabella A1

CLASSE I

Asbesto (crisotilo, crocidolite, amosite, antofillite, actinolite e tremolite)

Benzo (a) pirene

Berillio e i suoi composti espressi come Be

Dibenzo (a,h) antracene

2 - naftilammina e suoi sali

Benzo (a) antracene

Benzo (b) fluorantene

Benzo (J) fluorantene

Benzo (k) fluorantene

Dibenzo (a,h) acridina

Dibenzo (a) pirene

Dimetilnitrosamina

5 - Nitroacenaftene

2 - Nitronaftalene

1 - Metil - 3 Nitro- 1- Nitrosoguanidina

CLASSE II

Arsenico e suoi composti, espressi come As

Cromo (VI) e suoi composti, espressi come Cr

Cobalto e suoi composti, espressi come Co

3,3' - diclorobenzidina e suoi sali

Dimetilsolfato

Etilenimmina

Nichel e suoi composti espressi come Ni

4 - Aminobifenile e suoi sali

Benzidina e suoi sali

4,4' Metilen bis (2 Cloroanilina) e suoi sali

ietilsolfato

3,3' - Dimetilbenzidina e suoi sali

Esametilfosforotriamide

2 Metilaziridina

Metil Azossimetile Acetato

Sulfallate

Dimetilcarbamoilcloruro

3,3' Dimetossibenzidina e suoi sali

CLASSE III

Acrilonitrile

Benzene

1,3- butadiene

1-cloro-2,3-epossipropano (epicloridrina)

1,2-dibromoetano

1,2-epossipropano

1,2-dicloroetano

vinile cloruro

1,3 Dicloro-2-propanolo

Clorometil (Metil) Etere

N,N-Dimetilidrazina

Idrazina

Ossido di etilene

Etilentiourea

2-Nitropropano
Bis-Clorometil etero
3-Propanolide
1,3 Propansultone
Stirene Ossido

1.2 SOSTANZE DI TOSSICITÀ E CUMULABILITÀ PARTICOLARMENTE ELEVATE (TABELLA A2)

Le emissioni di sostanze di tossicità e cumulabilità particolarmente elevate devono essere limitate nella maggiore misura possibile dal punto di vista tecnico e dell'esercizio.

I valori di emissione, che rappresentano valori minimi e massimi coincidenti, sono:

CLASSE I

Se il flusso di massa uguale o superiore a 0.02 g/h 0.01 mg/mc

CLASSE II

Se il flusso di massa uguale o superiore a 0.5 g/h 0.5 mg/mc

Fermi restando i valori di emissione sopra indicati, ai fini del calcolo di flusso di massa e di concentrazione in caso di presenza di più sostanze della stessa classe la quantità delle stesse vanno sommate.

Tabella A2

CLASSE I

Policlorodibenzodiossine
Policlorodibenzofurani

CLASSE II

Policlorobifenili
Policlorotrifenili
Policloronaftaleni

2. SOSTANZE INORGANICHE CHE SI PRESENTANO PREVALENTEMENTE SOTTO FORMA DI POLVERE (TABELLA B)

I valori di emissione sono:

CLASSE I

Se il flusso di massa uguale o superiore a 1 g/h 0.2 mg/mc

CLASSE II

Se il flusso di massa uguale o superiore a 5 g/h 1 mg/mc

CLASSE III

Se il flusso di massa uguale o superiore a 25 g/h 5 mg/mc

Fermi restando i valori di emissione sopra indicati, al fine del rispetto del limite in concentrazione:

- in caso di presenza di più sostanze della stessa classe le quantità delle stesse vanno sommate.
- in caso di presenza di più sostanze di classi diverse, alle quantità di sostanze della classe II vanno sommate le quantità di sostanze della classe I e alle quantità di sostanze della classe III vanno sommate le quantità di sostanze delle classi I e II.

Al fine del rispetto del limite in concentrazione:

- in caso di presenza di più sostanze delle classi I e II, ferme restando il limite stabilito per ciascuna, la concentrazione totale non deve superare il limite della classe II; in caso di presenza di più sostanze delle classi I, II e III, ferme restando il limite stabilito per ciascuna, la concentrazione totale non deve superare il limite della classe III.

Ove non indicato diversamente nella tabella B devono essere considerate anche le eventuali quantità di sostanze presenti nell'effluente gassoso sotto forma di gas o vapore.

Tabella B

CLASSE I

Cadmio e suoi composti, espressi come	Cd
Mercurio e suoi composti, espressi come	Hg
Tallio e suoi composti, espressi come	Tl

CLASSE II

Selenio e suoi composti, espressi come	Se
Tellurio e suoi composti, espressi come	Te

CLASSE III

Antimonio e suoi composti, espressi come	Sb
Cianuri, espressi come	CN
Cromo (III) e suoi composti espressi come	Cr
Manganese e suoi composti, espressi come	Pd
Palladio e suoi composti, espressi come	Pd
Piombo e suoi composti, espressi come	Pb
Platino e suoi composti, espressi come	Pt
Quarzo in polvere, se sotto forma di silice cristallina, espressi come	SiO ₂
Rame e suoi composti, espressi come	Cu
Rodio e suoi composti, espressi come	Rh
Stagno e suoi composti, espressi come	Sn
Vanadio e suoi composti, espressi come	V

3. SOSTANZE INORGANICHE CHE SI PRESENTANO PREVALENTEMENTE SOTTO FORMA DI GAS O VAPORE (TABELLA C)

I valori di emissione sono:

CLASSE I

Se il flusso di massa uguale o superiore a 10 g/h 1 mg/mc

CLASSE II

Se il flusso di massa uguale o superiore a 50 g/h 5 mg/mc

CLASSE III

Se il flusso di massa uguale o superiore a 0.3 Kg/h 30 mg/mc

CLASSE IV

Se il flusso di massa uguale o superiore a 2 Kg/h 250 mg/mc

CLASSE V

Se il flusso di massa uguale o superiore a 5 Kg/h 500 mg/mc

Sia i flussi di massa che i valori limite di emissione si riferiscono alle singole sostanze o famiglie di sostanze.

Tabella C

CLASSE I

Clorocianuro
Fosfina
Fosgene

CLASSE II

Acido cianidrico
Bromo e suoi composti, espressi come acido bromidrico
Cloro
Fluoro e suoi composti, espressi come acido fluoridrico
Idrogeno solforato

CLASSE III

Composti inorganici del cloro sotto forma di gas o vapore, esclusi clorocianuro e fosgene, espressi come acido cloridrico

CLASSE IV

Ammoniaca

CLASSE V

Ossidi di azoto (monossido e biossido), espressi come biossido di azoto
Ossidi di zolfo (biossido e triossido), espressi come biossido di zolfo

4. SOSTANZE ORGANICHE SOTTO FORMA DI GAS, VAPORI O POLVERI (TABELLA D)

I valori di emissione sono:

CLASSE I

Se il flusso di massa uguale o superiore a 25 g/h 5 mg/mc

CLASSE II

Se il flusso di massa uguale o superiore a 0.1 Kg/h 20 mg/mc

CLASSE III

Se il flusso di massa uguale o superiore a 2 Kg/h 150 mg/mc

CLASSE IV

Se il flusso di massa uguale o superiore a 3 Kg/h 300 mg/mc

CLASSE V

Se il flusso di massa uguale o superiore a 4 Kg/h 600 mg/mc

Fermi restando i valori limite di emissione sopra indicati, al fine del calcolo di flusso di massa e di concentrazione:

- in caso di presenza di più sostanze della stessa classe le quantità delle stesse vanno sommate;
- in caso di presenza di più sostanze di classi diverse, alle quantità di sostanze di ogni classe vanno sommate le quantità di sostanze delle classi inferiori (ad es. alle quantità di sostanze della classe III vanno sommate le quantità di sostanze delle classi I e II).

Al fine del rispetto del limite in concentrazione:

- in caso di presenza di più sostanze di classe, fermo restando il limite stabilito per ciascuna, la concentrazione totale non deve superare il limite della classe più elevata.

Per le sostanze organiche sotto forma di polvere devono comunque essere rispettate anche le condizioni contenute nel paragrafo 5 (Polveri totali).

Tabella D

CLASSE I

Anisidina
Butilmercaptano
Cloropicrina
Diazometano
Dicloroacetilene
Dinitrobenzene
Dinitrocresolo
Esaclorobutadiene
Esaclorociclopentadiene
Esafluoroacetone
Etere diglicidilico
Etilacrilato
Etilenimina
Etilmercaptano
Isocianati
Metilacrilato
Nitroglicerina
Perclorometilmercaptano
1,4 - diossano

CLASSE II

Acetaldeide
Acido cloroacetico
Acido formico
Acido tioglicolico
Acido tricloroacetico
Anidride ftalica
Anidride maleica
Anilina
Benzilcloruro
Bifenile
Butilacrilato
Butilammina
Canfora sintetica
Carbonio tetrabromuro
Carbonio tetracloruro
Cicloesilammina
Cloroacetaldeide
1- Cloro-1-nitropentano
Cresoli
Crotonaldeide
1,2-Dibutilaminoetanolo
Dibutilfosfato
o-diclorobenzene
1,1-dicloroetilene
Dicloroetiletere
Dicorofenolo
Diclorometano
Dietilammina
Difenilammina
Diisopropilammina
Dimetilammina
Etilammina
Etanolammina
2-etossietanolo
2-etossietilacetato
Fenolo
Ftalati
2-Furaldeide
Furfurolo
Iodoformio
Isoforone
Isopropilammina
Metilacrilonitrile
Metilammina

Metilammina
Metilbromuro
Metil n-butilbromuro
Netilcloruro
Metil-2cianoacrilato
Metilstirene
2-Metossietanolo
2-Metossietanolo acetato
Nitroetano
Nitrometano
1-Nitropropano
Nitrotoluene
Piretro
Piridina
Piomboalchili
2-Propenale
1,1,2,2-tetracloroetano
Tetracloroetilene
Tetranitrometano
m, p toluidina
Tributilfosfato
Triclorofenolo
Tricloroetilene
Triclorometano
Trietilammina
Trimetilfosfina
Vinilbromuro
Xilonolo (escluso 2,4-xilenclo)
Formaldeide

CLASSE III

Acido acrilico
Acetonitrile
Acido propionico
Acido acetico
Alcool n-butilico
Alcool-iso-butilico
Alcool-sec-butilico
Alcool-ter-butilico
Alcool metilico
Butirraldeide
p-ter-butiltoluene
2-butissietanolo
Caprolattame
Disolfuro di carbonio
Cicloesnone
Ciclopentadiene
Clorobenzene
2-cloro-1,3-butadiene
o-clorostirene
o-clorotoluene
p-clorotoluene
Cumene
Diacetonalcool
1,4-diclorobenzene
1,1-dicloetano
Dicloropropano
Dietanolammina
Dietilformammide
Diisobutilchetone
N,N-Dimetilacetammide
N,N-Dimetilformammide
Dipropilchetone
Esametilendiammina
n-esano
Etilamilchetone
Etilbenzene
Etilbutilchetone
Etilenglicole

Isobutilglicidil etero
Isopropossietanolo
Metilmetacrilato
Netilamilchetone
o-metilcicloesano
Metilcloroformio
Metilformiato
Metilisobutilchetone
Metilisobutilcarbinolo
Naftalene
Propilenglicole
Propilenglicolemonometil etero
Propionaldeide
Stirene
Tetraidrofurano
Trimetilbenzene
n-veratraldeide
Vinilacetato
Viniltoluene
2,4-xilenolo

CLASSE IV

Alcool propilico
Alcool isopropilico
n-amilacetato
Benzoato di metil
n-butilacetato
iso-butilacetato
Dietilchetone
Difluorodibromometano
Sec - etilacetato
Etilformiato
Metilacetato
Metiletilchetone
Metilisopropilchetone
N - metilpirrolidone
Pinene
npropilacetato
iso-propilacetato
Toluene
Xilene

CLASSE V

Acetone
Alcool etilico
Butano
Cicloesano
Cicloesene
Cloropentano
Clorobromometano
Clorodifluorometano
Cloropentafluoroetano
Dibromodifluoroetano
Dibutil etero
Diclorofluorometano
Diclorotetrafluoroetano
Dietil etero
Diisopropil etero
Dimetil etero
Eptano
Esano tecnico
Etere isopropilico
Etilacetano
Metilacetilene
Metilcicloesano
Pentano
1,1,1,2 Tetracloro 2,2 difluoroetano
1,1,1,2 Tetracloro 1,2 difluoroetano
Triclorofluorometano
1,1,2 Tricloro 1,2,2 trifluoroetano

Trifluorometano
Trifluorobromometano

5. POLVERI TOTALI
I valori di emissione sono:

CLASSE I

Se il flusso di massa uguale o superiore a 0.5 Kg/h 50 mg/mc

CLASSE II

Se il flusso di massa pari o superiore a
0.1 Kg/h ed inferiore a 0,5Kg/h 150 mg/mc

ALLEGATO 2 - (VALORI DI EMISSIONE PER SPECIFICATE TIPOLOGIE DI IMPIANTI) -

1. IMPIANTI DI COMBUSTIONE CON POTENZA TERMICA INFERIORE A 50 MW.

Il presente paragrafo si applica agli impianti di combustione di potenza termica nominale inferiore a 50 MW destinati alla produzione di energia. In particolare il paragrafo non si applica ai seguenti impianti:

- impianti in cui i prodotti della combustione sono utilizzati prevalentemente per il riscaldamento diretto, l'essiccazione o qualsiasi altro trattamento degli oggetti o dei materiali, come forni di riscaldamento e forni di trattamento termico;
- impianti di post-combustione, cioè qualsiasi dispositivo tecnico per la depurazione dello scarico gassoso mediante combustione, che non sia gestito come impianto indipendente di combustione;
- dispositivi di rigenerazione dei catalizzatori di cracking catalitico;
- dispositivi di conversione del solfuro di idrogeno in zolfo;
- reattori utilizzati nell'industria chimica;
- batterie di forni per il coke;
- coppers degli altiforni;
- impianti azionati da motori diesel, a benzina o a gas o da turbine a gas.

1.1 IMPIANTI NEI QUALI SONO UTILIZZATI COMBUSTIBILI SOLIDI GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

Se il combustibile utilizzato legno, residui di legno o paglia i valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso dell'11%; negli altri casi i valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 6%

POLVERI

Per gli impianti di potenza termica superiore a 5 MW il valore di emissione 50 mg/mc.

Per gli impianti di potenza termica uguale o inferiore a 5 MW il valore di emissione 100-150 mg/mc.

SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI.

Il valore di emissione 50 mg/mc, espressi come carbonio organico totale.

Non si applica il paragrafo 4 dell'allegato 1.

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione e 650 mg/mc.

OSSIDI DI ZOLFO.

Per gli impianti a letto fluidizzato il valore di emissione 600 mg/mc.

Per gli altri impianti il valore di emissione e 2.000 mg/mc.

I valori limite di emissione per gli ossidi di zolfo si considerano rispettati se sono utilizzati combustibili con contenuto di zolfo uguale o inferiore all'1%.

COMPOSTI ALGENATI.

Non si applica il paragrafo 3 dell'allegato 1 tranne che nel caso in cui il combustibile utilizzato sia legno o residui di legno contenente prodotti sintetici o sanse residue da estrazione.

1.2. IMPIANTI NEI QUALI SONO UTILIZZATI COMBUSTIBILI LIQUIDI GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 3% Nel caso che il combustibile utilizzato sia liscivia proveniente dalla produzione di cellulosa, il valore di emissione si riferisce ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 6%.

POLVERI.

Per gli impianti di potenza termica uguale o superiore a 5 MW il valore di emissione 100 mg/mc.

Per gli impianti di potenza termica inferiore a 5 MW il valore di emissione di 150 mg/mc.

Non si applica il punto 2 dell'allegato 1 se il valore limite di emissione per le polveri rispettato senza l'impiego di un impianto di abbattimento.

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione 500 mg/mc.

OSSIDI DI ZOLFO.

Il valore di emissione 1.700 mg/mc.

Il valore limite di emissione per gli ossidi di zolfo si considera rispettato se sono utilizzati combustibili con contenuto di zolfo uguale o inferiore all'1%.

1.3. IMPIANTI NEI QUALI SONO UTILIZZATI COMBUSTIBILI GASSOSI GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 3%.

POLVERI.

Il valore di emissione 5 mg/mc.

Il valore limite di emissione per le polveri si considera rispettato se viene utilizzato metano o GPL.

Se il combustibile utilizzato gas d'altoforno il valore di emissione 15 -20 mg/mc.

Se il combustibile utilizzato gas da forno a coke o gas d'acciaieria il valore di emissione 50 mg/mc.

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione e 350 mg/mc.

Se il combustibile utilizzato gas di processo contenente composti dell'azoto non si applica alcun valore limite di emissione; le emissioni devono comunque essere ridotte per quanto possibile.

OSSIDI DI ZOLFO.

Il valore di emissione 35 mg/mc.

Il valore limite di emissione per gli ossidi di zolfo si considera rispettato se viene utilizzato metano o GPL.

Se il combustibile utilizzato gas da forno a coke, il valore di emissione 1700 mg/mc.

Se il combustibile utilizzato gas da forno a coke e gas da altoforno (o d'acciaieria), il valore di emissione 800 mg/mc.

1.4. IMPIANTI POLICOMBUSTIBILE.

1. In caso di impiego simultaneo di due o più combustibili i valori di emissione sono determinati nel modo seguente:

- prendendo ai paragrafi 1.1, 1.2 e 1.3 il valore di emissione relativo a ciascun combustibile e a ciascun inquinante;

- calcolando i valori di emissione ponderati per combustibile; detti valori si ottengono moltiplicando ciascuno dei valori di emissione per l'energia fornita da ciascun combustibile e dividendo il risultato di ciascuna moltiplicazione per la somma dell'energia fornita da tutti i combustibili;

- addizionando i valori di emissione ponderati per combustibile.

I valori di emissione sono quelli corrispondenti al combustibile con il più elevato valore di emissione se l'energia fornita da tale combustibile il 70% o più rispetto al totale.

2. In caso di impiego alternato di due o più combustibili i valori limite di emissione sono quelli relativi al combustibile di volta in volta utilizzato.

3. Per gli impianti policombustibile a letto fluido il valore di emissione per le polveri :

- per impianti di potenza termica superiore a 5 MW 50 mg/mc - per impianti di potenza termica uguale o inferiore a 5 MW 150 mg/mc

2. IMPIANTI DI ESSICCAZIONE.

Il presente paragrafo si applica agli impianti di essiccazione indipendentemente dal tipo di stabilimento in cui sono eventualmente inseriti.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione, per gli impianti nei quali i gas combusti o le fiamme vengono a contatto diretto con i materiale da essiccare, si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 17%

3. MOTORI FISSI A COMBUSTIONE INTERNA.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 5% POLVERI.

Il valore di emissione 130 mg/mc.

MONOSSIDO DI CARBONIO.

Il valore di emissione 650 mg/mc.

OSSIDI DI AZOTO.

I valori di emissione sono:

- per i motori ad accensione spontanea di potenza uguale o superiore a 3 MW 2000 mg/mc.

- per i motori ad accensione spontanea di potenza inferiore a 3 MW 4000 mg/mc.

- per gli altri motori ad quattro tempi 500 mg/mc.

- per gli altri motori ad due tempi 800 mg/mc.

Non si applicano valori limite di emissione ai gruppi elettrogeni d'emergenza ed agli altri motori fissi a combustione interna funzionanti solo in caso di emergenza.

4. TURBINE A GAS FISSE.

I valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 15% Se la turbina a gas accoppiata ad una caldaia di recupero con o senza sistema di postcombustione i valori di emissione misurati al camino della caldaia si riferiscono ad un tenore di ossigeno del 15% Per le turbine utilizzate nei cicli combinati i valori di riferimento sono riferiti al combustibile principale.

MONOSSIDO DI CARBONIO.

Il valore di emissione 100 mg/mc.

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione 400 mg/mc, se il flusso in volume dei gas di scarico uguale o superiore a 60.000 mc/h altrimenti il valore di emissione 450 mg/mc.
Se il combustibile utilizzato gasolio, il valore di emissione di 600 mg/mc.
Per le turbine a gas con rendimento termico superiore al 30% i valori di emissione sopraindicati sono calcolati aumentando i valori limite in proporzione all'aumento del rendimento.

5. INCENERITORI DI RIFIUTI.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno negli effluenti gassosi del 11%.

POLVERI.

Il valore di emissione 30 mg/mc.

Per gli impianti con capacità nominale inferiore a 3 t/h il valore di emissione 100 mg/mc.

OSSIDI DI ZOLFO.

Il valore di emissione 300 mg/mc.

SOSTANZE INORGANICHE CHE SI PRESENTANO PREVALENTEMENTE SOTTO FORMA DI POLVERE.

I valori emissione dell'allegato 1, paragrafo 2, per gli inceneritori sono valori minimi e massimi coincidenti.

ACIDO CLORIDRICO.

Il valore di emissione 50 mg/mc.

Per gli impianti con capacità nominale inferiore a 3 t/h il valore di emissione 100 mg/mc.

ACIDO FLUORIDRICO.

Il valore di emissione 2 mg/mc.

Per gli impianti con capacità nominale inferiore a 3 t/h il valore di emissione 4 MG/MC.

POLICLORODIBENZODIOSSINE E POLICLORODIBENZOFURANI.

Il valore di emissione 0,004 mg/mc.

SOSTANZE ORGANICHE.

Il valore di emissione, espresso come carbonio organico totale, 20 mg/mc.

Non si applica il paragrafo 4 dell'allegato 1.

MONOSSIDO DI CARBONIO.

Il valore di emissione 100 mg/mc.

Devono essere misurate e registrate in continuo la temperatura e le concentrazioni di polveri, monossido di carbonio, ossigeno, acido cloridrico in tutti gli impianti di capacità nominale superiore o pari ad 1 t/h. In caso di misura in continuo, il valore di emissione si intende rispettato se:

- a) nessuna media mobile su 7 giorni supera il valore limite di emissione;
- b) nessuna media giornaliera supera di oltre il 30% il valore limite corrispondente.

Per il calcolo dei valori medi di cui sopra si prendono in considerazione i periodi di esercizio effettivo dell'impianto, comprese le fasi di avvio e di spegnimento dei forni.

6. CEMENTIFICI.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono agli effluenti gassosi umidi.

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione 1800-3000 mg/mc.

OSSIDI DI ZOLFO.

Il valore di emissione 600 mg/mc.

Per i forni a via umida il valore di emissione 1500 mg/mc.

7. FORNI PER LA CALCINAZIONE DI BAUXITE, DOLOMITE, GESSO, CALCARE, DIATOMITE, MAGNESITE, QUARZITE.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono agli effluenti gassosi umidi, per gli impianti di produzioni di calce spenta e di dolomite idrata.

CROMO.

Nella calcinazione di materiali contenenti cromo, il valore di emissione per il cromo (III) e i suoi composti, espressi come cromo, sotto forma di polvere 10 mg/mc.

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione 1800-3000 mg/mc.

COMPOSTI DEL FLUORO.

Per i forni usati periodicamente per la calcinazione di quarzite, il valore di emissione di composti inorganici gassosi del fluoro espressi come acido fluoridrico 10 mg/mc.

8. FORNI PER LA PRODUZIONE DI VETRO.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

Per i forni a bacino a lavorazione continua i valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso dell'8% e per i forni a crogiolo e quelli a bacino a lavorazione giornaliera ad un tenore di ossigeno del 13%.

OSSIDI DI ZOLFO.

I valori di emissione sono:

	Forni che utilizzano combustibile liquido	Forni che utilizzano combustibile gassoso
	mg/mc	mg/mc
Forni a crogiolo	1200	1200
Forni a bacino con recupero di calore	1200	1400
Forni a bacino a lavorazione giornaliera	1600	1600
Forni a bacino con bruciatore ad "U" con rigenerazione e recupero di calore	1800	2200
Forni a bacino con bruciatore tras- versale con rigene- razione e recupero di calore	3000	3500

Se, per ragioni connesse alla qualità della produzione, necessario l'utilizzo di nitrati nella fase di affinaggio i valori di emissioni sono il doppio di quelli sopra indicati.

OSSIDI DI ZOLFO I valore di emissione sono:

- forni a bacino a lavorazione continua 1800 mg/mc.
- forni a crogiolo e forni a bacino a lavorazione giornaliera 1100 mg/mc.

POLVERI.

Per gli impianti con una produzione di vetro inferiore a 250 tonnellate al giorno, se il flusso di massa superiore a 0.1 kg/h, il valore di emissione 150 mg/m³.

Per gli impianti con una produzione di vetro superiore od uguale a 250 tonnellate al giorno il valore di emissione 80-100 mg/m³.

Per gli impianti di produzione di fibre di vetro e tubo di vetro il valore di emissione e' 350 mg/m³.

METODI DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI.

Fino all'emanazione del decreto di cui all'art. 5, comma 2, possono essere utilizzati i metodi di campionamento ed analisi stabiliti dalla Stazione Sperimentale per il Vetro di Murano.

9. FORNI PER LA COTTURA DI PRODOTTI CERAMICI A BASE DI ARGILLA.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 18%

OSSIDI DI ZOLFO.

Il valore di emissione 1500 mg/mc

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione 1500 mg/mc

FENOLI E ALDEIDI.

Il valore di emissione 40 mg/mc

10 IMPIANTI PER LA FUSIONE DI PRODOTTI MINERALI, IN PARTICOLARE DI BASALTO, DI DIABASE O DI SCORIE.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

In caso di utilizzo di combustibile solido i valori limite di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso dell'8%

OSSIDI DI AZOTO.

I valori di emissione sono:

	combustibile liquido	gas
forni a bacino con recupero di calore	1200 mg/mc	1400 mg/mc
forni a tino	1800 mg/mc	2200 mg/mc

OSSIDI DI ZOLFO.

Il paragrafo 3 dell'allegato 1 per gli ossidi di zolfo non si applica; il valore di emissione, se il flusso di massa uguale o superiore a 10 Kg/h, 1800 mg/mc.

11. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI PIASTRELLE IN CERAMICA.

FLUORO E SUOI COMPOSTI.

Il valore di emissione dai forni fusori, dai forni del vetrato e monocottura, dai forni del biscotto e del gres 10 mg/mc

POLVERI.

Il valore di emissione degli essiccatori a spruzzo (atomizzatori) 75 mg/mc.

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione 1500 mg/mc.

12. IMPIANTI PER L'AGGLOMERAZIONE DI PERLITE, SISTI O ARGILLA ESPANSA.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono agli effluenti gassosi umidi ed a un tenore di ossigeno del 14%.

OSSIDI DI ZOLFO.

Il valore di emissione 1000 mg/mc se il flusso di massa uguale o superiore a 10 Kg/h. Per flussi di massa inferiori non si applica per gli ossidi di zolfo il paragrafo 3 dell'allegato 1.

13. IMPIANTI FISSI PER LA PRODUZIONE O LA FUSIONE DI MISCELE COMPOSTE DA BITUI O DA CATRAMI E PRODOTTI MINERALI, COMPRESI GLI IMPIANTI PER LA PREPARAZIONE DI MATERIALI DA COSTRUZIONE STRADALI A BASE DI BITUME E GLI IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI PIETRISCO DI CATRAME.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 17%.

POLVERI.

Il valore di emissione per l'effluente gassoso proveniente dell'essiccatore a tamburo e dal miscelatore 20 mg/mc.

OSSIDI DI ZOLFO.

Il valore di emissione 1700 mg/mc.

14. IMPIANTI DI DISTILLAZIONE A SECCO DEL CARBONE (COKERIE) FORNO INFERIORE.

POLVERI.

Devono essere adottate tutte le misure atte a contenere le emissioni di polveri dalle camere di combustione in base allo stato attuale della tecnica.

Per gli impianti esistenti, sino alla ricostruzione del forno a coke, il valore di emissione 100 mg/mc.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 15%.

OSSIDI DI ZOLFO.

Se il combustibile utilizzato gas da forno a cok, il valore di emissione 1.700 mg/mc.

Se il combustibile utilizzato gas da forno a coke e gas da altoforno (o d'acciaieria) il valore di emissione 800 mg/mc.

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione 600 mg/mc.

Devono essere adottate tutte le misure atte a contenere le emissioni di ossidi di azoto dalle camere di combustione in base allo stato attuale della tecnica applicabile agli impianti esistenti.

Le emissioni di ossidi di azoto derivanti dagli impianti esistenti, sino alla ricostruzione del forno a coke, non devono essere superiori a 800 mg/mc.

CARICAMENTO DEI FORNI DA COKE.

Devono essere evitate le emissioni di polvere nel prelevare il carbone dalle tramogge e nel caricare i carrelli.

I gas di caricamento devono essere raccolti.

Nelle operazioni di versamento, i gas di caricamento devono essere derivati nel gas grezzo, o in un forno vicino, ove non fosse possibile utilizzarli per lavorare il catrame grezzo.

Nelle operazioni di pigiatura, i gas di caricamento devono essere deviati il più possibile nel gas grezzo.

I gas di caricamento che non possono essere deviati devono essere convogliati ad un impianto di combustione: il valore limite di emissione per polveri 25 mg/mc.

Nelle operazioni di spianamento del carbone le emissioni dei gas di caricamento devono essere limitate assicurando la tenuta delle aperture che servono a tali operazioni.

COPERCHIO PORTELLO DI CARICA.

Le emissioni dal coperchio di carica devono essere evitate quanto più possibile, usando porte a elevata tenuta, spruzzando i coperchi dei portelli dopo ogni carica dei forni, pulendo regolarmente gli stipiti e i coperchi dei portelli di carica prima di chiudere. La copertura del forno deve essere mantenuta costantemente pulita da resti di carbone.

COPERCHIO TUBO DI MANDATA.

I coperchi dei tubi di mandata, per evitare emissioni di gas o di catrame, devono essere dotati di dispositivi ad immersione in acqua, o sistemi analoghi, di pari efficacia; i tubi di mandata devono venire costantemente puliti.

MACCHINE AUSILIARE PER FORNO A COKE

Le macchine ausiliarie adibite al funzionamento del forno a coke devono essere dotate di dispositivo per mantenere pulite le guarnizioni applicate agli stipiti dei portelli di carica.

PORTE DEL FORNO A COKE.

Si devono usare porte ad elevata tenuta. Le guarnizioni delle porte dei forni a coke devono essere progettate in modo da permettere che vengano installati sul lato macchina e sul lato coke impianti di abbattimento polveri da attivare durante lo sfornamento del coke.

SFORNAMENTO DEL COKE.

Le nuove batterie di forni a coke devono essere progettate in modo da permettere che vengano installati impianti di captazione e abbattimento delle emissioni di polveri allo sfornamento del coke, in modo che le emissioni non superino 5 g/t di coke prodotto.

Sino alla ricostruzione del forno a coke, gli effluenti gassosi devono essere raccolti e convogliati ad un impianto di abbattimento delle polveri, ove tecnicamente possibile.

RAFFREDDAMENTO DEL COKE.

Per il raffreddamento del coke devono essere usati sistemi ce causino poche emissioni. Nel caso in cui la tecnologia adottata sia quella del raffreddamento a secco, il valore di emissione per le polveri 20 mg/mc.

15. IMPIANTI PER L'AGGLOMERAZIONE DEL MINERALE DI FERRO.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissioni si riferiscono agli affluenti gassosi umidi.

POLVERI.

Gli effluenti gassosi devono essere convogliati impianto di abbattimento: i valori di emissione sono pari a valori massimi previsti nell'allegato 1, paragrafo 5.

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione 400 mg/mc.

INQUINANTI DI CUI ALL'ALLEGATO 1, PUNTO 2.

I valori di emissione sono pari ai valori massimi previsti nell'allegato 1, paragrafo 2.

16. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI GHISA.

POLVERI.

Fino al rifacimento del rivestimento in refrattario dell'altoforno il valore di emissione a 150 mg/mc.

17. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE D'ACCIAIO PER MEZZO DI CONVERTITORI. FORNI AD ARCO ELETTRICI, E FORNI DI FUSIONE SOTTO VUOTO.

POLVERI.

a) L'effluente gassoso deve essere, per quanto possibile, convogliato ad un impianto di abbattimento.

b) I valori di emissione sono:

- forni ad arco 25-100 mg/mc.
- forni ad induzione 25 mg/mc.

MONOSSIDO DI CARBONIO.

Negli impianti per fusione ad eccezione dei forni ad arco e nei convertitori l'affluente gassoso deve essere riutilizzato, per quanto possibile, o combusto.

18. FONDERIE DI GHISA, D'ACCIAIO.

POLVERI.

L'effluente gassoso deve essere, per quanto possibile, convogliato ad un impianto di abbattimento. Il valore di emissione, se il flusso di massa uguale o superiore a 0,5 Kg/h, 20-40 mg/mc.

Per gli impianti funzionanti con abbattimento ad umido i valori di emissione sono:

- cubilotti con aspirazione alla bocca superiore 25 mg/mc.
- cubilotti con aspirazione alla bocca inferiore 50 mg/mc.

MONOSSIDO DI CARBONIO.

Il valore di emissione per i cubilotti a vento caldo dotati di recuperatore p 1000 mg/mc.

19. FORNI DI RISCALDO E PER TRATTAMENTI TERMICI, PER IMPIANTI DI LAMINAZIONE ED ALTRE DEFORMAZIONI PLASTICHE.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 5%.

OSSIDI DI AZOTO.

Per gli impianti nei quali l'aria di combustione preriscaldata a temperature uguali o superiori a 200 C il valore di emissione determinato mediante il diagramma riportato in figura 1.

OSSIDI DI ZOLFO.

Se il combustibile usato gas da forno a coke il valore di emissione 1700 mg/mc.

Se il combustibile utilizzato gas da forno a coke e gas d'altoforno o d'acciaieria il valore di emissione 800 mg/mc.

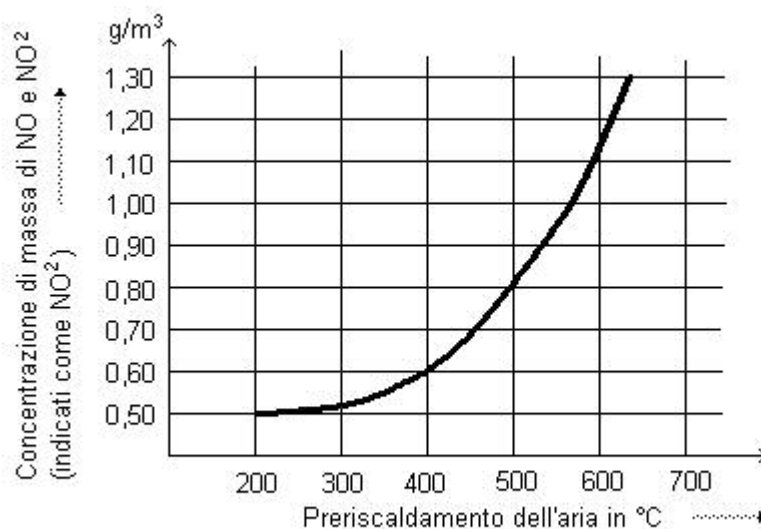


Figura 1

20. IMPIANTI DI ZINCATURA A CALDO.

L'effluente gassoso deve essere, per quanto possibile, convogliato ad un impianto di abbattimento.

POLVERE.

Il valore di emissione 15-30 mg/mc.

COMPOSTI GASSOSI DEL CLORO.

Il valore di emissione per i composti gassosi del cloro, espressi come acido cloridrico, 10 mg/mc.

AMMONIACA ED AMMONIO IN FASE GASSOSA.

Il valore di emissione 30 mg/mc.

21. IMPIANTI DI TRATTAMENTO DI SUPERFICI METALLICHE CON USO DI ACIDO NITRICO OSSIDI DI AZOTO.

Per gli impianti di decapaggio funzionanti in continuo il valore di emissione 1500 mg/mc.

22. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI FERRO-LEGHE MEDIANTE PROCESSI ELETTROTERMICI O PIROMETALLURGICI.

POLVERI.

L'effluente gassoso deve essere convogliato ad un impianto di abbattimento.

Il valore di emissione 20-40 mg/mc.

23. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE PRIMARIA DI METALLI NON FERROSI.

POLVERI.

L'effluente gassoso deve essere convogliato ad un impianto di abbattimento I valori di emissione sono:

- per le fonderie di piombo 10 mg/mc.
- negli altri casi 20 mg/mc.

OSSIDI DI ZOLFO.

Il valore di emissione :

se il flusso di massa supera 5 Kg/h 800 mg/mc.

24. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ALLUMINIO.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E OPERATIVE.

I forni elettrolitici devono essere chiusi; le dimensioni dell'apertura del forno devono essere quelle minime indispensabili per il funzionamento e il meccanismo di apertura deve essere, per quanto possibile, automatizzato.

POLVERI.

Il valore di emissione, per i forni elettrolitici 30 mg/mc. Se all'effluente gassoso dei forni elettrolitici aggiunta l'aria di ventilazione dei locali di elettrolisi il fattore di emissione 5 Kg/t di alluminio prodotto, come media giornaliera.

FLUORO.

Il valore di emissione dei composti inorganici gassosi del fluoro, espressi come acido fluoridrico, 2 mg/mc. Se all'effluente gassoso dei forni elettrolitici aggiunta l'aria di ventilazione dei locali di elettrolisi il fattore di emissione 0.6-1 Kg/t di alluminio prodotto, come media giornaliera.

25. IMPIANTI PER LA FUSIONE DELL'ALLUMINIO.

POLVERI.

L'effluente gassoso deve essere, per quanto possibile, convogliato ad un impianto di abbattimento.

Il valore di emissione e:

se il flusso di massa uguale o superiore a 0.5 Kg/h 20 mg/mc CLORO.

Per i forni di affinazione (impianti di clorazione) il valore di emissione 3 mg/mc.

SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI.

Il valore di emissione delle sostanze organiche volatili, espresse come carbonio totale, 50 mg/mc.

26. IMPIANTI PER LA SECONDA FUSIONE DEGLI METALLI NON FERROSI E DELLE LORO LEGHE.

POLVERI.

L'effluente gassoso deve essere convogliato ad un impianto di abbattimento.

I valori di emissione sono:

- per gli impianti per seconda fusione del piombo o delle sue leghe 10 mg/mc.

- per gli altri impianti, se il flusso di massa uguale o superiore a 0.2 kg/h 20 mg/mc.

RAME E SUOI COMPOSTI.

Per i forni a tino, durante la fusione del rame elettrolitico, il valore di emissione 10 mg/mc.

SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI.

Il valore di emissione delle sostanze organiche volatili, espresse come carbonio totale, 50 mg/mc.

27. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ACCUMULATORI AL PIOMBO.

POLVERI.

L'effluente gassoso deve essere convogliato ad un impianto di abbattimento.

Il valore di emissione :

se il flusso di massa uguale o superiore a 5 g/h 0.5 mg/mc.

VAPORI DI ACIDO SOLFORICO.

I vapori di acido solforico devono essere captati e convogliati ad un impianto di abbattimento.

28. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI OSSIDO DI ZOLFO, ACIDO SOLFORICO E OLEUM.

BIOSSIDO DI ZOLFO.

Negli impianti per la produzione di ossidi di zolfo allo stato liquido l'effluente gassoso deve essere convogliato ad un impianto per la produzione di acido solforico o ad altri impianti di trattamento.

Nei processi a doppio contatto deve essere mantenuta una resa di conversione minima del 99%; per concentrazioni di biossido di zolfo nel gas d'alimentazione uguali o superiori all'8% in volume deve essere mantenuta:

- una resa del 99,5% in condizioni variabili del gas.

- una resa del 99,6% in condizioni costanti del gas.

Le emissioni devono essere ulteriormente limitate con adeguati processi di trattamento, se superano 1200 mg/mc.

Nei processi a contatto semplice deve essere mantenuta una resa di conversione minima del 97,5% per concentrazioni di biossido di zolfo nel gas d'alimentazione inferiori al 6%; le emissioni devono essere ulteriormente limitate.

Nei processi di catalisi ad umido deve essere mantenuta una resa di conversione di almeno il 97,5%.

ACIDO SOLFORICO.

Il valore di emissione 80-100 mg/mc.

29. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI CLORO.

CLORO

Il valore di emissione 1 mg/mc; per gli impianti per la produzione del cloro a liquefazione totale il valore di emissione 6 mg/mc.

MERCURIO.

Nella elettrolisi dei cloruri alcalini, secondo il processo all'amalgama, il valore di emissione, come media annuale, 1,5-2 g/t di produzione.

30. IMPIANTI CLAUS PER LA PRODUZIONE DI ZOLFO IDROGENO SOLFORATO.

Gli effluenti gassosi devono essere convogliati ad un impianto di combustione; il valore di emissione 10 mg/mc.

31. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE, GRANULAZIONE ED ESSICCAMENTO DI FERTILIZZANTI FOSFATICI, AZOTATI O POTASSICI.

POLVERI.

Il valore di emissione 75 mg/mc.

Per gli impianti di prilling o a letto fluido il valore di emissione 100-150 mg/mc.

AMMONIACA.

Per gli impianti di prilling o a letto fluido il valore di emissione 200 mg/mc.

32. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ACRILONITRILE.

ACRILONITRILE.

L'effluente gassoso prodotto dal reattore e dall'assorbitore deve essere combusto.

L'effluente gassoso prodotto durante la purificazione per distillazione dei prodotti di reazione e quello proveniente dal processo di travaso deve essere convogliato ad idonei sistemi di abbattimento.

33. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI PRINCIPI ATTIVI ANTIPARASSITARI.

POLVERI.

Il valore di emissione :

se il flusso di massa uguale o superiore a 25 g/h 5 mg/mc.

34. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI POLIVINILE CLORURO (PVC) I tenori residui in cloruro di vinile (VCM) nel polimero devono essere ridotti al massimo e in particolar modo nella zona di passaggio dal sistema chiuso a quello aperto; il tenore residuo :

PVC in massa	10 mg VCM/kg PVC
Omopolimeri in sospensione	100 mg VCM/kg PVC
Copolimeri in sospensione	400 mg VCM/kg PVC
PVC in microsospensione e emulsione di PVC	1500 mg VCM/kg PVC

Al fine di ridurre ulteriormente la concentrazione di cloruro di vinile nell'effluente gassoso proveniente dall'essiccatore questo dovrà, per quanto possibile, essere utilizzato come comburente in un impianto di combustione.

35. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI POLIMERI IN POLIACRILONITRILE.

ACRILONITRILE.

I gas provenienti dal reattore e dall'assorbitore devono essere convogliati ad un efficace sistema di combustione. I gas provenienti dalla purificazione per distillazione dalle operazioni di travaso, devono essere convogliati ad idonei sistemi di abbattimento.

a) Produzione e lavorazione di polimeri acrilici per fibre.

- Il valore di emissione di acrilonitrile nell'effluente gassoso degli impianti di polimerizzazione in soluzione acquosa, essiccamento polimero e filatura 25 mg/mc.

- Negli impianti di polimerizzazione in solvente il valore di emissione di acrilonitrile 5 mg/mc; il valore di emissione di acrilonitrile nell'effluente gassoso degli impianti di filatura, lavaggio ed essiccamento 50 mg/mc.

b) Produzione di materie plastiche ABS e SAN.

- Polimerizzazione in emulsione: l'effluente gassoso contenente acrilonitrile proveniente dalla polimerizzazione, dalla precipitazione e dalla pulizia del reattore deve essere convogliato ad un impianto di combustione.

Il valore di emissione 25 mg/mc.

- Polimerizzazione combinata in soluzione/emulsione: l'effluente gassoso contenente acrilonitrile proveniente dalla polimerizzazione, dai serbatoi di stoccaggio intermedi, dalla precipitazione, dalla disidratazione, dal recupero dei solventi e dai miscelatori, deve essere convogliato ad un impianto di combustione; il valore di emissione per le emissioni che si formano nella zona di uscita dei miscelatori 10 mg/mc.

c) Produzione di gomma acrilonitrilica (NBR).

L'effluente gassoso contenente acrilonitrile proveniente dal recupero di butadiene, dal deposito di lattice, dal lavaggio del caucciù solido, deve essere convogliato ad un impianto di combustione. L'effluente gassoso proveniente dal recupero dell'acrilonitrile deve essere convogliato ad un impianto di lavaggio. Il valore di emissione per l'essiccatore 15 mg/mc.

d) Produzione di lattice per polimerizzazione, in emulsione, di acrilonitrile.

L'effluente gassoso contenente acrilonitrile e proveniente dai contenitori di monomeri, dai reattori, dai serbatoi di stoccaggio e dai condensatori deve essere convogliato ad un impianto di abbattimento se la concentrazione di acrilonitrile nell'effluente gassoso superiore a 5 mg/mc.

36. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE E LA LAVORAZIONE DELLA VISCOSA.

IDROGENO SOLFORATO E SOLFURO DI CARBONIO.

a) Le emissioni dalla produzione di viscosa, dalla preparazione del bagno di rilavatura e dai trattamenti successivi connessi alla produzione di rayon tessile, devono essere convogliate ad un impianto di abbattimento.

Il valore di emissione per l'idrogeno solforato 5 mg/mc.

Il valore di emissione per il solfuro di carbonio 100 mg/mc.

b) Nella produzione di fibra cellulosica in fiocco e cellofane, i gas provenienti dai filatoi e dal trattamento successivo devono essere convogliati ad un impianto di abbattimento.

Il valore di emissione per l'idrogeno solforato 5 mg/mc.

Il valore di emissione per il solfuro di carbonio 150 mg/mc.

c) Nella produzione di prodotti da viscosa per l'impianto di aspirazione generale e degli aspiratori delle macchine, il valore di emissione per l'idrogeno solforato 50 mg/mc.

Per il solfuro di carbonio i valori di emissione sono:

Prodotti di viscosa	Solfuro di carbonio mg/mc
Fibra cellulosica	150
Cellofan	150
Rayon tessile	150
Rayon continuo per usi speciali	300
Budella artificiali	400
Panno spugnoso	400
Rayon tecnico	600

37. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ACIDO NITROSILSOLFORICO.

Per la fase di concentrazione i valori di emissione sono:

Ossidi di azoto 2000 mg/mc.

Ossidi di zolfo 800 mg/mc.

n-esano 1000 mg/mc.

38. IMPIANTI DI PRODUZIONE DI POLIESTERI.

Negli impianti di produzione di acido tereftalico e di dimetiltereftalato facenti parte degli impianti di produzione di polimeri e fibre poliesteri per flussi di massa superiori a 3 Kg/h il valore di emissione delle sostanze organiche, espresso come carbonio totale, 350 mg/mc.

39. IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ACETATO DI CELLULOSA PER FIBRE.

Negli impianti di polimerizzazione, dissoluzione e filatura di acetato di cellulosa per flussi di massa superiori a 3 Kg/h il valore di emissione di acetone 400 mg/mc.

40. IMPIANTI DI PRODUZIONE DI FIBRE POLIAMMIDICHE.

Negli impianti di filatura per fili continui del polimero "poliammide 6" per flussi di massa superiori a 2 kg/h il valore di emissione del caprolattame 100 mg/mc.

Negli impianti di filatura per fiocco il valore di emissione del caprolattame 150 mg/mc.

41. IMPIANTI PER LA FORMULAZIONE DI PREPARATI ANTIPARASSITARI.

POLVERI.

L'effluente gassoso contenenti polveri deve essere convogliato ad un impianto di abbattimento. Il valore di emissione 10 mg/mc.

42. IMPIANTI PER LA NITRAZIONE DELLA CELLULOSA.

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione 2000 mg/mc.

43. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI BIOSSIDO DI TITANIO.

OSSIDI DI ZOLFO.

Il fattore di emissione per gli ossidi zolfo provenienti dalla digestione e dalla calcinazione 10 Kg/t di biossido di titanio prodotto.

Il valore di emissione per gli ossidi di zolfo provenienti dalla concentrazione degli acidi residui 500 mg/mc.

44. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI FIBRE ACRILICHE.

N,N-DIMETILACETAMIDE E N,N-DIMETILFORMAMIDE.

Il valore di emissione :

se il flusso di massa uguale o superiore a 2 Kg/h 150 mg/mc.

45. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI POLICARBONATO.

DICLOROMETANO.

Gli impianti devono adeguarsi al valore di emissione di 350 mg/mc al 31/12/1994.

Al 31/12/1997 devono adeguarsi al valore di emissione di 100 mg/mc.

46. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI NERO CARBONIO.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO.

I valori di emissione si riferiscono agli effluenti gassosi umidi.

POLVERI.

Il valore di emissione 15-30 mg/mc.

TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI GASSOSI.

L'effluente gassoso contenente idrogeno solforato, monossido di carbonio sostanze organiche deve essere convogliato alla combustione.

OSSIDI DI ZOLFO.

Il valore di emissione 2600 mg/mc.

OSSIDI DI AZOTO.

Il valore di emissione di 1000 mg/mc.

47. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI CARBONE O ELETTROGRAFITE MEDIANTE COTTURA, AD ESEMPIO PER LA FABBRICAZIONE DI ELETTRODI.

SOSTANZE ORGANICHE.

I valori di emissione, espressi come carbonio organico totale sono:

- a) per la miscelazione e macinazione con uso, ad alta temperatura, di pece catrame o altri leganti o solventi volatili 100 mg/mc.
- b) per i forni a camera unica, forni a camere comunicanti e forni a tunnel 50 mg/mc.
- c) per i forni anulari utilizzati per la cottura degli elettrodi di grafite, degli elettrodi di carbone e delle mattonelle di carbone 200 mg/mc.
- d) per l'impregnazione a base di catrame 50 mg/mc.

48. IMPIANTI PER LA VERNICIATURA IN SERIE DELLE CARROZZERIE DEGLI AUTOVEICOLI E COMPONENTI DEGLI STESSI, ECCETTUATE LE CARROZZERIE DEGLI AUTOBUS.

EMISSIONI DI SOLVENTI ORGANICI DALL'IMPIANTO CONSIDERATO NEL SUO INSIEME, COMPRESI I TRATTAMENTI PRELIMINARI.

I valori di emissione, espressi in grammi di solvente per metro quadrato di manufatto trattato, sono:

- a) vernici a due strati 120 g/mc.
- b) altre vernici 60 g/mc.

ZONE DI APPLICAZIONE DELLA VERNICE.

I valori di emissione dell'allegato 1, paragrafo 4, classi III, IV e V non si applicano all'aria di ventilazione delle cabine di verniciatura.

ESSICCATORI.

Il valore di emissione per le sostanze organiche, espresse come carbonio organico totale, 50 mg/mc; nel caso in cui l'effluente gassoso sia convogliato ad un impianto di combustione il valore di emissione deve essere rispettato anche in caso di condizioni di esercizio sfavorevoli.

POLVERI.

Il valore di emissione 3 mg/mc.

49. ALTRI IMPIANTI DI VERNICIATURA.

VERNICIATURA DEL LEGNO.

Il valore di emissione per la verniciatura piana, espresso in grammi di solvente per metro quadro di superficie verniciata 40 g/mc.

Il valore di emissione per le polveri 10 mg/mc.

VERNICIATURA MANUALE A SPRUZZO.

Per l'aria di ventilazione delle zone nelle quali si vernicia a mano con pistola a spruzzo non si applicano i valori di emissione dell'allegato 1, paragrafo 4, classi III, IV e V; devono comunque essere prese le misure possibili per ridurre le emissioni, facendo ricorso a procedimenti di applicazione della vernice particolarmente efficaci, assicurando una efficace circolazione dell'effluente gassoso e il suo convogliamento ad un impianto di abbattimento, oppure utilizzando vernici prodotte secondo le migliori tecnologie.

POLVERI (PARTICELLE DI VERNICI).

Il valore di emissione 3 mg/mc.

ESSICCATORI.

Il valore di emissione per le sostanze organiche, espresse come carbonio totale, 50 m/mc.

50. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI MANUFATTI IN GOMMA.

Il valore di emissione nella fase di preparazione mescole 20-50 mg/m³.

51. IMPIANTI PER IMPREGNARE DI RESINE LE FIBRE DI VETRO O LE FIBRE MINERALI.

SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI.

Le emissioni di sostanze citate nell'allegato 1 paragrafo 4 di classe 1 non devono superare 40 mg/m³; devono essere adottate le possibili soluzioni atte a limitare le emissioni, come la postcombustione, o altre misure della medesima efficacia.

52. IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ZUCCHERO.

OSSIDI DI ZOLFO.

Il valore di emissione 1700 mg/mc.

AMMONIACA I valori di emissione sono:

fase di saturazione: se il flusso di massa supera 1.5 Kg/h 500 mg/mc.

fase di essiccazione: se il flusso di massa supera 1.5 Kg/h 150 mg/mc.

POLVERI.

Il valore di emissione 75 mg/m³.

Nella fase di movimentazione e condizionamento zucchero 20 mg/m³.

53. IMPIANTI PER L'ESTRAZIONE E LA RAFFINAZIONE DEGLI OLI DI SANSA DI OLIVA.

POLVERI.

Il valore di emissione 200-300 mg/m³.

OSSIDI DI AZOTO Il valore di emissione 300 mg/m³.

54. IMPIANTI PER L'ESTRAZIONE E LA RAFFINAZIONE DI OLI DI SEMI.

POLVERI.

I valori di emissione sono:

fase di essiccazione semi 150 mg/mc.

fase di lavorazione semi oleosi 80 mg/mc.

ALLEGATO 3

A. - GRANDI IMPIANTI DI COMBUSTIONE

A. CAMPO DI APPLICAZIONE.

1. Le presenti linee guida si applicano agli impianti di combustione di potenza termica nominale pari o superiore a 50 MW eccettuati quelli previsti nell'allegato 3-B e quelli che utilizzano direttamente i prodotti di combustione in procedimenti di fabbricazione; in particolare non si applicano ai seguenti impianti:
 - impianti in cui i prodotti della combustione sono utilizzati per il riscaldamento diretto, l'essiccazione o qualsiasi altro trattamento degli oggetti o dei materiali, come forni di riscaldamento, forni di trattamento termico;
 - impianti di postcombustione, cioè qualsiasi dispositivo tecnico per la depurazione dello scarico gassoso mediante combustione, che non sia gestito come impianto indipendente di combustione;
 - dispositivi di rigenerazione di catalizzatori di cracking catalitico;
 - dispositivi di conversione del solfuro di idrogeno di zolfo;
 - impianti turbogas;
 - reattori utilizzati nell'industria chimica;
 - batteria di forni per coke;
 - coppers degli altiforni;
 - impianti azionati da motori diesel, a benzina o a gas, indipendentemente dal tipo di combustibile utilizzato.
2. Nel caso in cui due o più singoli impianti siano installati in maniera tale che gli scarichi gassosi, siano o possano essere convogliati verso un unico camino, a giudizio dell'autorità competente, la combinazione degli impianti va considerata come un'unità.

B. VALORI DI EMISSIONE

1. I valori di emissione si riferiscono ad una percentuale di ossigeno nell'effluente gassoso (OR) del 3% per i combustibili liquidi e gassosi, del 6% per il carbone e dell'11 % per gli altri combustibili solidi. Se la percentuale di ossigeno presente nell'effluente gassoso superiore a quella di riferimento i valori di emissione devono essere calcolati con la seguente formula:

$$E = \frac{21 - OR}{21 - OM} \cdot EM$$

EM = emissione misurate

OM = percentuale di ossigeno nell'emissione misurata

OR = percentuale di ossigeno di riferimento

2. I valori di emissione sono considerati previa detrazione del tenore di vapore acqueo.

3. I valori di emissione per il biossido di zolfo, per gli ossidi di azoto e per le polveri per gli impianti sono:

a) impianti di potenza termica nominale uguale o maggiore a 500 MW:

- biossido di zolfo 400 mg/mc.
- ossidi di azoto 200 mg/mc.
- polveri 50 mg/mc.

Se il combustibile utilizzato esclusivamente gas da forno a coke e/o gas d'altoforno, il valore di emissione per il biossido di zolfo 800 mg/mc.

b) impianti di potenza termica nominale inferiore a 500 MW:

- biossido di zolfo 1700 mg/mc.
- ossidi di azoto 650 mg/mc.
- polveri 50 mg/mc.

4. Il valore di emissione per il monossido di carbonio : 250 mg/mc.

L'autorità competente può fissare, per particolari situazioni impiantistiche, un valore limite di emissione maggiore del valore di emissione sopra indicato.

5. Il valore di emissione per le sostanze cancerogene sono quelli riportati nell'allegato i paragrafi 1.1 e 1.2.

6. I valori di emissione per le sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di polvere, riportate nell'allegato 1 paragrafo 2, sono:

- sostanze appartenenti alla classe I 0,2 mg/mc.
- sostanze appartenenti alla classe II 2 mg/mc.
- sostanze appartenenti alla classe III 10 mg/mc.

7. I valori di emissione per le sostanze inorganiche che si presentano sotto forma di gas o vapore sono:

- cloro 5 mg/mc.
idrogeno solforato: 5 mg/mc.

bromo e suoi composti espressi come acido bromidrico: 5 mg/mc.

fluoro e suoi composti espressi come acido fluoridrico: 5 mg/mc.

- ammoniaca e composti a base di cloro espressi come acido cloridrico: 100 mg/mc..

8. Il valore di emissione per le sostanze organiche volatili, espresse come carbonio totale 300 mg/mc.

9. I valori di emissione di cui ai punti 3, 4, 5, 6, 7, 8 si intendono applicati a ciascun impianto e costituiscono valori di emissione minimi e massimi coincidenti.

10. I valori di emissione dei punti 3 e 4 sono valori medi mensili riferiti alle ore di effettivo funzionamento dell'impianto. I valori di emissione di cui ai punti 5, 6, 7, 8 vanno collocati con i metodi ed i criteri indicati nell'allegato 4. Non si tiene conto dei periodi di avvio e di arresto come definiti in sede di autorizzazione.
11. La misura delle concentrazioni di biossido di zolfo, ossidi di azoto, poveri ed ossigeno si effettua in continuo per gli impianti con potenza termica nominale superiore ai 300 MW, a partire dal 31.12.94. Per gli impianti con potenza termica nominale inferiore o pari a 300 MW, le autorità competenti possono chiedere l'esecuzione di misurazioni continue per le medesime sostanze, ove lo ritengano necessario.
12. I metodi di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni di cui ai punti 3, 4 5, 6, 7 e 8 sono quelli indicati all'articolo 5 del presente decreto.
13. Fino all'emanazione del decreto di cui all'art. 5 comma 1 per le misurazioni in continuo, costituiscono metodi di riferimento quelli riportati nella tabella A.

TABELLA A
Principi di misura

PARAMETRO	PRINCIPIO DI MISURA
POLVERE	- ESTINZIONE DI LUCE
	- MISURE RADIOMETRICHE
	- METODI GRAVIMETRICI
	- DISPERSIONE DI LUCE
	A RAGGIO LASER
OSSIDO DI CARBONIO	- NDIR (non dispersive infra red)
OSSIDI DI AZOTO	- CHEMILUMINESCENZA
	- NDIR
	- NDUV (ultraviolet)
BIOSSIDO DI ZOLFO	- NDUV
	- NDIR
	- ELETTROCHIMICI
OSSIGENO	- CELLE AD OSSIDO DI ZIRCONIO
	- PARAMAGNETISMO

14. I sistemi di misurazione che operano in continuo devono essere verificati e calibrati ad intervalli regolari di tempo, di concerto con le autorità competenti.

15. Alle misure delle emissioni vanno associati i valori delle grandezze p significative di impianto, atte a caratterizzarne lo stato di funzionamento ai fini di una corretta interpretazione dei dati (ad esempio: carico generato, ecc.).

16. Per impianti con potenza termica nominale superiore a 500 MW, che non sono in funzione per più di 2.200 ore all'anno (calcolare in media mobile su un periodo di cinque anni) il valore di emissione per il biossido di zolfo 1700 mg/mc.

17. Per gli impianti a letto fluido di potenza superiore a 500 MW il valore di emissione di ossidi di azoto 300 mg/m³.

18. L'autorità competente può, in sede di autorizzazione, consentire misure di compensazione tra uno o più impianti della medesima impresa, ubicati in un'area territorialmente limitata (polo di produzione, etc.), che portino ad una notevole diminuzione delle emissioni nel corso dell'anno, almeno pari a quelle che si avrebbero con l'attuazione delle disposizioni di cui ai punti precedenti. La compensazione ammissibile tra gli stessi inquinanti o inquinanti similari appartenenti alla stessa classe.

19 Per gli impianti di potenza termica superiore a 300 MW che consumano combustibili solidi indigeni, qualora non sia possibile rispettare il valore di emissione per il biossido di zolfo, fissato per tali impianti, a causa delle particolari caratteristiche del combustibile, senza dover ricorrere ad una tecnologia eccessivamente costosa, autorità competente può consentire che i valori limite di emissione possano essere superati. In tal caso detti impianti devono almeno raggiungere i tassi di desolforazione stabiliti nell'allegato 9 al decreto interministeriale 8 maggio 1989.

C. CRITERI TEMPORALI DI ADEGUAMENTO PER GLI IMPIANTI ESISTENTI.

1. Le imprese devono presentare sulla base della disciplina recata dagli articoli 12, 13, 15, 17 del [D.P.R. 24 maggio 1988 n. 203](#) i progetti di adeguamento delle emissioni corredati del programma di realizzazione con riferimento alle procedure autorizzative delle norme vigenti.

2. Gli impianti esistenti devono essere adeguati al 31 dicembre 1995. Per le imprese aventi più impianti l'adeguamento può essere effettuato in modo che:

- entro il 31 dicembre 1997 impianti per almeno il 35% della potenza termica totale installata in tale data dall'impresa rispettino i valori limite di emissione previsti dal presente decreto;
- entro il 31 dicembre 1999 impianti per almeno il 60% della potenza termica globale installata in tale data dall'impresa rispettino i valori limite di emissione previsti dal presente decreto;
- entro il 31 dicembre 2002 tutti gli impianti rispettino i valori limite di emissione previsti dal presente decreto;
- limitatamente alle emissioni di biossido di zolfo, ossidi di azoto e sostanze inorganiche in cui al punto 7 del presente allegato, per i primi due anni dalla data di completamento degli impianti di abbattimento inclusi nei progetti di adeguamento ambientale, i valori di emissione si intendono valori medi annuali riferiti alle ore di effettivo funzionamento.

D. TECNOLOGIE DI ABBATTIMENTO.

1. Al fine di contenere le emissioni degli impianti di combustione e rispettare i valori limite di concentrazione fissati, le imprese, per ciascun tipo di inquinante, debbono applicare la migliore tecnologia disponibile compatibilmente con le esigenze di mantenimento del servizio cui gli impianti sono adibiti, con le caratteristiche tecniche degli impianti, con il tasso di utilizzazione e la durata della vita residua degli impianti, nonché con gli oneri economici derivanti dall'applicazione delle tecnologie.
In alternativa potranno essere utilizzati idonei combustibili.

E. ANOMALIE DAGLI IMPIANTI DI ABBATTIMENTO E CARENZE DI COMBUSTIBILE NELL'APPROVIGIONAMENTO.

1. Per gli impianti nelle autorizzazioni previste dal decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, devono essere specificate le procedure relative al cattivo funzionamento o la guasto degli impianti di abbattimento delle emissioni. In caso di guasto deve essere immediatamente informata autorità competente al rilascio dell'autorizzazione, la quale adotta i provvedimenti necessari e, in particolare, richiede che l'impresa riduca o faccia cessare le operazioni appena possibile e fino a che non possa essere ripresa la normale attività, o che faccia funzionare l'impianto con combustibili meno inquinanti, eccetto i casi in cui vi sia assoluto bisogno di mantenere le forniture di elettricità. In particolare essa accerta che l'impresa faccia il necessario per riattivare gli impianti di abbattimento appena possibile.

2. L'autorità competente può accordare una sospensione per un periodo massimo di sei mesi dall'obbligo di osservanza dei valori limite di emissione per il biossido di zolfo e polveri in impianti che a tale scopo utilizzano normalmente un combustibile a basso tenore di zolfo o di ceneri, se l'impresa si trova nell'impossibilità di rispettare tali valori limite a causa dell'interruzione delle forniture di combustibile summenzionate dovuto ad una situazione di grave penuria.

3. L'autorità competente può accordare una sospensione per un periodo massimo di un anno dall'obbligo di osservanza dei valori limite di emissione per l'ossido di azoto qualora si verificano rilevanti anomalie nei sistemi di abbattimento. L'impresa deve dare tempestiva comunicazione all'autorità competente corredata da una relazione tecnica giustificativa.

B - RAFFINERIE DI OLII MINERALI.

A. CAMPO DI APPLICAZIONE.

1. Le presenti linee guida si applicano alle emissioni inquinanti provenienti dalla raffinerie di oli minerali, sottoposte a concessione ai sensi della legge 8 febbraio 1934 n. 367.

B. VALORI DI EMISSIONE.

1. Per gli impianti di combustione i dati di emissione si riferiscono ad una percentuale di ossigeno nell'effluente gassoso (OR) del 3% per i combustibili liquidi e gassosi, del 6% per il carbone e dell'11% per gli altri combustibili solidi.

Se la percentuale di ossigeno nell'effluente gassoso superiore di riferimento i valori di emissione devono essere calcolati con la seguente formula:

$$E = \frac{21 - OR}{21 - OM} \cdot EM$$

EM = emissione misurate

OM = percentuale di ossigeno nell'emissione misurata

OR = percentuale di ossigeno di riferimento I valori di emissione sono considerati previa detrazione del tenore di vapore acqueo.

2. I valori di emissione per i composti sotto riportati sono calcolati come rapporto ponderato tra la sommatoria delle masse di inquinanti emesse e la sommatoria dei volumi di effluenti gassosi dell'intera raffineria:

- ossido di zolfo 1700 mg/mc.
- ossidi di azoto 500 mg/mc.
- polveri 80 mg/mc.
- monossido di carbonio 250 mg/mc.
- sostanze organiche volatili 300 mg/mc.
- idrogeno solforato 5 mg/mc.
- ammoniaca e composti a base di cloro espressi come acido cloridrico 30 mg/mc.

3. I volumi degli effluenti gassosi di cui al punto precedente si riferiscono al tenore di ossigeno per essi previsto.

4. I combustibili utilizzati non possono contenere più del 3% in peso di zolfo.

5. I valori di emissione per le sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di polvere, riprese dall'allegato 1 paragrafo 2, sono:

- sostanze appartenenti alla classe I 0,3 mg/m³.
- sostanze appartenenti alla classe II 3 mg/m³.
- sostanze appartenenti alla classe III 10 mg/m³.

6. I valori di emissione per le sostanze di cui all'allegato 1 paragrafi 1.1. e 1.2. sono quelli ivi riportati.

7. I valori di emissione per le sostanze inorganiche che si presentano sotto forma di gas vapore sono:

- cloro 5 mg/mc.
 - bromo e suoi composti indicati come acido bromidrico: 5 mg/mc fluoro e suoi composti espressi come acido fluoridrico: 5 mg/mc
8. I valori di emissione di cui ai punti 6 e 7 si intendono applicati a ciascun punto di emissione della raffineria.

9. Per gli impianti Claus per la produzione di zolfo vale inoltre quanto segue:

- Gli effluenti gassosi dell'impianto devono essere convogliati ad un postcombustore.

- Il valore di emissione per l'idrogeno solforato 10-30 mg/m³.

- La conversione operativa dello zolfo, nelle condizioni ottimali di funzionamento, non deve essere inferiore, seconda della capacità produttiva, rispettivamente al:

a) 95% se la capacità produttiva inferiore o uguale a 20 ton. al giorno di zolfo.

b) 95% se la capacità produttiva superiore a 20 ton. e inferiore o uguale a 50 ton. al giorno di zolfo.

c) 97,5% se la capacità produttiva superiore a 50 ton. al giorno di zolfo.

10. Per gli inceneritori si applica l'allegato 2 paragrafo 5.

11. Per gli ossidi di zolfo, gli ossidi di azoto e le polveri, l'autorizzazione rilasciata ai sensi dell'articolo 17 del DPR del 24 maggio 1988 n. 203, fissa, sulla base delle tecnologie adottate il fattore di emissione, espresso in peso di specifico inquinante per unità di peso del prodotto trattato, per l'intera raffineria.

C. MISURAZIONI.

1. I metodi di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni sono quelli indicati all'articolo 5 del presente decreto.

2. Per le misurazioni delle emissioni di ossidi di zolfo, ossidi di azoto e polveri dei nuovi impianti di combustione superiori a 50 MW si applica il decreto interministeriale dell'8 maggio 1989.

3. Negli impianti di combustione con potenza termica nominale superiore a 50 MW i valori di emissione di ossidi di zolfo, ossidi di azoto, polveri e monossido di carbonio sono calcolati come valori medi mensili riferiti alle ore di effettivo funzionamento dell'impianto. Gli altri valori di emissione sono misurati secondo i metodi e i criteri indicati nell'allegato 4.

4. Negli impianti di combustione con potenza termica nominale superiore a 300 MW, la misura delle concentrazioni di biossido di zolfo, ossidi di azoto, polveri ed ossigeno si effettua in continuo, a partire dal 31.12.94.

A partire dalla stessa data, per gli impianti con potenza termica nominale inferiore o pari a 300 MW, le autorità competenti possono chiedere l'esecuzione di misurazioni continue per le medesime sostanze.

5. Fino all'emanazione del decreto di cui all'art. 5 comma 1 per le misurazioni in continuo costituiscono metodi di riferimento quelli riportati nella tabella A.

Tabella A
Principi di misura

PARAMETRO	PRINCIPIO DI MISURA
POLVERE	- ESTINZIONE DI LUCE - MISURE RADIOMETRICHE - METODI GRAVIMETRICI - DISPERSIONE DI LUCE A RAGGIO LASER
OSSIDO DI CARBONIO	- NDIR (non dispersive infra red)
OSSIDI DI AZOTO	- CHEMILUMINESCENZA - NDIR - NDUV (ultraviolet)
BIOSSIDO DI ZOLFO	- NDUV - NDIR - ELETTROCHIMICI
OSSIGENO	- CELLE AD OSSIDO DI ZIRCONIO - PARAMAGNETISMO

6. I sistemi di misurazione che operano in continuo devono essere verificati e calibrati ad intervalli regolari di tempo, di concerto con le autorità competenti.

7. Le imprese devono verificare periodicamente la funzionalità delle apparecchiature di misura per assicurarne il buon funzionamento.

8. Alle misure delle emissioni vanno associati i valori delle grandezze più significative di impianto, atte a caratterizzarne lo stato di funzionamento ai fini di una corretta interpretazione dei dati (ad esempio: carico generato, ecc.).

D. ALTRE PRESCRIZIONI.

1. Per lo stoccaggio di petrolio greggio e di prodotti della raffinazione, aventi una tensione di vapore superiore a 13 mbar alla temperatura di 20 C devono essere utilizzati serbatoi a tetto galleggiante, serbatoi a tetto fisso con membrana galleggiante, serbatoi a tetto fisso polmonati con scarichi convogliati opportunamente, o misure analoghe; i tetti dei serbatoi a tetto galleggiante devono essere muniti di un'efficace tenuta verso il mantello del serbatoio.

Per gli altri prodotti i serbatoi con tetto fisso devono essere muniti di un sistema di ricambio forzato dei gas e di convogliamento ad un sistema di raccolta o ad un post-combustore se gli stessi contengono liquido che, nelle condizioni di stoccaggio, possono emettere sostanze cancerogene o organiche di classe I con flussi di massa uguali o superiori a quelli indicati nell'allegato 1.

2. Gli effluenti gassosi che si formano durante le operazioni di avviamento e di arresto degli impianti devono essere, per quanto possibile, raccolti e convogliati ad un sistema di raccolta di gas e rimessi nel processo, oppure combustibili nell'impianto di combustione del processo; qualora queste soluzioni non fossero possibili, devono essere convogliati ad un bruciatore a torcia.

In quest'ultimo caso il valore di emissione per le sostanze organiche volatili, espresso come carbonio totale l'1% in volume.

3. I gas e i vapori che si producono nelle apparecchiature da vuoto devono essere convogliati ad un sistema di raccolta del gas; questo non vale per le apparecchiature per l'abbassamento della pressione che si usano in caso di emergenza o di incendio, o se si forma sovrappressione a seguito della polimerizzazione o di processi analoghi; i gas raccolti devono essere combustibili in impianti di processo, oppure, nel caso questa soluzione non fosse possibile, devono essere portati ad un bruciatore a torcia.

4. I gas derivanti dai processi, dalla rigenerazione di catalizzatori, dalle ispezioni, dalle operazioni di pulizia, devono essere convogliati alla postcombustione, quando ci si renda necessario. In alternativa possono essere applicate anche le altre misure, atte al contenimento delle emissioni.

5. Nella carica di prodotti grezzi, semilavorati, finiti, con pressione di vapore di oltre 13 mbar a temperatura di 20 C, le emissioni devono essere limitate adottando misure adeguate, come sistemi di aspirazione e convogliamento dell'effluente gassoso ad un impianto di abbattimento.

6. L'acqua di processo eccedente può essere fatta defluire in un sistema aperto solo dopo il degassaggio, ove ci sia necessario, in tal caso l'effluente gassoso deve essere depurato mediante lavaggio, combustione o altro

opportuno sistema.

7. Per le emissioni diffuse di cui all'art. 3 comma 5 deve essere rispettato quanto previsto dalle vigenti procedure di prevenzione e sicurezza ed in particolare di quelle previste dalla legge 8 febbraio 1934 n. 367. Per le emissioni derivanti da prodotti polverulenti si applica all'allegato 7.

8. Per lo scarico delle emissioni inquinanti si applicano le modalità di cui all'articolo 4.

9. Indicazioni sulle tecnologie di abbattimento e sui relativi criteri di applicazione sono contenute nell'allegato 6.

E. CRITERI TEMPORALI DI ADEGUAMENTO PER LE RAFFINERIE

1. Le raffinerie devono presentare, sulla base della disciplina prevista dal [DPR 28/5/1988, n. 203](#) e dal DPCM 21/7/1989, i progetti di adeguamento delle emissioni corredati dal programma di realizzazione con riferimento alle procedure autorizzative previste dalle norme vigenti.

2. Gli impianti delle raffinerie devono essere adeguati entro il 31 dicembre 1997.

Le emissioni delle polveri e delle sostanze di cui alla lettera B punto 5 devono essere adeguate entro il 31 dicembre 1995.

C - IMPIANTI PER LA COLTIVAZIONE DEGLI IDROCARBURI E DEI FLUIDI GEOTERMICI.

A. CAMPO DI APPLICAZIONE.

1. Il presente allegato si applica su tutto il territorio nazionale e disciplina le emissioni gassose inquinanti derivanti dagli impianti per la coltivazione, la raccolta ed il trattamento degli idrocarburi liquidi e gassosi nonché dagli impianti che utilizzano fluidi geotermici.

2. Per tali attività il D.P.R. del 24 maggio 1988 n. 203 si intende applicabile alle emissioni convogliate o tecnicamente convogliabili nell'atmosfera; restano valide, all'interno dei cantieri di lavoro, le disposizioni stabilite dalle vigenti norme in materia mineraria a protezione del personale.

3. Per le emissioni derivanti da piattaforme di produzione ubicate nel mare territoriale e nella piattaforma continentale italiana la competenza per gli adempimenti previsti dal suddetto D.P.R. spetta al Ministero dell'ambiente, in analogia a quanto stabilito dall'art. 4 della legge 8 luglio 1986 n. 349 per gli scarichi di effluenti liquidi in mare, fatte salve le competenze del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato stabilite dalle vigenti norme minerarie.

4. L'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione si avvale per il controllo delle emissioni, delle competenti Sezioni dell'Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia.

B. COLTIVAZIONE DI IDROCARBURI

1. Disposizioni generali Di norma le emissioni dovranno essere limitate all'origine, convogliate ed abbattute utilizzando la migliore tecnologia disponibile alle condizioni previste al punto 7 dell'[articolo 2](#) del D.P.R. del 24 maggio 1988, n. 203.

2. Emissioni da termodistruzione di gas di coda I gas di coda derivanti dalle centrali di raccolta e trattamento di idrocarburi liquidi o gassosi, se non utilizzati come combustibili, devono essere convogliati ad unità di termodistruzione in cui la combustione deve avvenire ad una temperatura minima di 950 C per un tempo di almeno 2 secondi e con eccesso di ossigeno non inferiore al 6% A tali emissioni si applicano i limiti seguenti:

=====			
- ossido di zolfo	come SO ₂	1200	mg/mc
- idrogeno solforato	" H ₂ S	10	"
- ossidi di azoto	" NO ₂	350	"
- monossido di carbonio	" CO	100	"
- sostanze organiche volatili espresse	come carbonio organico totale	20	"
- polveri		10	"
=====			

Quale unità di riserva a quella di termodistruzione deve essere prevista una torcia, con pilota, in grado di assicurarne una efficienza minima di combustione del 99% espressa come $CO_2/(CO_2+CO)$.

L'altezza della torcia sarà la maggiore tra quelle risultanti dalla applicazione dei seguenti criteri:

a) altezza dei camini come indicata dall'allegato 5 al presente decreto.

b) limitazione dell'irraggiamento termico, a livello impianto e riferimento ad aree non protette, al valore massimo di 400 Kcal/m ora.

3. Emissioni da impianti di combustione (caldaie, riscaldatori diretti) utilizzando il gas naturale del giacimento (escluso riscaldamento civile).

a) Nel caso di impiego di gas naturale proveniente dal giacimento con contenuto di H₂ S fino a 5 mg/Nmc i valori limite di emissione si intendono comunque rispettati.

b) Nel caso ce il contenuto di H₂ S sia superiore a 5 mg/Nmc o che il gas naturale venga miscelato con gas di coda e/o con gas di saturazione, si applicano i seguenti limiti:

- ossido di zolfo	come SO ₂	800 mg/mc	
- ossidi di azoto	" NO ₂	350 "	"
- monossido di carbonio	" CO	100 "	"
- sostanze organiche volatili espresse	come carbonio organico totale	10 "	"
- polveri		10 "	"

4. EMISSIONI DA STOCCAGGI IN ATTIVITÀ DI COLTIVAZIONE

Per lo stoccaggio degli idrocarburi estratti dal giacimento e dei prodotti ausiliari aventi tensione di vapore superiore a 13 mbar alla temperatura di 20 C devono essere usati i seguenti sistemi:

- I serbatoi a tetto galleggiante devono essere dotati di sistemi di tenuta di elevata efficienza realizzati secondo la migliore tecnologia disponibile, alle condizioni di cui al punto 7 dell'[articolo 2](#) del D.P.R. del 24 maggio 1988 n. 203.
- i serbatoi a tetto fisso devono essere dotati di sistemi di condotte per l'invio dei gas sfiato e/o di flussaggio ad una unità di combustione o termodistruzione.
- le superfici esterne dei serbatoi devono essere trattate in modo tale che venga riflesso inizialmente almeno il 70% dell'energia solare. Detta protezione sarà ripristinata quando il valore di riflessione diventi inferiore al 45%

5. VAPORI DI RIGENERAZIONE TERMICA GLICOLI ETILENICI (DEG E/O TEG) USATI PER LA DISIDRATAZIONE DEL GAS NATURALE.

I vapori di rigenerazione termica di glicoli etilenici devono essere convogliati a termodistruzione oppure miscelati al gas combustibile primario.

Solo nel caso di piccoli impianti (fino a 200.000 Nmc/giorno di gas naturale trattato) e/o per flussi di massa non superiori a 200 g/h come H₂ S consentita l'emissione in atmosfera con i seguenti limiti:

- polveri totali		5 mg/mc	
- ossido di zolfo	come SO ₂	0 "	"
- ossidi di azoto	" NO ₂	50 "	"
- monossido di carbonio	" CO	10 "	"
- alcani, escluso metano	" esano	300 "	"
- idrogeno solforato	" H ₂ S	10 "	"

6. EMISSIONI GASSOSE DA PIATTAFORME DI PRODUZIONE OFF-SHORE.

Nel caso che la collocazione geografica della piattaforma assicuri la ottimale dispersione delle emissioni, tali da non interessare le località abitate, i limiti di emissione si intendono rispettati quando in torcia bruciato esclusivamente gas naturale.

Quando tali condizioni non sussistono, devono essere rispettati i valori di emissione indicati al punto 3 dell'allegato 1 per le sostanze gassose mentre le polveri totali non devono superare la concentrazione di 10 mg/mc.

Per i motori a combustione interna e le turbine si applica quanto disposto rispettivamente ai punti 3 e 4 dell'allegato 2.

7. Metodi di campionamento Si applica l'articolo 5.

8. Tempi di adeguamento degli impianti Si applica l'articolo 6.

C. IMPIANTI CHE UTILIZZANO FLUIDI GEOTERMICI.

1. Gli effluenti gassosi provenienti dai componenti di interfaccia con l'ambiente atmosferico degli impianti che utilizzano i fluidi geotermici, di cui all'art. 1 della legge 9 dicembre 1986, n. 896, devono essere dispersi mediante torri refrigeranti e/o camini di caratteristiche geotermiche adatte.

Per ciascuno dei due tipi di scarico i valori di emissione minimi e massimi, riferiti agli effluenti gassosi umidi intesi come media oraria su base mensile data la variabilità della sorgente mineraria geotermica, sono così determinati:

H ₂ S		70-100 mg/mc
per un flusso di masse uguale o superiore a 170 Kg/h		
As (come sali disciolti nell'acqua trascinata)		1-1,5 mg/mc
per un flusso di masse uguale o superiore a 5 g/h		
Hg (come sali disciolti nell'acqua trascinata)		0,2-0,4 mg/mc
per un flusso di masse uguale o superiore a 1 g/h		

2. Per i metodi di campionamento si applica quanto disposto all'art. 5 del presente decreto, tenendo presente che la determinazione delle concentrazioni degli inquinanti va effettuata senza detrarre il tenore in vapore acqueo.

3. Gli impianti dovranno essere adeguati ai limiti di cui sopra entro il 31.12.1997.

D. ALTRE PRESCRIZIONI.

1. Per lo scarico delle emissioni inquinanti, ove non indicato diversamente, si applicano le modalità di cui all'articolo 4.
2. Indicazioni sulle migliori tecnologie di abbattimento e sui relativi criteri di utilizzazione sono contenuti nell'allegato 6.

ALLEGATO 4 - (METODI DI CAMPIONAMENTO, ANALISI E VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI).

1. Ove non diversamente indicato, le emissioni possono essere misurate con metodi discontinui.
2. I metodi di campionamento, analisi e valutazione sono quelli elencati nella tabella 4.1.
3. Nei casi in cui le misure delle emissioni vengano effettuate con metodi automatici continui, le imprese devono verificare il corretto funzionamento delle apparecchiature di misura e procedere periodicamente alla calibrazione di concerto e con la supervisione dell'Autorità di controllo competente.
4. Nei casi di cui al precedente paragrafo 4 e dove non altrimenti indicato negli allegati 2 e 3, il limite di emissione si intende rispettato se la media delle concentrazioni orarie rilevate durante l'effettivo funzionamento dell'impianto nell'arco di 24 ore inferiore o uguale al limite di emissione stabilito a norma dell'[articolo 4](#) comma 1 lettere d) ed e) del DPR 24 maggio 1988 n. 203, e ciascun valore di concentrazione oraria non superiore al 125% di tale limite.
5. Alle misure di emissione effettuate sia con metodi discontinui che con metodi continui automatici devono essere associati i valori delle grandezze più significative dell'impianto, atte a caratterizzarne lo stato di funzionamento, ai fini di una corretta interpretazione dei dati (ad esempio: produzione di vapore, carico generato, assorbimento elettrico dei filtri di captazione, etc.).
6. Su tutti gli impianti l'Autorità competente per il controllo può effettuare, ove lo ritenga necessario, misurazioni al fine di valutare la quantità delle sostanze presenti nelle emissioni.
7. L'Autorità competente può prescrivere in sede di autorizzazione l'esecuzione di misurazioni in continuo con l'ossigeno e per i tre inquinanti:

- OSSIDI DI ZOLFO.
- OSSIDI DI AZOTO.
- POLVERI.

I tempi e i criteri per l'esercizio di tale facoltà sono determinati, su parere della Commissione di cui all'art. 2 comma 8, con decreto interministeriale ai sensi dell'art. 3, comma 2, del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203.

TABELLA 4.1.

1. Manuale UNICHIM N. 122/1986.
2. Manuale UNICHIM N. 151/1988.
3. Manuale UNICHIM N. 158/1985.
4. Metodo UNICHIM N. 723/1987.
5. Metodo UNICHIM N. 758/1987.
6. Metodo UNICHIM N. 811/1985.
7. Metodo UNICHIM N. 825/1988.
8. Metodo ISTISAN N. 88/19.

Allegato 1

Rilevamento delle emissioni in flussi gassosi convogliati di ossidi di zolfo e ossidi di azoto espressi rispettivamente come SO₂ e NO₂.¹

¹ Metodi contenuti nel rapporto ISTISAN 98/2.

Premesse

Ove riportato nella normativa vigente, con riferimento alle emissioni inquinanti in atmosfera, per «ossidi di azoto espressi come NO_x» si deve intendere anche NO_x.

Il presente metodo sostituisce i Metodi UNICHIM, riportati nel Manuale UNICHIM 122/1986, parte I e II, indicati nell'[Allegato 4](#), Tabella 4.1 del DM 12/7/90:

M.U. 507 «Determinazione degli ossidi di zolfo in flussi gassosi convogliati - Metodo turbidimetrico»;
M.U. 540 «Determinazione degli ossidi di zolfo in flussi gassosi convogliati - Metodo gravimetrico»;
M.U. 541 «Determinazione degli ossidi di zolfo in flussi gassosi convogliati - Metodo spettrometrico alla pararosanilina»;
M.U. 544 «Determinazione degli ossidi di zolfo in flussi gassosi convogliati - Metodo all'acido fenoldisolfonico»;
M.U. 587 «Determinazione degli ossidi di zolfo in flussi gassosi convogliati - Metodo con reattivo di Griess-Saltzman».

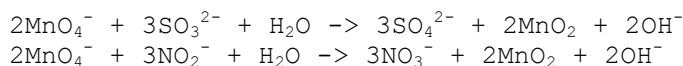
1. Oggetto e campo di applicazione

Descrizione di un metodo per la determinazione di ossidi di zolfo (SO_x = SO₂ + SO₃) e degli ossidi di azoto (NO_x = NO + NO₂) in flussi gassosi convogliati.

Il metodo è applicabile per diverse concentrazioni di SO_x e NO_x variando la concentrazione del liquido di assorbimento impiegato.

2. Principio del metodo

Assorbimento degli ossidi di zolfo e degli ossidi di azoto per gorgogliamento del flusso gassoso in una soluzione alcalina di permanganato di potassio e successiva determinazione analitica, per cromatografia a scambio ionico, dei prodotti di ossidazione (SO₄²⁻ e NO₃⁻) derivanti dalle reazioni di seguito riportate:



3. Interferenze

Tutte le sostanze riducenti allo stato gassoso e/o particellare diverse dagli inquinanti che si intendono determinare con questo metodo possono alterare la concentrazione del liquido di assorbimento, diminuendone le capacità ossidative.

4. Reagenti

Nel corso dell'analisi utilizzare acqua bidistillata e reattivi di qualità analitica.

4.1 Soluzione di assorbimento: permanganato di potassio 0,025 M in ambiente alcalino per idrossido di sodio 1,25 M².

4.2 Nitrato di potassio (titolo ≥ 99%).

4.3 Solfato di sodio (titolo ≥ 99%).

4.4 Eluente per cromatografia ionica: bicarbonato di sodio/carbonato di sodio in relazione alle caratteristiche della colonna cromatografica utilizzata.

4.5 Acqua ossigenata al 30%.

² Si consiglia di utilizzare soluzioni preparate di recente, al fine di evitare possibili fenomeni di decadimento delle stesse.

5. Apparecchiatura

Attrezzatura di uso comune di laboratorio e:

5.1 Sonda di prelievo in materiale idoneo, fornita di sistema filtrante, riscaldato, con filtro in fibra di quarzo o PTFE.

5.2 Tre assorbitori a gorgogliamento con setto poroso del tipo illustrato in fig. 1 (tipo A del DPCM 28/3/83).

5.3 Colonna di disidratazione con gel di silice.

5.4 Pompa di aspirazione per portate costanti 0,1 - 1 L/min.

5.5 Cromatografo a scambio ionico, equipaggiato con precolonna, colonna, soppressore, integratore o sistema computerizzato.

5.6 Siringa da 5 mL munita di accessorio per filtrazione dei liquidi.

6. Preparazione delle rette di taratura

6.1 Pesare 1,6306 g di KNO_3 (seccato in stufa a 105°C) e portare a volume di 1000 mL con acqua distillata; la soluzione risultante conterrà 1 mg/mL di ione NO_3^- . Costruire la retta di taratura, su almeno 3 punti, con opportune diluizioni della soluzione madre in un intervallo tale da comprendere le concentrazioni attese dai campionamenti sul campo.

6.2 Pesare 1,4786 g di Na_2SO_4 (seccato in stufa a 105°C) e portare a volume di 1000 mL con acqua distillata; la soluzione risultante conterrà 1 mg/mL di ione SO_4^{2-} . Costruire la retta di taratura su almeno 3 punti, con opportune diluizioni della soluzione madre in un intervallo tale da comprendere le concentrazioni attese dai campionamenti sul campo.

È conveniente preparare gli standard di taratura in un'unica soluzione contenente i due analiti.

7. Campionamento

- Introdurre in ciascun assorbitore 30 mL di soluzione di assorbimento 4.1 o altre soluzioni ottenute per diluizione della 4.1 con acqua bidistillata³;

- Riempire la colonna di disidratazione con gel di silice;

- Predisporre la linea di campionamento collegando i componenti secondo lo schema illustrato in fig.2;

3 In relazione alle concentrazioni attese di inquinanti, si potranno variare la concentrazione e le quantità di soluzione di assorbimento. Si tenga conto che 30 ml di soluzione 4.1 sono in di assorbire circa 48 mg di SO_x (espressi come SO_2) o circa 35 mg di NO_x (espressi come NO_2).

- Portare in temperatura il sistema riscaldante ($120 - 130^\circ\text{C}$);

- Annotare l'indicazione del contatore volumetrico (V_1), l'ora di inizio del campionamento (t_1), la temperatura (T_1) del contatore volumetrico o dell'ambiente, la pressione atmosferica (P), (in generale si può assumere $P = 1013$ hPa);

- Iniziare l'aspirazione con la pompa a portata costante utilizzando la linea di campionamento descritta; la portata di aspirazione deve essere di 0,3 L/min;

- Continuare l'aspirazione per il tempo previsto dal campionamento (60 minuti), avendo cura di evitare la deposizione di eccessivi quantitativi di biossido di manganese nel primo gorgogliatore; in ogni caso sospendere il campionamento quando compare la deposizione di biossido di manganese nel secondo gorgogliatore;

- Al termine del campionamento annotare l'ora di fine campionamento (t_2), l'indicazione del contatore volumetrico (V_2) e la temperatura (T_2) del contatore volumetrico o dell'ambiente;

- Raccogliere in uso stesso contenitore la soluzione di assorbimento dei primi due gorgogliatori e separatamente quella del terzo;

- Lavare i gorgogliatori con acqua bidistillata e raccogliere la stessa nei contenitori delle rispettive soluzioni di assorbimento;

- Effettuare il lavaggio, della sezione della sonda a valle del filtro riscaldato, con acqua bidistillata, raccogliere l'eventuale condensa presente insieme all'acqua di lavaggio. Riunire alla soluzione di assorbimento dei primi due gorgogliatori. Prima di procedere alle analisi lasciare riposare le soluzioni assorbenti per almeno 36 ore.

8. Procedimento di analisi

Travasare il contenuto del primo e secondo gorgogliatore, delle loro acque di lavaggio e delle acque di lavaggio della linea di prelievo in un matraccio tarato da 100 mL (soluzione A). Travasare il contenuto del terzo gorgogliatore e delle sue acque di lavaggio in un matraccio tarato da 50 mL (soluzione B).

Direttamente nei matracci aggiungere goccia a goccia l'acqua ossigenata 4.5, mantenendo la massa in agitazione con agitatore magnetico o agitazione manuale, alla reazione.

Sospendere l'aggiunta di acqua ossigenata e l'agitazione solo quando tutto il permanganato sarà ridotto a biossido di manganese, che si depositerà come precipitato sul fondo del matraccio; il surnatante dovrà risultare incolore. Se il liquido dovesse mantenere una leggera colorazione giallo-marrone, agitare ancora fino a completamento della flocculazione.

Al fine di eliminare l'eventuale acqua ossigenata in eccesso agitare la soluzione ed eventualmente scaldare leggermente fino alla cessazione dello sviluppo di ossigeno. Portare a volume, agitare la soluzione e lasciare decantare il precipitato.

Analizzare la soluzione con cromatografo a scambio ionico 5.5; utilizzare come eluente la soluzione 4.4. Nei casi in cui venga utilizzata una colonna cromatografica non idonea a pH fortemente alcalini o nei casi in cui la risoluzione del picco dello ione fluoruro venga interferita dalla presenza di elevate quantità di OH^- , la soluzione da analizzare deve essere trattata, nella fase di iniezione, con le opportune cartucce a scambio ionico, al fine di ridurre la concentrazione degli OH^- .

Per il prelievo del surnatante e l'iniezione della soluzione al cromatografo utilizzare una siringa munita di filtro da $0,2 \mu\text{m}$ al fine di eliminare eventuali sospensioni.

Preparare soluzioni standard, mediante l'impiego dei reagenti 4.2 e 4.3, aventi concentrazioni confrontabili con

quelle del campione in esame secondo le modalità descritte in 6.1 e 6.2.

Determinare la concentrazione in ioni SO_4^{2-} e NO_3^- del campione, dopo taratura dello strumento con gli standard di confronto.

9. Calcolo dei risultati

9.1 Calcolo del volume del gas campionato

$$V = V' \times \frac{273}{T+273} \times \frac{P}{1013}$$

dove:

V = volume espresso in litri di gas prelevato riferito alle condizioni normali (273 K; 1013 hPa, secco)⁴.

V' = volume in litri di gas prelevato⁵.

T = temperatura in °C del sistema di misura del volume (media del periodo di prelievo).

P = valore medio della pressione barometrica espresso in hPa rilevata durante il prelievo.

⁴ La misurazione del volume di campionamento può essere affetta da un errore in difetto, dovuto al parziale assorbimento del biossido di carbonio presente nell'effluente campionato. In genere tale errore, considerando il metodo, può ritenersi trascurabile. Tuttavia, in presenza di alte concentrazioni di biossido di carbonio (>10%), si può applicare la formula correttiva già riportata nel manuale UNICHIM n° 122, parte I, edizione 1989.

⁵ Il volume misurato al contatore può considerarsi secco poiché ha attraversato la colonna di disidratazione 5.3.

9.2 Calcolo della concentrazione di SO_x (espressa come SO₂) in emissione

$$(mg / L_I \times V_I + mg / L_{II} \times V_{II}) \times 0,67 = mg_{totali} SO_2$$

dove:

mg / L_I = mg/L di SO₄²⁻ rilevati nella analisi della soluzione A (lavaggio linea di campionamento + I e II gorgogliatore);

mg / L_{II} = mg/L di SO₄²⁻ rilevati nella analisi della soluzione B (III gorgogliatore);

V_I = volume della soluzione ottenuta trattando il liquido di assorbimento dopo il prelievo, matraccio A (0,100 L);

V_{II} = volume della soluzione ottenuta trattando il liquido di assorbimento dopo il prelievo, matraccio B (0,050 L);

0,67 = fattore di conversione SO₂/SO₄²⁻

$$\frac{mg_{totali} SO_2}{V} = mg/Nm^3 SO_2$$

V

dove:

V= volume espresso in m³ di gas prelevato riferito alle condizioni normali (273 K; 1013 hPa, secco).

9.3 Calcolo della concentrazione di NO_x (espressi come NO₂) in emissione

$$(mg / L_I \times V_I + mg / L_{II} \times V_{II}) \times 0,74 = mg_{totali} NO_2$$

dove:

mg / L_I = mg/L di NO₃⁻ rilevate nella analisi della soluzione A (lavaggio linea di campionamento + I e II gorgogliatore);

mg / L_{II} = mg/L di NO₃⁻ rilevate nella analisi della soluzione B (III gorgogliatore);

V_I = volume della soluzione ottenuta trattando il liquido di assorbimento dopo il prelievo, matraccio A (0,150 L);

V_{II} = volume della soluzione ottenuta trattando il liquido di assorbimento dopo il prelievo, matraccio B (0,150 L);

0,74 = fattore di conversione NO₂/NO₃⁻;

$$\frac{mg_{totali} NO_2}{V} = mg/Nm^3 \text{ di } NO_x \text{ (come } NO_2)$$

V

dove:

V= volume espresso in m³ di gas prelevato riferito alle condizioni normali (273 K; 1013 hPa, secco).

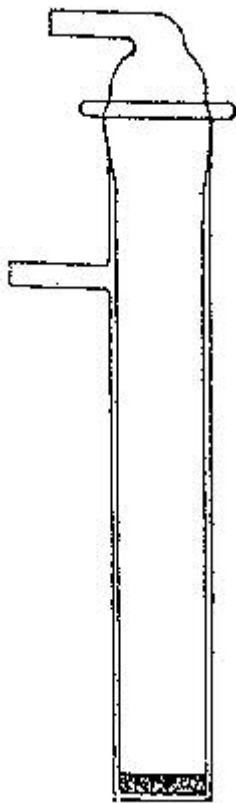
Si consiglia di effettuare separatamente l'analisi della soluzione di assorbimento dell'ultimo gorgogliatore al fine di verificare l'efficienza del campionamento. Si possono considerare idonei i rilevamenti nei quali la concentrazione dell'inquinante rilevata nell'ultimo gorgogliatore sia < 10 % del totale rilevato.

10. Resoconto della determinazione

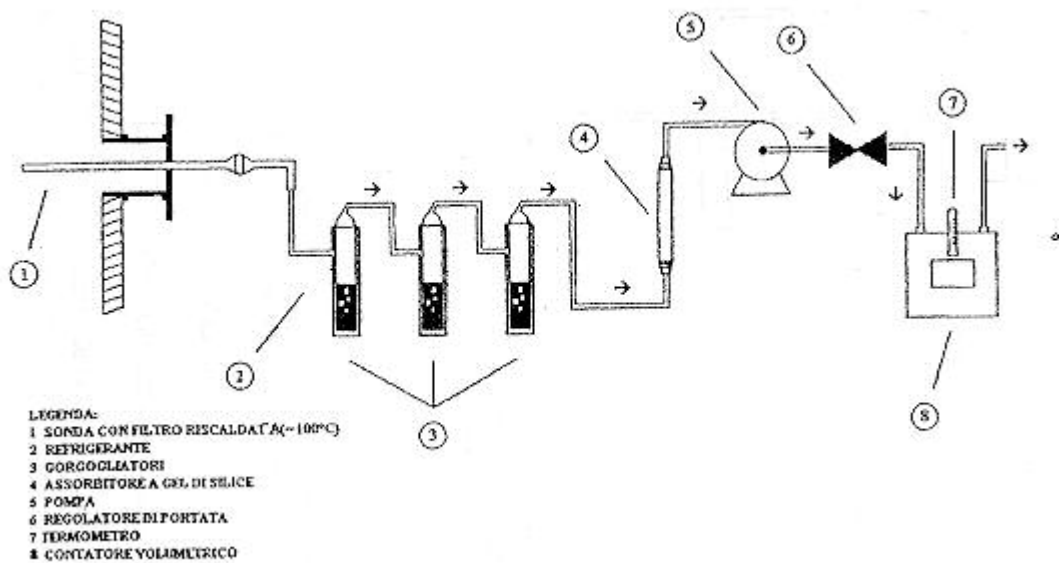
Devono essere riportate almeno le seguenti indicazioni:

- 1) Esatta, indicazione del punto di campionamento (ad es.: stabilimento, impianto, linea produttiva, punto di emissione, quota di prelievo, presa di campionamento).
- 2) Data, ora e durata del prelievo.
- 3) Annotazioni circa la conduzione dell'impianto (combustibile/i, carico di processo, ecc.).
- 4) Riferimento al presente metodo; eventuali modifiche a cui si è dovuto far ricorso.
- 5) Risultati.
- 6) Limite di rivelabilità per gli eventuali composti «non rivelati».
- 7) Eventuali particolarità rilevate durante l'applicazione del metodo.

—



- Figura 1: Assorbitore a gorgogliamento, tipo A del DPCM 28/3/83. -



- Figura 2: Schema di linea di campionamento per il prelievo di SO_x ed NO_x -

ALLEGATO 2

Rilevamento delle emissioni in flussi gassosi convogliati di composti inorganici del cloro e del fluoro sotto forma di gas e vapore espressi rispettivamente come HCl e HF.¹

¹ Metodi contenuti nel rapporto ISTISAN 98/2.

Premesse

Ove riportato nella normativa vigente, in riferimento alle emissioni inquinanti in atmosfera, per «composti inorganici del cloro espressi come HCl», si deve intendere anche:

- «Acido cloridrico»;
- «Cloruro di idrogeno»;
- «HCl»;
- «Composti a base di cloro espressi come acido cloridrico».

Ove riportato nella normativa vigente, in riferimento alle emissioni inquinanti in atmosfera, per «composti inorganici del fluoro espressi come HF», si deve intendere anche:

- «Acido fluoridrico»;
- «Fluoruro di idrogeno»;
- «HF».

Il presente metodo sostituisce i Metodi UNICHIM, riportati nel Manuale UNICHIM 122/1986, parte I e II, indicati nell'[Allegato 4](#), Tabella 4.1 del DM 12/7/90:

- M.U. 588 «Determinazione dei fluoruri gassosi e dei fluoruri particellari - Metodo potenziometrico»;
- M.U. 607 «Determinazione del cloro e dell'acido cloridrico - Metodo colorimetrico»;
- M.U. 621 «Determinazione del cloro e dell'acido cloridrico - Metodo volumetrico».

1. Oggetto e campo di applicazione

Descrizione di un metodo per la determinazione dell'acido cloridrico (HCl) e dell'acido fluoridrico (HF) in flussi gassosi convogliati.

Il metodo è applicabile per diverse concentrazioni di HCl e HF variando la concentrazione del liquido di assorbimento impiegato.

2. Principio del metodo

Assorbimento dell'acido cloridrico e dell'acido fluoridrico per gorgogliamento del flusso gassoso, preventivamente filtrato, in una soluzione alcalina di idrossido di sodio (NaOH) e successiva determinazione mediante cromatografia a scambio ionico dei prodotti provenienti dalla reazione con idrossido di sodio.

3. Interferenze

La presenza di cloro, di cloruri e fluoruri particellari (che non vengono trattiene dal sistema filtrante) comporta il loro assorbimento e la loro successiva determinazione analitica in cromatografia ionica.

4. Reagenti

Nel corso dell'analisi usare acqua bidistillata e reattivi di qualità analitica.

- 4.1 Soluzione di assorbimento: idrossido di sodio 0,1 N.
- 4.2 Eluente per cromatografia ionica: bicarbonato di sodio/carbonato di sodio in relazione alle caratteristiche della strumentazione utilizzata.
- 4.3 Cloruro di sodio (titolo $\geq 99\%$).
- 4.4 Fluoruro di potassio (titolo $\geq 99\%$).

5. Apparecchiatura

Attrezzatura di uso comune di laboratorio e:

- 5.1 Sonda di prelievo, in materiale idoneo, fornita di sistema filtrante, riscaldato, con filtro in fibra di quarzo o PTFE.
- 5.2 Tre assorbitori a gorgogliamento con setto poroso del tipo illustrato in fig.1 (tipo A del DPCM 28/3/83).
- 5.3 Bagno refrigerante termostato.
- 5.4 Colonna di disidratazione con gel di silice.
- 5.5 Pompa di aspirazione per portate costanti 0,1 - 1 L/min.
- 5.6 Cromatografo ionico, equipaggiato con precolonna, colonna, soppressore e integratore o sistema computerizzato.
- 5.7 Siringa da 5 mL munita di accessorio per filtrazione dei liquidi.

6. Preparazione delle rette di taratura

6.1 Pesare 1,6495 g di NaCl (seccato in stufa a 120°C) e portare a volume di 1000 mL con acqua. La soluzione così ottenuta contiene 1 mg/mL di Cl⁻.

Costruire la retta di taratura, su almeno tre punti, con opportune diluizioni della soluzione madre in un intervallo tale da comprendere le concentrazioni attese dai campionamenti sul campo.
 6.2 Pesare 3,0579 g di KF (seccato in stufa a 120°C) e portare a volume di 1000 mL con acqua. La soluzione così ottenuta contiene 1 mg/mL di F⁻.
 Costruire la retta di taratura così come indicato per il punto 6.1.

7. Campionamento

- Introdurre in ciascun assorbitore 30 mL di soluzione di assorbimento 4.1.
- Riempire la colonna di disidratazione con gel di silice.
- Predisporre la linea di campionamento collegando i componenti secondo lo schema illustrato in fig.2.
- Portare in temperatura il sistema riscaldante (120 - 130°C).
- Portare in temperatura il bagno refrigerante (0°C).
- Annotare l'indicazione del contatore volumetrico V₁, l'ora di inizio del campionamento (t₁), la temperatura (T₁) del contatore volumetrico o dell'ambiente, la pressione atmosferica (P) (in generale si può assumere P = 1013 hPa).
- Iniziare l'aspirazione con la pompa a portata costante utilizzando la linea di campionamento descritta. Si consiglia di aspirare a portata definita di 0,5 L/minuto.
- Continuare l'aspirazione per il tempo previsto dal campionamento (60 minuti)
- Al termine del campionamento annotare l'ora di fine campionamento (t₂), l'indicazione del contatore volumetrico (V₂) e la Temperatura (T₂) del contatore volumetrico o dell'ambiente.
- Raccogliere in uno stesso contenitore la soluzione di assorbimento dei primi due gorgogliatori e separatamente quella del terzo.
- Lavare i gorgogliatori con acqua bidistillata e raccogliere la stessa nei contenitori delle rispettive soluzioni di assorbimento.
- Effettuare il lavaggio, della sezione della sonda a valle del filtro riscaldato, con acqua bidistillata e raccogliere l'eventuale condensa presente insieme all'acqua di lavaggio. Riunire l'acqua di lavaggio alla soluzione di assorbimento dei primi due gorgogliatori.

8. Procedimento di analisi

Travasare il contenuto del primo e secondo gorgogliatore, delle loro acque di lavaggio e delle acque di lavaggio della linea di prelievo in un matraccio tarato da 100 mL (soluzione A). Travasare il contenuto del terzo gorgogliatore e delle sue acque di lavaggio in un matraccio tarato da 50 mL (soluzione B).

Analizzare le soluzioni, preventivamente portate a volume, mediante tecnica cromatografica con cromatografo ionico 5.6, utilizzando come eluente la soluzione 4.2.

Nei casi in cui venga utilizzata una colonna cromatografiche non idonea a pH fortemente alcalini o nei casi in cui la risoluzione del picco dello ione fluoruro venga interferita dalla presenza di elevate quantità di OH⁻, la soluzione da analizzare deve essere trattata, nella fase di iniezione, con le specifiche cartucce di resina, al fine di ridurre la concentrazione degli OH⁻.

Preparare soluzioni standard, mediante l'impiego di soluzioni 7.1 e 7.2, aventi concentrazioni confrontabili con quelle del campione in esame.

Determinare la concentrazione in ioni Cl⁻ ed F⁻ del campione, dopo taratura dello strumento con gli standard di confronto.

9. Calcolo dei risultati

9.1 Calcolo del volume del gas campionato

$$V = V' \times \frac{273}{T+273} \times \frac{P}{1013}$$

dove:

V = volume espresso in litri di gas prelevato riferito alle condizioni normali (273 K; 1013 hPa, secco)².

V' = volume secco, in litri, di gas prelevato.³

T = temperatura in °C del sistema di misura del volume.

P = valore medio della pressione barometrica espresso in hPa rilevata durante il prelievo.

² La misurazione del volume di campionamento può essere affetta da un errore in difetto, dovuto al parziale assorbimento del biossido di carbonio presente nell'effluente campionato. In genere tale errore, considerando il metodo, può ritenersi trascurabile. Tuttavia, in presenza di alte concentrazioni di biossido di carbonio (>10%), si può applicare la formula correttiva già riportata nel manuale UNICHIM n° 122, parte I, edizione 1989.

³ Il volume misurato al contatore può considerarsi secco poiché ha attraversato la colonna di disidratazione 5.4.

9.2 Calcolo della concentrazione di HCl in emissione

$$(mg / L_I \times V_I + mg / L_{II} \times V_{II}) \times 1,03 = mg_{totali} \text{ HCl}$$

dove:

mg / L_I = mg/L di Cl⁻ rilevati nella analisi della soluzione A (lavaggio linea di campionamento + I e II gorgogliatore)

= mg/L di Cl⁻ rilevate nella analisi della soluzione B (III gorgogliatore);

V_I = volume della soluzione, matraccio A (0,100 L);

V_{II} = volume della soluzione, matraccio B (0,050 L);

1,03 = fattore di conversione HCl/Cl⁻

$$\frac{mg_{tot} \text{ HCl}}{V} = mg/Nm^3 \text{ HCl}$$

dove:

V = volume espresso in m³ di gas prelevato riferito alle condizioni normali (273 K; 1013 hPa, secco)

9.3 Calcolo della concentrazione di HF in emissione

$$(mg / L_I \times V_I + mg / L_{II} \times V_{II}) \times 1,05 = mg_{totali} \text{ HF}$$

dove:

mg / L_I = mg/L di F⁻ rilevate nella analisi della soluzione A (lavaggio linea di campionamento + I e II gorgogliatore)

mg / L_{II} = mg/L di F⁻ rilevate nella analisi della soluzione B (III gorgogliatore);

V_I = volume della soluzione, matraccio A (0,100 L);

V_{II} = volume della soluzione, matraccio B (0,050 L)

1,05 = fattore di conversione HF/F⁻

$$\frac{mg_{tot} \text{ HF}}{V} = mg/Nm^3 \text{ HF}$$

dove:

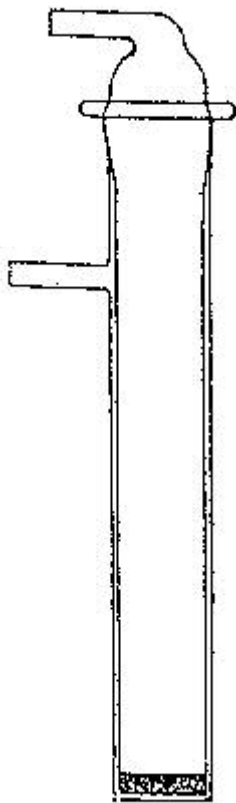
v = volume espresso in m³ di gas prelevato riferito alle condizioni normali (273 K; 10 13 hPa, secco)

Si consiglia di effettuare separatamente l'analisi della soluzione di assorbimento dell'ultimo gorgogliatore al fine di verificare l'efficienza del campionamento. Si possono considerare idonei rilevamenti nei quali la concentrazione dell'inquinante rilevata nell'ultimo gorgogliatore sia < 10 % del totale rilevato.

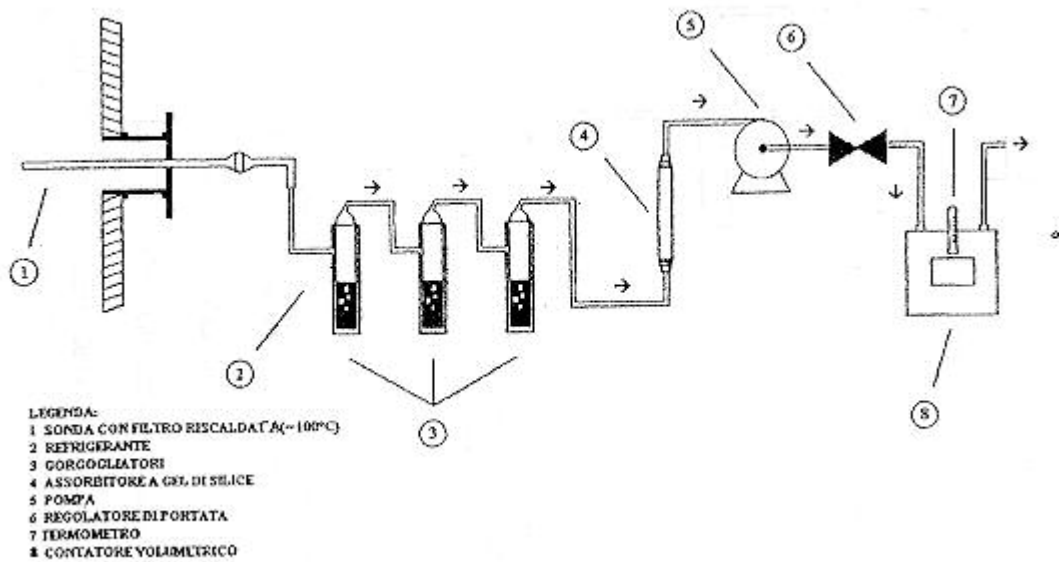
10. Resoconto della determinazione

Devono essere riportate almeno le seguenti indicazioni:

- 1) Esatta indicazione del punto di campionamento (ad es.: stabilimento, impianto, linea produttiva, punto di emissione, quota di prelievo, presa di campionamento).
- 2) Data, ora e durata del prelievo.
- 3) Annotazioni circa la conduzione dell'impianto (combustibile/i, carico di processo, ecc.).
- 4) Riferimento al presente metodo; eventuali modifiche a cui si è dovuto far ricorso.
- 5) Risultati.
- 6) Limite di rivelabilità per gli eventuali composti «non rivelati».
- 7) Eventuali particolarità rilevate durante l'applicazione del metodo.



- Figura 1: Assorbitore a gorgogliamento, tipo A del DPCM 28/3/83. -



- Figura 2: Schema di linea di campionamento per il prelievo di HCl ed HF. -

ALLEGATO 3

Determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Metodo gascromatografico. ¹

¹ Metodo contenuto nel Rapporto ISTISAN 97/35.

Premesse

Il presente metodo integra il Metodo ISTISAN n. 88/19 "Campionamento e dosaggio di microinquinanti in flussi gassosi convogliati" e sostituisce il capitolo 2 "Determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA)" del Metodo UNICHIM 825/1988 "Campionamento e determinazione di microinquinanti organici", indicati nel DM 12/7/90, [allegato 4](#) tabella 4.1.

1. Abbreviazioni e acronimi

CV	coefficiente di variazione
d.i.	diametro interno
GC	Gascromatografia
GC/MS	gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa
HPLC	cromatografia liquida ad alta prestazione
IPA	idrocarburi policiclici aromatici
TLC	cromatografia su strato sottile
t _R	tempo di ritenzione

2. Oggetto

Descrizione di un metodo per la determinazione degli IPA con 4-6 anelli nell'estratto dei campioni prelevati alle emissioni di impianti industriali. I campioni possono essere costituiti da una delle tre fasi prelevate (materiale particolato, condensato e incondensabile) o da una combinazione di esse.

Il metodo è applicabile, in particolare, alla determinazione degli IPA classificati dalla IARC (1987) come «probabilmente» o «possibilmente cancerogeni» per l'uomo (Tabella 1; nota 1). Tra tali IPA sono inclusi quelli la cui determinazione è richiesta - quali «sostanze ritenute cancerogene» - dalla normativa per le emissioni degli impianti industriali (Gazzetta Ufficiale, 1990) (Tabella 1; nota 2).

3. Campo di applicazione

Il campo di applicazione dipende dalla matrice, dal grado di purificazione ottenibile, dalla quantità di materiale prelevabile. A titolo indicativo, il metodo consente generalmente di rivelare concentrazioni di singoli IPA dell'ordine di 0,02 µg/Nm³ (nota 3).

4. Misure di sicurezza

In considerazione dell'attività cancerogena associata alle sostanze oggetto di questo metodo, occorre prestare la massima attenzione affinché la custodia, l'uso e lo smaltimento degli IPA, delle loro soluzioni e dei campioni estratti avvenga sempre con le dovute cautele e nel rispetto della normativa, per non causare danni agli operatori e all'ambiente.

5. Principio del metodo

L'estratto viene purificato mediante TLC su gel di silice. L'identificazione ed il dosaggio dei singoli IPA vengono effettuati mediante GC con colonna capillare e rivelatore a ionizzazione di fiamma. L'identificazione degli IPA viene confermata, se necessario ai fini della conformità ai valori limite, mediante GC/MS su campioni selezionati.

6. Interferenze

Interferisce qualunque composto che, presente nel campione dopo la purificazione, eluisca in GC con t_R approssimativamente uguale a quello degli IPA da determinare. Le interferenze possono essere costituite, oltre che da altri IPA presenti nel campione, anche da contaminanti presenti nei solventi, nei reagenti, nella vetreria ed in altra attrezzatura di laboratorio. L'uso, in particolare, di vetreria scrupolosamente pulita (nota 4) e di solventi ad elevata purezza aiuta a minimizzare i problemi dovuti alle interferenze. L'analisi del bianco-reagenti (v. sez. 10.1) consente di tenere sotto controllo eventuali interferenze provenienti dai materiali e dai reagenti.

7. Reagenti

La purezza deve essere comunque tale che l'analisi del bianco-reagenti soddisfi i criteri riportati in sez. 10.1.

7.1 Toluene, n-esano ed acetone: tutti a purezza almeno 'per HPLC' o equivalente, oppure ridistillati prima dell'uso.

7.2 Solfato di sodio anidro, per analisi.

7.3 Benz[a]antracene, benzo[b]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[a]pirene, dibenz[a,h]antracene, dibenzo[a,e]pirene, dibenzo[a,h]pirene, dibenzo[a,i]pirene, dibenzo[a,l]pirene, indeno[1,2,3-cd]pirene, eventuali altri IPA (nota 5): ognuno come standard puro a purezza nota ovvero in soluzione a concentrazione nota e preferibilmente certificata.

7.4 Miscela commerciale dei 16 IPA 'prioritari' per l'US EPA (1984) o altra miscela equivalente ai fini del controllo delle prestazioni della colonna e del sistema GC (v. sez. 14.1).

7.5 Standard surrogato (nota 6).

7.6 Standard interno (eventuale; v. sez. 14.3): standard puro a purezza nota ovvero in soluzione a concentrazione nota e preferibilmente certificata.

8. Apparecchiature

8.1 Normale attrezzatura di laboratorio.

8.2 Palloni per evaporatore rotante da 50 ml in vetro scuro.

8.3 Microsiringhe in vetro da 100 - 250 - 500 µl.

8.4 Vials (flaconcini) in vetro, con tappo a vite munito di guarnizione teflonata, con le seguenti capacità approssimate: 5 ml, in vetro chiaro, graduati e a fondo conico; 20 ml, in vetro chiaro; 40 ml, in vetro scuro (o da avvolgere accuratamente in foglio d'alluminio).

8.5 Attrezzatura per TLC preparativa; la seguente è suggerita a titolo indicativo:

8.5.1 micropipette monouso in vetro da 100 µl per la deposizione del campione;

8.5.2 lastre al gel di silice 70-230 mesh con indicatore di fluorescenza, spessore 1 mm, su vetro 20 x 20 cm;

8.5.3 vasche di vetro con coperchio, per il lavaggio e lo sviluppo delle lastre;

8.5.4 lampada UV a 254 nm e occhiali per protezione UV;

8.5.5 spatola in acciaio inossidabile con bordo tagliato dritto;

8.5.6 colonnina di vetro, senza rubinetto, d.i. 1-2 cm, lunghezza minima 15 cm, con setto in vetro sinterizzato sostituibile con un batuffolo di ovatta sgrassata (mediante estrazione in Soxhlet con n-esano per una notte e poi lavata con il solvente d'eluizione prima dell'uso).

8.6 Attrezzatura per GC:

8.6.1 gascromatografo con iniettore on column e rivelatore a ionizzazione di fiamma;

8.6.2 colonna capillare in silice fusa, con fase stazionaria (preferibilmente 'chimicamente legata') '5% fenil, 1% vinilmetilpolisilossano' oppure '5% fenilmetilpolisilossano', lunghezza 25-30 m, d.i. 0,20-0,32 mm, spessore 0,25-0,33 µm;

8.6.3 sistema elettronico per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati (integratore o computer con idoneo programma);

8.6.4 gas di trasporto ultrapuro costituito da: elio, ulteriormente purificato mediante setacci molecolari, oppure - preferibilmente - idrogeno fornito da un generatore;

8.6.5 siringa da 5 µl per l'introduzione del campione.

8.7 Gascromatografo accoppiato ad uno spettrometro di massa: con caratteristiche idonee al tipo di analisi richiesta (v. sez. 15).

8.8 Azoto ad elevata purezza, ulteriormente purificato attraverso gel di silice e setacci molecolari.

8.9 Illuminazione del laboratorio.

Deve essere evitata l'esposizione a luce solare diretta delle matrici prelevate, dei campioni a qualunque stadio della procedura, delle soluzioni di IPA. Usare illuminazione al tungsteno. Le lampade fluorescenti possono essere usate solo se fornite di schermo per le radiazioni UV.

8.10 Conservazione degli standard.

Gli standard puri e in soluzione, così come le miscele di standard sia concentrate che diluite, devono essere conservati in frigorifero a +4°C.

9. Preparazione delle soluzioni di standard

9.1 Miscela standard di IPA

Contiene tutti gli IPA da determinare. E' raccomandabile che contenga anche lo standard surrogato (nota 6).

9.1.1 Preparazione dai singoli materiali puri

Si pesano accuratamente ca. 5,0 mg di sostanza dentro un vial di vetro chiaro da 20 ml e si aggiungono alcuni millilitri di toluene (nota 7). A dissoluzione avvenuta (prestare particolare attenzione nel valutare visivamente la completa dissoluzione della sostanza), la soluzione viene trasferita quantitativamente in pallone tarato da 25 ml, con ripetuti lavaggi; è raccomandabile un controllo GC dell'ultimo lavaggio per verificare che siano assenti tracce rivelabili della sostanza e dunque che il trasferimento sia stato quantitativo. La soluzione viene portata a volume (concentrazione risultante della soluzione madre: ca. 0,2 mg/ml). Si analizzano in GC ca. 0,5 µl della soluzione madre, al fine di verificare l'effettiva purezza della sostanza disciolta. Si trasferisce poi la soluzione madre in vial da 40 ml di vetro scuro, per la conservazione (nota 8).

Si prelevano volumi noti di ognuna delle soluzioni madre e si trasferiscono in pallone tarato di idoneo volume.

Si porta a volume con toluene e si trasferisce in vial di vetro scuro. Per opportuna diluizione di tale miscela con toluene, si prepara la miscela standard (o, se necessario, più di una) a concentrazione dell'ordine di grandezza di quella attesa nei campioni in esame. Si analizza in GC 1 µl della miscela standard e si verifica l'assenza di picchi interferenti. Si trasferisce infine in vial di vetro scuro (nota 9).

9.1.2 Preparazione dalle soluzioni commerciali dei singoli IPA

Le soluzioni commerciali concentrate vengono analizzate in GC al fine di verificare l'effettiva purezza della sostanza disciolta. Opportune aliquote di tali soluzioni vengono unite e la miscela risultante viene diluita con toluene in modo da ottenere la miscela (o le miscele) standard, come riportato al precedente punto 9.1.1.

9.2 Soluzione dello standard surrogato

Si scioglie lo standard nel solvente usato per l'estrazione della fase, corrispondente (materiale particolato, condensato od incondensabile). La soluzione madre va opportunamente diluita in modo tale che l'aliquota da aggiungere alla fase da estrarre (v. sez. 11) contenga una quantità di surrogato sull'ordine di grandezza atteso degli IPA da determinare.

10. Controllo di qualità

I seguenti controlli devono essere effettuati:

- (a) inizialmente, prima di effettuare il prelievo dei campioni reali (nota 10);
- (b) come controllo regolare, in linea di massima ogni 20 determinazioni od ogni tre mesi;
- (c) ogniqualvolta si modifichi la procedura di trattamento dei campioni;
- (d) limitatamente al controllo del bianco-reagenti (v. sez. 10.1), ogniqualvolta si cambi marca, tipo o lotto di un qualunque, materiale (nota 11).

10.1 Bianco-reagenti

Si sottopone ogni substrato utilizzato per il campionamento (sistema filtrante, materiale adsorbente o assorbente; v. sez. 11) 'bianco' (cioè, non esposto) all'intero processo analitico, a partire dall'estrazione, nelle stesse condizioni e con gli stessi materiali impiegati per l'analisi dei campioni reali.

Nel gascromatogramma del bianco-reagenti, picchi interferenti con gli IPA da determinare dovrebbero essere assenti oppure presenti a livelli trascurabili (con un segnale inferiore indicativamente al 10% di quello dell'IPA 'interferito' nei campioni reali).

Nel calcolo dei risultati, occorre tener conto di un'eventuale presenza di picchi interferenti non eliminabili. In questo caso, la quantità dell'interferenza deve essere calcolata come media - in linea di massima - di tre analisi replicate del bianco-reagenti. Ciò è necessario a causa della variabilità, generalmente elevata, del segnale di tali interferenze.

10.2 Recupero

La prova viene effettuata in triplicato su campioni 'bianchi'. Un'opportuna aliquota di miscela standard (v. sez. 9.1), tale che le quantità risultanti di IPA e dell'eventuale surrogato siano sull'ordine di grandezza di quelle attese nei campioni reali, viene aggiunta al materiale che deve essere sottoposto ad estrazione, e precisamente a: (a) il sistema filtrante; (b) una quantità d'acqua distillata (pre-estratta con cloruro di metilene) circa uguale a quella attesa per la condensa; (c) l'adsorbente ovvero il liquido assorbente.

Si versa il solvente d'estrazione nell'estrattore. Quindi, si eseguono l'estrazione e le successive fasi della determinazione nelle stesse condizioni e con gli stessi materiali impiegati per i campioni reali. Il campione finale da analizzare in GC viene concentrato allo stesso volume della miscela standard inizialmente aggiunta.

Il recupero percentuale viene determinato rapportando la risposta gascromatografica del campione (valore medio delle tre determinazioni) a quella ottenuta, nello stesso giorno, con la miscela standard usata per l'aggiunta. Ogni analisi GC (sia dei campioni che della miscela standard) deve essere effettuata in duplicato, con i criteri riportati nella sez. 14. Il recupero dovrebbe risultare $> 60\%$, con un CV relativo alle tre determinazioni $\leq 20\%$, per ogni IPA da determinare e per il surrogato. In particolari condizioni, il superamento di questi livelli può essere considerato accettabile (nota 12).

10.3 Ripetibilità

(a) Per ogni insieme omogeneo di campioni (nota 13), deve essere valutata la ripetibilità ottenibile nell'applicazione del metodo da parte di un determinato operatore con una determinata apparecchiatura. La prova viene effettuata su $n (\geq 3)$ estratti provenienti da n campioni dell'insieme, purificando ed analizzando $z (\geq 3)$ aliquote di ogni estratto.

(b) In alternativa, ed in particolare quando i campioni da analizzare non si ritengano omogenei oppure siano in numero limitato (uno o alcune unità), si può valutare la ripetibilità campione per campione, purificando ed analizzando $z (\geq 3)$ aliquote dell'estratto. In questo caso, il risultato di ogni campione è la media delle z determinazioni.

In entrambi i casi a e b, il CV relativo ad ogni campione dovrebbe risultare $\leq 20\%$ per ogni IPA da determinare e per il surrogato. In particolari condizioni, il superamento di questi livelli può essere considerato accettabile (nota 12).

Una volta così determinati il recupero e la ripetibilità, tutte le misure relative all'insieme omogeneo di campioni devono essere effettuate senza modificare operatore ed apparecchiatura (nota 14).

11. Campionamento ed estrazione

Il prelievo e l'estrazione dei campioni sono descritti in un precedente documento (Gds ISS, 1988) riprodotto, per la parte di interesse, in Appendice 1.

Prima dell'estrazione viene depositata la soluzione dell'eventuale standard surrogato (in volume di almeno 500 μ l) sul materiale che deve essere sottoposto ad estrazione, direttamente dentro l'estrattore.

12. Concentrazione degli estratti

Gli estratti del materiale particolato, del materiale condensato e di quello incondensabile vengono combinati in un unico estratto, il quale viene concentrato in evaporatore rotante a ca. 2 ml, sotto vuoto (mediante pompa ad acqua o sistema equivalente) e ad una temperatura del bagno inferiore a 40°C (nota 15). Si trasferisce l'estratto concentrato, insieme ai lavaggi (prestare particolare attenzione al lavaggio quantitativo dell'intera superficie interna del pallone), in un vial di vetro chiaro, graduato e a fondo conico da 5 ml, e si concentra a ca. 0,1 ml sotto leggero flusso d'azoto.

13. Purificazione per TLC

Prima dell'uso, la lastra viene preparata e lavata con la seguente procedura.

Con una matita a mina dura, vengono segnate con tratto leggero sulla lastra: la linea di deposizione, a 2 cm da un bordo; l'arrivo del fronte del solvente, a 2 cm dal bordo opposto; le demarcazioni, sulla linea di deposizione, per i campioni ed il riferimento (nota 16).

A titolo orientativo, si suggerisce la seguente disposizione delle demarcazioni per il trattamento simultaneo di

due campioni: bordo esterno di 2 cm - corridoio di 4 cm per il primo campione - corridoio di separazione di 2 cm - corridoio centrale di 4 cm per il riferimento - corridoio di separazione di 2 cm - corridoio di 4 cm per il secondo campione - bordo esterno di 2 cm (le demarcazioni risultano dunque a 2-6-8-12-14-18 cm da un bordo laterale).

La lastra viene quindi lavata con acetone, ponendola in una vasca per TLC e facendo correre il fronte del solvente per circa 19 cm (senza fargli raggiungere il bordo superiore della lastra) (nota 17). Si fa quindi asciugare sotto cappa aspirante 9 si conserva in essiccatore con gel di silice fino al momento dell'uso. La lastra va utilizzata entro una settimana dal lavaggio.

Subito prima di effettuare la cromatografia, si prepara la miscela eluente (n-esano-toluene 1:1 vol.), la si sversa in una vasca per TLC (contenente due fogli di carta da filtro prelavati con la stessa miscela di solventi, appoggiati contro le due pareti maggiori) imbibendo i due fogli in modo che aderiscano alle pareti, e si lascia equilibrare per almeno un'ora.

L'estratto concentrato viene depositato con capillare di vetro sulla lastra TLC, insieme ai lavaggi del vial, lungo una sottile striscia di 4 cm. Come riferimento, viene depositata, sotto forma di macchia e al centro del corridoio centrale, un'opportuna aliquota di miscela standard (v. sez. 9.1), tale che ogni IPA sia presente in quantità approssimativamente pari a 1 µg. Verificare in una prova preliminare che il bordo inferiore della striscia e della macchia siano sopra il livello del solvente presente nella vasca al momento dell'introduzione della lastra nella vasca stessa.

Lasciato evaporare il solvente (non impiegare aria sotto pressione!), la lastra viene posta nella vasca per TLC (la vasca e la faccia superiore del coperchio vanno accuratamente ricoperti con foglio d'alluminio) e sviluppata al buio, fino a 2 cm dal bordo superiore. Si lascia la lastra sotto cappa aspirante per 1-2 min, al buio.

Osservando la lastra ancora umida sotto la lampada UV, per un tempo quanto più breve possibile, si delimita con una matita a mina dura e con tratto leggero un riquadro intorno alla macchia fluorescente dei due campioni (indossare guanti e occhiali per protezione dalle radiazioni UV!). Dopo evaporazione del solvente, viene inciso con la spatola il primo riquadro; poi viene grattato, raccolto, frantumato e versato in colonnina (effettuare queste operazioni sotto cappa aspirante!) (nota 18).

Gli IPA vengono eluiti con 20 ml di toluene. Al termine dell'eluizione, il gel di silice viene posto sotto pressione con azoto per raccogliere la maggior quantità possibile di solvente.

L'eluato viene raccolto in pallone scuro da 50 ml e concentrato a ca. 1 ml, dapprima in evaporatore rotante e poi sotto flusso d'azoto in un vial di vetro chiaro, graduato e a fondo conico da 5 ml (v. sez. 12).

Se l'analisi non viene effettuata immediatamente, il campione viene conservato in frigorifero a +4°C.

11. Analisi GC

Subito prima dell'analisi, il campione viene ulteriormente concentrato sotto flusso d'azoto a poco meno di 100 µl e se ne misura accuratamente il volume mediante microsiringa da 100 µl (nota 19).

14.1 Condizioni operative

Di volta in volta, in funzione della strumentazione e dei campioni in esame, devono essere definite le condizioni ottimali. Le prestazioni della colonna e del sistema GC devono essere controllate con regolarità mediante analisi della miscela riportata in sez. 7.4 (nota 20).

Le seguenti condizioni, con la colonna riportata in sez. 8.6.2, vengono indicate a scopo orientativo per la determinazione degli IPA riportati in tabella 1:

Temperatura del rivelatore: 310°C.

Temperatura del forno: 1 min a 90°C, 90-190°C a 25°C/min, 190-300°C a 6°C/min, isoterma finale a 300°C per il tempo necessario all'uscita degli ultimi picchi (nota 21).

Volume da iniettare: 1,0 µl.

Dopo l'analisi, il campione - diluito a ca. 1 ml con toluene - viene conservato in frigorifero a +4°C.

14.2 Identificazione

L'individuazione dei picchi di interesse viene provvisoriamente effettuata mediante confronto dei tempi di ritenzione con quelli della miscela standard (v. sez. 9.1). Poi, viene confermata con il «metodo delle aggiunte», cioè analizzando il campione arricchito con la miscela standard (nota 22). Per un insieme omogeneo di campioni (nota 13), l'arricchimento può essere effettuato una tantum.

Per una conferma definitiva, si effettua l'analisi GC/MS (v. sez. 15.1).

Particolare attenzione va posta nella conferma di eventuali picchi il cui t_R è compatibile con quello dei dibenzopireni (nota 23).

14.3 Dosaggio

L'analisi quantitativa viene effettuata con il metodo degli standard esterni, impiegando la miscela standard (v. sez. 9.1). Il metodo dello standard interno non è generalmente raccomandabile (nota 24).

Il risultato di ogni determinazione (sia del campione che della miscela standard) è dato dalla media di 2 (o più) analisi replicate. La ripetibilità di due analisi dovrebbe essere tale che la seconda misura sia contenuta entro ±10% del valore della prima, per ogni IPA (valgono anche in questo caso le indicazioni della nota 12).

Le analisi del campione e della miscela standard devono essere effettuate nello stesso giorno e nelle stesse condizioni operative. Prima di accettare come valida l'analisi, si verifica che il recupero percentuale del surrogato sia simile a quello ottenuto nelle prove preliminari su campioni 'bianchi' (v. sez. 10.2).

La diluizione del campione da analizzare deve essere aggiustata in modo che, per ogni IPA da determinare, la risposta (area o altezza del picco) non sia superiore o inferiore di oltre 10 volte rispetto a quella ottenuta con la miscela standard.

Al fine di poter valutare l'affidabilità della misura fornita dal sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati, questo deve essere impostato in modo da mostrare sia la linea di base costruita sia (in caso di misura dell'area) l'inizio e la fine di ogni picco integrato. Occorre quindi controllare che la linea di base costruita segua

effettivamente la base dei picchi di interesse. Non potendo attuare questo controllo, è preferibile dosare la sostanza misurando manualmente le altezze dei picchi.

Inoltre, affinché siano evidenti eventuali picchi parzialmente sovrapposti, è opportuno che il parametro 'attenuazione' sia scelto in modo tale che i picchi di interesse siano tutti 'in scala'.

In caso di picchi parzialmente sovrapposti a picchi interferenti, è preferibile utilizzare le misure relative alle altezze piuttosto che alle aree, tranne che per i tre benzofluoranteni. Questi rappresentano infatti un caso particolare: non sono risolti tra loro e, dovendo essere tutti e tre determinati, il risultato viene riportato come somma delle tre sostanze. Dunque, è più accurata una loro misura mediante l'area del picco risultante (la somma delle aree, nel caso siano integrati come due o tre picchi).

14.4 Interferenze

Una volta adottato un programma termico per un insieme di campioni, se in un determinato campione si osservano picchi di IPA parzialmente sovrapposti a picchi interferenti, si può, in funzione dell'obiettivo dell'analisi:

(a) tentare di separare le interferenze modificando l'incremento di temperatura nella seconda rampa (v. sez. 14.1. Può essere sufficiente anche una variazione di 1°C/min; occorre ovviamente analizzare nelle condizioni modificate anche la miscela standard di riferimento);

(b) ricorrere all'analisi GC/MS (v. sez. 15.2.a);

(c) stimare la concentrazione e riportare il risultato come «approssimato» o, se del caso, come «<...» o «>...». La presenza di un'interferenza viene generalmente evidenziata dalla forma del picco gascromatografico, a meno che non sia esattamente coeluyente con l'IPA.

15. Analisi GC/MS

15.1 Conferma dell'identificazione

L'identificazione effettuata in GC con il «metodo delle aggiunte» (v. sez. 14.2) deve essere confermata mediante GC/MS. Tale analisi può essere effettuata una tantum per ogni insieme omogeneo di campioni (nota 13). Essa va comunque ripetuta:

(a) quando si è a conoscenza di (o si suppongono) variazioni delle emissioni (modifiche del materiale combusto o delle condizioni di combustione, ecc.);

(b) ogniqualevolta si abbia motivo di ritenere che il profilo gascromatografico possa essere cambiato.

La conferma deve essere comunque effettuata per quei campioni che - sulla base dell'analisi GC - risultino non conformi ai valori limite di emissione o ad eventuali altri standard di riferimento (comunque siano fissati: per singoli IPA, per la classe degli IPA, ovvero per una classe più generale che li includa).

Si può evitare invece di effettuare l'analisi GC/MS se le concentrazioni risultanti dall'analisi GC sono inferiori ai valori limite. In questo caso, i risultati devono essere tuttavia considerati come «possibilmente sovrastimati», non potendosi escludere il contributo di interferenze.

L'identificazione viene effettuata mediante esame dello spettro di massa e confronto con lo spettro dello standard puro (nota 25). Tale spettro dovrebbe preferibilmente essere quello ottenuto con il proprio strumento e nelle stesse condizioni d'analisi del campione, piuttosto che lo spettro fornito dalle librerie disponibili in commercio.

15.2 Altri impieghi relativi al dosaggio

Vengono qui accennati, a titolo indicativo:

(a) Per campioni contenenti interferenze che non consentono un dosaggio accurato mediante GC, si può ricorrere all'analisi GC/MS con tecnica Single Ion Monitoring (SIM).

(b) L'analisi quantitativa può essere effettuata in GC/MS, mediante l'uso di IPA isotopicamente marcati aggiunti al campione, quali standard interni:

(i) Prima dell'estrazione. Gli standard interni devono essere scelti in modo che i t_R gascromatografici siano compresi nell'intervallo dei t_R degli IPA da determinare. Con tale procedura, i risultati quantitativi già includono, per ogni singolo campione, la correzione per il recupero.

(ii) Prima dell'analisi. Viene aggiunto al campione un piccolo volume (ad es., 10 µl) di una miscela di IPA isotopicamente marcati, ad idonea concentrazione (cfr. nota 24).

In entrambi i casi a e b, occorre comunque verificare che il recupero e la ripetibilità della determinazione soddisfino i livelli di qualità riportati nelle sez. 10.2 e 10.3.

16. Calcolo dei risultati

Per calcolare la concentrazione C in atmosfera del singolo IPA in un campione, si applica la seguente formula:

$$C = \frac{R_{\text{camp}} \times \text{Conc}_{\text{st}} \times \text{Vol}_{\text{camp}}}{R_{\text{st}} \times \text{Vol}_{\text{ar}} \times 1000} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

dove:

R_{camp} : risposta (area o altezza) misurata per il campione (volume iniettato = 1,0 µl)

R_{st} : risposta misurata per la miscela standard (volume iniettato = 1,0 µl)

Conc_{st} : concentrazione dell'IPA nella miscela standard (µg/ml)

Vol_{camp} : volume del campione prima dell'analisi (µl)

Vol_{ar} : volume d'aria aspirata durante il campionamento (Nm³), riferito alle condizioni normali (0°C, 1013 hPa)

Il valore C della concentrazione così calcolata va poi corretto, salvo il caso riportato in sez. 15.2.b.i, in base al recupero percentuale stimato mediante la prova riportata in sez. 10.2, secondo la seguente formula:

$$C_{\text{corr}} = \frac{C \times 100}{\text{Rec}}$$

dove:

C_{corr} : concentrazione corretta per il recupero

Rec: recupero percentuale

Se la ripetibilità della determinazione viene valutata campione per campione (v. sez. 10.3.b), il valore della concentrazione è dato dalla media aritmetica delle z analisi dell'estratto.

17. Resoconto della determinazione

Devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- 1) Esatta indicazione del punto di campionamento (ad es.: stabilimento, impianto, linea produttiva, punto di emissione, quota di prelievo, presa di campionamento).
- 2) Data e ora del prelievo.
- 3) Annotazioni circa la conduzione dell'impianto (combustibile/i, carico di processo, ecc.).
- 4) Riferimento al presente metodo; eventuali modifiche a cui si è dovuto far ricorso.
- 5) Risultati.
- 6) Limite di rivelabilità per gli IPA 'non rivelati' (nota 26).
- 7) Eventuali particolarità rilevate durante l'applicazione del metodo.

Riferimenti bibliografici

Gazzetta Ufficiale (1990) Decreto ministeriale 12/7/1990 «Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione». Suppl. ord. G.U. n. 176 del 30/7/1990.

Gruppo di Studio Istituto Superiore di Sanità «Emissioni atmosferiche da impianti di incenerimento» (1988), Campionamento e dosaggio di microinquinanti in flussi gassosi convogliati. Istituto Superiore di Sanità, Roma (Rapporti Istisan; 88/19).

IARC (1987) Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs Volumes 1 to 42. Mon. Eval. Carcin. Risk Hum., Suppl. 7. IARC, Lyon.

Menichini E. (1994) Polycyclic aromatic hydrocarbons: identity, physical and chemical properties, analytical methods. Istituto Superiore di Sanità, Roma (Rapporti Istisan; 94/5).

Menichini E., Cecinato A., Chiavarini S., Corradetti E., Cremisini C., Croce G., Fuselli S., La Rocca C., Martines C., Monfredini F., Pala M., Viviano G. (1995) La determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici nelle emissioni atmosferiche da inceneritori: risultati di uno studio collaborativo nazionale. Istituto Superiore di Sanità, Roma (Rapporti Istisan; 95/19).

US EPA (1984) Method 610-Polynuclear Aromatic Hydrocarbons. In: Guidelines Establishing Test Procedures for the Analysis of Pollutants Under the Clean Water Act. Environmental Protection Agency, US Federal Register 49, No. 209, October 26, 1984, 43344-43352.

Viviano G. e Fuselli S. (1990) (a cura di) Gruppo di Studio Istituto Superiore di Sanità «Emissioni atmosferiche da impianti di incenerimento». Determinazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Metodo gascromatografico. Istituto Superiore di Sanità, Roma (Rapporti Istisan; 90/33).

Note

(1) Il recupero dei quattro dibenzopireni (in particolare, dell'isomero a, h) può risultare notevolmente inferiore a quello degli altri IPA (Menichini et al., 1995). Specifica attenzione va posta nella verifica del recupero di tali sostanze e dunque dell'applicabilità del metodo ad esse.

(2) Le «sostanze ritenute cancerogene» sono elencate, nel citato decreto, in allegato 1, Tabella A1, classe I. In tale elenco, è riportato il 'dibenzo[a]pirene': con questa nomenclatura - impropria - non è possibile identificare un singolo composto; esso va inteso quindi come l'insieme dei quattro dibenzo[a]pireni - cioè i composti ottenuti dalla condensazione del pirene con due anelli benzenici, di cui uno sul lato a del pirene - classificati dalla IARC (1987) come «possibili cancerogeni per l'uomo».

(3) Si ricava tale concentrazione adottando i seguenti valori, tipicamente riscontrabili in questa determinazione: volume di prelievo intorno a 3-5 Nm³, volume del campione concentrato prima dell'analisi pari a ca. 100 µl, limite di rivelabilità analitico dell'ordine di 0,5 ng/µl, efficienza di recupero intorno al 75%. A titolo indicativo, in uno studio (Menichini et al., 1995) su campioni di 10 g di ceneri provenienti da un impianto di incenerimento di rifiuti solidi urbani, abbattute mediante elettrofiltro, il limite di rivelabilità del metodo è risultato intorno a 5 ng/g.

Il metodo consente dunque la verifica del rispetto del valore limite di emissione in vigore (Gazzetta Ufficiale, 1990), così come quello della normativa attualmente in itinere relativa all'incenerimento di rifiuti urbani e pericolosi, pur considerando che tali limiti si riferiscono cumulativamente ad un insieme di IPA e di altre sostanze.

(4) E' particolarmente importante che tutta la vetreria, ed in particolare quella contenente soluzioni

concentrate, venga lavata - subito dopo l'uso - con l'ultimo solvente impiegato e poi sciacquata abbondantemente con acetone ad elevata purezza. Subito prima dell'uso, la vetreria viene ulteriormente lavata con lo stesso solvente che dovrà esservi impiegato.

(5) Non è necessario includere anche il benzo[j]fluorantene, in quanto coeluyente con gli altri due isomeri b e k (il risultato viene infatti espresso come somma dei tre isomeri). Nella preparazione di questa miscela, viene escluso l'isomero j per analogia con le miscele in commercio (v. sez. 9.1.2) che contengono di norma solo gli altri due.

(6) E' una sostanza (IPA o altro composto poliaromatico) che si raccomanda di aggiungere ad ogni campione prima dell'estrazione, con funzione di «tracciante»: conoscendone il recupero nelle condizioni del metodo (determinato in prove replicate sul bianco-reagenti), esso consente di tenere sotto controllo l'applicazione sostanzialmente corretta del metodo al singolo campione in esame; consente, cioè, di verificare l'assenza di errori grossolani nel trattamento del campione. Lo standard surrogato deve avere le seguenti caratteristiche:

(a) recupero simile a quello degli IPA da determinare;

(b) presenza in quantità non rivelabili o trascurabili nella matrice in esame e nel bianco-reagenti;

(c) t_R gascromatografico compreso nell'intervallo dei t_R degli IPA da determinare;

(d) t_R gascromatografico tale che il picco esca in una zona quanto più possibile pulita del gascromatogramma (il requisito della linea di base pulita è tuttavia meno stringente che per l'eventuale standard interno (v. nota 24), in quanto lo standard surrogato, non viene usato - come lo standard interno - per l'analisi quantitativa).

A causa di tali limitazioni (in particolare, quelle esposte ai punti b e d), non c'è uno standard raccomandabile come valido per ogni tipo di campione e dunque va scelto caso per caso. Si segnalano le seguenti sostanze come possibili surrogati: benzo[a]crisene (o picene), benzo[b]crisene, indeno[1,2,3-cd]fluorantene.

(7) A fini di sicurezza, per ridurre la manipolazione degli IPA standard e dunque il rischio di contaminazione, si raccomanda di cercare di prelevare la quantità necessaria con un'unica operazione (si consideri che generalmente 5 mg di IPA corrispondono approssimativamente ad una punta di spatola). Se la quantità di 5 mg dovesse essere largamente superata, potrebbero esserci problemi nel solubilizzare completamente la polvere, particolarmente con i composti a maggior peso molecolare in questo caso, dopo decantazione, la soluzione surnatante limpida viene travasata nel pallone tarato (se necessario, di capacità superiore a 25 ml) e si aggiunge toluene fresco nel vial.

(8) Marcare il livello della soluzione in occasione della preparazione e poi ad ogni prelievo, per poter verificare che non ci sia stata evaporazione significativa di solvente. Si suggerisce di preparare nuovamente le soluzioni madre dopo circa un anno.

(9) Marcare il livello della soluzione in occasione della preparazione e poi ad ogni prelievo, per poter verificare che non ci sia stata evaporazione significativa di solvente. Controllare con regolarità che non ci sia stata degradazione a carico di uno o più IPA, verificando la costanza del profilo gascromatografico della miscela.

Poiché i t_R dei singoli IPA possono variare (al variare delle condizioni operative, della lunghezza della colonna, ecc.), si raccomanda di effettuare tale verifica mediante le aree (piuttosto che le altezze) dei picchi. Preparare nuovamente la miscela standard appena si constata o si sospetta una modifica nel titolo.

(10) Per «campioni reali» si intendono i campioni prelevati sul campo nel corso dell'indagine.

(11) Si raccomanda di programmare l'approvvigionamento di ogni materiale di consumo (filtri, solventi, reagenti, lastre TLC, ecc.) in modo da effettuare un insieme quanto più numeroso possibile di determinazioni senza modificare marca, tipo e lotto di alcun materiale.

(12) L'accettabilità dei risultati ottenuti nei controlli del recupero e della ripetibilità è legata alla valutazione di fattori quali l'obiettivo dell'indagine ed il rapporto tra i livelli misurati ed i valori limite di emissione (o eventuali altri standard di riferimento). In particolare, a giudizio del responsabile dell'analisi, una ripetibilità relativamente scarsa può essere accettata se la conseguente imprecisione non inficia la conformità o meno del risultato al valore limite. Risultati scarsi, sia nel recupero che nella ripetibilità, sono possibili a concentrazioni intorno o poco superiori al limite di rivelabilità. Qualora non siano raggiunti i livelli di qualità indicati nel testo, i risultati delle analisi devono essere considerati come «concentrazione approssimata».

(13) Per «insieme omogeneo di campioni» si intende un insieme di campioni prelevati allo stesso impianto e ritenuti sostanzialmente omogenei per condizioni di combustione e per tipologia di materiale combusto. Si considera che il profilo gascromatografico dei campioni (cioè, i rapporti quantitativi tra i vari IPA), in assenza di significative variazioni nelle condizioni di combustione oppure nel materiale combusto, sia sostanzialmente costante.

(14) L'esigenza che non cambi l'operatore deriva, in particolare, dall'elevata manualità insita nella procedura di purificazione per TLC.

(15) La pompa ad acqua deve essere in condizioni ottimali di efficienza affinché sia possibile la distillazione del toluene.

Gli estratti relativi alle tre matrici possono anche essere concentrati ed analizzati separatamente. In questo caso, se il solvente di estrazione del materiale condensato o incondensabile è stato cloruro di metilene, conviene che la concentrazione finale in azoto sia effettuata subito prima della deposizione su TLC, per evitare il rischio che l'estratto vada a secco.

(16) Non risulta la presenza di IPA nel bianco-reagenti conseguenti all'uso della matita. Si tenga comunque presente questa potenziale fonte di interferenze nel valutare i risultati del bianco-reagenti.

(17) Se necessario (a seguito dei risultati ottenuti con il bianco-reagenti), la lastra viene ulteriormente lavata con la miscela di solventi impiegata come eluente.

Durante la delimitazione e l'asportazione della macchia, prestare la massima attenzione ad evitare contaminazione incrociata, attraverso la punta della matita e la spatola, sia tra i campioni che tra questi ed il riferimento. La matita per questa operazione deve essere differente da quella usata per le demarcazioni iniziali sulle lastre pulite. Lavare con acetone la spatola dopo aver asportato ogni singolo campione.

Il gel di silice può essere raccolto, ad esempio, sopra un foglio di carta formato protocollo aperto e poi frantumato per compressione dopo aver chiuso il foglio su se stesso.

(19) Il volume finale di 100 µl è indicativo: campioni che sono attesi molto carichi possono essere concentrati ad un volume finale maggiore.

Se deve essere aggiustato il volume mediante aggiunta di solvente, si raccomanda di impiegare una microsiringa di capacità immediatamente superiore a quella del volume da aggiungere.

(20) Tale miscela consente una buona valutazione delle prestazioni in quanto contiene alcune coppie di IPA la cui risoluzione dipende dalle condizioni operative. I gascromatogrammi della miscela dei 16 IPA «dell'EPA» sono comunemente riportati nella documentazione delle ditte che producono tale miscela.

(21) Il programma termico deve essere comunque tale da consentire: (a) la migliore separazione degli IPA da eventuali interferenze; (b) tempi di analisi relativamente brevi per evitare eccessivi allargamenti dei picchi degli IPA a maggior peso molecolare.

Se la colonna non consente di raggiungere la temperatura di 300°C, è possibile impiegare una temperatura massima inferiore (280-290°C).

(22) Iniettare il campione tal quale e poi il campione arricchito, ed individuare i picchi che presentano un incremento a seguito dell'arricchimento. A titolo indicativo, il campione arricchito può essere velocemente ottenuto prelevando con la siringa, in sequenza, ca. 0,2 µl della miscela standard, aria ed infine (dopo aver bagnato la punta dell'ago in toluene di lavaggio) 1,0 µl di campione. La concentrazione di tale miscela standard deve essere tale che l'aggiunta provochi un incremento dei picchi chiaramente individuabile ma non eccessivo (al punto da mascherare un eventuale sdoppiamento del picco arricchito). Iniezioni on column di volumi superiori sono sconsigliate in quanto possono dar luogo a peggioramento della risoluzione.

(23) A causa dei lunghi t_R e delle piccole quantità presenti, i dibenzopireni si presentano come picchi relativamente piccoli, a base larga (e, per questo, spesso parzialmente sovrapposti a picchi interferenti) e con un t_R non ben definito (in quanto non risulta graficamente ben definito l'apice del picco). La conferma mediante GC/MS è utile ma non conclusiva, a causa dei numerosi composti con peso molecolare 302, presenti nella zona di eluizione dei quattro dibenzopireni riportati in Tabella 1 (cfr. nota 25). Si raccomanda un'accurata applicazione del «metodo delle aggiunte», con la modifica del programma termico come riportate in sez. 14.4.a.

(24) In pratica, risulta difficoltoso (se non impossibile per determinate matrici) trovare una sostanza, idonea come standard interno, che eluisca in una zona sufficientemente pulita del gascromatogramma. Il metodo dello standard interno può essere impiegato se è possibile dimostrare che, nei campioni da analizzare, la misura di tale standard non è inficiata da picchi interferenti. In questo caso, lo standard interno (o più d'uno) viene aggiunto al campione purificato e pronto per l'analisi GC, come soluzione a piccolo volume (ad es., 10 µl) ed in concentrazione tale che la misura del picco GC risultante sia dell'ordine di grandezza di quella attesa per gli IPA da dosare.

Il metodo dello standard interno può trovare idonea applicazione, mediante impiego di IPA isotopicamente marcati, qualora l'analisi venga condotta in GC/MS (v. sez. 15.2.b).

(25) Si tenga presente, tuttavia, che il rivelatore a spettrometria di massa non consente la differenziazione di alcuni IPA isomeri, che va dunque effettuata mediante l'uso dei t_R gascromatografici. Tale rivelatore consente quindi di confermare la presenza di un IPA con un determinato peso molecolare, il cui spettro può corrispondere - in linea generale - a più isomeri e, solo in particolari casi, ad uno specifico isomero.

(26) Il limite di rivelabilità deve essere stimato sul campione reale e non sulla miscela standard. Allo scopo, opportune quantità crescenti di una miscela standard di IPA vengono aggiunte ad un campione rappresentativo dell'insieme omogeneo di campioni (nota 13), fino ad ottenimento di un picco rivelabile.

Tabella 1 - IPA di riconosciuto interesse tossicologico a cui è applicabile il metodo.^a

Nome comune ^b	Abbrev.	Nome CAS	Altro sinonimo
Benz[a]antracene	BaA	Benz[a]anthracene	1,2-Benzanthracene
Benzo[b]fluorantene	BbFA	Benz[e]acephenanthrylene	3,4-
Benzo[fluoranthene			
Benzo[j]fluorantene	BjFA	Benzo[j]fluoranthene	10,11-
Benzo[fluoranthene			
Benzo[k]fluorantene	BkFA	Benzo[k]fluoranthene	11,12-
Benzo[fluoranthene			
Benzo[a]pirene	BaP	Benzo[a]pyrene	3,4-Benzopyrene
Indeno[1,2,3-cd]pirene	IP	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	2,3-o-Phenylene pyrene
Dibenz[a,h]antracene	DBahA	Dibenz[a,h]anthracene	1,2:5,6-
Dibenzanthracene			
Dibenzo[a,l]pirene	DBalP	Dibenzo[def,p]chrysene	1,2:3,4-
Dibenzopyrene			
Dibenzo[a,e]pirene	DBaeP	Naphto[1,2,3,4-def]chrysene	1,2:4,5-
Dibenzopyrene			
Dibenzo[a,i]pirene	DBaiP	Benzo[rst]pentaphene	3,4:9,10-
Dibenzopyrene			
Dibenzo[a,h]pirene	DBahP	Dibenzo[b,def]chrysene	3,4:8,9-
Dibenzopyrene			

Segue tabella

Nome comune ^b	Formula	Peso	N.CAS	P.f.	P.eb.	Classif.	
DM	molec.	Molec.		(°C)	(°C)	IARC ^c	
1990 ^d							
Benz[a]antracene	C ₁₈ H ₁₂	228,3	56-55-3	161	400	2A	x
Benzo[b]fluorantene	C ₂₀ H ₁₂	252,3	205-99-2	168	481	2B	x
Benzo[j]fluorantene	C ₂₀ H ₁₂	252,3	205-82-3	165	480	2B	x
Benzo[k]fluorantene	C ₂₀ H ₁₂	252,3	207-08-9	216	480	2B	x
Benzo[a]pirene	C ₂₀ H ₁₂	252,3	50-32-8	178	496	2A	x
Indeno[1,2,3-cd]pirene	C ₂₂ H ₁₂	276,3	193-39-5	164	536	2B	
Dibenz[a,h]antracene	C ₂₂ H ₁₄	278,4	53-70-3	267	524	2A	x
Dibenzo[a,l]pirene	C ₂₄ H ₁₄	302,4	191-30-0	162	595 ^e	2B	x ^f
Dibenzo[a,e]pirene	C ₂₄ H ₁₄	302,4	192-65-4	244	592 ^e	2B	x ^f
Dibenzo[a,i]pirene	C ₂₄ H ₁₄	302,4	189-55-9	282	594 ^e	2B	x ^f
Dibenzo[a,h]pirene	C ₂₄ H ₁₄	302,4	189-64-0	317	596 ^e	2B	x ^f

(Modificata da: Menichini, 1994).

CAS: Chemical Abstract Service.

^a Per l'applicabilità ai dibenzopireni, si veda la nota 1.

^b In ordine di eluizione gascromatografica.

^c Cancerogenicità per l'uomo secondo IARC (1987). 2A: probabilmente cancerogeno, 2B: possibilmente cancerogeno.

^d IPA la cui determinazione è richiesta dal DM 12-7-1990 (Gazzetta Ufficiale, 1990).

^e Stimato dal tempo di ritenzione gascromatografico.

^f Si veda la nota 2.

Appendice 1 - Metodo per il campionamento di microinquinanti in flussi gassosi convogliati *

*Riprodotta da: Gruppo di Studio Istituto Superiore di Sanità «Emissioni atmosferiche da impianti di incenerimento». Campionamento e dosaggio di microinquinanti in flussi gassosi convogliati. Istituto Superiore di Sanità, Roma, 1988 (Rapporti Istituzionali; 88/19).

1. Oggetto e campo di applicazione

Descrizione di un metodo per il prelievo dei seguenti microinquinanti particellari ed allo stato di vapore;

- Policlorodibenzodiossine (PCDD);
- Policlorodibenzofurani (PCDF);
- Metalli pesanti;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Policlorobifenili (PCB);
- Policloronaftaline (PCN).

2. Principio del metodo

Prelievo dell'aeriforme in condizioni isocinetiche secondo quanto descritto nei metodi UNICHIM n. 402, 422, 467, 494.

Poiché i microinquinanti possono essere presenti oltre che allo stato particellare anche allo stato vapore, si rende necessario inserire nella linea di prelievo un condensatore ad alta efficienza. In tal modo è possibile il campionamento della fase allo stato di vapore per le varie classi di composti contenuti nell'emissione.

A valle del condensatore viene inserita una trappola assorbente o adsorbente per trattenere eventuali vapori non condensati, al fine di verificare l'efficacia del campionamento.

Qualora le sostanze sottoposte al campionamento dovessero essere rivelate anche nella suddetta trappola in quantità maggiore del 5% rispetto al totale rivelato, il campionamento dovrà essere ripetuto.

I campioni da sottoporre all'analisi saranno quindi:

- materiale particellare contenuto nel sistema filtrante;
- condensa;
- soluzione di assorbimento o materiale adsorbente.

3. Apparecchiatura

Apparecchiatura per il prelievo delle emissioni già descritta nei metodi UNICHIM 402, 467, 494, con l'aggiunta di un sistema di raffreddamento ad alta efficienza, un condensatore in vetro, una trappola per gli incondensati.

3.1 Sonda di prelievo

Sonda di prelievo in acciaio inox o preferibilmente in vetro Pyrex o quarzo, munita di ugelli intercambiabili di varie sezioni e di un cestello contenente il mezzo filtrante.

La scelta del tipo di sonda viene effettuata in funzione della temperatura, della composizione dell'effluente e della classe di composti da rilevare.

Il materiale filtrante è costituito di lana di quarzo e da filtro in fibra di vetro.

3.2 Sistema refrigerante

Sistema refrigerante costituito da criostato e condensatore a serpentina in vetro con raccogliore di condensa, mantenuto ad una temperatura compresa tra 0 e 5°C, mediante bagno termostatico.

3.3 Sistema adsorbente o assorbente

E' costituito da una trappola contenente materiale adsorbente (Carbopack-B 20-mesh, resine sintetiche tipo Tenax, Amberlite, ecc.) a basso sviluppo superficiale o da gorgogliatore contenente glicol etilenico mantenuto alla temperatura di 0-5°C.

3.4 Procedimento

Per il campionamento dell'emissione seguire le procedure descritte nel metodo UNICHIM 494. Campionare una quantità di aeriforme tale da garantire il raggiungimento del limite di rivelabilità per la classe o lo specifico microinquinante che si vuole valutare.

Al termine delle operazioni di prelievo lavare accuratamente la sonda ed il condensatore con lo stesso solvente che verrà utilizzato per l'estrazione. Tale soluzione viene aggiunta successivamente al solvente utilizzato per la estrazione dei microinquinanti organici dalla condensa.

Alla fine del campionamento portare all'estrazione il materiale particellare, la condensa e l'adsorbente o la soluzione contenuti nella trappola.

Conservare i campioni e gli standards in frigorifero ed al riparo dalla luce al fine di evitare eventuali degradazioni.

4. Estrazione

4.1 Reagenti

Per l'estrazione utilizzare reagenti ad elevato grado di purezza, tale che una prova in bianco, nelle stesse condizioni analitiche, non dia interferenze.

4.1.1 Toluene.

4.1.2 Metanolo.

4.1.3 Metilene Cloruro.

4.2 Particolato

In un estrattore tipo Soxhlet si introduce il sistema filtrante (lana di vetro + filtro in fibra di vetro) sul quale è stato campionato il materiale particellare.

L'estrazione viene effettuata a caldo utilizzando uno dei seguenti solventi:

- toluene, nel caso di matrici a prevalente composizione carboniosa;
- toluene + metanolo 4:1, nel caso di matrici a prevalente composizione inorganica.

In entrambi i casi devono essere effettuati non meno di 300 cicli nell'estrattore.

4.3 Condensato

Il condensato raccolto viene estratto con solvente nell'estrattore liquido-liquido o in imbuto separatore.

Il rapporto solvente/condensa non deve essere inferiore a 1:10.

Nel caso venga utilizzato l'imbuto separatore, l'estrazione viene effettuata con cloruro di metilene per almeno tre volte, agitando ogni volta energicamente per 2 minuti. Il solvente proveniente dall'estrazione viene percolato su colonna contenente Na_2SO_4 anidro per eliminare l'umidità residua.

Si lava il solfato di sodio con una piccola porzione di solvente fresco che viene aggiunto all'eluato secco precedente.

L'estratto viene portato a secco sotto flusso di azoto a temperatura ambiente e ripreso con toluene a piccolo volume.

4.4 Incondensabili

Il materiale adsorbente viene estratto in estrattore tipo Soxhlet con toluene secondo il procedimento già descritto per il particolato.

Il glicol etilenico, diluito con H_2O 1:2, viene estratto con cloruro di metilene secondo il procedimento descritto per il «Condensato».

Gli estratti del particolato e della condensa possono essere trattati separatamente o riuniti in una unica soluzione.

ALLEGATO 4

Determinazione di composti organici volatili per adsorbimento su carboni attivi ed analisi gascromatografica. Metodo contenuto nella Norma UNI 10493

Ove riportato nella normativa vigente, in riferimento alle emissioni inquinanti in atmosfera, per «composti organici volatili» si devono intendere, oltre quelli indicati al punto A1 della Norma UNI 10493, anche:
«Sostanze organiche sotto forma di gas e vapore» (eventualmente espresse come «Carbonio organico totale»);
«Solventi organici»;
«Solvente»;
«Sostanze organiche volatili (SOV)».
«Sostanze organiche»

Il metodo contenuto nella Norma UNI 10493, sostituisce il Metodo UNICHIM 631, riportato all'interno del Manuale UNICHIM 122/1986, indicato nel DM 12/7/90, Allegato 4, Tabella 4.1.

ALLEGATO 5

Determinazione di composti organici volatili (COV) espressi come carbonio organico totale nei flussi gassosi convogliati. Metodo strumentale automatico con rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID). Metodo contenuto nella Norma UNI 10391

Ove riportato nella normativa vigente, in riferimento alle emissioni inquinanti in atmosfera, per «composti organici volatili» si devono intendere anche:
«Sostanze organiche sotto forma di gas e vapore» (eventualmente espresse come «Carbonio organico totale»);
«Solventi organici»;
«Solvente»;
«Sostanze organiche volatili (SOV)».
«Sostanze organiche»

ALLEGATO 5 - INDICAZIONE SULLE TECNOLOGIE DI ABBATTIMENTO

QUADRO RIEPILOGATIVO

INQUINANTE (STATO)	TIPO	SISTEMA DI ABBATTIMENTO	APPARECCHIATURE
Particolato	Polveri	A secco	Cicloni Filtri a tasche/maniche Filtri a letto granulare Filtri elettrostatici
		A umido	Torri di lavaggio (Tipo Venturi)
Liquido	Gocce	Dinamici	Separatori a gravità Cicloni Separatori ad inerzia d'urto
	Sprays Aerosol	Statici	Filtri a candela
Gassoso	Inorganici acidi anidridi ossidi NOx Cl2 SO2 basi	Sistemi ad umido (pluristadio con reazione chimica)	Torri di lavaggio (con reazione chimica) Torri di assorbimento per via umida o secca
		Termico Chimico fisico Assorbimento Biologico	Condensatori Impianti di assorbimento a carboni attivi Combustori termici o catalitici Torre di lavaggio (in solventi organici) Biofiltri
	Organici non solubili in H ₂ O	Termico Chimico fisico Assorbimento Biologico	Condensatori Impianti di assorbimento a carboni attivi o resine particolari Combustori termici o catalitici Torre di lavaggio Biofiltri

CRITERI DI APPLICAZIONE

APPARECCHIATURE	PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO	CAMPO APPLICAZIONE	CARATTERISTICHE
Ciclone	Le particelle solide vengono separate dalla corrente gassosa sfruttando la forza centrifuga Le particelle liquide vengono separate dalla corrente gassosa sfruttando la forza centrifuga	Dp > 10 µm E.A.=80-85%	VANTAGGI - Basso costo iniziale - Facilità manutentiva - Adatto per basse perdite di carico - Adatto per alte concentrazioni in polveri o di gocce SVANTAGGI - Applicabile solo per Dp >= 5 - Efficienza limitata in caso di particelle o gocce di piccolo diametro - Fenomeni di abrasione
Filtri a maniche	Le particelle sono forzate contro una "maglia" di dimensioni ben precise: all'inizio dell'operazione di filtrazione, alcune particelle grossolane occludendo parzialmente tali maglie, realizzano una specie di "precoat" aumentando la efficienza di captazione	Dp >= 1 µm	VANTAGGI - Alta efficienza di captazione - Basso costo SVANTAGGI - Non idoneo per alte concentrazioni di polveri (nel qual caso è necessario l'inserimento di un ciclone a monte) - Manutenzione importante - Mal sopporta l'umidità - Produzione di residuo solido - Basse temperature di impiego
Filtri assoluti	Filtri con potere di ritenzione fino a 0.2. Vengono utilizzati per la separazione di solidi da gas in situazioni molto spinte. (es. con condizioni sterili) Il principio di funzionamento è analogo a quello dei filtri a tasca/maniche	Dp > 0.2 µm E.A. 99.997% DOP test Blocco inquinanti tipo: - particelle radioattive - principi attivi farmaceutici - etc.	VANTAGGI - Consentono un trattamento certo - Efficienza praticamente indipendente dal Dp SVANTAGGI - Alto costo - Presuppongono prefiltri - Temono l'umidità - Non rigenerabili

segue: CRITERI DI APPLICAZIONE

Filtri elettrostatici	Quando del particolato solido sospeso in un gas viene immesso in un ambiente di gas ionizzati e sottoposto ad un campo elettrico, esso tende a caricarsi elettrostaticamente e a migrare sotto l'azione del campo stesso	Dp >= vedi vantaggi E.A.= 90-99% Consumi: 4-1.2 Kw/m3/sec Temperature fino 600 °C Pressioni fino 10 ATE	VANTAGGI -Per Dp >=1, efficienza indipendente dal Dp -Apparecchiature molto versatili in un campo molto ampio in Dp -Applicazioni anche in condizioni di esercizio molto gravose SVANTAGGI -Alto costo investimento -Alto costo esercizio
Torri lavaggio	Il solido da abbattere viene posto in intimo contatto con acqua in particolari apparecchiature (torri a piatti; a riempimento; ecc). Il peso specifico apparenza del solido tende ad aumentare facilitandone la sedimentazione	Blocco polveri in range ampio di granulometria E.A.= 95-99.52%	VANTAGGI -Facilità di gestione -Basso costo di manutenzione -Elasticità nelle condizioni di esercizio
Separatori a gravità	Si riduce la velocità del gas	Dp > 100 µm	-Basso costo -Assenza manutenzione SVANTAGGI -Limitato range di applicazione -Ingombro
Separatori ad inerzia d'urto	Le particelle liquide vengono separate dalla fase gassosa ponendo sul loro cammino un ostacolo	Dp > 2-3 µm	VANTAGGI -Basso costo -Ingombro ridotto SVANTAGGI -Possono intasarsi (se presente del particolato)
Filtri a candela	Analogo a quello dei filtri per separare solidi	-Sprays 200> Dp > 100 µm -Aerosol Dp=>0.01µm	VANTAGGI -Alta efficienza

segue: CRITERI DI APPLICAZIONE

APPARECCHIATURE	PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO	CAMPO APPLICAZIONE	CARATTERISTICHE
Torri lavaggio	<p>Il linea di massima si tende a sfruttare la solubilità dei composti da abbattere nell'acqua. Si cerca quindi di realizzare in opportune apparecchiature (torri a riempimento, a piatti etc.), un intimo contatto fra il gas da abbattere e la fase liquida.</p> <p>Qualora si voglia inoltre trasformare i composti abbattuti in altre sostanze al fine di rendere più facile lo smaltimento (es. salificazione di alcuni acidi in sali), ciò può essere in genere facilmente ottenuto dimensionando opportunamente la colonna (in modo da ottenere opportuni tempi di contatto) e realizzando una opportuna soluzione di ricircolo. Tali unità possono essere realizzate anche in più stadi in serie (acidi, lavaggio, basico).</p> <p>CASI PARTICOLARI</p> <p>Trattamento gas da inceneritori</p> <p>A monte delle torri di lavaggio e neutralizzazione si deve in genere prevedere uno stadio di filtrazione metalli pesanti (elettrofiltri) e uno di quenching (abbattimento della temperatura).</p> <p>Abbattimento di NOx.</p> <p>In un primo stadio, mediante l'ausilio di un ossidante, si cerca di ossidare l'NOx a NO2, salificando poi a nitriti o nitrati (fertilizzanti). Recenti applicazioni consentono di riconvertire NOx provenienti da impianti di decappaggio nuovamente in HNO3 da riutilizzare in testa all'impianto di decappaggio stesso.</p>	<p>Inorganici solubili in H2O quali ad es: Cl2; H2S; HCl; SO2; NH4OH; etc.</p> <p>Fumi da inceneritori</p> <p>NOx</p>	<p>VANTAGGI</p> <p>E' praticamente l'unico sistema di abbattimento di tali sostanze. Hanno il vantaggio di avere una gestione sufficientemente semplice, bassi costi di manutenzione</p>

segue: CRITERI DI APPLICAZIONE

Condensatori	Si basa sul principio fisico della tensione di vapore. E' un sistema la cui efficacia dipende dalla temperatura di ebollizione del composto. Si può coadiuvare operando una condensazione sotto vuoto	Composti organici	VANTAGGI Apparecchiature di ridotte dimensioni ecostocostose SVANTAGGI Efficienza dicaptazione in genere insufficiente per rientrare nella normativa, per cui si deve prendere un ulteriore impianto
Impianti di adsorbimento a carboni attivi	Tali impianti si basano sulla capacità che hanno alcune sostanze (carboni attivi) di trattene (adsorbire) altre sostanze e rilasciarle poi in particolari condizioni. Il flusso gassoso attraversando il letto si sarà impoverito dell'inquinante in esame. Dimensionando opportunamente l'impianto si potrà fare in modo che il gas in uscita abbia un contenuto di inquinante inferiore a determinati valori. Le quantità max di inquinante che l'unità di massa di carbone attivo può adsorbire (punto di saturazione), dipende essenzialmente dal tipo di inquinante. Raggiunto tale valore limite il solvente perde la capacità di trattenere e quindi deve essere rigenerato. Tale operazione si basa sul principio che l'inquinante in esame verrà rilasciato qualora il letto venga riscaldato, e/o posto sottovuoto e/oposto a contatto con una altra sostanza verso ilquale il carbone abbia maggiore affinità. L'inquinante desorbito può essere recuperato ed in alcuni casi addirittura riutilizzato a monte dell'impianto che lo ha generato. Strumentazione apposita mantiene continuamente sotto controllo l'impianto.	Quasi tutti i composti organici	VANTAGGI E' un sistema che permette di spingere la concentrazione di inquinanti (se adsorbibili) fino a valori estremamente bassi (ppm) e poi di recuperarli, con efficienze di captazione e recupero fino a 95-98% In alcune condizioni è possibile il riciclaggio immediato dell'inquinante. In tali casi si hanno dei payback variabili fra 1-3 anni. SVANTAGGI Il carbone dopo un certo periodo di esercizio (in genere 3-5 anni) abbisogna di una rigenerazione spinta. Gli impianti, pur se totalmente automatizzati, richiedono sempre una certa assistenza. Costo iniziale di una certa entità.

segue: CRITERI DI APPLICAZIONE

COMBUSTORI TERMICI	Ossidazione per via termica degli inquinanti si in una camera di combustione chiusa.	Sostanze organiche (inorganiche in casi particolari	VANTAGGI Buona efficienza in funzione della temperatura di combustione, turbolenza, tipo di bruciature
			SVANTAGGI - Costo energetico - Possibile produzione di inquinanti (NOx, SO2, acidi solforati etc.)
COMBUSTORI CATALITICI	Ossidazione per via catalitica degli inquinanti in camera di combustione chiusa provvista di letto fisso di catalizzatori costituiti da strutture ceramiche o metalliche impregnate con sali di metalli preziosi o da particolari metalli	Sostanze organiche non accompagnate da: alogeni, antimonio, cadmio, fosforo, zolfo, zinco, piombo, mercurio, ossidi stagno, silicio...	VANTAGGI Buona efficienza in funzione della temperatura di combustione e del tipo di catalizzatore. SVANTAGGI Costi di esercizio. Limiti di applicazione

Legenda:

Dp = diametro particolato

E.A = Efficienza abbattimento

N.B. L'efficienza è strettamente legata alla distribuzione granulometrica del particolato.

I valori indicati, quindi, sono indicativi ed inerenti a situazioni mediate, e presuppongono una trascurabile percentuale di particolato con diametro \leq Dp limite.

ALLEGATO 6 - (EMISSIONE DIFFUSA - EX ART. 3, COMMA 5).

6.1. EMISSIONI DI POLVERI NELLA MANIPOLAZIONE, PRODUZIONE, TRASPORTO, CARICO E SCARICO, STOCCAGGIO DI PRODOTTI POLVERULENTI.

Generalità.

Per gli impianti, nei quali si manipolano, producono, trasportano, caricano e scaricano, immagazzinano prodotti polverulenti devono essere prese misure per il contenimento delle emissioni.

I prodotti polverulenti sono sostanze solide, che a causa della loro densità, granulometria, forma del granulo, resistenza all'abrasione, composizione o contenuto in umidità possono dare luogo ad emissioni, nella manipolazione o nello stoccaggio.

Nello stabilire le prescrizioni deve essere in particolar modo presente quanto segue:

- pericolosità delle polveri;
- flusso di massa delle emissioni;
- durata delle emissioni;
- condizioni meteorologiche;
- condizioni dell'ambiente circostante.

6.2. MANIPOLAZIONE E PRODUZIONE DI SOSTANZE POLVERULENTE.

Le macchine, gli apparecchi e le altre attrezzature, usate per la preparazione o produzione (ad es. frantumazione, cernita, miscelazione, riscaldamento, raffreddamento, pellettizzazione, bricchettazione) di sostanze polverulente devono essere incapsulate.

Se non possibile ottenere una tenuta di polvere ermetica, soprattutto nei punti di introduzione, estrazione e trasferimento, le emissioni contenenti polveri devono essere convogliate ad un impianto di depolverazione.

6.3. TRASPORTO, CARICO E SCARICO, DELLE SOSTANZE POLVERULENTE.

Per il trasporto di sostanze polverulente devono essere utilizzati dispositivi chiusi. Se non possibile l'incapsulamento, o possibile realizzarlo solo parzialmente, le emissioni contenenti polveri devono essere convogliate ad un'apparecchiatura di depolverazione.

Per il carico e lo scarico dei prodotti polverulenti devono essere installati impianti di aspirazione e

depolverazione nei seguenti punti:

- punti fissi, dove avviene il prelievo, il trasferimento, lo sgancio con benne, pale cariatrici, attrezzature di trasporto;
- sbocchi di tubazione di caduta delle attrezzature di caricamento;
- attrezzature di ventilazione, come parte integrante di impianti di scarico pneumatici o meccanici;
- canali di scarico per veicoli su strada o rotaie;
- convogliatori aspiranti.

Se la captazione delle emissioni contenenti polveri non possibile:

- si deve mantenere, possibilmente in modo automatico un'adeguata altezza di caduta;
- nei tubi di scarico deve essere mantenuta quanto più bassa possibile la velocità di uscita del materiale trasportato, ad es. mediante deflettori oscillanti.

Nel caricamento di materiali polverulenti in contenitori da trasporto chiusi l'aria di spostamento deve essere raccolta e convogliata ad un impianto di depolverazione.

La copertura delle strade, percorse da mezzi di trasporto, deve essere tale da non dar luogo ad emissioni di polveri.

6.4. MAGAZZINAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI.

Nello stabilire le prescrizioni per il magazzino di materiali polverulenti, devono essere prese in considerazione ad es. le seguenti misure:

- stoccaggio in silos
- copertura superiore e su tutti i lati del cumulo di materiali sfusi, incluse tutte le attrezzature ausiliarie;
- copertura della superficie, ad es. con stuoie;
- manti erbosi
- costruzione di terrapieni coperti di verde, piantagioni e barriere frangivento;
- provvedere a mantenere costantemente una sufficiente umidità alla superficie del suolo.

6.5.

Se nei materiali polverulenti i contenuti delle sostanze sotto riportate superano i seguenti valori, riferiti al secco, in una frazione di materiale separabile mediante setacciatura con setaccio con maglie che abbiano larghezza massima di 5 mm., si devono applicare le misure più efficaci fa quelle prescritte nei paragrafi precedenti:

sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 1 tabella A1 classe I,
e tabella A2,

paragrafo 2 tabella B classe I,
paragrafo 4 tabella D classe I

50 mg/Kg.

sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 1 tabella A1 classe II,
paragrafo 2 tabella B classe II,

0,50 g/Kg.

sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 1 tabella A1 classe III

5,0 g/Kg.

ALLEGATO 7 - (EMISSIONE DI FORMA DI GAS O VAPORE DERIVANTI DALLA LAVORAZIONE, TRASPORTO, TRAVASO E STOCCAGGIO DI SOSTANZE ORGANICHE LIQUIDE, EX ART. 3 COMMA 5).

7.1. Pompe

Le pompe utilizzate per la movimentazione di sostanze organiche liquide con punto di infiammabilità inferiore a 21 C e con punto di ebollizione fino a 200 C:

- contenenti le sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 1 tabella A1 in quantità superiore a 10 mg/Kg per le sostanze della classe I e a 50 g/Kg per le sostanze delle classi II e III.
- contenenti sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 4 tabella D classi I in quantità superiore a 50 g/Kg. devono garantire una efficace tenuta o in alternativa idonei sistemi di aspirazione delle perdite in forma di gas o vapore e convogliamento ad impianti di abbattimento.

7.2. Compressori.

Per i compressori utilizzati per gas contenenti:

- sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 1 tabella A1 classe I.
- sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 1 tabella A1 classi II e III in quantità superiore a 50 g/Kg.
- sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 4 tabella D classe I in quantità superiore a 50 g/Kg.

Il degasaggio del liquido residuo conseguente all'arresto deve essere effettuato evitando emissioni delle sostanze stesse nell'atmosfera.

7.3. Raccordi a flangia.

I raccordi a flangia devono essere usati soltanto se garantiscono un buon livello di tenuta, in particolare se in essi defluiscono sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 1 o sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 4 tabella D della I classe.

7.4. Valvolare.

Le valvole devono essere rese ermetiche con adeguati sistemi di tenuta quando sono attraversate da:

- sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 1 tabella A1 classe I.
- sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 1 tabella A1 classi II e III quantità superiore a 50 g/Kg.
- sostanze di cui all'allegato 1, paragrafo 4 tabella D classe I quantità superiore a 50 g/Kg.

7.5. Campionature.

I punto dove vengono prelevate le campionature devono essere incapsulati, o dotati di dispositivi di bloccaggio, in modo che non si verifichino emissioni nel prelievo delle campionature; nel prelievo dei campioni il prodotto di testa deve essere rimesso in circolo, o completamente raccolto.

7.6. Caricazione di sostanze organiche liquide.

Nella caricazione di sostanze organiche liquide devono essere prese speciali misure per la diminuzione delle emissioni, come l'aspirazione e il convogliamento dei gas di scarico di un impianto di abbattimento.
