

Le moderne tecniche di combustione dei rifiuti

GIUSEPPE SORACE

The background of the slide is a photograph of an industrial waste-to-energy plant. On the left, there are green corrugated metal structures and a complex network of pipes and metal walkways. In the center, there are several large cylindrical tanks, one of which is yellow. On the right, a tall, grey chimney with red and white horizontal stripes rises into the sky. The sky is a clear, bright blue.

TERMOUTILIZZAZIONE dei RIFIUTI

Indagine sulla Contaminazione del
Termoutilizzatore dell'Area di Foci

EROS BACCI

Le moderne tecniche di combustione dei rifiuti

GIUSEPPE SORACE

Nell'impegno delle nazioni avanzate per una corretta gestione dei rifiuti si fa sempre più forte la strategia di combinare il recupero dei materiali con il recupero di energia, effettuato tramite gli impianti di termovalorizzazione, ovvero con l'utilizzo degli inceneritori.



I grandi impianti

Impianti di grandi dimensioni (fino a 2000 ton/g) sono in funzione a Copenaghen Parigi e a Vienna (ed in quasi tutta la Germania); in queste città il calore prodotto dalla combustione, viene utilizzato per generare energia elettrica (che viene ceduta alla rete urbana per l'illuminazione pubblica ed altri usi); il calore residuo viene comprato dalla società che gestisce una rete di vapore per il riscaldamento delle abitazioni di vari quartieri cittadini. Lo stesso avviene a Brescia, dove il termoutilizzatore da 1.200 tonnellate al giorno ha affiancato il cogeneratore a metano per la produzione di energia elettrica e per il teleriscaldamento. Altri impianti di taglie differenti sono in funzione in Italia (Milano, Bologna, Rimini, Reggio Emilia, Piacenza, Padova).



Termovalorizzazione in Toscana

In Toscana il Piano Regionale prevede la riduzione dell'uso delle discariche per il rifiuto tal quale attraverso una raccolta differenziata fino al 50%, il compostaggio della sostanza organica e la termovalorizzazione per il resto dei rifiuti non riciclabili. Purchè gli impianti abbiano un elevato rendimento nel recupero dell'energia, una taglia minima che permetta una gestione in attivo dal punto di vista economico, un sistema di depurazione dei fumi all'altezza dei tempi, cioè capace di assicurare il rispetto di limiti alle sostanze inquinanti di assoluta sicurezza.



L'evoluzione scientifica
ci offre sicurezza

Ma cosa è successo dagli anni 80 in poi per poter dire in piena coscienza che un impianto di termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani non è pericoloso, e che anzi l'aria che esce dal camino è meno inquinata di quella che si respira in una strada di grande traffico in una normale città?

Questa affermazione può forse sorprendere chi non ha seguito l'evoluzione scientifica e tecnica degli impianti di "termovalorizzazione"; è con questa parola infatti che si indica oggi la tecnologia con cui si distruggono termicamente i rifiuti non utilizzabili (invece del vecchio e poco simpatico "incenerimento",

che appartiene al passato), anche per sottolineare il fatto del recupero energetico che viene richiesto obbligatoriamente ai nuovi impianti.

Quale che sia la parola con cui vengono indicati, gli impianti moderni sono il frutto di un approfondimento scientifico e di un progresso tecnologico che hanno avuto luogo nella seconda metà degli anni ottanta e nei primi anni novanta, in particolare in Svezia e in Germania, dopo una riflessione sui potenziali rischi dalle emissioni degli impianti precedentemente costruiti, che determinò di fatto una moratoria nella realizzazione di nuovi impianti e nell'uso di quelli già funzionanti.

Il risultato degli studi eseguiti è stato positivo: ne è uscita la convinzione che con nuove tecniche costruttive e con precise norme di conduzione si possono mantenere per le emissioni limiti di massima sicurezza.

Le condizioni gestionali

In sintesi, fanno ormai parte di una conoscenza consolidata, normalizzata, e condivisa i seguenti criteri tecnici e gestionali:

- la combustione deve essere condotta entro limiti precisi, in modo da mantenere condizioni di perfetta ossidazione per un tempo minimo di 2 sec. con almeno 850 °C, anche nelle fasi accensione e spegnimento. In questo modo e tenendo sotto continuo controllo l'ossigeno residuo, l'ossido di carbonio e l'anidride carbonica è possibile evitare la formazione di microinquinanti durante la combustione (1).

- Gli acidi forti (solforico e cloridrico) che si trovano nei fumi a valle della combustione sono eliminabili con il lavaggio dei fumi con soda o calce nelle torri di reazione appositamente costruite.



- Si possono utilizzare filtri a tessuto resistenti a temperature elevate e capaci di fermare particelle di dimensioni microniche per cui si ha l'abbattimento



delle polveri al disotto di 10 mg/Nmc (invece dei 200 che erano prescritti negli anni '80).

➤ Con il dosaggio del carbone attivo si possono eliminare le infinitesime tracce di diossine (che possono formarsi in fase di raffreddamento dei fumi) al disotto del limite di 100 picogrammi (1 picogrammo è un milionesimo di un milionesimo di grammo);

➤ con il dosaggio di composti ammoniacali nei fumi si può abbassare la formazione di ossidi di azoto al disotto di limiti che i motori a scoppio e persino i bruciatori a metano non riescono a rispettare.





Le polveri fermate dai filtri hanno un elevato contenuto di sostanze tossiche e debbono essere trattate in modo da imprigionarle in materiali inerti tipo cemento, con additivi che impediscono che in seguito possano essere rilasciate per dilavamento anche in sostanze acide. Dopo questo trattamento debbono essere comunque messe in particolari discariche.

Queste regole e queste tecniche sono ormai in uso dall'inizio degli anni 90 e i dati di funzionamento degli impianti dove sono applicate non hanno mai più dato ragione di allarme; la ricerca si è ormai spostata sui miglioramenti del rendimento di trasformazione dell'energia termica contenuta nei



rifiuti in energia elettrica, che è quella più facilmente trasportabile ed utilizzabile (2).

In definitiva nel trattamento dei rifiuti gli impianti di termovalorizzazione (ovvero gli inceneritori) sono a tutti gli effetti sicuramente gli impianti più studiati, meglio costruiti, più controllati e quindi più sicuri ed efficienti rispetto a qualsiasi altro e debbono quindi essere utilizzati nei sistemi integrati di gestione dei rifiuti da chi vuole ottenere il massimo dei risultati, sia dal punto di vista economico che ambientale.

(1) I limiti richiesti sono facilmente ottenuti perché il processo è sempre sotto controllo con l'aiuto di strumenti di misura che forniscono continuamente i dati alle centraline (in varie forme computerizzate) che automaticamente possono azionare bruciatori ausiliari, regolare il flusso di aria comburente etc.

(2) L'energia contenuta nei rifiuti è un'energia rinnovabile: il legno, la carta, i vegetali e le altre sostanze organiche derivano dalla sintesi dell'anidride carbonica dell'atmosfera e la loro combustione è in alternativa alla decomposizione naturale: il risultato in termini di restituzione all'atmosfera di anidride carbonica è all'incirca lo stesso, ed è in equilibrio con la sottrazione all'atmosfera di altrettanta anidride carbonica con cui si forma nuova sostanza organica per effetto della sintesi clorofilliana. Per questo motivo costituisce un vantaggio

ambientale sostituire con questa l'energia prodotta con l'uso del petrolio e di altri combustibili fossili.

Diversamente la plastica, che costituisce il 30% circa dell'energia contenuta nei rifiuti, proviene dal petrolio e ne ha lo stesso potere calorico; comunque conviene, piuttosto che metterla in discarica, bruciare la plastica non riciclabile solo in quanto sostitutiva del petrolio, naturalmente negli impianti che utilizzano le tecnologie perfezionate sopra descritte e con un buon rendimento di trasformazione.



GIUSEPPE SORACE - Professore presso la Facoltà di Ingegneria di Firenze per l'insegnamento di "Gestione degli Impianti di Ingegneria Sanitaria Ambientale".

Indagine sulla Contaminazione del Termoutilizzatore dell' Area di Foci

EROS BACCI

Stiamo vivendo un momento di transizione da una fase (gli ultimi trenta-quaranta anni) in cui non si prestava molta attenzione alla salute dei lavoratori nelle fabbriche o alle pratiche di smaltimento dei rifiuti di qualsiasi natura, ad una fase in cui si opererà col dovuto rispetto per la Natura e, in seconda battuta, per la salute della gente. Oggi, però, siamo ancora in mezzo al guado: chiunque si sente autorizzato a scrivere sul "Corriere della Sera" o sul "Corriere dei piccoli", sul muro o da qualunque altra parte che può bastare una traccia minima, anche non misurabile con le tecniche più sofisticate, talvolta addirittura inesistente, che "aumentano i tumori". Cosa vera, purtroppo, nelle aree

metropolitane dove non si sa più (o forse lo si sa anche troppo bene) che cosa si respira e dove aumentano ogni anno tumori al polmone ed altri guai alle vie respiratorie, ma assolutamente falsa in molti altri casi, dove i livelli di esposizione a sostanze cancerogene attribuiti a quella od altra sorgente sono pari a quelli del fondo naturale.



C'è una sorta di chemofobia e di terrorismo che viene da alcune parti della nostra società che rischia di paralizzare tutti quegli interventi e quelle azioni che stanno portando le nostre cose, come quella della gestione dei rifiuti, verso frontiere, che direi tranquillamente, di alta evoluzione.

A Siena si parla di tariffe di smaltimento del rifiuto dell'ordine di centesimi di € 7,2-7,7 al Kg (140-150 lire), a Buenos Aires ne spendono 6,7 (130 lire) per il solo trasporto: lo smaltimento avviene in discariche assolutamente incontrollate. A Siena si riesce a dare un servizio di trattamento dei rifiuti con tutte le garanzie igienico-sanitarie e con costi estremamente contenuti.

Nel quadro delle "macchine" per il trattamento del rifiuto abbiamo l'Inceneritore di Poggibonsi, già evoluto in termoutilizzatore, in quanto abbinato ad una centrale termoelettrica da 1,2 MWb dove le emissioni sono "a norma di legge".

Ma vediamo l'altra faccia della medaglia: quan-

do si rispettano le norme per le emissioni nell'atmosfera bisogna notare che i limiti sono espressi in concentrazione. Ovvero il "limite" dei limiti di legge è che non sono espressi in massa e non tengono conto della risposta del sistema.

Pensate ad un'auto che ha lo scarico a norma ed agli effetti sull'ambiente prodotti dal suo transitare in mezzo ad una città per ferragosto: nessun problema. Altra cosa è la stessa auto insieme ad altre centinaia in un ingorgo cittadino: anche se gli scarichi sono tutti a "Norma", l'aria è un po' "Traviata".





ritornando all'impianto di Poggibonsi, osservando le tracce delle sue emissioni sul torrente Foci, sul suolo circostante e sulle foglie di piante si è potuto misurarne l'impronta sul sistema naturale.

Arsenico, piombo, cadmio e mercurio, ad esempio, sono chiaramente visibili in tenori leggermente anomali nel suolo e nella vegetazione spontanea, ma i livelli misurati eccedono di un fattore due-tre quelli del fondo naturale e non hanno alcun significato tossicologico.

Anche le diossine, largamente dominate dalla ottaclorodibenzo-p-diossina (OCDD) sono visibili: si arriva a misurarne 80 ng/kg nel suolo circostante il termoutilizzatore, ma la diossina più pericolosa (tetraclorodibenzo-p-diossina),



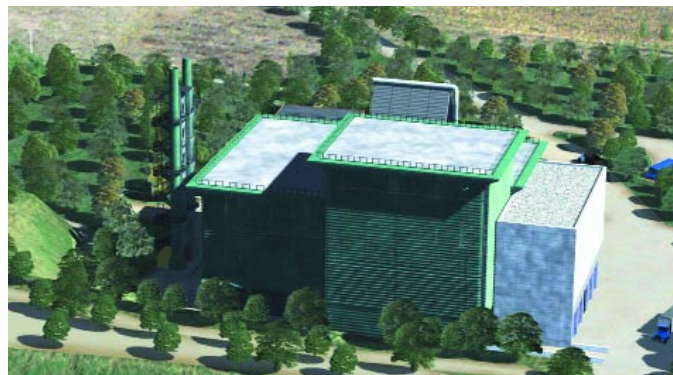
detta comunemente "diossina di Seveso" è presente in concentrazioni mille-diecimila volte inferiori.

Considerate le caratteristiche del sistema in cui l'impianto si trova non è sostenibile l'esistenza di danni a persone, nemmeno potenziali.

Dai dati ricavati dalle foglie delle piante, circa 50 volte più capaci di catture la OCDD rispetto al terreno, risulta come le emissioni dell'impianto, con l'introduzione dei filtri a maniche, si siano fortemente ridotte. Va inoltre tenuto conto che OCDD è un contaminante globale, derivante dalle reazioni fitochimiche del pentaclorofenolo (un conservante del legno): una parte della OCDD dei Foci deriva dal trasporto a lunga

distanza del pentaclorofenolo.

Considerando infine le emissioni "acide", ovvero i precursori degli acidi solforico e nitrico che si rinvergono nelle deposizioni umide ("piogge acide"), ovvero gli ossidi misti SO_x ed NO_x, un impianto come quello di Poggibonsi, rispettando le attuali norme per il contenimento delle emissioni, può liberare in aria circa 1,5 kg/h di SO_x e 2 kg/h di NO_x (sulla base di una concentrazione di 100 e, nell'ordine, di 135 mg/Nm³, lavorando 3 t/h di RSU).



Possiamo tentare un confronto termoutilizzatore/traffico veicolare sulla base delle emissioni di NOx, assumendo una velocità di emissione media attuale di 1g/km, tenendo conto dello stato del parco vetture circolanti.

L'impianto in esame può arrivare a rilasciare, in aria, 3 kg/h di NOx, ovvero l'equivalente di 2.000 km percorsi con un'auto. Servendo un bacino di circa 60.000 abitanti, ha un "costo" orario in NOx di 0,03 km/abitante. In altre parole, è come se ciascuno degli utenti usasse un'auto per 30 metri ogni ora, pari a poco più di 0,7 km/d.

Al fine di trarre una indicazione sintetica del quadro generale della qualità dell'aria intorno al termoutilizzatore di Poggibonsi si è proceduto alla misura dell' Index of Atmospheric Purity (IAP), rilevato tramite l'assortimento delle comunità di licheni:



tutti i valori misurati nell'area dell'impianto di Poggibonsi cadono in Classe C (Classe C: $45 \leq IAP \leq 64$ -> inquinamento basso). Ovvero dai licheni giunge un messaggio di alterazione ambientale la cui origine non è certamente attribuibile al solo trattamento dei rifiuti, ma rientra in un



quadro generale di peggioramento della qualità dell'aria legato ad un eccessivo consumo di fonti energetiche non rinnovabili ed a processi di trasporto a medio-lungo raggio a cui anche le deposizioni acide sono sottoposte.

La relativamente bassa pressione umana nella zona dei Foci permette di avere un quadro, comunque, accettabile e certamente non peggiore di quello che si ha all'interno del perimetro urbano di centri abitati relativamente piccoli, come quelli del senese.



NORME DI RIFERIMENTO PER LA DEFINIZIONE DEI LIMITI DI EMISSIONE IN ATMOSFERA
 I limiti di emissioni degli impianti di termoutilizzazione sono stabiliti dal DM 503/97 e dalla DCRT 88/98. A partire dal 28/12/02 si applicheranno inoltre le disposizioni della Direttiva 2000/76/CE. Si riporta di seguito il confronto dei limiti delle varie normative

Inquinanti	UM	DCRT 88/98		DM 503/97		Direttiva 2000/76/CE	
		Giornaliero	Semiorario	Giornaliero	Orario	Giornaliero	Semiorario
Polveri totali	mg/Nm3	10	30	10	30	10	30 (100% A)-10 (97% B)
C org (espresso come COT)	mg/Nm3	10	20	10	20	10	20 (100% A)-10 (97% B)
CO	mg/Nm3	50	100	50	100	50	100 (1)
HCl	mg/Nm3	10	60	20	40	10	60 (100% A)-10 (97% B)
HF	mg/Nm3	1	4	1	4	1	4 (100% A)-2 (97% B)
SO2	mg/Nm3	50	200	100	200	50	200 (100% A)-50 (97% B)
NOx come NO2	mg/Nm3	200	400	200	400	200	400 (100% A)-200 (97% B)
Metalli pesanti (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) (2)	mg/Nm3	0,5	0,5		0,5		0,5 (3)
Cd+ Tl	mg/Nm3		0,05		0,05		0,05 (3)
Hg	mg/Nm3		0,05		0,05		0,05 (3)
PCDD+PCDF	ng/Nm3	0,1 TE (4)		0,1 TE		0,1 TE (4)	
IPA	mg/Nm3	0,01 (4)		0,01			

(1) media di 30' in un periodo di 24 ore

(2) Devono essere considerate le quantità di inquinante presen-

ti nell'effluente gassoso sotto forma di polvere, gas e vapore

(3) Valore medio minimo di 30' e massimo di 8 ore

(4) Su 8 ore

(5) Campionamento minimo 6 ore e massimo 8 ore

