



# L'inquinamento atmosferico emissioni in atmosfera



**Scuola di Specializzazione in  
VALUTAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO CHIMICO  
a.a. 2023-2024**

# Sviluppo legislativo nell'emissioni

D.L. 615 del 13/07/66	Provvedimenti contro l'inquinamento Atmosferico
D.P.R. 322 del 15/04/71	Regolamento per l'applicazione del DL 615/66
D.P.C.M. del 28/03/83	Limiti e Obbiettivi di Qualità – Metodi di misura di Inquinanti
<b>D.P.R. 203 del 24/05/88</b>	<b>Legge quadro sulle Emissioni Industriali, Limiti e obbiettivi di qualità, metodi di misura di inquinanti</b>
<b>D.M. 12/07/1990</b>	<b>Limiti alle emissioni Industriali per impianti esistenti</b>
D.P.C.M. 21/07/89 - D.P.R. 25/07/91	Limiti alle emissioni industriali – Definizione di attività ad inquinamento Ridotto / Poco Significativo
D.M. 25/11/94	Limiti e obbiettivi di qualità, Metodi di misura per PM10, Benzene, IPA
D.M. 16/01/95	Recupero di energia – Allegato 1, Materiali riutilizzabili come combustibile per il recupero energetico
D.M. 21/12/95	Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera degli impianti industriali – ( I.A.R)
D.P.C.M. del 02/10/1995	Limiti alle emissioni – Caratteristiche dei combustibili da utilizzare negli impianti
D.M. del 05/02/1998	Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi del D.Lgs. 22/97
D.Lgs. 372 del 04/08/99	Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento - (IPPC)
D.M. 503 del 19/11/97	Disciplina delle emissioni derivanti dagli impianti di incenerimento e coincenerimento di rifiuti – limiti alle emissioni per inceneritori di RSU
D.M. 124 del 25/02/2000	Disciplina delle emissioni derivanti dagli impianti di incenerimento e coincenerimento di rifiuti
D.M. 25/08/2000	Limiti alle emissioni – Aggiornamento metodi di campionamento ed Analisi
D.M. 44/2002	Recepimento Direttiva 1999/13/CE relativa alla limitazione delle emissioni di COV di talune attività industriali

# Principali norme oggi in vigore: emissioni

~~•D.Lgs 183/2005~~

Attuazione Direttiva 2000/76/CE in materia di **incenerimento dei rifiuti**

•D. Lgs 152/2006

**Norme in materia ambientale**

(G.U. n. 88 del 14 aprile 2006):

Parte quinta - Norme in materia di tutela dell'**aria** e di riduzione delle **emissioni in atmosfera**

•D.lgs. n. 128/2010

**Modifiche ed integrazioni** al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69.

# L'introduzione della IED

DECRETO LEGISLATIVO 4 marzo 2014, n. 46.

## **Attuazione della direttiva 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento).**

*l-ter*) migliori tecniche disponibili (best available techniques – *BAT*): la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione e delle altre condizioni di autorizzazione intesi ad evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso. Nel determinare le migliori tecniche disponibili, occorre tenere conto in particolare degli elementi di cui all'allegato XI. Si intende per:

# D.Lgs 183 del 15.11.2017

- medio impianto di combustione: impianto di combustione di potenza termica nominale pari o superiore a 1 MW e inferiore a 50MW
- i metodi di campionamento e di analisi delle emissioni da utilizzare nel monitoraggio di competenza del gestore sulla base delle pertinenti norme tecniche CEN o, ove queste non siano disponibili, sulla base delle pertinenti norme tecniche nazionali, oppure, ove anche queste ultime non siano disponibili, sulla base delle pertinenti norme tecniche ISO o di altre norme internazionali o delle norme nazionali previgenti.
- La cessazione dell'esercizio dell'impianto deve essere sempre disposta se la non conformità può determinare un pericolo per la salute umana o un significativo peggioramento della qualità dell'aria a livello locale.

# RICLASSIFICAZIONE

Le disposizioni dei commi 2 e 3 non si applicano nel caso in cui siano utilizzate, nell'impianto o nell'attività, le sostanze o le miscele con indicazioni di pericolo H350, H340, H350i, H360D, H360F, H360FD, H360Df e H360Fd ai sensi della normativa europea vigente in materia di classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele. Nel caso in cui, a seguito di una modifica della classificazione di una sostanza, uno o più impianti o attività ricompresi in autorizzazioni generali siano soggetti al divieto previsto al presente comma, il gestore deve presentare all'autorità competente, entro tre anni dalla modifica della classificazione, una domanda di autorizzazione ai sensi dell'articolo 269.

\*H340 – Può provocare alterazioni genetiche H350– Può provocare il cancro. H360F – Può nuocere alla fertilità. H360D – Può nuocere al feto.

# Ultime Variazioni

DECRETO LEGISLATIVO 30 maggio 2018, n. 81:

Attuazione della direttiva (UE) 2016/2284 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 dicembre 2016, concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici, che modifica la direttiva 2003/35/CE e abroga la direttiva 2001/81/CE. (18G00096) (GU n.151 del 2-7-2018)

# Obiettivi della Direttiva 2016/2284

- a) impegni nazionali di riduzione delle emissioni di origine antropica di biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili non metanici, ammoniaca e particolato fine;
- b) l'elaborazione, l'adozione e l'attuazione di programmi nazionali di controllo dell'inquinamento atmosferico;
- c) obblighi di monitoraggio delle emissioni delle sostanze inquinanti individuate nell'allegato I;
- d) obblighi di monitoraggio degli impatti dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi;
- e) obblighi di comunicazione degli atti e delle informazioni connessi agli adempimenti previsti dalle disposizioni di cui alle lettere a), b), c) e d); f) **una piu' efficace informazione rivolta ai cittadini utilizzando tutti i sistemi informativi disponibili.**



# Modifica del D.Lgs 155

All'articolo 22, comma 3, del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, il secondo periodo e' sostituito dal seguente: «L'ISPRA provvede, ogni quattro anni, e per la prima volta entro il 2021 con riferimento all'anno 2019, a scalare su base provinciale l'inventario nazionale disciplinato dal decreto legislativo di attuazione della direttiva 2016/2284/UE, al fine di consentire l'armonizzazione con gli inventari delle regioni e delle province autonome.».

# Emissioni non convogliate

- Misure per la riduzione delle emissioni di ammoniaca  
*Si deve elaborare un codice nazionale indicativo delle buone pratiche agricole per controllare le emissioni di ammoniaca, tenendo conto del codice quadro dell'UNECE del 2014 relativo alle buone pratiche agricole per ridurre le emissioni di ammoniaca*
- Misure per la riduzione delle emissioni di particolato e di black carbon.  
*puo' essere vietata la combustione dei rifiuti agricoli, dei residui del raccolto e dei rifiuti forestali, anche in relazione alle ipotesi di combustione ammesse dalla vigente normativa. In caso di divieto, devono essere previste idonee procedure di controllo sul rispetto del divieto*

# EMISSIONI ODORIGENE

- L'art. 268, comma 1, lettera f-bis) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. definisce *“emissioni odorigene”* le *“emissioni convogliate o diffuse aventi effetti di natura odorigena”*
- *art. 272-bis “La normativa regionale o le autorizzazioni possono prevedere misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene degli stabilimenti” di cui al Titolo I, Parte V del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.*
- Il [Decreto Ministeriale n. 309 del 28 giugno 2023](#) emanato dal Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica contiene gli [Indirizzi per l'applicazione dell'articolo 272-bis del D.Lgs. 152/2006 in materia di emissioni odorigene di impianti e attività](#): *“sono adottati, come documento tecnico di indirizzo per le autorità aventi competenza in materia di emissioni odorigene*

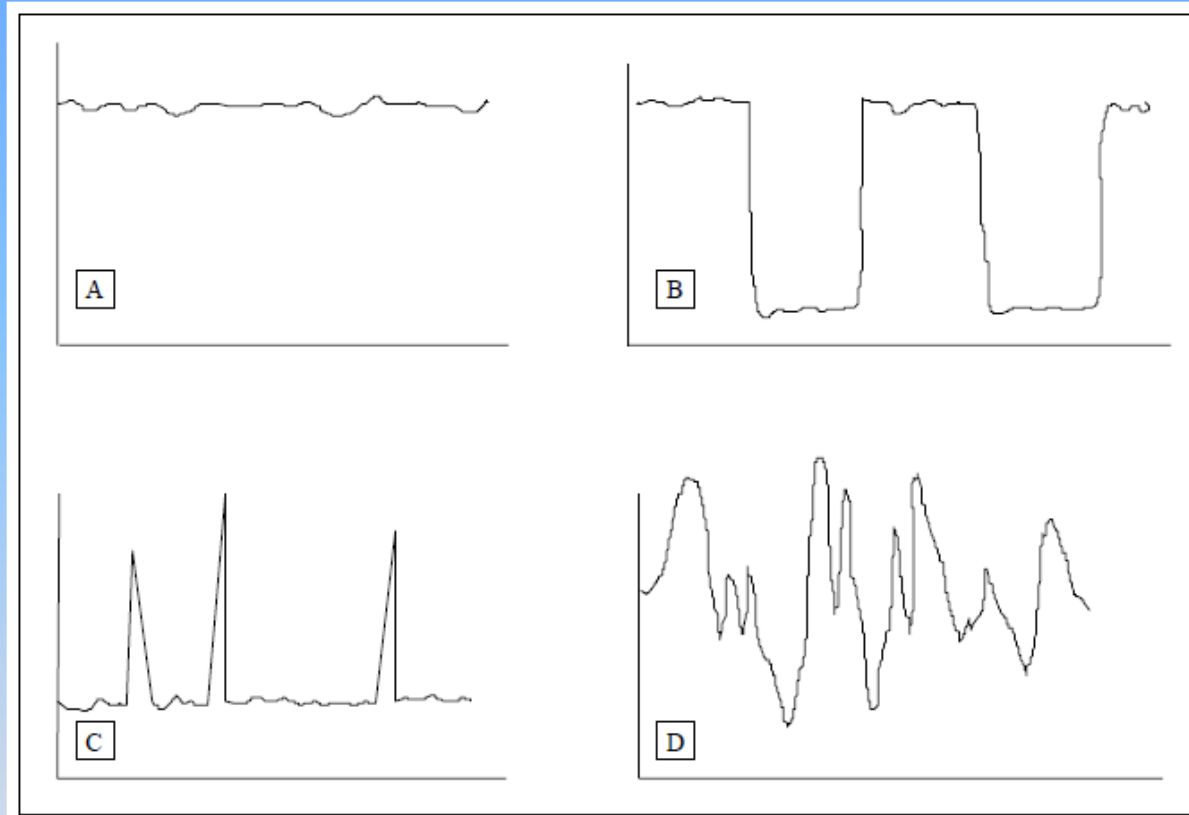
# Metodi per olfattometria

- L'olfattometria dinamica: UNI EN 13725:2022
- Metodo a griglia: UNI EN 16841-1:2017
- Metodo a plume: UNI EN 16841-2:2017
- I sensori elettronici o nasi

# Norme tecniche

- Per il campionamento, l'analisi e la valutazione delle emissioni si applicano i metodi contenuti nelle seguenti norme tecniche e nei relativi aggiornamenti:
  - UNI EN 13284-1: Polveri
  - UNI EN 14792:2017;
  - UNI EN 15058:2017;
  - UNI 10393;
  - UNI EN 12619;
  - - UNI EN 1911-1,2,3. Acido cloridrico

# Come si caratterizza un' emissione



A Processo stabile

B Processo ciclico o a batch

C Processo stabile con occasionali picchi

C Processo altamente variabile

# Abbattimento Polveri alle emissioni

- Caratterizzazione fisica delle particelle:
  1. Granulometria
  2. Forma
  3. Densità
  4. Elettrostaticità, accumulo cariche
  
- Caratterizzazione chimica:
  1. Infiammabilità
  2. Presenza di composti volatili e/o semivolatili
  3. Presenza di composti pericolosi: diossine, Ipa, metalli pesanti

# Come fermare il particolato?

1. Urto diretto
2. Inerzia
3. Gravità
4. Forza centrifuga
5. Diffusione: particelle di piccolo diametro hanno comportamento simile a gas
6. Carica elettrostatica



## Separatori a Gravità/Inerzia

Camera a parallelepipedo;

Granulometria di abbattimento:  $40 \div 50 \mu\text{m}$

Efficienza:  $10 \div 90\%$

Velocità interna:  $< 3 \text{ m/s}$

vantaggi	svantaggi
<ul style="list-style-type: none"><li>• No parti in movimento</li><li>• Bassa perdita di carico</li><li>• Adatto a temperature anche superiori <math>500 \text{ }^\circ\text{C}</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bassa efficienza soprattutto con piccola granulometria</li><li>• Non utilizzabile con bassa differenza di densità tra gas e particolato</li></ul>

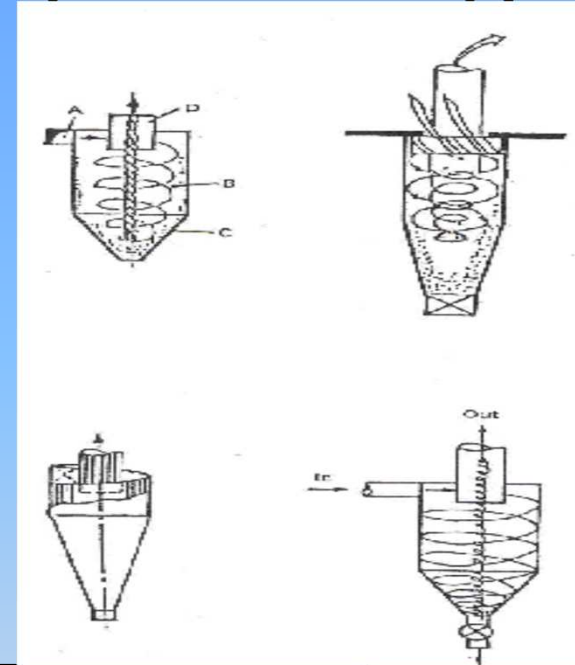
# Cycloni: abbattitori inerziali/centrifughi

Cilindrici: mantenimento del flusso

Tronco conici: inversione del flusso

Per aumentare l'efficienza si può spruzzare acqua

Granulometria di abbattimento:  $2.5 \div 200 \mu\text{m}$



vantaggi	svantaggi
<ul style="list-style-type: none"><li>•Semplice installazione</li><li>•Recupero del materiale</li><li>•No parti in movimento</li><li>•Piccolo spazio richiesto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Scarsa efficienza soprattutto con piccola granulomeria</li><li>•Non adatto per materiali appiccicosi o collosi;</li><li>•Soggetto ad erosione</li></ul>

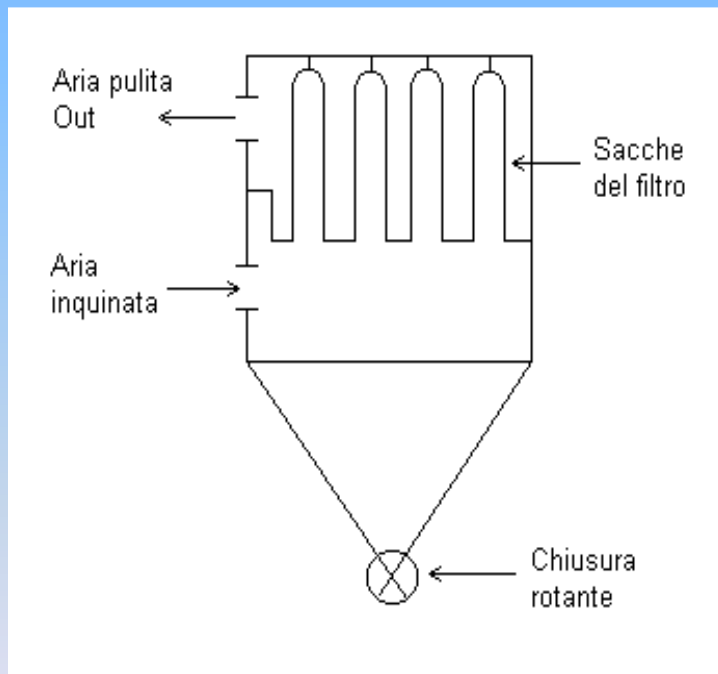
Portata d'uso: singolo  $1 \div 10000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ; multipli fino a  $180000 \text{ Nm}^3/\text{h}$

# Filtri a tessuto

- Tessuti di differente natura:

poliestere T di esercizio circa 100 °C

tessuti ceramici T di esercizio circa 750 °C



Pulizia: manuale

meccanica periodica

ad aria compressa a bassa pressione  
1,5 bar

ad aria compressa alta pressione 7

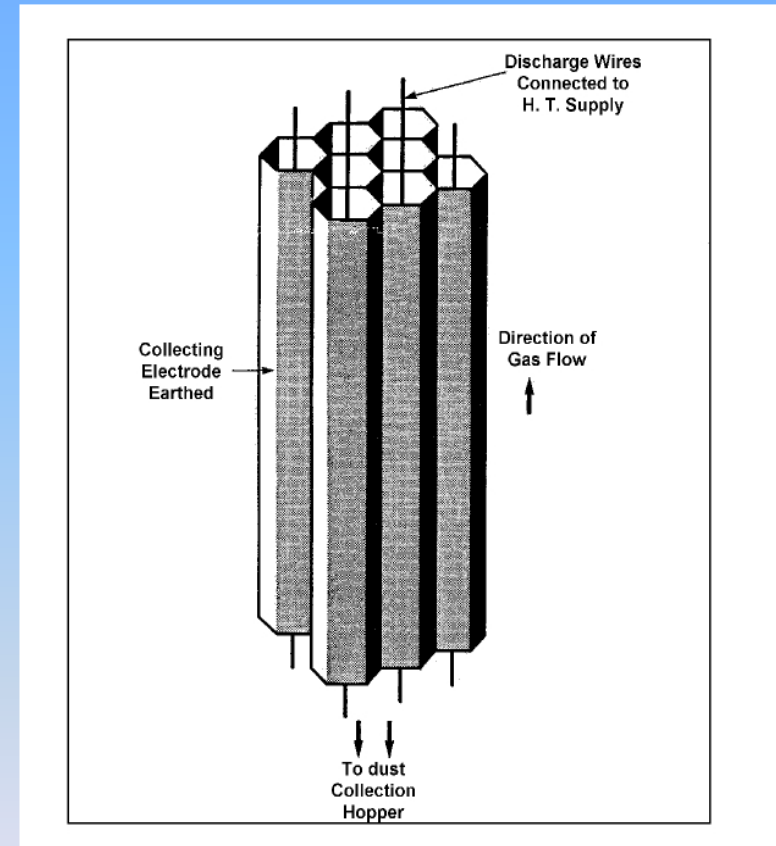
# Filtri a tessuto

Processo di captazione avviene per i seguenti effetti:

- Effetto vaglio: particelle con diametro  $<$  dei pori sono fermate
- Effetto sbarramento : urto delle particelle con le pareti dei pori  $N_L = r/R$
- Effetto inerzia esaltazione dell'effetto sbarramento momento di moto mantenuto
- Effetto di diffusione particelle piccole si comportano come gas (moto browniano) penetrano nei pori è necessario ridurre la velocità
- Effetto elettrostatico: accumulo di carica sulle particelle di segno opposto a quelle del mezzo filtrante

# Precipitatori Elettrostatici

- Due elettrodi con corrente continua ad alto potenziale 20÷100 KV
- Effetto corona
- Differenti tipologie:
  - A secco filo-piatti gas fino a 700°C  
1.800.000 Nmc/h
  - A secco filo-tubo gas fino a 700°C  
180.000 Nmc/h
  - Ad umido filo-piatti gas fino a 90°C
  - Ad umido filo-tubo



# Precipitatori Elettrostatici

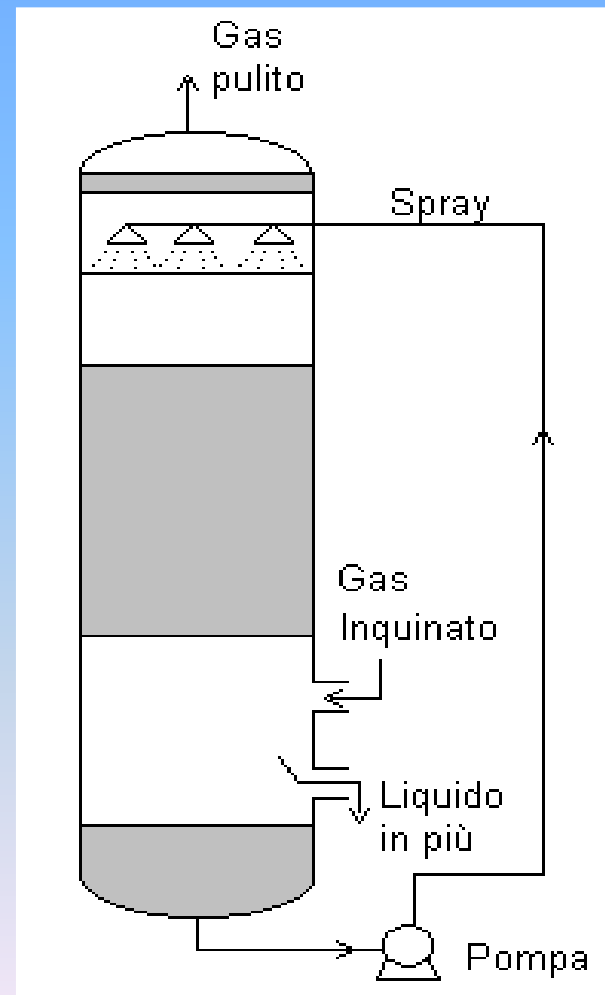
Vantaggi	Svantaggi
<ul style="list-style-type: none"><li>•Alta efficienza anche per particelle piccole <math>1\mu\text{m}</math></li><li>•Bassa perdita di carico</li><li>•Ampio intervallo di temperature e velocità di flusso</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rischio di esplosione per PES a secco</li><li>•Corrosione alla cima dei fili per ossidazione e corrosione acida</li><li>•Disallineamento dei fili</li><li>•Necessità di grandi spazi</li><li>•Necessità di personale qualificato</li><li>•Precauzioni per alto voltaggio</li></ul>

## Separatori ad Umido

- Abbattimento abbinato polveri e gas;
- Liquido usato: acqua + reagenti chimici

Tipo di abbattitori in uso:

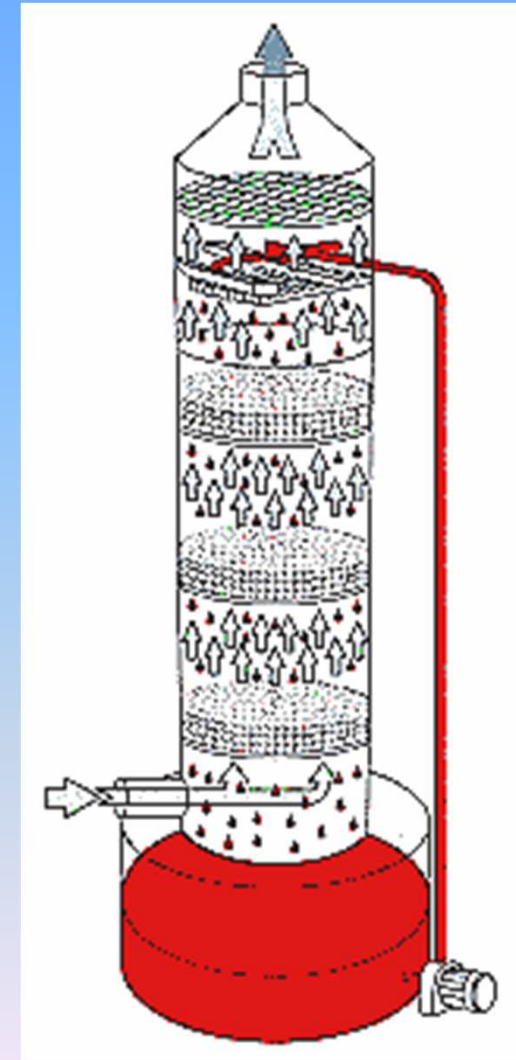
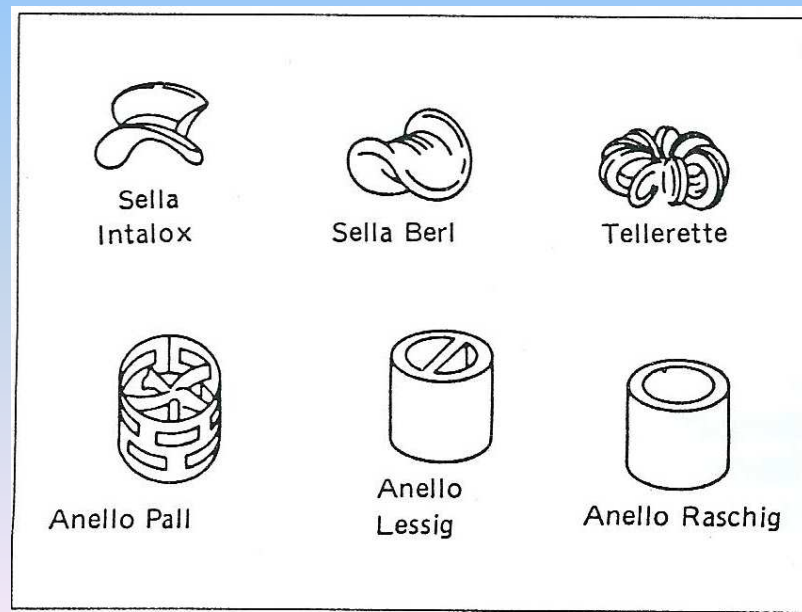
- Urto con superficie bagnata
- Sistema di nebulizzazione spray del liquido di abbattimento



## Separatori ad umido

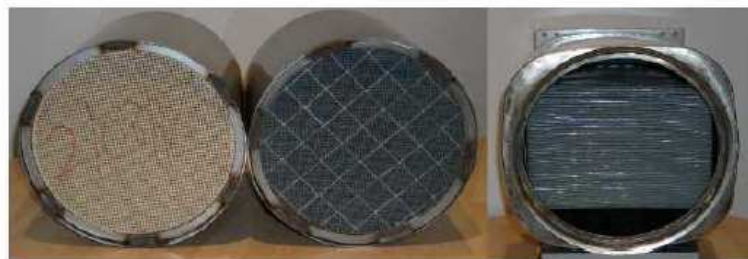
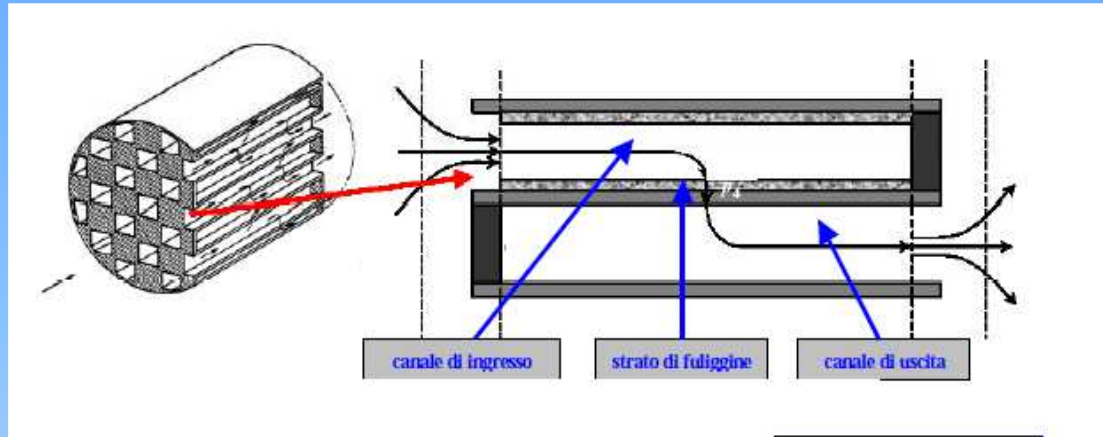
Possono utilizzare vari corpi di riempimento:

- Diversa forma
- Diversa composizione: vetro, plastiche
- Corpi fissi
- Corpi sospesi





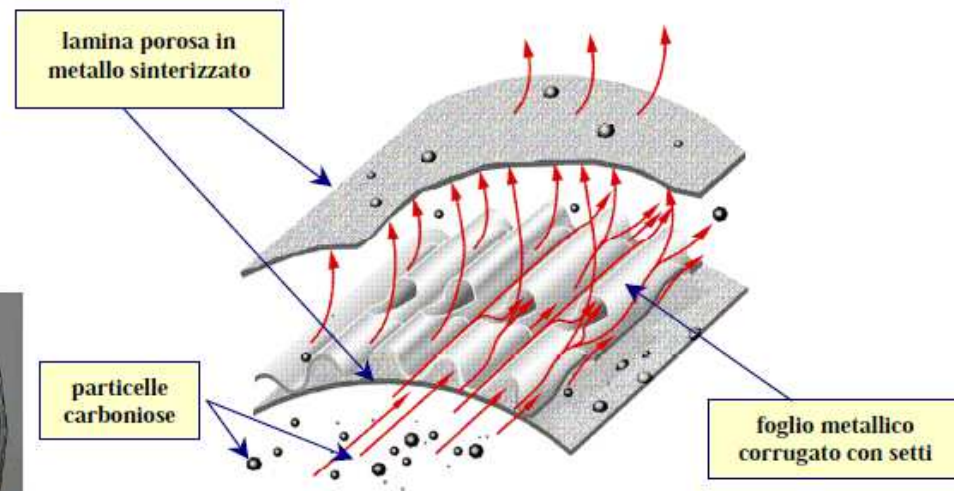
# Le marmitte catalitiche



Cordierite

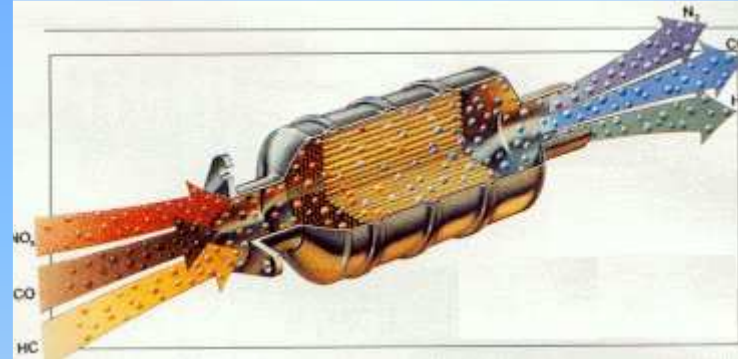
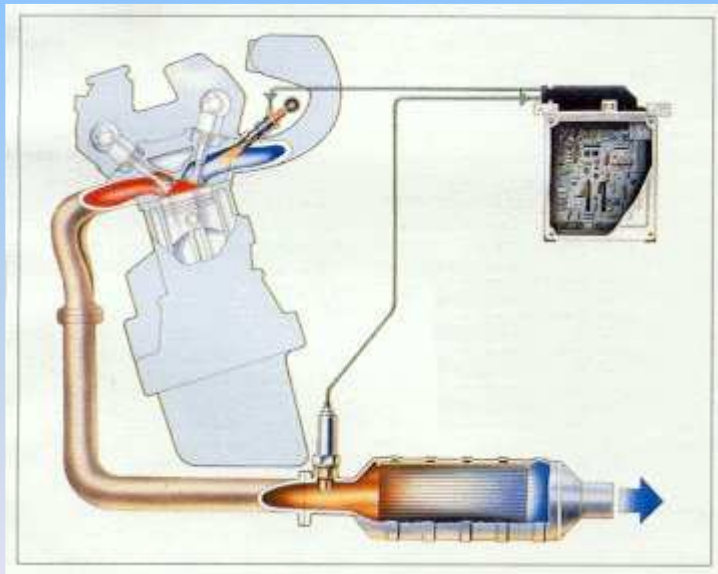
Silicium Carbide

Sintered Metal



# Marmitta catalitica

- Gerhard Ertl nobel 2007



## Abbattimento degli NO<sub>x</sub>

NO<sub>x</sub>: NO e NO<sub>2</sub> espressi tutti come NO<sub>2</sub>.

Misure primarie: ossicombustione, fenix, eliminazione di azoto dalle materie prime

Metodi di abbattimento:

**CRF** riduzione chimica da combustibile

**SCR** riduzione catalitica selettiva

**SNCR** riduzione non catalitica selettiva

## CRF

### **3R: Reaction and Reduction in Regenerators:**

Addizione di un combustibile idrocarburico (gas o gasolio) ai fumi, il combustibile si ossida e l'azoto si riduce ad azoto elementare riduzione al di sotto di 500 mg/Nmc degli ossidi di azoto

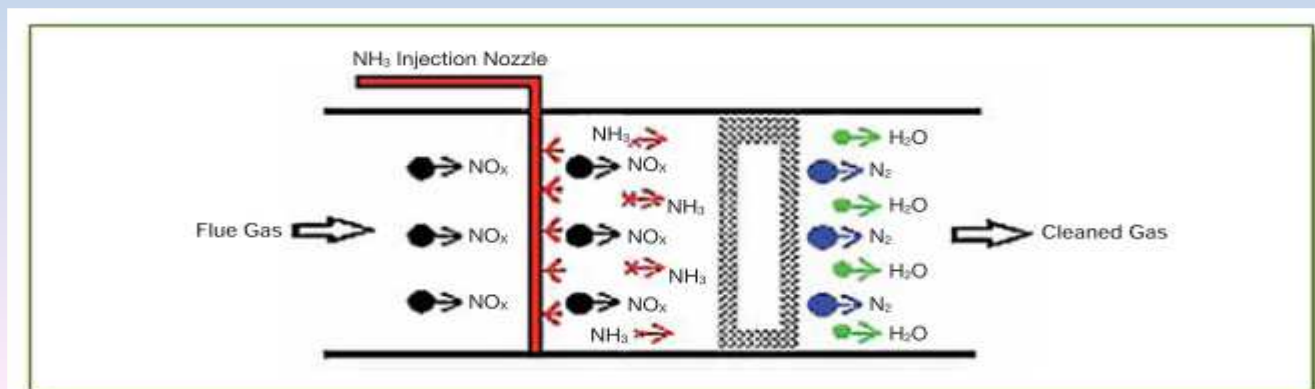
**Reburning:** modificazione nella combustione, radicali  $C_xH_x$  riducono gli ossidi di azoto; efficienza di rimozione 50-65%; dopo un bruciatore primario dove si forma NO, vi è un secondario dove il combustibile reagisce con gli ossidi di azoto, tempo di residenza 0,5 s

## SNCR

- Agente di riduzione: ammoniaca, urea, cianamide ( di solito 25%di soluz acquosa di ammoniaca o ammoniaca pura).
- Il riducente è iniettato sui fumi esausti
- Temperatura di esercizio tra i 900-1050 °C
- Rapporto stechiometrico  $\text{NH}_3/\text{NO}$  0.5-0.9, a valori >1,2 si formano sali d'ammonio.
- Calcolare esattamente il tempo di residenza

## SCR

- Temperatura di esercizio 200-500°C
- Rapporto stechiometrico  $\text{NH}_3/\text{NO}$  sotto 1.1
- DeNOx può essere inserito dopo desolforatore
- Catalizzatori:  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ , composti di V, W, Mo



# Tecniche di abbattimento

- separazione a membrana
- condensazione
- adsorbimento
- wet scrubbing
- biofiltrazione
- bioscrubbing
- biotrickling
- ossidazione termica
- ossidazione catalitica
- flaring



# Biofiltrazione

E' usata:

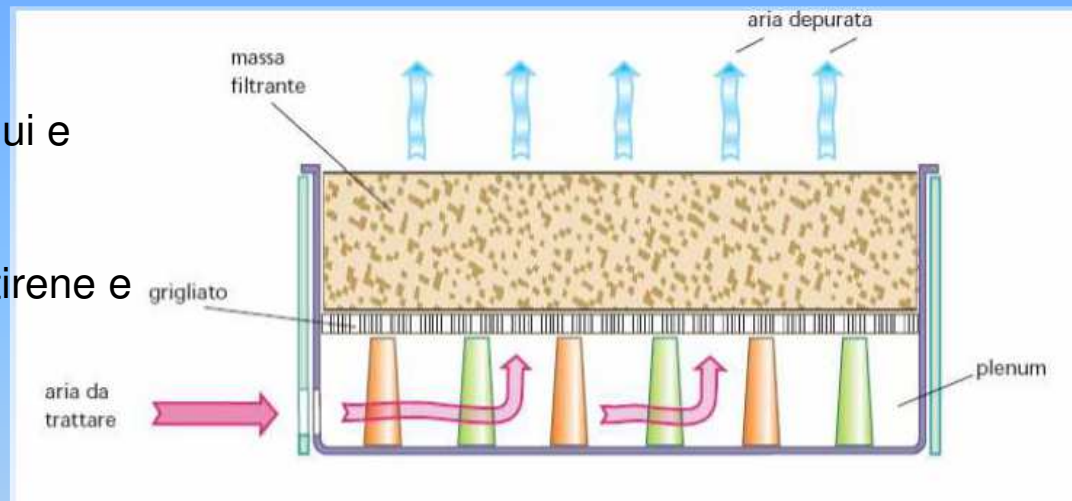
Nell'industria petrolifera;

Negli impianti di trattamento dei reflui e fanghi;

Nell'industria alimentare

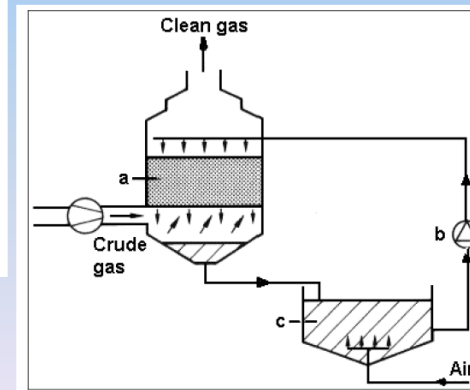
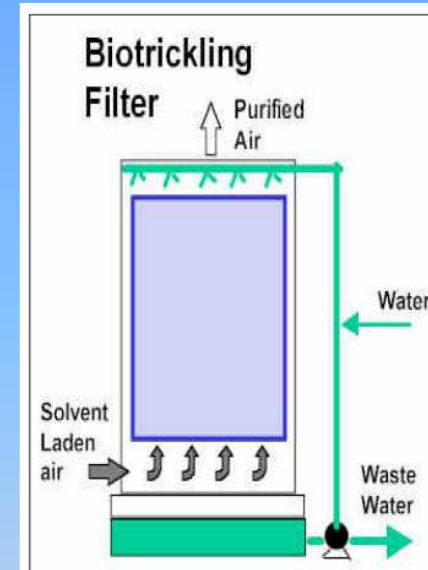
Abbatte: idrocarburi,  $H_2S$  toluene stirene e altri inquinanti idrosolubili;

Importante: il tempo di residenza



# Biotrickling bioscrubbing

	Elimination of odours	Aliphatic hydrocarbons	Aromatic hydrocarbons	Oxygen-based compounds	Sulphur-based compounds	Nitrogen-based compounds	Halogenated hydrocarbons	H <sub>2</sub> S	NH <sub>3</sub>	Ethereal oils
Activated sludge tanks of biological sewage plants	X	X	X	X	X	X		X	X	
Enzyme production	X			X						
Odorant production	X		X	X						X
Rubber industry	X				X			X		
Conditioning of paint wastes	X	X	X	X		X				
Methionine production	X				X					
Polymerisation production	X			X						
Gases from hazardous waste dumps	X	X	X	X		X		X	X	





# L'adsorbimento

- Fenomeno fisico: forze di **Wan der Waals**, accentuato dalla porosità.
- L'adsorbimento sviluppa calore: **calore di condensazione**.
- Procedimento reversibile

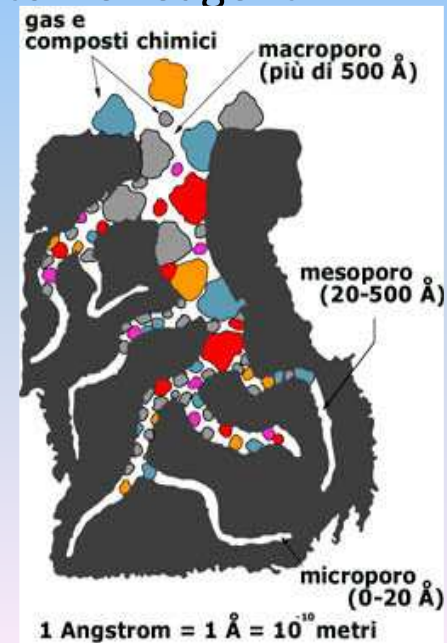
Adsorbenti:

- **Carbone attivo** comportamento simile verso molecole polari e apolari;
- **Ossidi semplici o complessi** (allumina silica, terra di diatomee zeoliti) più affini a sostanze polari sono saturati più facilmente dall'acqua.

Alcune volte gli adsorbenti sono potenziati con modificatori e reagenti

- **Condizioni Operative:**

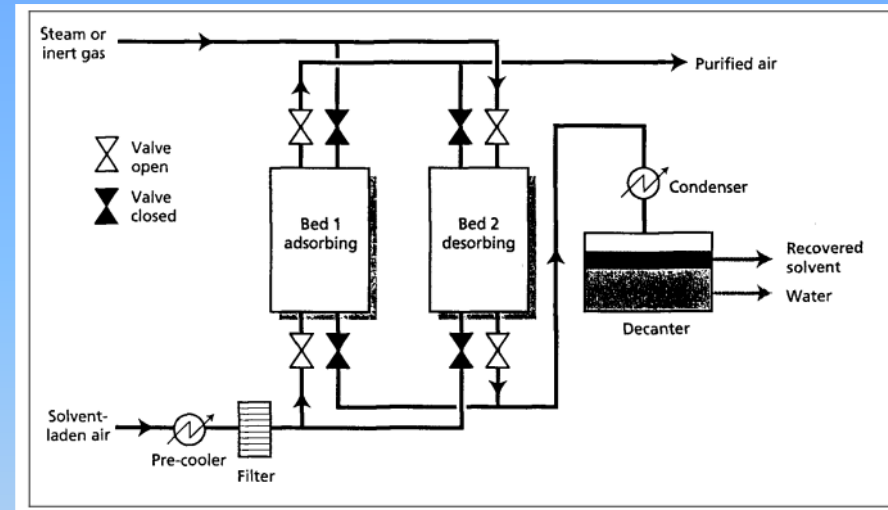
- Temperatura del letto e del gas bassa;
- Tempo di contatto lungo 0,2-0,5 m/s ;
- Distribuzione uniforme della corrente gassosa
- Rimozione del particolato



# adsorbimento

Assorbenti:

- Carbone attivo granulare: è il più comune e con un ampio range di efficienza per composti polari e non polari, può essere impregnato con ossido di manganese o solfuri.
- Zeoliti le loro proprietà dipendono dal modo di costruzione
- Polimeri macroporosi, hanno alta selettività verso i Voc
- gel di silice
- Silicati si alluminio
- allumina



adsorbente	forma	Superficie specifica [m <sup>2</sup> /g]	Volume dei pori [cm <sup>3</sup> /g]	Densità del bulk [g/l]
Carbone attivo	Granulare	500-1000	0.3-0.8	300-500
	Polvere	600-1500	0.3-1.0	
Coke di lignite	Granulare, polvere	200-250	<0.1	~500
Ossido di alluminio	Granulare, polvere	300-350	0.4-0.5	700-800
Resine adsorbenti	granuli	400-1500	35-65 v%	650-700

## L'adsorbimento: soluzioni operative

- Pannelli modulari a perdere, di qualche cm di spessore, velocità di flusso 0,2-0,3 m/s, si eliminano in inceneritore
- Letti fissi rigenerabili outside spessore tra 0,5 e 2 m ( ? rigenerazioni)
- Letti fissi rigenerabili inside, le sostanze possono essere recuperate o incenerite (elevate perdite di carico).
- Letto fluido: il carbone è mantenuto in movimento dal flusso gassoso
- Letto cascante: il carbone esausto è rimosso dal basso.

### Desorbimento:

- Facendo passare vapore d'acqua
- Facendo il vuoto (con l'adsorbato con T alte di ebollizione o possibilità di polimerizzazione con temperatura o acqua)
- Facendo passare un gas inerte (per solventi solubili in acqua)
- Scaldando il letto

Attenzione: rigenerazione termica può cambiare la struttura dei pori

# Ossidazione termica

- Ossidazione termica diretta
- Ossidazione termica rigenerativa (90-97% di recupero):
  - Gas inquinato passa attraverso una camera preriscaldata
  - Entra nella camera di combustione a circa 800°C
  - Dalla camera di combustione passa attraverso una seconda camera dove rilascia il calore ad un sistema refrattario (ceramica o altro).
  - Il gas ripulito viene mandato attraverso una valvola dalla camera allo scarico
  - Il gas trattato supera i 200 Nmc/s.
- Ossidazione termica recuperativa (50-80 % di recupero):
  - Il gas inquinato passa per uno scambiatore termico preriscaldato dal gas già passato per la camera di combustione.
  - Ottimale per bassi flussi di gas al di sotto dei 15 Nmc/s.
- Ossidazione termica cogenerativa (55-65% di recupero):
  - contemporanea produzione di vapore.

## Ossidazione termica: applicazioni

- Immagazzinamento e carico scarico prodotti petroliferi e VOC
- Pulizia di serbatoi anche per il trasporto
- Sfiati nell'industria chimica
- Impianti di verniciatura
- Produzione di prodotti in gomma o in polimero
- Produzione di rivestimenti in polivinile e in poliuretano
- Immagazzinamento e trattamento di sostanze a rischio

# Ossidazione termica

Restrizioni all'uso	
Flusso di gas	900-86000 Nmc/h diretto-rigenerativo 90-86000 recuperativo
temperatura	700-1000 °C 980-1200 °C per clorurati
concentrazione	<25% LEL
Tempo di residenza	0.5-2 secondi

vantaggi	svantaggi
<ul style="list-style-type: none"><li>•Performance costanti</li><li>•Principio semplice</li><li>•Alta efficienza termica</li><li>•Possibilità di cogenerazione</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Emissione di ossidi di azoto e monossido di carbonio</li><li>•Rischio di formazione di diossine</li><li>•Necessità dell'uso di gas o altro combustibile nel caso la concentrazione di VOC al di sotto dell'autocombustione</li></ul>

## Ossidazione catalitica: i catalizzatori

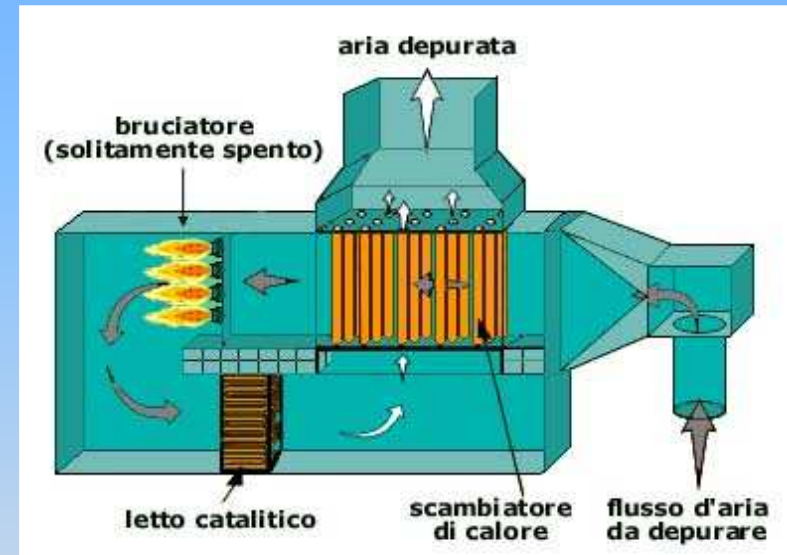
- **Monolita:** un blocco solido contenente canali allineati con il flusso, ha poca espansione o contrazione termica, bassa perdita di carico.
- **Catalizzatore a “packed bed”:** particelle supportate su tubi o tazze , ha più alta perdita di carico e subisce rotture per espansione o contrazione termiche.
- **Catalizzatore a letto fluido:** catalizzatore supportato su pellet, leggera perdita di carico, resiste a gas con più polvere, maggiore trasferimento di calore, vi è però una perdita per abrasione.

**Tipi di catalizzatori VOC:** metalli preziosi (Pd, Pt, Rh) supportati su metalli o ceramiche, metalli elementari supportati su ceramica, ossidi di metalli Cu, Ni, Mn, Co Cr.

- Catalizzatore a Pt per VOC con zolfo, avvelenato da VOC con cloro
- Catalizzatori a Cr/allumina o ossido di rame e cobalto e manganese per VOC con cloro

# Ossidazione catalitica: temperature di conversione

composto	Temperature ignizione °C		Catalitica /termica %
	termica	catalitica	
Benzene	580	301	52
Etanolo	392	301	77
Xilene	496	301	61
CO	608	260	43
Propano	481	260	43
toluene	552	301	54



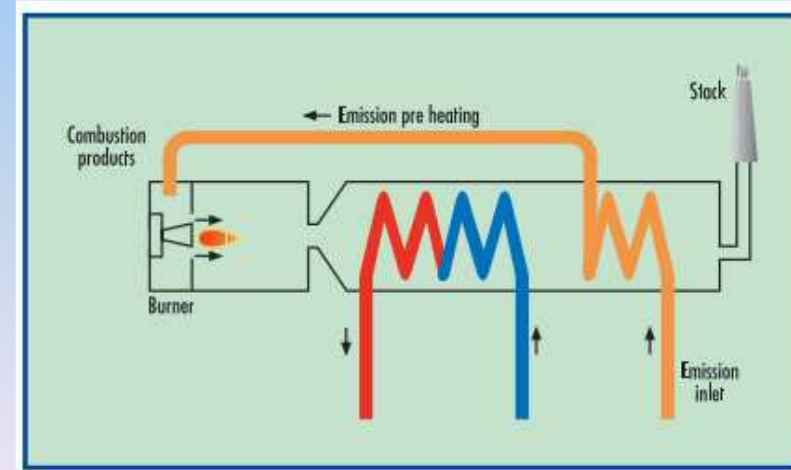
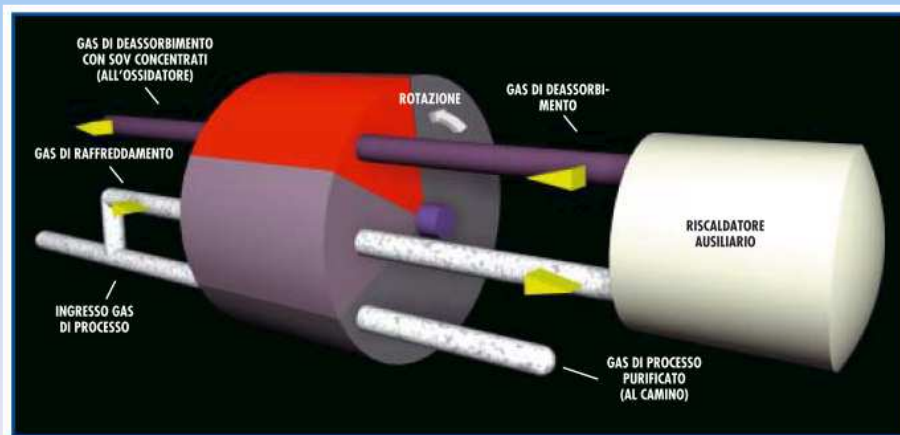
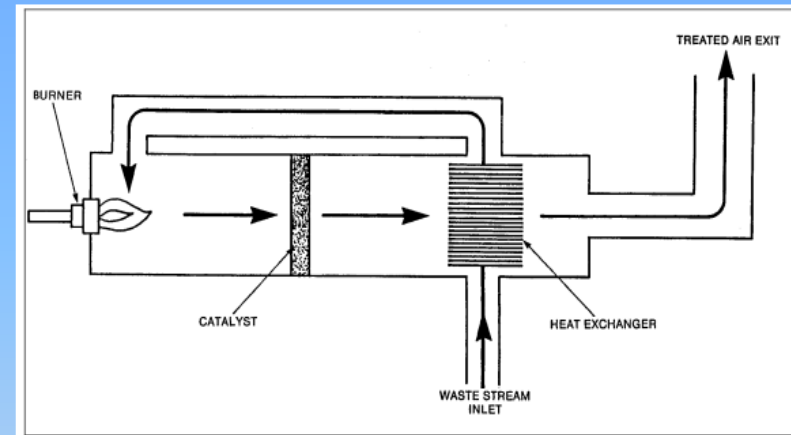


# Sistemi a combustione

Ossidazione termica:

- non catalitica e catalitica
- con recupero di calore
- Con sistemi a rigenerazione
- Con pre-concentrazione

Importante il controllo della temperatura

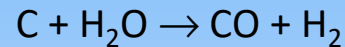


# Combustione: le torce

- Combustione all'uscita del camino: torce elevate

Elementi: 1) bruciatore 2) bruciatore pilota 3) sistema di accensione gas combustibile ed aria 4) sistema di spurgo 5) guardia idraulica

- Torce senza eliminazione di fumo: utilizzate con idrogeno, metano, ossido di carbonio
- Torce con eliminazione di fumo: smokeless: si immette vapore all'uscita così da dare le seguenti reazioni:

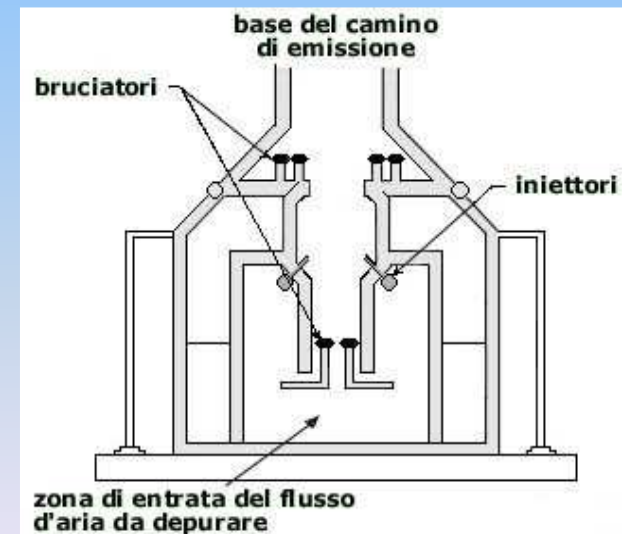
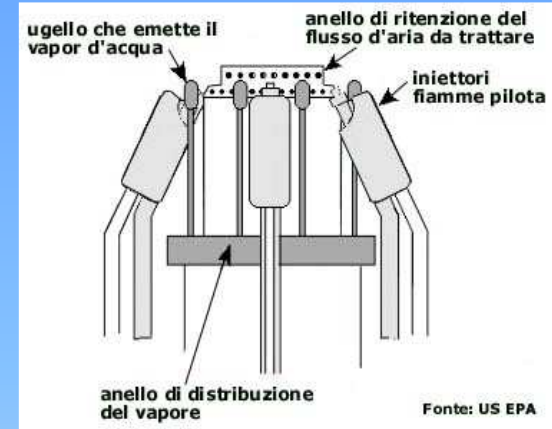


- Torce endotermiche: basso potere calorifico dello scarico è necessario aggiungere combustibile

Alta rumorosità delle torce proporzionale al quadrato della portata del gas combustibile.

Portate che possono arrivare in emergenza a  $10^5 \text{Kg/h}$

- Combustione in camera infossata: torce a terra



# Condensazione

Adatta per vapori vicino al dew-point e dipende:

- Dalla tensione di vapore della sostanza da abbattere
- Dalla temperatura di ebollizione
- Dalla temperatura dell'effluente e dalla portata
- Dalla miscibilità in acqua
- Recupero desiderato

Temperature di raffreddamento:

25°C      raffreddato

2°C        refrigerato

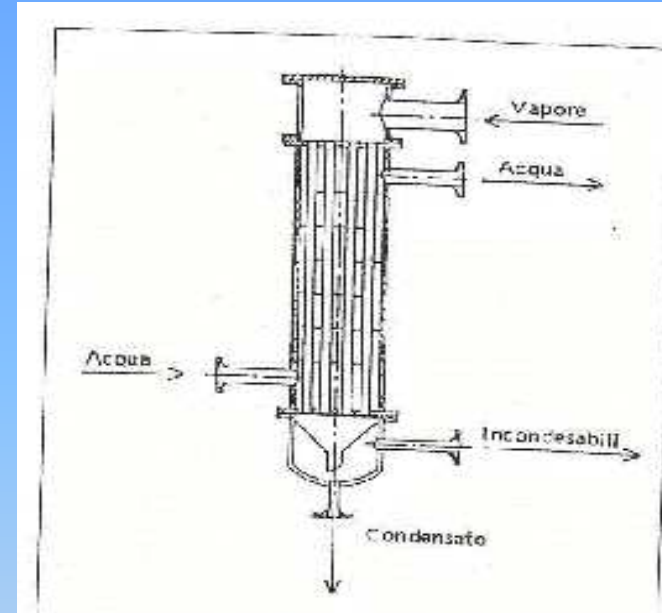
-10°C     alla T di brina dell'acqua

-40°C     I° st. alla T di brina dell'ammoniaca

-60°C     II° st alla.T di brina dell'ammoniaca

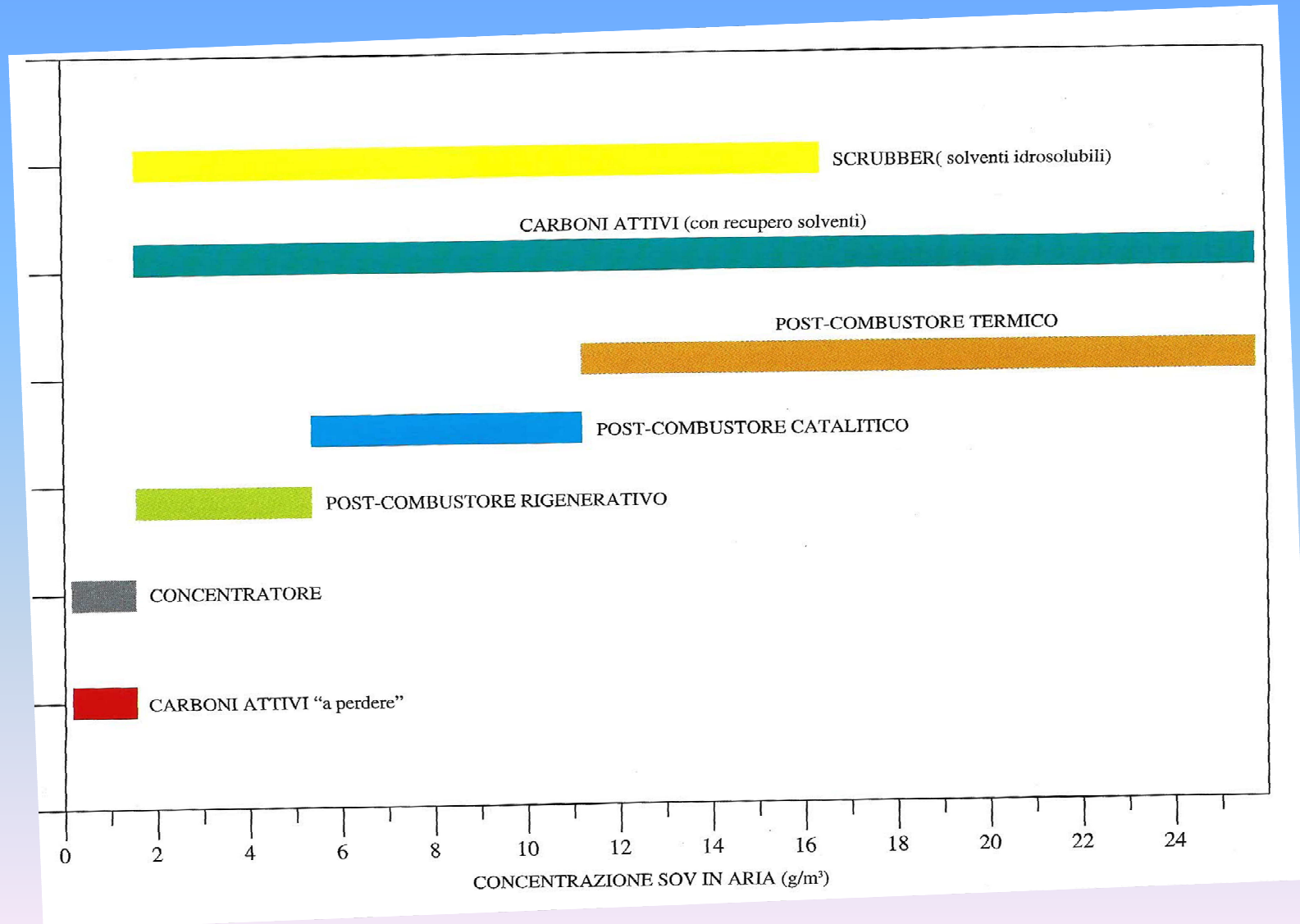
-120 °C   condensazione criogenica

Condensazione può essere diretta o indiretta



vantaggi	svantaggi
Basso costo capitale	Formazione di nebbie
Lavorazione in discontinuo	Possibilità di occlusione
Bassa probabilità di esplosione	Uso con bassa polverosità
Bassa perdita di carico	
Recupero del condensato	

# Scelta dell'abbattitore



# Anidride solforosa

## Produzione:

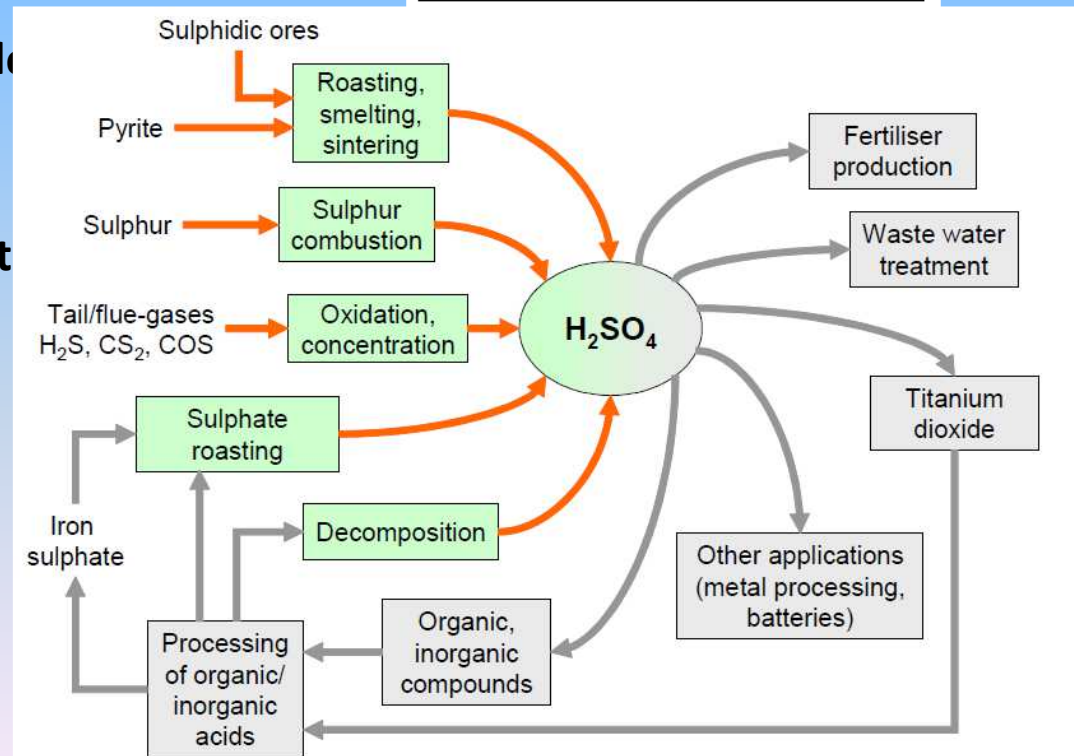
### Fenomeni naturali:

- emissioni vulcaniche,
- incendi di foreste,
- ossidazione di composti volatili dello zolfo,

### processi antropici:

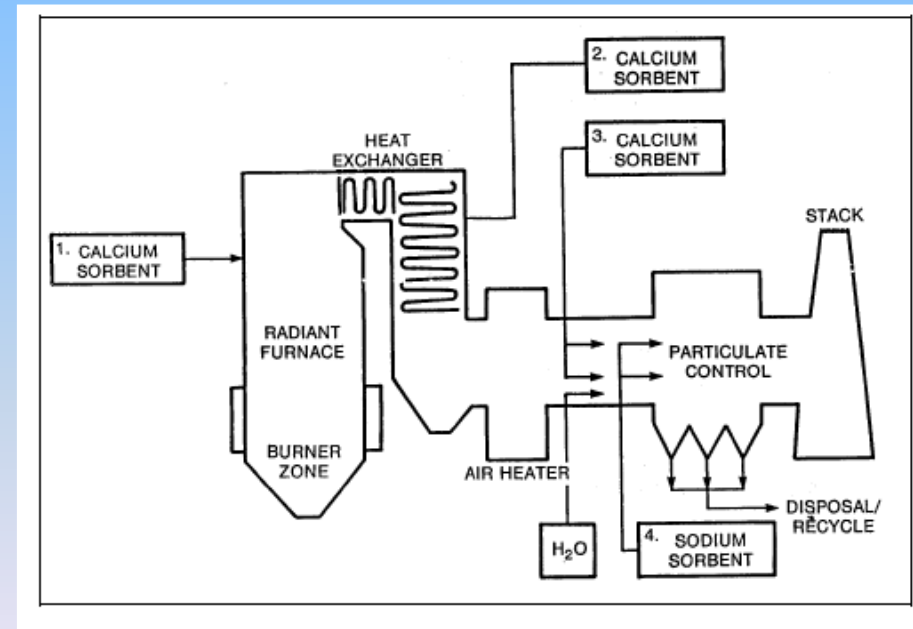
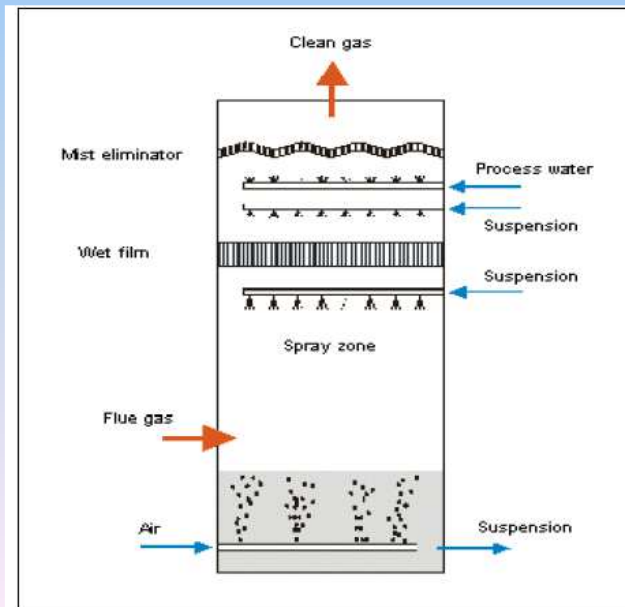
- combustione di materiali contenenti zolfo (soprattutto carbone, ma anche petrolio e altri materiali)
- processi industriali (per esempio, "arrostimento della pirite")
- Produzione di vetro

SO <sub>2</sub> source	% distribution
Sulphur	43.7
Non-ferrous metals	39.0
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> regeneration	7.5
Pyrite	4.2
Recovery & others	5.6



# Abbattimento SO<sub>2</sub> e altri acidi

- Wet scrubbing
- Iniezione di sostanze basiche a secco, a semiumido, ad umido (latte di calce):
  - soda
  - calce
  - bicarbonato di sodio
  - carbonato di sodio

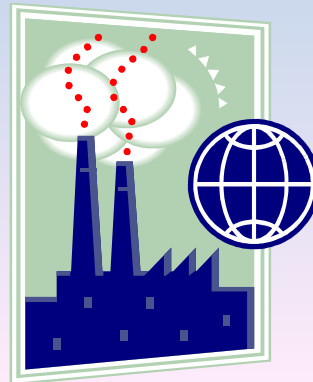


# Rilevanza degli impianti

## Art 272

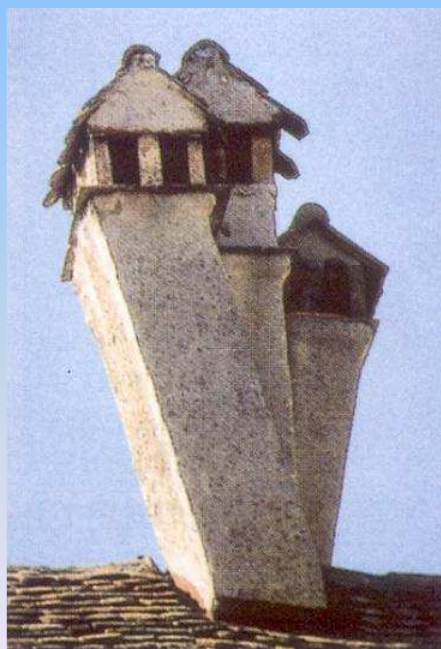
Non sono sottoposti ad autorizzazione di cui al presente titolo gli stabilimenti in cui sono presenti esclusivamente impianti e attività elencati nella parte I dell'Allegato IV alla parte quinta del presente decreto. L'elenco si riferisce a impianti e ad attività le cui emissioni sono scarsamente rilevanti agli effetti dell'inquinamento atmosferico.

Per specifiche categorie di stabilimenti, individuate in relazione al tipo e alle modalità di produzione, l'autorità competente può adottare apposite autorizzazioni di carattere generale, relative a ciascuna singola categoria, nelle quali sono stabiliti i valori limite di emissione.



# Autorizzazione emissioni in atmosfera

1. Fatto salvo quanto stabilito dall'articolo 267, commi 2 e 3, dal comma 10 del presente articolo e dall'articolo 272, commi 1 e 5, per tutti gli stabilimenti che producono emissioni deve essere richiesta una autorizzazione ai sensi della parte quinta del presente decreto. L'autorizzazione è rilasciata con riferimento allo stabilimento. I singoli impianti e le singole attività presenti nello stabilimento non sono oggetto di distinte autorizzazioni.





# I punti dell'autorizzazione

L'autorizzazione stabilisce, ai sensi degli articoli 270 e 271:

- a) per le emissioni che risultano tecnicamente convogliabili, le modalità di captazione e di convogliamento;
- b) per le emissioni convogliate o di cui è stato disposto il convogliamento, i valori limite di emissione, le prescrizioni, i metodi di campionamento e di analisi, i criteri per la valutazione della conformità dei valori misurati ai valori limite e la periodicità dei controlli di competenza del gestore, la quota dei punti di emissione individuata tenuto conto delle relative condizioni tecnico-economiche, il minimo tecnico per gli impianti soggetti a tale condizione e le portate di progetto tali da consentire che le emissioni siano diluite solo nella misura inevitabile dal punto di vista tecnologico e dell'esercizio; devono essere specificamente indicate le sostanze a cui si applicano i valori limite di emissione, le prescrizioni ed i relativi controlli;
- c) per le emissioni diffuse, apposite prescrizioni finalizzate ad assicurarne il contenimento.

# Captazione e convogliamento



## **Art. 270 D.Lgs 152/06 comma 6**

Se più impianti con caratteristiche tecniche e costruttive simili, aventi emissioni con caratteristiche chimico-fisiche omogenee e localizzati nello stesso stabilimento sono destinati a specifiche attività tra loro identiche, l'autorità competente, tenendo conto delle condizioni tecniche ed economiche, può considerare gli stessi come un unico impianto disponendo il convogliamento ad un solo punto di emissione.

# Metodi di campionamento emissioni

Parametro	Metodo
Temperatura	UNI EN ISO 16911:2013
Pressione	UNI EN ISO 16911:2013
Velocità	UNI EN ISO 16911:2013
Portata	UNI EN ISO 16911:2013
Umidità	UNI EN 14790:2006
Ossigeno (O <sub>2</sub> )	UNI EN 14789:2006
Acido Cloridrico (HCl)	UNI EN 1911:2010
Acido Fluoridrico (HF)	ISO15713 :2006
Ossidi Di Azoto (NO <sub>x</sub> ) Espressi Come NO <sub>2</sub>	UNI EN 14792 : 2006
Ammoniaca (NH <sub>3</sub> )	EPA CTM-027 :1997

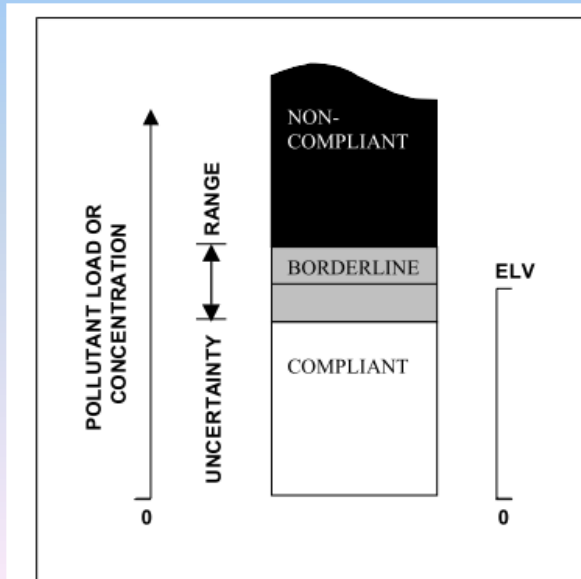
Biossido Di Zolfo (SO <sub>2</sub> )	UNI EN 14791:2006
Monossido Di Carbonio (CO)	UNI EN 15058:2006
TOC Espresso Come C	UNI EN 12619 : 2013
PCDD/PCDF Come (Teq)	UNI EN 1948-1,2,3 : 2006
PCB-DI come (Teq)	UNI EN 1948-1,2,3,4 :2010
IPA	ISO 11338 -1 e 2:2003
Polveri	UNI EN 13284-1:2003
Mercurio (Hg)	UNI EN 13211:2003
Metalli Pesanti (As,Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V)	UNI EN 14385:2004

# Aggiornamenti

- [UNI EN 14792:2017](#) Emissioni da sorgente fissa – Determinazione della concentrazione massica di ossidi di azoto - Metodo di riferimento normalizzato: chemiluminescenza
- [UNI EN 13284-1:2017](#) Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni - Parte 1: Metodo manuale gravimetrico
- [UNI EN 15058:2017](#) Emissioni da sorgente fissa – Determinazione della concentrazione massica di monossido di carbonio – Metodo di riferimento normalizzato: spettrometria ad infrarossi non dispersiva

# Quando e come monitorare

- misure dirette
- parametri surrogati
- bilancio di massa
- calcoli
- fattori di emissione



Likelihood	High	3	4	4
	Medium	2	3	4
	Low	1	2	3
		Low	Medium	High
		Severity of consequences		

1 – Occasional  
2 – Regular  
3 – Frequent  
4 – Intensive

# Manuale vs Continuo

Parameter/substance(s)	Standard	Maximum permissible expanded uncertainty of SRM <sup>(1)</sup>
Carbon monoxide (CO)	EN 15058:2017	± 6.0 %
Dust	EN 13284-1:2017	± 20 %
Gaseous chlorides	EN 1911:2010	± 30.0 %
Nitrogen oxides (NO <sub>x</sub> )	EN 14792:2017	± 10.0 %
Oxygen (O <sub>2</sub> )	EN 14789:2017	± 6.0 % <sup>(2)</sup>
Sulphur oxides (SO <sub>x</sub> )	EN 14791:2017	± 20.0 %
Water vapour	EN 14790:2017	± 20.0 %

<sup>(1)</sup> The expanded uncertainty refers to a coverage factor of  $k = 1.96$  and a confidence interval of 95 %. It is calculated on a dry basis (except for water vapour) and before correction to the reference oxygen level. In the case of oxygen and water, it applies at the measured value and is expressed as a percentage of that value; otherwise, it applies at the ELV level and is expressed as a percentage of that ELV.

<sup>(2)</sup> Or 0.3 % as a volume concentration.

NB: NS = not specified.

Source: [ 71, CEN 2010 ], [ 72, CEN 2017 ], [ 73, CEN 2017 ], [ 74, CEN 2017 ], [ 75, CEN 2017 ], [ 181, CEN 2017 ], [ 193, CEN 2017 ], [ 265, INERIS 2016 ]

Parameter/substance(s)	Maximum permissible expanded uncertainty of AMS <sup>(1)</sup>	
	Large combustion plants	Waste incineration plants
Carbon monoxide (CO)	10 %	10 %
Dust	30 %	30 %
Hydrogen chloride (HCl)	NA	40 %
Hydrogen fluoride (HF)	NA	40 %
Nitrogen oxides (NO <sub>x</sub> )	20 %	20 %
Sulphur dioxide (SO <sub>2</sub> )	20 %	20 %
TVOC	NA	30 %

<sup>(1)</sup> The expanded uncertainties refer to a coverage factor of  $k = 1.96$  and a confidence interval of 95 %. They apply at the ELV levels given in Annexes V (monthly ELVs) and VI (daily ELVs) to the IED and are expressed as a percentage of these ELVs.

NB: NA = not applicable.

Source: [ 24, EU 2010 ]

# Misure in continuo: norme



Standard	Title
EN ISO 9169:2006	Air quality - Definition and determination of performance characteristics of an automatic measuring system (ISO 9169:2006)
EN 14181:2014	Stationary source emissions - Quality assurance of automated measuring systems
EN 15259:2007	Air quality - Measurement of stationary source emissions - Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report
EN 15267-1:2009	Air quality - Certification of automated measuring systems - Part 1: General principles
EN 15267-2:2009	Air quality - Certification of automated measuring systems - Part 2: Initial assessment of the AMS manufacturer's quality management system and post certification surveillance for the manufacturing process
EN 15267-3:2007	Air quality - Certification of automated measuring systems - Part 3: Performance criteria and test procedures for automated measuring systems for monitoring emissions from stationary sources

Pollutant	Monitoring methods	Remarks
Ammonia (NH <sub>3</sub> )	FTIR, NDIR with GFC, TDL	ISO 17179:2016 specifies the fundamental structure and the most important performance characteristics of automated measuring systems (AMS) for ammonia [262, ISO 2016].
Carbon monoxide (CO)	FTIR, NDIR	—
Dust	Light attenuation or scattering, triboelectric effect (i.e. the probe electrification induced by dust particles)	EN 13284-2:2017 defines specific quality assurance requirements related to AMS for dust [62, CEN 2017]. In 2017, no certified AMS was available for the continuous measurement of particle-size distributions.
Hydrogen chloride (HCl)	FTIR, NDIR with GFC, TDL	In 2012, the European Commission issued a mandate to CEN to prepare a new European standard to measure gaseous hydrogen chloride by an automated method including on specific quality assurance requirements [250, COM 2012].
Hydrogen fluoride (HF)	FTIR, TDL	—
Methane (CH <sub>4</sub> )	FID, FTIR, NDIR	EN ISO 25140:2010 defines the principle, the essential performance criteria and specific quality assurance requirements related to AMS for methane [233, CEN 2010].
Mercury (Hg)	AAS, DOAS	EN 14884:2000 defines specific quality assurance requirements related to AMS for total gaseous mercury measurements [232, CEN 2005]. For more details on continuous mercury measurements, see Section 4.3.2.4.3.
Metals and their compounds	—	Certified AMS were only available for mercury (Hg).
Nitrogen oxides (NO <sub>x</sub> )	Chemiluminescence, FTIR, NDIR, NDUV, DOAS	AMS for measuring NO and NO <sub>2</sub> separately were also available.
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)	—	No certified AMS was available in 2017.
PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs	—	In 2017, certified systems were only available for continuous isokinetic sampling.
Sulphur dioxide (SO <sub>2</sub> )	FTIR, NDIR, NDUV, DOAS	—
Sulphur oxides (SO <sub>x</sub> )	—	No certified AMS was available in 2017. A typical option is to continuously measure SO <sub>2</sub> and to apply a correction factor that takes into account the contribution of sulphur trioxide and sulphuric acid aerosols. The correction factor may be determined by periodic measurements of SO <sub>x</sub> , e.g. at the time of calibrating the continuous measurement device.
Total volatile organic carbon (TVOC)	FID	PIDs are not used for continuous measurements due to the high variability of response factors and to difficulties with sample conditioning [231, MCERTS 2016].

NB: AAS = atomic absorption spectrometry; DOAS = differential optical absorption spectroscopy; FID = flame ionisation detection; FTIR = Fourier transform infrared spectrometry; GFC = gas filter correlation; NDIR = non-dispersive infrared spectrometry; NDUV = non-dispersive UV spectrometry; PID = photo ionisation detector; TDL = tunable diode laser absorption spectrometry.

Source: [104, MCERTS 2018], [129, DE UBA and TÜV 2018].



# SME

## Allegato VI parte V D.Lgs 152/2006: Guida tecnica ISPRA

QAL	Livello di assicurazione della qualità
QAL1	Procedimento da utilizzarsi per dimostrare l' idoneità dello strumento al proprio compito di misurazione (parametro e composizione del gas effluente) secondo quanto specificato dalla UNI EN 15267-3:2007
QAL2	Procedimento per la determinazione della funzione di taratura e della sua variabilità nonché una prova della variabilità del sistema di misurazione automatico (AMS) rispetto all'incertezza fornita dalla legislazione.
QAL3	Procedimento utilizzato per controllare la deriva e la precisione al fine di dimostrare che l'AMS è in controllo durante il funzionamento, in modo che continui a funzionare secondo le specifiche richieste per l'incertezza
AST	Prova di sorveglianza annuale per valutare se i valori ottenuti dall'AMS soddisfano ancora i criteri di incertezza richiesti.

Per gli impianti che attuano la UNI EN14181:2005, le procedure per la gestione dei valori forniti dallo SME e dalle MA devono venir gestite, e comunque fatti salvo anche gli obblighi di legge, secondo i dettami della norma stessa, i cui punti chiave sono:

- 1) valutazione completa del sistema SME+MA e verifica della rappresentatività del punto di prelievo all'installazione ed ogni 5 anni (o altra frequenza dipendente da vincoli normativi – ad es., per gli impianti soggetti al D.Lgs. 133/05 è ogni 3 anni) o dopo modifica sostanziale (capitolo 6 della norma) dell'assetto impiantistico e strumentale (QAL2)
  - 2) verifiche periodiche di funzionamento a carico dell'esercente tramite carte di qualità (QAL3)
  - 3) verifiche di mantenimento delle prestazioni degli analizzatori ogni 12 mesi (AST)
- è necessario stabilire i criteri di inserimento delle funzioni di taratura determinate secondo la norma UNI EN14181:2005 nel sistema di elaborazione automatica dei dati.

# SME: IAR

$$I_{AR} = \frac{\frac{1}{N} \sum |M_{rif,i} - M_i| + C_c}{\frac{1}{N} \sum M_{rif,i}}$$

$M_{rif,i}$  misura i-esima fornita dallo strumento/metodo di riferimento

$M_i$  misura i-esima fornita dallo strumento in prova

$C_c$  coefficiente di confidenza (al 95%) relativo alle predette differenze ovvero:

$$C_c = \frac{S_n \cdot T_n}{\sqrt{n}}$$

e

$$S_n = \frac{\sqrt{n \sum_i z^2 - \left( \sum_i z \right)^2}}{n \cdot (n-1)}$$

e

$$z = M_{rif,i} - M_i$$

$N$  numero di misure effettuate.

$T_n$  il coefficiente T di Student relativo a n-2 gradi di libertà

# Condizioni per la misura delle emissioni

<b>NORMA EUROPEA</b>	<b>Qualità dell'aria</b> <b>Misurazione di emissioni da sorgente fissa</b> <b>Requisiti delle sezioni e dei siti di misurazione e dell'obiettivo, del piano e del rapporto di misurazione</b>	<b>UNI EN 15259</b>
		APRILE 2008

Air quality

Measurement of stationary source emissions

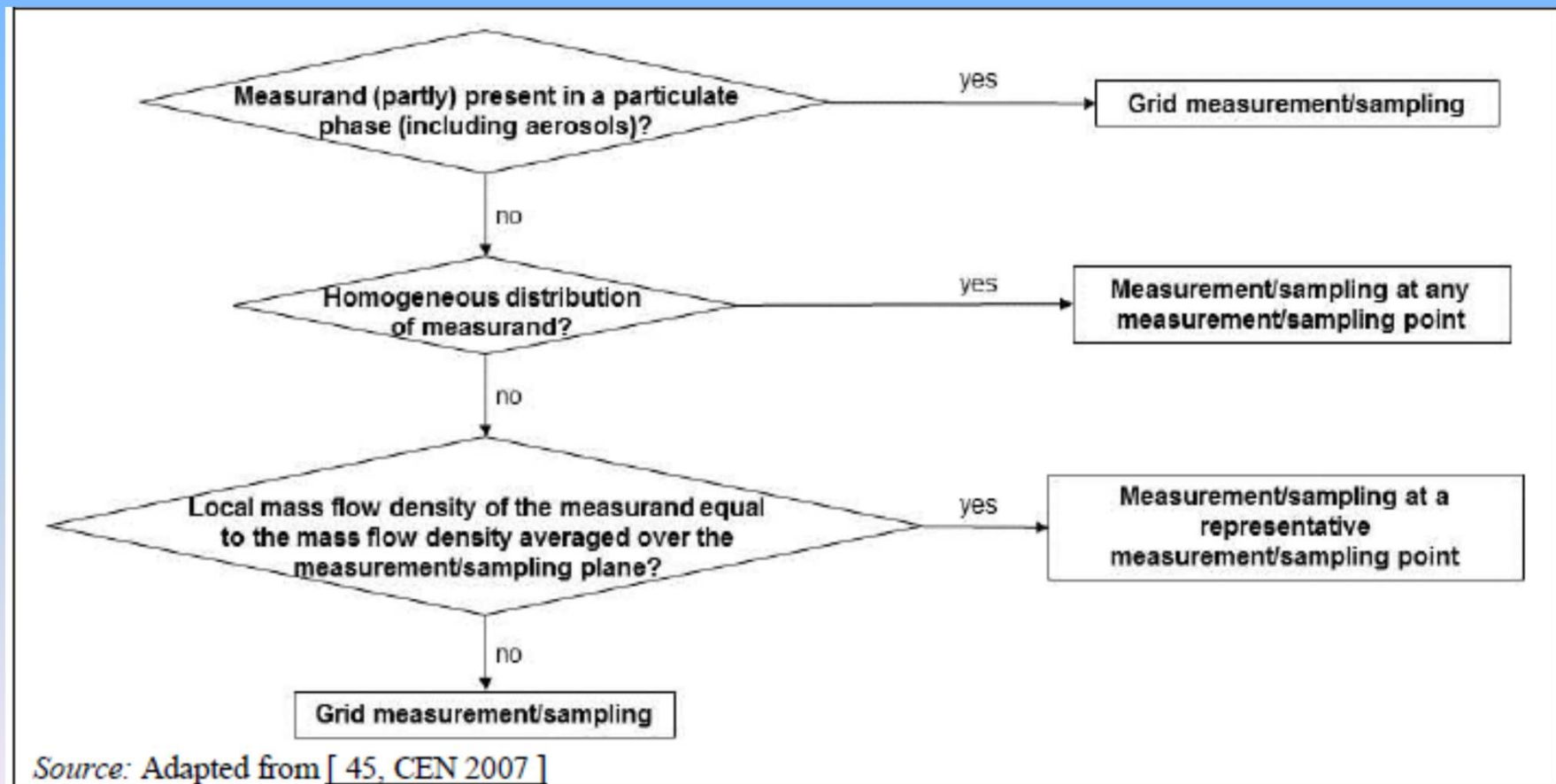
Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report

La norma specifica i seguenti requisiti:

- a) requisiti delle sezioni e dei siti di misurazione relativi all'esecuzione di misurazioni delle emissioni;
- b) requisiti dell'obiettivo, del piano e del rapporto di misurazioni delle emissioni di inquinanti in aria e parametri di riferimento delle misurazioni effettuate in condotti di rifiuti gassosi in impianti industriali.

La norma si applica a metodi di riferimento per misurazioni periodiche manuali o automatiche e specifica principi generali che possono essere applicati nell'esecuzione di misurazioni delle emissioni in diversi tipi di impianti e che soddisfano i diversi obiettivi della misurazione.

# Sampling strategy as described in EN 15259:2007



# La misura della portata UNI EN ISO 16911-1:2013



La norma specifica un metodo per la determinazione periodica della velocità assiale e della portata di flussi gassosi emissivi in condotti e camini. La norma è applicabile a condotti circolari o rettangolari dotati di aree di misura che siano conformi alla norma UNI EN 15259. Le dimensioni minime e massime dei condotti sono determinate da considerazioni di natura pratica relative agli strumenti di misura descritti nella norma UNI EN ISO 16911-1.

The setting of the sampling location shall be according to EN 15259. A survey of the plant and sampling plane before the measurement is necessary to gain information on access to the sampling location, sampling port number and dimension, work place conditions, weather protection, obstruction, and power supply at sampling location. From the information collected, select the proper sampling device and define a schedule of the test procedure. The measurement schedule should include dates, starting times and duration of the test periods. Make sure that plant operation conditions during test periods or volume flow rate measurement should be communicated to control room staff and plant management.

# Attività preliminari per le misurazioni delle emissioni

- la descrizione dell'impianto;
- le caratteristiche di processo;
- le dimensioni della sezione di misurazione
- l'area della sezione di misurazione;

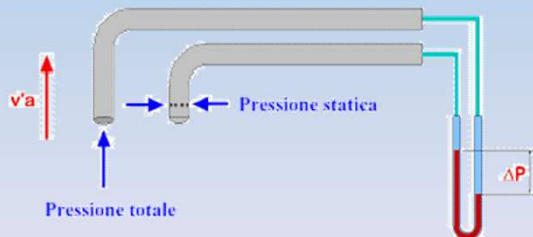
$$Area = r^2 \times \Pi$$

- la composizione del gas;
- la massa molare media;

$$PM_{sec\ co} = \left( \frac{PM_{O_2}}{100} \times \% O_2 \right) + \left( \frac{PM_{CO_2}}{100} \times \% CO_2 \right) + \left( \frac{PM_{N_2}}{100} \times \% N_2 \right)$$

$$\% \text{Umidità FUMI} = \frac{Vn_{condensa}}{(Vn_{camp.} + Vn_{condensa})} \times 100$$

- la pressione atmosferica;
- il fattore di taratura del tubo di Pitot;



- eventuali particolarità rilevate nel corso delle misurazioni;

$$Q (Nm^3 / h) = V \times Sez \times 3600 \times \frac{273^\circ K}{273^\circ K + T_{fumi}^\circ C} \times \frac{P_{fumi\ KPa}}{101,3\ KPa}$$



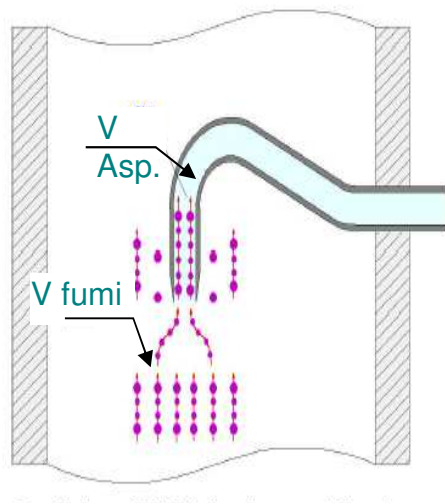
# Misura delle polveri alle emissioni

## UNI EN 13284-1:2017

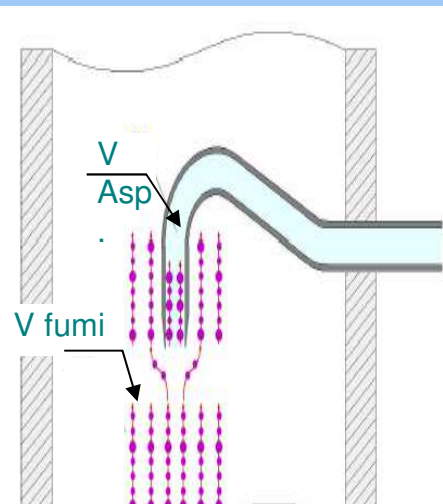
Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni - Parte 1: Metodo manuale gravimetrico

## UNI EN 13284-2:2017

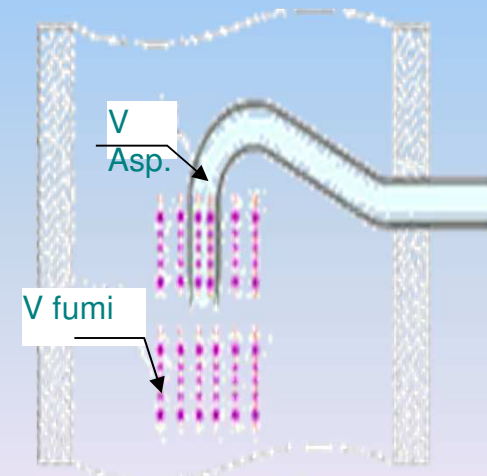
Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni - Parte 2: Controllo di qualità dei sistemi di misurazione automatici



**Condizione di  
Ipercinetsmo sottostima  
del particolato**

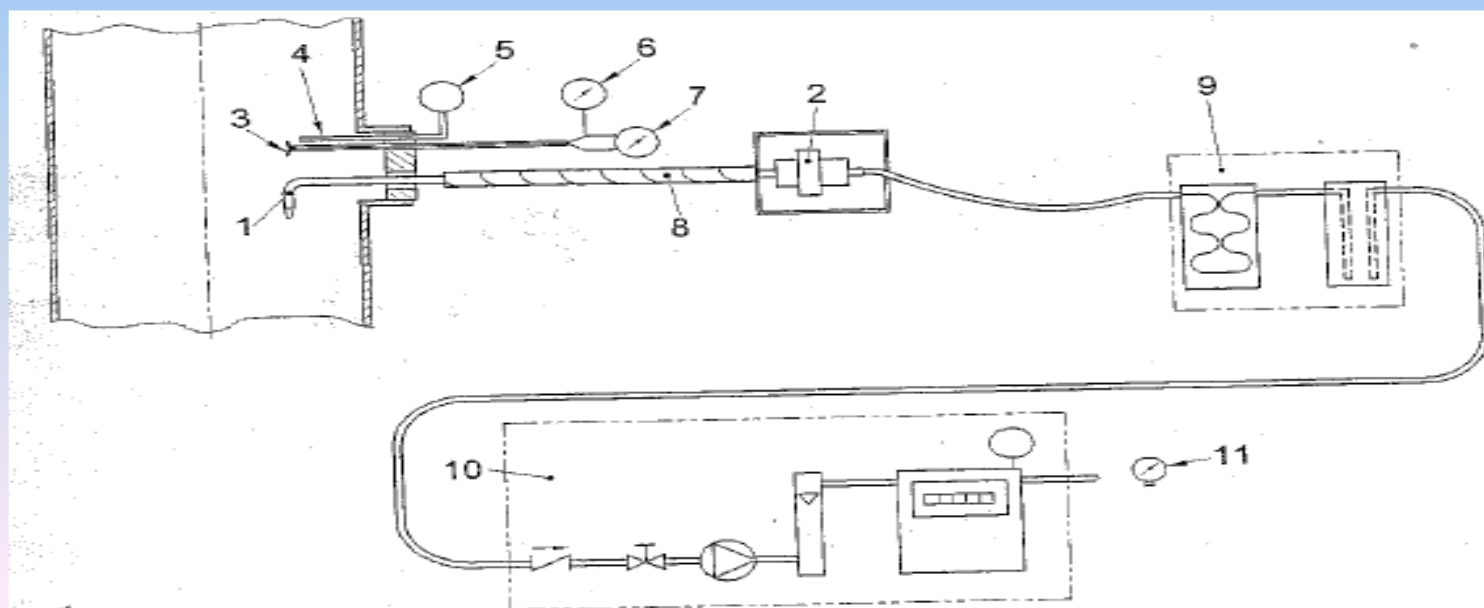
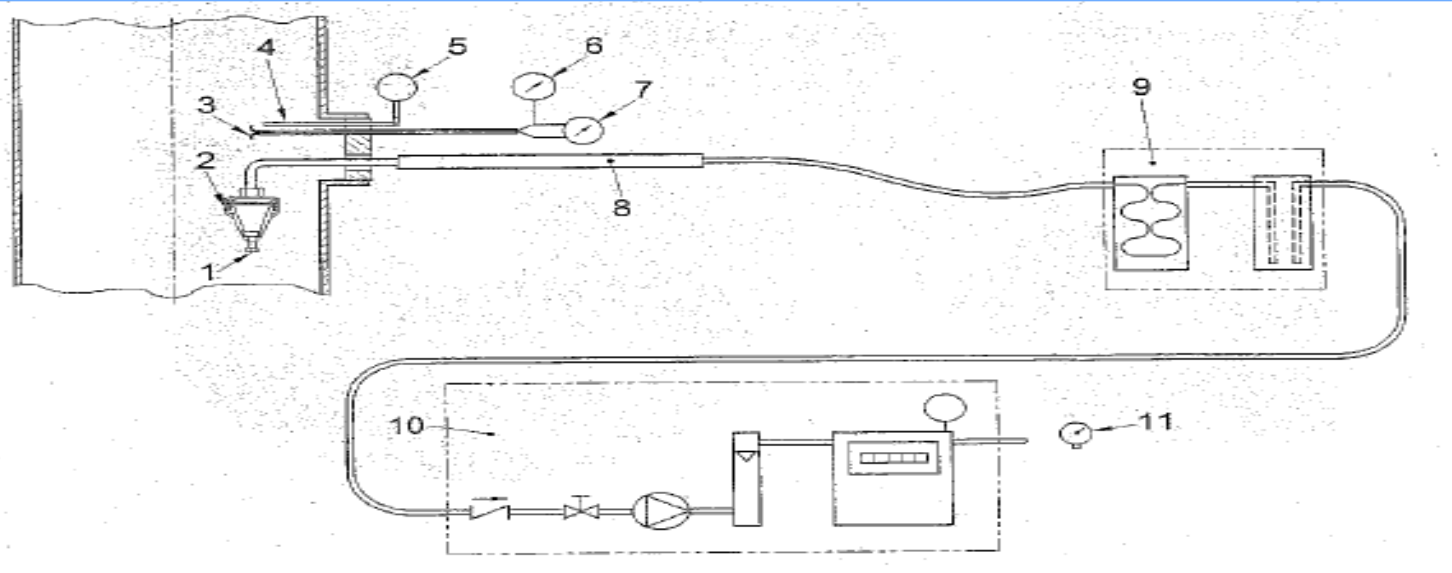


**Condizione di  
Ipocinetsmo sovrastima  
del particolato**



**Condizione isocinetica  
 $V \text{ asp.} = V \text{ fumi}$**

# Il sistema di campionamento





# METODI DI CAMPIONAMENTO INDIRETTO ATTIVO



fiale carbone ←  
→ gorgogliatori



Carbone attivo o grafitato per VOC  
Silice per sostanze acide  
Tenax per VOC  
Amberlite XAD per IPA  
MnO<sub>2</sub> per Hg

# La Norma in vigore per le pompe

## UNI EN ISO 13137:2015



- **Titolo** : Atmosfere dell'ambiente di lavoro - Pompe per il campionamento individuale di prodotti chimici ed agenti biologici - Requisiti e metodo
- **Data entrata in vigore** : 12 novembre 2015
- **Sommario** : La norma specifica i requisiti prestazionali delle pompe alimentate a batteria per il campionamento individuale di prodotti chimici ed agenti biologici nell'aria dei luoghi di lavoro. Inoltre descrive i metodi per la determinazione delle caratteristiche prestazionali di tali pompe in condizioni di laboratorio ben definite.

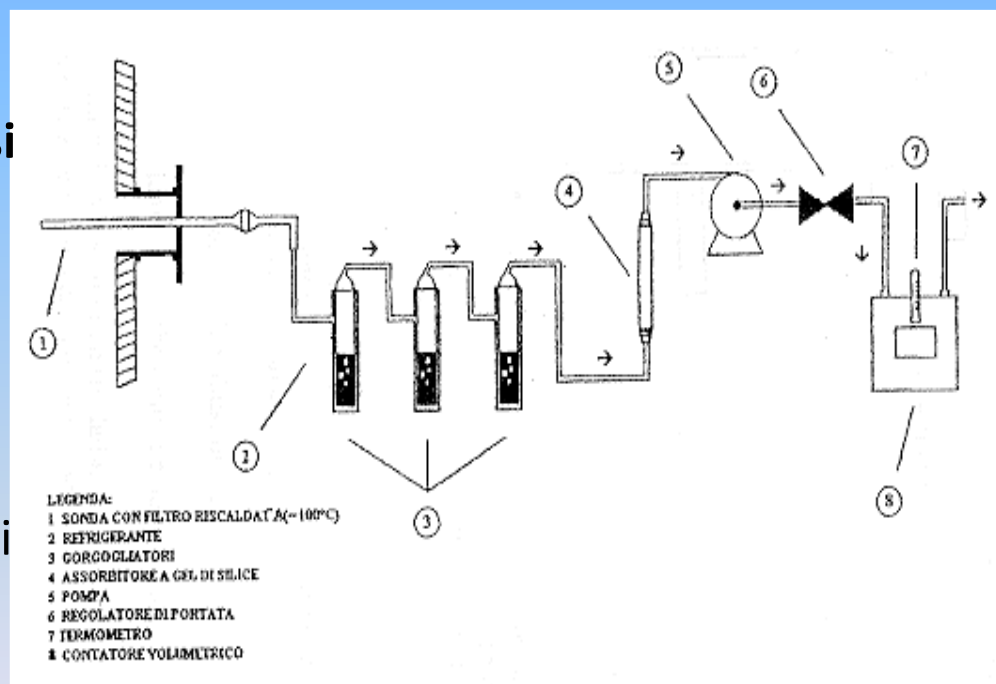
# L'analisi dell'HF DM 25.08.2000

- DM 25.08.2000

Allegato II

**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**

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.



# Metodi proposti OTM-45

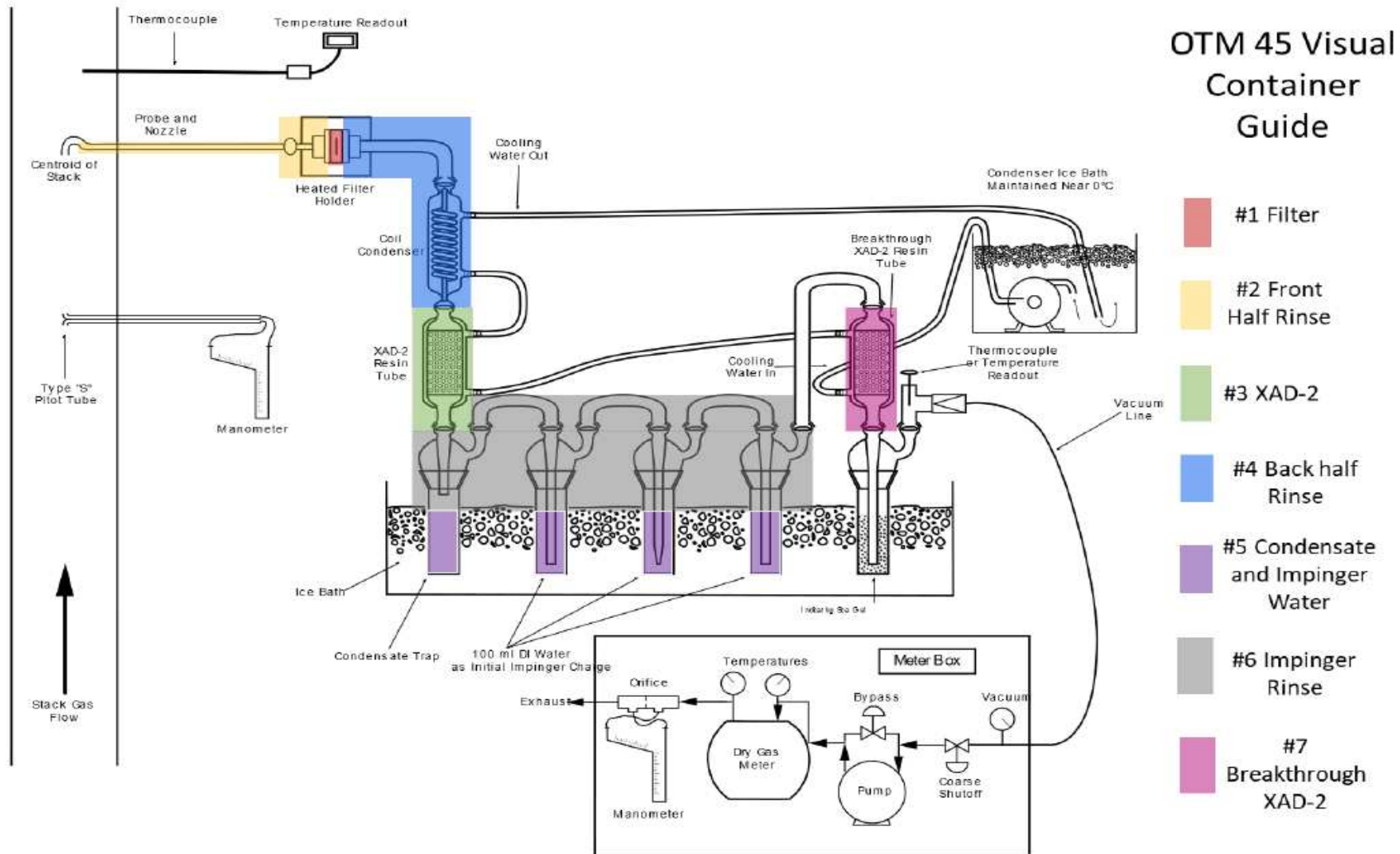
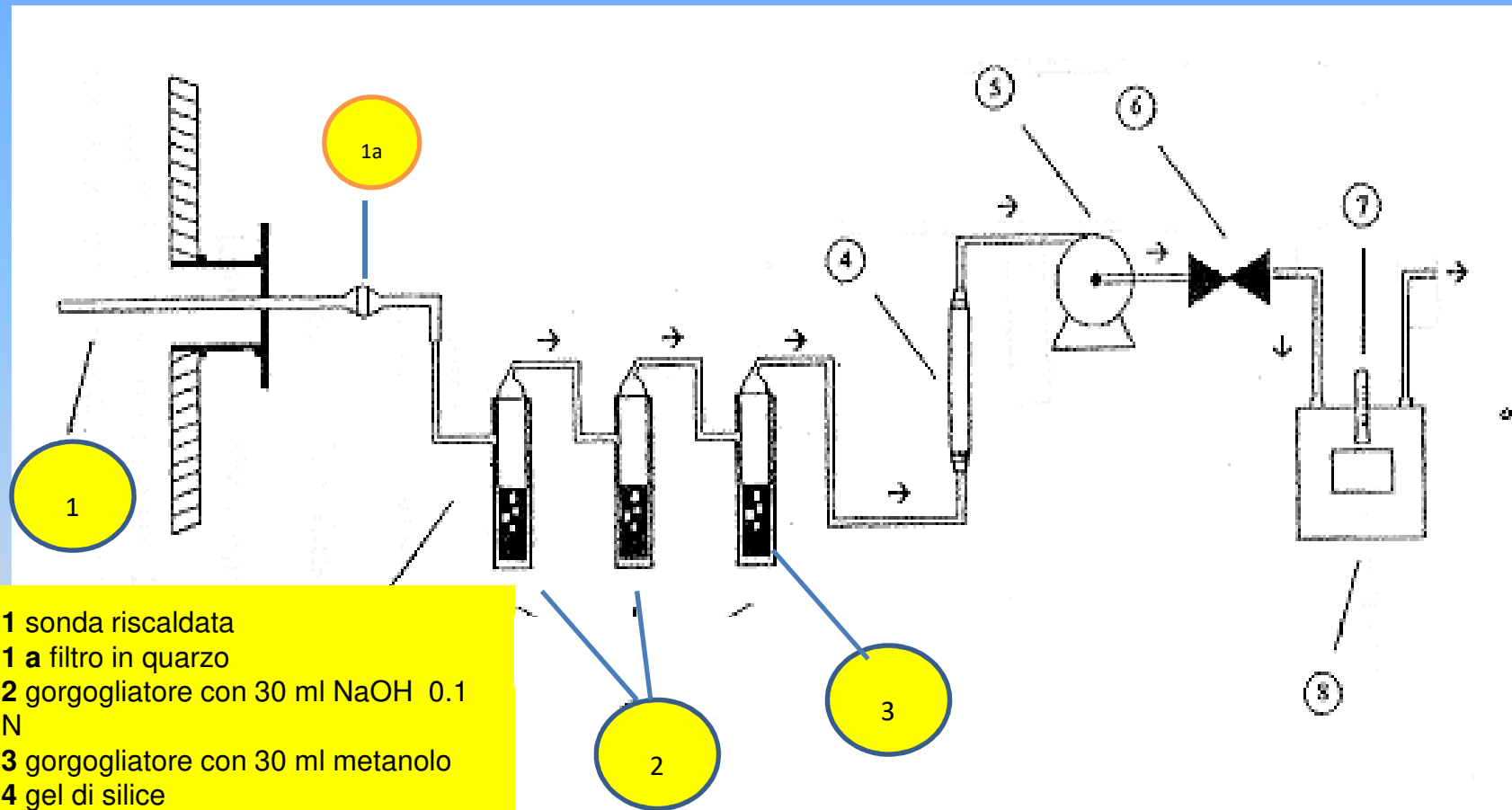


Figure OTM-45-1. Sampling Train

# Metodo usato in ARPAV



- 1 sonda riscaldata
- 1 a filtro in quarzo
- 2 gorgogliatore con 30 ml NaOH 0.1 N
- 3 gorgogliatore con 30 ml metanolo
- 4 gel di silice
- 5-8 pompa

# Emissioni diffuse

## a) Input di solventi organici [I]:

- I1. La quantità di solventi organici o la loro quantità nelle miscele acquistati che sono immessi nel processo nell'arco di tempo in cui viene calcolato il bilancio di massa.
- I2. La quantità di solventi organici o la loro quantità nelle miscele recuperati e re-immessi come solvente nel processo (il solvente riutilizzato è registrato ogni qualvolta sia usato per svolgere l'attività).

## Calcolo dell'emissione diffusa

$$F = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8$$

Oppure

$$F = O2 + O3 + O4 + O9$$

## b) Output di solventi organici [O]:

- O1. Emissioni negli effluenti gassosi.
- O2. La quantità di solventi organici scaricati nell'acqua, tenendo conto, se del caso, del trattamento delle acque reflue nel calcolare O5.
- O3. La quantità di solventi organici che rimane come contaminante o residuo nei prodotti all'uscita del processo.
- O4. Emissioni diffuse di solventi organici nell'aria. È inclusa la ventilazione generale dei locali nei quali l'aria è scaricata all'esterno attraverso finestre, porte, sfianti e aperture simili.
- O5. La quantità di solventi organici e composti organici persi a causa di reazioni chimiche o fisiche (inclusi ad esempio quelli distrutti mediante incenerimento o altri trattamenti degli effluenti gassosi o delle acque reflue, o catturati ad esempio mediante adsorbimento, se non sono stati considerati ai sensi dei punti O6, O7 o O8).
- O6. La quantità di solventi organici contenuti nei rifiuti raccolti.
- O7. La quantità di solventi organici da soli o solventi organici contenuti in miscele che sono o saranno venduti come prodotto avente i requisiti richiesti per il relativo commercio.
- O8. La quantità di solventi organici contenuti nelle miscele recuperate per riuso, ma non per riutilizzo nel processo, se non sono stati considerati ai sensi del punto O7
- O9. La quantità di solventi organici scaricati in altro modo

# Emissioni diffuse metodi

EN 15445:2008 specifies a reverse dispersion modelling method to qualify the diffuse dust emission rates of industrial installations or sites. The method relies on calculations using a dispersion model and the definition of an experimental set-up for sampling

EN 15446:2008 applies to the measurement of fugitive emissions of volatile organic compounds (VOCs) from process equipment. VOCs are defined as all products of which at least 20 wt-% show a vapour pressure higher than 0.3 kPa at 20 °C.

EN 16253:2013 describes the use of active Differential Optical Absorption Spectroscopy (DOAS) with a continuous radiation source for the determination of gaseous compounds (e.g. NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, Hg, benzene, toluene, xylene and other VOCs) in ambient air or in diffuse emissions.

Standard	Title
EN 15445:2008	Fugitive and diffuse emissions of common concern to industry sectors - Qualification of fugitive dust sources by reverse dispersion modelling
EN 15446:2008	Fugitive and diffuse emissions of common concern to industry sectors - Measurement of fugitive emission of vapours generating from equipment and piping leaks
EN 16253:2013	Air quality - Atmospheric measurements near ground with active Differential Optical Absorption Spectroscopy (DOAS) - Ambient air and diffuse emission measurements

# DOAS

Beer – Lambert:  $I(\lambda) = I_0(\lambda)e^{(-L\sigma(\lambda)c)}$

$A = \ln(I_0 / I) = \sigma c L$

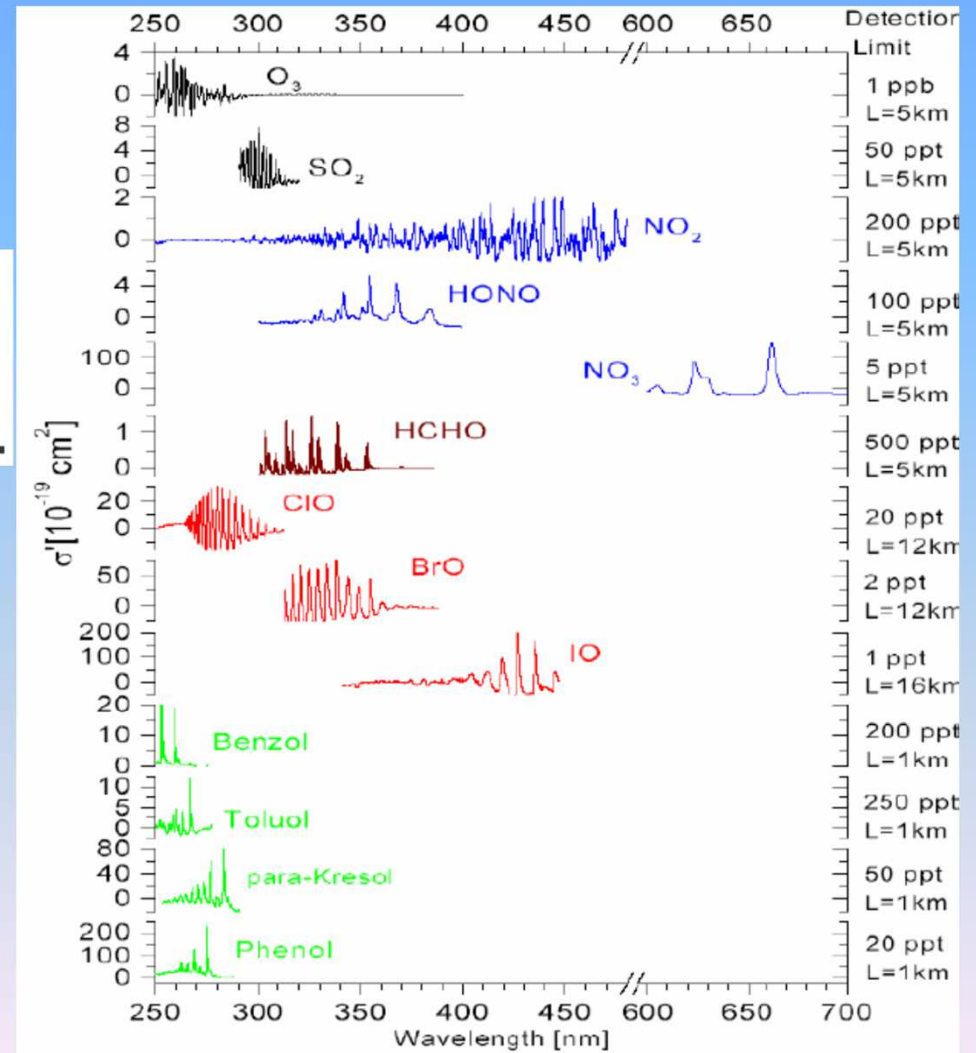
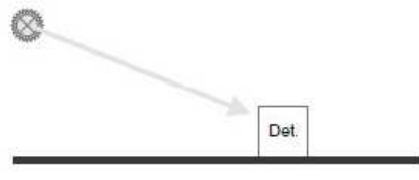
1. Long-Path DOAS (LP-DOAS)



2. Vertical Profiling LP-DOAS Reflectors



5. Direct Sunlight DOAS





# Limiti per l'incenerimento

a) Diossine e furani (PCDD + PCDF) (1)	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>
b) Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) (2)	0,01 mg/Nm <sup>3</sup>
c) PCB-DL (3)	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>

4. Valori limite di emissione medi ottenuti con periodo di campionamento minimo di 6 ore e massimo di 8 ore.

Cadmio e suoi composti, espressi come cadmio (Cd)	0,05 in totale
Tallio e suoi composti espressi come tallio (Tl)	
Mercurio e suoi composti espressi come mercurio (Hg)	0,05
Antimonio e suoi composti espressi come antimonio (Sb)	
Arsenico e suoi composti espressi come arsenico (As)	
Piombo e suoi composti espressi come piombo (Pb)	
Cromo e suoi composti espressi come cromo (Cr)	
Cobalto e suoi composti espressi come cobalto (Co)	0,5 in totale
Rame e suoi composti espressi come rame (Cu)	
Manganese e suoi composti espressi come manganese (Mn)	
Nickel e suoi composti espressi come nickel (Ni)	
Vanadio e suoi composti espressi come vanadio (V)	

3. Valori limite di emissione medi ottenuti con periodo di campionamento minimo di 30 minuti e massimo di 8 ore espressi in mg/Nm<sup>3</sup>

# Coincenerimento

## Caratteristiche CDR DM 5.02.1998

Parametro	Valore	Unità di Misura
PCI min sul tal quale:	15000	kJ/kg
Umidità max	25	% in peso
Cloro max	0,9	% in peso
Zolfo max	0,6	% in peso
Ceneri sul secco max	20	% in peso
Pb volatile sul secco	200	mg/kg
Cr sul secco max	100	mg/kg
Cu comp. solubili sul secco max	300	mg/kg
Mn sul secco max	400	mg/kg
Ni sul secco max	40	mg/kg
As sul secco max	9	mg/kg
Cd + Hg sul secco max	7	mg/kg



# Coincenerimento: i limiti

$$\frac{V_{rifiuti} \times C_{rifiuti} + V_{processo} \times C_{processo}}{V_{rifiuti} + V_{processo}} = C$$



Parameters		Coal (Blank)	Coal (100 tonn/h) RDF (6 tonn/h)	Coal (100 tonn/h) RDF (9 tonn/h)
Gas Volumetric Flow Rate	m <sup>3</sup> /h	1102848	1070513	1091362
Hydrochloric acid (HCl)	mg/ m <sup>3</sup>	1.1 ±0.2	4.4 ±0.7	4.9 ±0.7
Hydrochloric acid (HCl)	g/h	1213 ±220	4710 ±749	5348 ±765
Polychlorinated Dibenzodioxin/Furans (PCDD+PCDF)	pgI-TEQ/m <sup>3</sup>	0.097 ±0.018	0.763 ±0.153	0.059 ±0.012
Polychlorinated Dibenzodioxin/Furans (PCDD+PCDF)	ng/h	107.98 ±19.85	816.80 ±163.79	64.39 ±13.08

# CSS

DECRETO 14 febbraio 2013 , n. 22 . Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di determinate tipologie di combustibili solidi secondari (CSS), ai sensi dell'articolo 184 -ter , comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni.

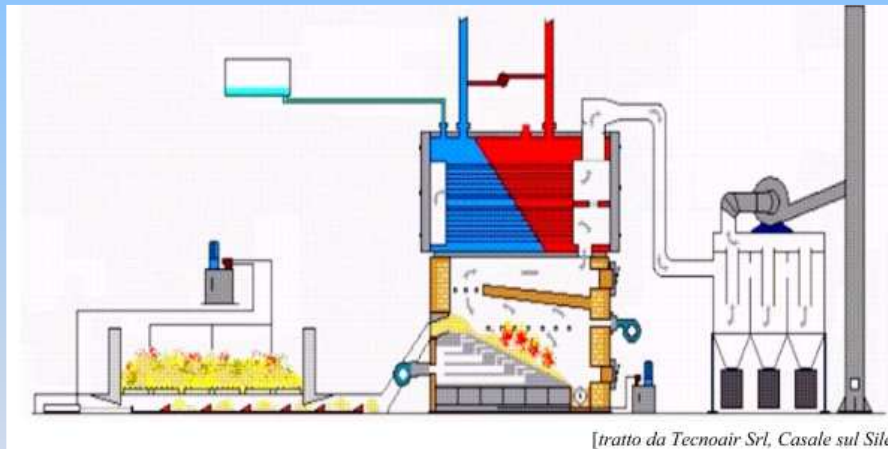
Il CSS (Combustibile Solido Secondario) è un combustibile ottenuto dalla componente secca (plastica, carta, fibre tessili, ecc.) dei rifiuti non pericolosi, sia urbani sia speciali, tramite appositi trattamenti di separazione da altri materiali non combustibili, come vetro, metalli e inerti.

Il CSS può trovare impiego in

- impianti industriali esistenti (cementifici, acciaierie, centrali termoelettriche, ecc.) in sostituzione ai combustibili tradizionali;
- combustori dedicati al suo utilizzo specifico per la produzione di energia elettrica.

# Impianti combustione legna

**D.M. 05/02/1998** : Allegato 2 sub-allegato 1 “Norme tecniche per l'utilizzazione dei rifiuti non pericolosi come combustibili o altro mezzo per produrre energia”



	Impianto	Portata	PCDD/F (totale I-TE)	Flusso di massa	Flusso emissivo annuo	note
		Nm <sup>3</sup> /h	ng/Nm <sup>3</sup>	μg/h	mg/anno	
caldaie a legno trattato	A	3100	7,64	23,68	28,4	
	B	8100	0,018	0,15	0,2	
	E	3400	1,01	3,43	4,1	
	F	2100	0,11	0,23	0,3	
	G	11800	0,011	0,13	0,2	
	J	4300	4,26	18,32	22,0	
	K	5400	3,41	18,41	22,1	
caldaie a legno vergine	M	8800	0,0024	0,02	0,03	
	P	3200	2,25	7,20	8,6	acquistati scarti di legno da terzi
	Q	5500	0,0073	0,04	0,05	

**DM 05/02/1998** fissa i limiti alla emissioni pari a 0,1 ng/Nm<sup>3</sup> per i PCDD/F e 0,01 mg/Nm<sup>3</sup> per gli IPA

# Non ci sono solo le fonti fisse

DECRETO LEGISLATIVO 16 luglio 2014 , n. 112

. Attuazione della direttiva 2012/33/UE  
che modifica la direttiva 1999/32/CE  
relativa al tenore di zolfo dei combustibili  
per uso marino.

1. Ai fini previsti dall'articolo 295, comma 20, lettera a), si applicano i seguenti valori di emissione equivalenti ai limiti di tenore di zolfo dei combustibile per uso marittimo:

Tenore di zolfo del combustibile per uso marittimo (% m/m)	Rapporto emissione SO <sub>2</sub> (ppm)/CO <sub>2</sub> (% v/v)
3,50	151,7
1,50	65,0
1,00	43,3
0,50	21,7
0,10	4,3

Venice Blue Flag: le compagnie di crociera che vengono a Venezia si impegnano ad utilizzare un carburante a basso tenore di zolfo (inferiore allo 0,1%) molto inferiore a quanto previsto dalle normative UE e italiane (quella italiana prevede una percentuale di zolfo inferiore al 3,5% e dello 0,5% dal 2020), a partire dalla bocca di porto di Lido, lungo i canali portuali e per tutta la durata dello stazionamento nel terminal di Marittima.



# Ricadute normative?

## Le emissioni in atmosfera (allegati alla parte V D.Lgs 152/2006:

- 1.1. Sostanze ritenute cancerogene e/o tossiche per la riproduzione e/o mutagene (tabella A1).
- 1.2. Sostanze di tossicità e cumulabilità particolarmente elevate (tabella A2)
2. Sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di polvere (tabella B)
3. Sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di gas o vapore (tabella C)
4. Composti organici sotto forma di gas, vapori o polveri (Tabella D)

REGOLAMENTO (UE) N. 605/2014 DELLA COMMISSIONE

del 5 giugno 2014

recante modifica, ai fini dell'introduzione di indicazioni di pericolo e consigli di prudenza in croato e dell'adeguamento al progresso tecnico e scientifico, del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele

Nome sostanza	Numero CE	vecchia classificazione CLP	nuova classificazione CLP
formaldehyde...%	200-001-8	Carc. 2 Acute Tox. 3 (*) Acute Tox. 3 (*) Acute Tox. 3 (*) Skin Corr. 1B Skin Sens. 1	<b>Carc. 1B</b> <b>Muta. 2</b> Acute Tox. 3* Acute Tox. 3* Acute Tox. 3* Skin Corr. 1B Skin Sens. 1
styrene	202-851-5	Flam. Liq. 3 Acute Tox. 4 (*) Eye Irrit. 2 Skin Irrit. 2	Flam. Liq. 3 <b>Repr. 2</b> Acute Tox. 4* <b>STOT RE 1</b> Skin Irrit. 2 Eye Irrit. 2

La classificazione della formaldeide cambia da cancerogena di categoria 2 (ovvero: *sostanza sospetta cancerogena senza prove sufficienti a classificarla in categoria 1*) a cancerogena di categoria 1B (ovvero: *sostanza presunta cancerogena sulla base di esperimenti su animali*); diventa inoltre mutagena di categoria 2. La classificazione dello stirene monomero viene integrata dalle voci: tossico per la riproduzione di categoria 2 (*sospettato di nuocere al feto*) e tossico per gli organi uditivi (*ototossico*) per esposizione ripetuta.

# Grazie

Per contatti:

[gianni.formenton@arpa.veneto.it](mailto:gianni.formenton@arpa.veneto.it)

