

## EMISSIONI IN ATMOSFERA DA CENTRALI A TURBOGAS

A cura di Arpa Sezione di Piacenza e Ferrara

### Premessa

In questo documento si vogliono approfondire gli elementi tecnici caratteristici delle emissioni in atmosfera di centrali turbogas con particolare attenzione alle più recenti problematiche che si riferiscono alle emissioni di polveri.

Diversi fattori devono essere presi in considerazioni al fine di valutare le emissioni di polveri da centrali a turbogas.

Risulta infatti indispensabile definire sia le caratteristiche del combustibile utilizzato sia i sistemi di riduzione degli ossidi di azoto.

Le centrali a turbogas possono infatti utilizzare come combustibile sia gasolio, sia gas naturale; in Italia il combustibile utilizzato è il gas naturale, mentre negli Stati Uniti i combustibili vengono utilizzati entrambi, con una maggior preferenza per il gasolio.

Occorre anche tener presente che le emissioni gassose sono differenti in funzione dei sistemi di abbattimento adottati; i più utilizzati sono sistemi di abbattimento con iniezione di acqua o vapore oppure con tecnologie di abbattimento a secco.

Il sistema di abbattimento con iniezione di acqua o di vapore (water-steam injection) risulta oramai sorpassato sia per i limiti di abbattimento raggiungibili ( $100 \text{ mg/Nm}^3$  di  $\text{NO}_x$ ) sia per la necessità di disporre di risorse idriche elevate.

I sistemi oggi utilizzati sono le tecnologie a secco in particolare l'utilizzo di bruciatori con combustibile immesso a stadi o ad immissione graduale di combustibile (Dry Low  $\text{NO}_x$ ).

I primi sistemi DLN1 raggiungono infatti i limiti di abbattimento di  $50 \text{ mg/Nm}^3$  di  $\text{NO}_x$ , mentre la nuova tecnologia DNL2, che comincia ad essere impiegata negli Stati Uniti con ulteriore miglioramento del sistema di combustione, consente di ridurre ulteriormente l'emissione degli ossidi di azoto pari a  $20 \text{ mg/Nm}^3$ .

In Italia dopo la realizzazione di alcuni impianti con impianti water-steam injection, vengono presentati progetti con impianti di abbattimento a secco.

### **Emissioni di Polveri**

In linea teorica la combustione del gas metano non genera polveri e l'utilizzo del gas naturale o di gas liquefatti viene considerato come un sistema di limitazione delle emissioni di polveri.

In condizioni di non completa combustione anche il gas naturale può generare polveri, ma indubbiamente in un impianto di tipo industriale ove si cerca di utilizzare al massimo il combustibile l'evento risulta di scarsa rilevanza.

Per valutare comunque le emissioni di polveri, in modo sperimentale e non teorico, sono disponibili le seguenti misure effettuate su centrali a turbo gas sia da arpa sia da altri laboratori certificati.

### **Consorzio di Sarmato (accertamenti arpa)**

- Centrale a turbo gas a cogenerazione a ciclo combinato
- Un gruppo da 150 MW elettrici
- alimentazione gas naturale
- camini di emissioni n. 1

Nella costruzione della centrale è stata adottata la tecnologia DLN basata sull'utilizzo di una camera di combustione a due stadi e premiscelazione.

I risultati dei controlli effettuati sono riassunti nella tabella sottostante in cui sono riportati le caratteristiche essenziali di funzionamento e gli inquinanti principali

Carico elettrico (Mw)	145
Portata gas naturale (Nm <sup>3</sup> /h)	31200
Portata fumi (Nm <sup>3</sup> /h)	952300
Polveri totali (mg/Nm <sup>3</sup> )	0,7
Ossidi di azoto emessi (mg/Nm <sup>3</sup> )	58
Monossido di carbonio emesso (mg/Nm <sup>3</sup> )	3
Idrocarburi Policiclici Aromatici	< l.r.
Aldeidi	< l.r.

l.r. = limite di rilevabilità strumentale pari a 0,1 µg

Nella successiva tabella vengono speciati le aldeidi e gli I.P.A. ricercati.

<b>Aldeidi</b>	<b>I.P.A.</b>
Formaldeide	Fluorantene
Acetaldeide	Benzo(b)fluorantene
Acroleina	Benzo(a)pirene
Propionaldeide	Indeno(1,2,3-cd)pirene
Crotonaldeide	Benzo(c,h,i)perilene
Metacroleina	
Butirraldeide	
Benzaldeide	
Valeraldeide	
p-tolualdeide	
Esaldeide	

#### **Centrale ENEL di Castel San Giovanni (accertamenti CESI)**

- Centrale a turbo gas a cogenerazione a ciclo combinato
- N 3 gruppi da 380 MW elettrici
- alimentazione gas naturale
- camini di emissioni n. 3
- In corso di realizzazione 4 gruppo

Nella costruzione della centrale è stata adottata la tecnologia con combustori a secco.

I risultati dei controlli effettuati sono riassunti nella tabella sottostante in cui sono riportati le caratteristiche essenziali di funzionamento e gli inquinanti principali riferiti ai fumi secchi e al 15% di ossigeno

Carico elettrico (Mw)	375
Portata gas naturale (Nm <sup>3</sup> /h)	70000
Portata fumi (Nm <sup>3</sup> /h)	1900000 *
Ossidi di azoto emessi (mg/Nm <sup>3</sup> )	46 *
Monossido di carbonio emesso (mg/Nm <sup>3</sup> )	3 *
Polveri totali (mg/Nm <sup>3</sup> )	n.d.
Metalli (µg/Nm <sup>3</sup> )	
Arsenico	1,0
Berillio	0,8
Cadmio	0,1
Cobalto	0,4
Cromo	0,4
Rame	3,7
Mercurio	0,1
Manganese	51,8
Nichel	62,2
Piombo	3,1
Palladio	0,2
Platino	0,1
Rodio	0,1
Antimonio	0,1
Selenio	2,1
Stagno	0,2
Tellurio	0,2
Tallio	0,1
Vanadio	4,3
Sostanze Organiche Volatili (mg/Nm <sup>3</sup> )	0,087
Idrocarburi Policiclici Aromatici (µg/Nm <sup>3</sup> )	0,007

\* valori medi dedotti dai controlli in continuo

Nella successiva tabella vengono riportate le concentrazioni di ciascun Idrocarburo Policiclico Aromatico ricercato.

<b>I.P.A. (ng/Nm<sup>3</sup>)</b>	
Naftalene	0,04
2-metilnaftalene	0,04
1-metilnaftalene	0,04
2,6 dimetilnaftalene	0,15
Acenaftilene	0,26
Acenaftene	0,18
2,3,5-trimetilnaftalene	0,29
Fluorene	0,40
Fenantrene	2,52
Antracene	0,66
1-metilfenantrene	1,06
Fluorantene	3,17
Pirene	2,04
Ciclopenta(c,d)pirene	0,84
Benzo(a)antracene	0,62
Crisene	1,97
Benzo(j,b,k)fluorantene	4,50
Benzo(e)pirene	1,28
Benzo(a)pirene	1,46
Terilene	1,35
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1,64
Dibenzo(a,h)antracene	1,31
Benzo(g,h,i)perilene	1,60
Dibenzo(a,l)pirene	0,04
Dibenzo(a,e)pirene	0,04
Dibenzo(a,i)pirene	0,04
Dibenzo(a,h)pirene	0,04

L'indagine del CESI era rivolta alla determinazione dei microinquinanti organici ed inorganici in emissione dal gruppo n. 1 .

Non sono state determinate le polveri totali ma dai valori di metalli riscontrati pari a 0,13 mg/Nm<sup>3</sup> si può stimare che anche le concentrazioni di polveri siano dello stesso ordine di grandezza delle concentrazioni misurate da Arpa.

#### **Centrale Trino – Leri Cavour (Non in RER) (accertamento ENEL lab. Di Piacenza)**

- Centrale a turbo gas a cogenerazione a ciclo combinato
- N 2 gruppi da 380 MW elettrici
- alimentazione gas naturale
- camini di emissioni n. 4

Nella costruzione della centrale è stata adottata la tecnologia con combustori a secco.

I risultati dei controlli effettuati sono riassunti nella tabella sottostante in cui sono riportati le caratteristiche essenziali di funzionamento e gli inquinanti principali riferiti ai fumi secchi e al 15% di ossigeno

Carico elettrico (Mw)	355
Portata fumi (Nm <sup>3</sup> /h)	n.d.
Ossidi di azoto emessi (mg/Nm <sup>3</sup> )	124
Monossido di carbonio emesso (mg/Nm <sup>3</sup> )	63
Polveri totali (mg/Nm <sup>3</sup> )	0,2*
Metalli (µg/Nm <sup>3</sup> )	
Arsenico	25,3
Berillio	0,2

Cadmio	0,1
Cobalto	0,2
Cromo	5,9
Rame	5,7
Mercurio	2,1
Manganese	1,5
Nichel	8,6
Piombo	1,9
Palladio	0,1
Platino	0,1
Rodio	0,1
Antimonio	0,1
Selenio	0,1
Stagno	0,5
Tellurio	0,1
Tallio	0,2
Vanadio	24,4
Sostanze Organiche Volatili (mg/Nm <sup>3</sup> )	0,087
Idrocarburi Policiclici Aromatici (µg/Nm <sup>3</sup> )	0,007

\* valori massimo determinato, altri valori < 0,1 mg/Nm<sup>3</sup>

n.d. = non disponibile

L'indagine del laboratorio ENEL era rivolta alla determinazione dei microinquinanti organici ed inorganici in emissione dal gruppo n. 2 .

Sono state determinate le polveri totali pari a 0,2 mg/Nm<sup>3</sup> in linea con i valori rilevati di metalli pesanti riscontrati pari a 0,07 mg/Nm<sup>3</sup> .

#### **Centrale Ferrara (accertamenti arpa)**

- Centrale a turbo gas a cogenerazione a ciclo combinato

- N. 1 gruppi da 150 MW elettrici
- alimentazione gas naturale
- camini di emissioni n. 2

Nella costruzione della centrale è stata adottata la tecnologia con combustori a secco.

I risultati dei controlli effettuati sono riassunti nella tabella sottostante in cui sono riportati le caratteristiche essenziali di funzionamento e gli inquinanti principali riferiti ai fumi secchi e al 15% di ossigeno

#### Controllo sul camino 1 del 16/10/2002

Carico elettrico (Mw)	75 *
Portata fumi (Nm <sup>3</sup> /h)	466 500
Polveri totali (mg/Nm <sup>3</sup> )	< 0,6
Ossidi di azoto emessi (mg/Nm <sup>3</sup> )	50,8
Monossido di carbonio emesso (mg/Nm <sup>3</sup> )	< 25

\* potenza attribuita ad un singolo camino

#### Controllo sul camino 2 del 22/05/2003

Carico elettrico (Mw)	75 *
Portata fumi (Nm <sup>3</sup> /h)	512 000
Polveri totali (mg/Nm <sup>3</sup> )	< 0,6
Ossidi di azoto emessi (mg/Nm <sup>3</sup> )	34
Monossido di carbonio emesso (mg/Nm <sup>3</sup> )	< 25

\* potenza attribuita ad un singolo camino

## **Conclusioni.**

Dai dati ricavati sperimentalmente su più impianti, pur in numero limitato, pare escluso che da centrali a turbogas a ciclo combinato escano apprezzabili concentrazioni di polveri; tutti i dati ad oggi acquisiti indicano valori di concentrazioni inferiori a  $1 \text{ mg/Nm}^3$ .

In merito al recente articolo a firma N. Armaroli e C. Po, pubblicato sulla rivista "Chimica e Ambiente" e ripreso dalla stampa locale, si possono esprimere alcune considerazioni.

I dati riportati nelle tabelle dell'articolo stesso, che indicano i valori più elevati di emissione di polveri, in particolare di PM10, in termini di tonnellate all'anno, sono riferiti a centrali turbogas con dispositivo di abbattimento degli ossidi di azoto, denominato SCR (Selective catalytic reduction). Tale dispositivo fa uso di ammoniaca, che viene immessa nel flusso dei gas combusti a monte di un sistema di catalizzatori. L'ammoniaca, com'è noto, produce sali di ammonio, i quali danno origine a granelli solidi che costituiscono appunto polveri sospese. È noto, tra l'altro, che l'ammoniaca è un precursore delle polveri secondarie presenti nell'atmosfera. Dunque la riduzione, rilevante, degli NOx, è ottenuta con un aumento, minore, in termini assoluti, ma tutt'altro che trascurabile, di polveri.

Le Centrali turbogas ad oggi autorizzate o in fase di valutazione nella Regione Emilia Romagna hanno caratteristiche diverse, soprattutto non utilizzano SCR per abbattere gli NOx, ma sistemi di abbattimento a secco.

Sulla base dei risultati delle misure condotte da ARPA per la determinazione delle polveri totali, si possono desumere i flussi di massa annui di polveri, per le Centrali verificate.

In particolare, per la Centrale di Sarmato, costituita da una sezione turbogas da 145 MW, con una portata misurata dei fumi in emissione pari a  $952300 \text{ Nm}^3/\text{h}$  ed una concentrazione misurata di  $0,7 \text{ mg/Nm}^3$ , considerando un funzionamento annuo di 8000 ore, si ottiene un flusso di massa pari a 5,33 t/anno.

Analogamente, per la centrale di Ferrara, costituita da due sezioni turbogas da 150 MW complessivi, con una portata misurata dei fumi in emissione pari a  $466500 \text{ Nm}^3/\text{h}$  ed una concentrazione misurata inferiore a  $0,6 \text{ mg/Nm}^3$ , cautelativamente ritenuta di tale valore, considerando un funzionamento annuo di 8000 ore, si ottiene un flusso di massa pari a 4,48 t/anno.

Tali stime, rapportate a centrali di potenzialità superiori, quali quelle prese a riferimento nell'articolo sopraccitato, evidenziano comunque valori di flusso di massa annuo di polveri totali notevolmente inferiori a quelli riportati nell'articolo stesso.

*In particolare se si assumono dati di emissione di polveri pari a 0,6 mg/Nmc su un impianto standards di 800 Mwe , con due gruppi da 400 Mw cadauno, portata complessiva dei fumi di 4.000.000 Nmc/h e coefficiente di utilizzo pari a 8000 ore/anno si ottengono 19 t/anno di polveri emesse.*

*Un utile confronto può essere effettuato le emissioni di polveri totali dal traffico veicolare.*

*Un recente studio effettuato sulla città di Piacenza ,utilizzando il modello ISC3 dell'EPA,per stimare il contributo delle diverse fonti all'inquinamento atmosferico porta ad una stima di 73 t/anno la quantità di polveri emesse dal traffico che gravita sulla città e a cui si attribuisce la principale responsabilità dei livelli di inquinamento da PM 10 rilevati dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria.*

*Inoltre , prendendo sempre a riferimento lo studio modellistico sulla città di Piacenza, se si analizzano le immissioni ( ricaduta al suolo ), che realmente rappresentano l'impatto ambientale e sanitario di una determinata fonte , mentre il traffico porta a valori pari a circa 14 µg/mc come valore giornaliero medio su base annua ( le punte giornaliere sono sicuramente più elevate ) la ricaduta al suolo delle emissioni da un impianto turbogas da 800 MWe , supponendo un'emissione di 0,6 mg/Nmc , può essere approssimativamente stimata in circa 1 µg/mc nelle condizioni meteorologiche più sfavorevoli alla dispersione*