

**MASTER UNIVERSITARIO DI PRIMO LIVELLO  
IN  
TECNOLOGIE PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI**

*organizzato da Alma Mater Studiorum Università di Bologna – Facoltà di Chimica Industriale in convenzione con Assoform Rimini*

**“IMPLEMENTAZIONE DELL’IPPC:  
LE BAT PER L’INCENERIMENTO DEI RIFIUTI**

**FEDERICO FOSCHINI**

**Direttore del Master  
Prof. Luciano Morselli**

**Tutor Aziendali  
Dott.ssa Rosanna Laraia  
APAT  
Agenzia per la Protezione dell’Ambiente  
e per i Servizi Tecnici**

Attività finanziata dal FSE – Ob. 3 Misura C 3 – Rif. 2002-0066/SC3

**IMPLEMENTAZIONE DELL'IPPC:  
LE BAT PER L'INCENERIMENTO DEI RIFIUTI**



<b>SOMMARIO .....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>INCENERIMENTO DEI RIFIUTI .....</b>	<b>7</b>
NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	7
<i>Introduzione .....</i>	7
<i>D.M. 19 novembre 1997 n.503 .....</i>	8
<i>D.M. 25 febbraio 2000 n.124 .....</i>	8
<i>Direttiva 2000/76/CE sull'incenerimento dei rifiuti e schema del decreto di recepimento italiano .....</i>	11
SITUAZIONE IN ITALIA .....	20
<i>N. impianti .....</i>	22
ASPETTI TECNOLOGICI .....	24
<i>Conferimento, stoccaggio e alimentazione .....</i>	24
<i>Combustione .....</i>	25
FORNO A GRIGLIA .....	26
FORNO A TAMBURNO ROTANTE .....	27
<i>Principali tecniche alternative: gassificazione, pirolisi .....</i>	28
Gassificazione .....	28
Pirolisi .....	29
Prospettive future per le tecniche di combustione alternative .....	29
<i>Sistemi di abbattimento inquinanti .....</i>	30
Polveri .....	31
Cycloni .....	31
Elettrofiltri .....	32
Filtri a manica .....	33
Sistemi SCR (Riduzione Catalitica Selettiva) .....	34
Sistemi chimici .....	35
<b>IPPC E BAT .....</b>	<b>39</b>
<i>Introduzione .....</i>	39
<i>D.Lgs. 4 agosto 1999, n.372 .....</i>	42
<i>Best Available Techniques .....</i>	47

<i>BAT per l'incenerimento dei rifiuti .....</i>	53
ATTIVITÀ GENERALI APPLICATE PRIMA DEL TRATTAMENTO	
TERMICO .....	58
Conoscenza della composizione del rifiuto per migliorare il design del	
processo.....	58
Controllo di qualità dei rifiuti in entrata.....	59
Stoccaggio dei rifiuti.....	60
Pretrattamento dei rifiuti in entrata.....	61
Movimentazione ed avanzamento dei rifiuti.....	63
PROCESSO DI COMBUSTIONE .....	64
TECNICA .....	65
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>74</b>
<b>APPENDICE I .....</b>	<b>75</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>81</b>

## Sommario

Lo stage è stato focalizzato sull'implementazione della disciplina IPPC nel settore dell'incenerimento dei rifiuti, in particolare sugli aspetti connessi alle migliori tecniche disponibili (Best Available Techniques, BAT).

Questa disciplina è fortemente innovativa nel quadro normativo europeo, e tramite i suoi principali strumenti, l'autorizzazione integrata ambientale e le BAT, promuove efficacemente lo sviluppo sostenibile ed il miglioramento tecnologico, garantendo al contempo la protezione dell'ambiente grazie ad un approccio integrato alla prevenzione ed alla riduzione dell'inquinamento.

L'applicazione delle migliori tecniche disponibili a settori responsabili di importanti impatti sull'ambiente, come nel caso dell'incenerimento dei rifiuti, è un compito fondamentale per gli Stati membri dell'Unione Europea.

## **INTRODUZIONE**

A livello europeo la produzione annua di rifiuti ammonta a circa 1300 milioni di tonnellate, la maggior parte delle quali proviene dalle attività industriali, dalla costruzione e demolizione e dalle attività estrattive e minerarie. Questo significa una produzione pro capite attorno alle 3,5 tonnellate annue, secondo le statistiche espresse dall'European Environment Agency.<sup>1</sup>

Per affrontare una problematica così complessa è necessario adottare una strategia efficace ed in grado di risolvere i vari aspetti che la gestione dei rifiuti può presentare, adattandosi ai diversi scenari ed alle singole situazioni.

L'approccio comunitario alla politica di gestione dei rifiuti si fonda sul principio di base della gerarchia delle opzioni applicabili ai rifiuti, secondo il quale viene innanzitutto privilegiata la prevenzione nella produzione dei rifiuti, seguita dal recupero (che comprende riutilizzo, riciclaggio e recupero di energia, assegnando priorità al recupero dei materiali) e, per finire, lo smaltimento (comprendente l'incenerimento senza recupero di energia e la messa in discarica).<sup>2</sup>

Nel nuovo sistema di gestione integrata dei rifiuti l'incenerimento occupa quindi una posizione significativa in quanto è destinata a svolgere un ruolo di primo piano per il suo notevole contributo alla riduzione dello smaltimento in discarica dei rifiuti.

L'incenerimento dei rifiuti pericolosi e non pericolosi può comportare emissioni di inquinanti nell'atmosfera, nell'acqua e nel terreno, che provocano danni alla salute umana; la nuova direttiva 2000/76/CE, oltre a raccogliere in un testo unico le disposizioni vigenti in materia di incenerimento e coincenerimento dei rifiuti, favorisce la riduzione delle sostanze inquinanti in atmosfera e nei corpi idrici con l'introduzione di prescrizioni più rigorose per la costruzione degli impianti ed attraverso restrittivi limiti di emissione.

Le norme europee di riferimento inoltre permettono, per quanto possibile, attraverso la fissazione di disposizioni uniformi per tutte le tipologie di impianti di combustione operanti all'interno dell'Unione, di porre fine agli spostamenti transfrontalieri di rifiuti verso impianti che operano a costi inferiori grazie a norme ambientali meno restrittive.<sup>3</sup>

Le nuove disposizioni sono state elaborate seguendo i principi di sussidiarietà e proporzionalità che caratterizzano la legislazione comunitaria, unendo l'esigenza di garantire uno sviluppo eco-compatibile a quella di realizzare modelli gestionali organizzati secondo le effettive esigenze ed improntati ad una concreta collaborazione, sia tra i molteplici operatori del settore e del sistema di gestione dei rifiuti, che tra i vari soggetti coinvolti a livello sociale.

Tale impostazione potrebbe ricoprire un ruolo determinante riguardo alle problematiche relative all'accettabilità sociale sulle scelte operate dagli amministratori locali in materia di gestione dei rifiuti, che spesso costituiscono i principali ostacoli alla localizzazione degli impianti di trattamento.

L'accettabilità sociale dell'incenerimento, in particolare, è abbastanza controversa, sebbene quella di incenerire i rifiuti sia una soluzione adottata da tempi remoti<sup>4</sup>, ed i recenti progressi tecnologici abbiano contribuito a diminuire sensibilmente gli impatti ambientali dei trattamenti termici sull'ambiente. In Italia si è cercato di adottare termini quali "termoutilizzazione" o "termovalorizzazione" per mettere in risalto di fronte all'opinione pubblica gli aspetti positivi del recupero energetico che si può ottenere con l'incenerimento in impianti dotati di tale opzione. La nuova direttiva 2000/76, al pari delle altre recenti disposizioni ambientali europee, prevede un ampio accesso del pubblico alle informazioni sulle procedure autorizzative e sulla gestione dell'impianto. Questa attitudine viene ribadita come uno dei criteri principali nelle politiche ambientali comunitarie<sup>5</sup>, dove si prevedono un vasto coinvolgimento delle parti sociali e si propone una informazione articolata sulle varie fasi della gestione dei rifiuti, al fine di migliorare l'accettabilità sociale ed evitare opposizioni controproducenti.

Un ruolo fondamentale nella politica ambientale europea lo riveste la disciplina della prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento, introdotta con la direttiva 96/61/CE.

Questa direttiva è caratterizzata da un approccio integrato che le permette di promuovere lo sviluppo sostenibile nel settore produttivo, favorendone allo stesso tempo la modernizzazione e lo sviluppo tecnologico, mentre assicura un elevato livello di protezione dell'ambiente.

## **INCENERIMENTO DEI RIFIUTI**

### *Normativa di riferimento*

#### **Introduzione**

Con l'introduzione nel quadro normativo italiano delle nuove disposizioni in materia si crea un deciso supporto per lo sviluppo di nuovi modelli di gestione dei rifiuti, caratterizzati da un maggior coinvolgimento del recupero energetico. Il recepimento della direttiva 1999/31/CE in materia di discariche e la prossima entrata in vigore delle norme di recepimento della direttiva 2000/76/CE sull'incenerimento dei rifiuti stabiliscono i presupposti per la implementazione in Italia della gerarchia gestionale sviluppata a livello europeo, la cui importanza è ribadita nel VI programma di azione per l'ambiente della Comunità europea<sup>2</sup>. Ulteriori garanzie riguardo un prossimo incremento dei rifiuti avviati a recupero energetico giungono dal recepimento, attualmente in corso, della direttiva 2001/77/CE sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, e dal conseguimento degli obiettivi derivanti dal Protocollo di Kyoto e dal Libro bianco sulle fonti energetiche rinnovabili, che prevede il 12% di utilizzo di tali fonti di energia entro il 2010<sup>6</sup>

Secondo la direttiva 2001/77/CE infatti i rifiuti costituiscono una fonte di energia rinnovabile, in virtù di un loro significativo contenuto della frazione organica, di carta e cartone, fibre tessili e legno.

La significativa presenza di una frazione rinnovabile rende la combustione dei rifiuti urbani una forma di smaltimento vantaggiosa sia sotto il profilo energetico che ambientale.

Nei rifiuti urbani la percentuale di carbonio di origine rinnovabile è stimabile intorno al 70%<sup>7</sup>; tale parte non fornisce alcun contributo alle emissioni di gas serra quando gli RU vengono avviati a combustione, pertanto, ai fini della stima di anidride carbonica emessa, si deve tener conto unicamente della frazione di carbonio proveniente da fonte fossile.

Le disposizioni normative finora descritte daranno un sicuro impulso al nuovo sistema di gestione dei rifiuti in cui alla valorizzazione energetica viene assegnato un ruolo di primo piano.

Attraverso il prossimo recepimento della direttiva 2000/76 si costituirà un testo unico in materia di incenerimento di rifiuti. La trasposizione nella normativa nazionale di questa direttiva permette di organizzare un quadro organico di riferimento per il trattamento termico dei rifiuti, attualmente disciplinato da diverse disposizioni in vigore: principalmente dal D.M. 19 novembre 1997 n.503 per i rifiuti urbani e speciali non pericolosi, e dal D.M. 25 febbraio 2000 n.124 per i rifiuti pericolosi.

### **D.M. 19 novembre 1997 n.503.**

Attuazione delle Direttive CEE 89/369 e 89/ 429 concernenti la prevenzione dell'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti di incenerimento di RSU e la disciplina delle emissioni e delle condizioni di combustione degli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani, di rifiuti speciali non pericolosi, nonché taluni rifiuti sanitari contagiosi, purché non resi pericolosi dalla presenza di altri costituenti elencati nell'Allegato II della Direttiva 91/689/CEE.

### **D.M. 25 febbraio 2000 n.124.**

Regolamento recante i valori limite di emissione e le norme tecniche riguardanti le caratteristiche e le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento e co-incenerimento dei rifiuti pericolosi, in attuazione della Direttiva 94/67/CEE del Consiglio del 16 Dicembre 1994,

Esso disciplina (art.1):

- ✓ i valori limite di emissione degli impianti di incenerimento di rifiuti pericolosi;
- ✓ i metodi di campionamento e analisi degli inquinanti da essi derivanti;
- ✓ i criteri e le norme tecniche generali riguardanti le caratteristiche costruttive e le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento di rifiuti pericolosi;
- ✓ i tempi di adeguamento degli impianti esistenti alla nuova normativa.

La disciplina prevista dal decreto non si applica ad alcune tipologie di impianti e in particolare a:

- ✓ inceneritori di carcasse o resti animali;
- ✓ inceneritori di rifiuti sanitari contagiosi purchè questi non siano resi pericolosi dalla presenza di costituenti elencati nell'allegato H al D. lgs 5 febbraio 1997 n.22;
- ✓ inceneritori di rifiuti urbani che trattino anche rifiuti sanitari contagiosi, purchè questi non siano resi pericolosi dalla presenza di costituenti elencati nell'allegato I al D. lgs 5 febbraio 1997 n.22;
- ✓ inceneritori di rifiuti urbani e rifiuti speciali non pericolosi, purchè non trattino anche rifiuti pericolosi.

Il decreto stabilisce le modalità di concessione delle autorizzazioni alla costruzione e all'esercizio degli impianti di incenerimento e di coincenerimento di rifiuti pericolosi (articoli 4 e 5). Ai fini dell'ottenimento dell'autorizzazione è necessario dimostrare che la progettazione, le dotazioni, e le modalità di gestione dell'impianto prevedano adeguate misure atte a prevenire e ridurre, per quanto possibile, gli effetti negativi sull'ambiente e rischi per la salute umana e siano, inoltre, osservati i requisiti specifici indicati nell'allegato 1 al decreto stesso.

Il decreto riporta limiti di emissione per CO, polveri, COV, composti inorganici del fluoro e del cloro, cadmio, tallio, mercurio e sommatoria di altri metalli e loro composti, diossine e furani. Prevede inoltre una serie di requisiti relativi al controllo delle emissioni diffuse, alle procedure da adottare in caso di avaria e malfunzionamento, alle altezze dei camini, alla camera di combustione, ai bruciatori ausiliari, al blocco dell'alimentazione in condizioni specifiche, alle condizioni di accettazione e ricezione dei rifiuti, alla gestione delle acque reflue e dei rifiuti risultanti dall'incenerimento, al ripristino del sito alla cessazione di funzionamento dell'impianto.

Riguardo alla gestione delle acque reflue e al ripristino del sito a chiusura dell'impianto il decreto assicura il necessario raccordo con la normativa specifica di settore (D.lgs.152/99 e normativa sulla bonifica e ripristino dei siti).

Per quanto attiene alle procedure di consegna e ricezione dei rifiuti il decreto prevede che il gestore, prima di accettare i rifiuti nell'impianto, debba conoscere in particolare:

- ✓ la composizione fisica e, se possibile, chimica, dei rifiuti nonché tutte le informazioni necessarie per valutare l'idoneità del processo di incenerimento per tale tipologia di rifiuti;
- ✓ le caratteristiche di pericolosità, le sostanze con le quali i rifiuti non possono essere mescolati nonché le precauzioni da adottare nella loro gestione.

Inoltre il gestore è soggetto ad ulteriori obblighi che consistono nel:

- ✓ determinare la massa dei rifiuti;
- ✓ controllare il formulario di identificazione previsto dal decreto legislativo 22/97 o, se previsti, i documenti prescritti dal regolamento (CEE) n. 259/93 sul trasporto transfrontaliero dei rifiuti nonché quelli sul trasporto di merci pericolose;
- ✓ prelevare, ove risulti necessario, campioni rappresentativi dei rifiuti conferiti, al fine di verificare, mediante controlli, la conformità dei rifiuti a quanto descritto nei documenti di accompagnamento, e consentire alle autorità competenti di identificare la natura dei rifiuti trattati.

Le autorità competenti potranno, fermo restando lo stesso livello di sicurezza, prevedere di esentare da tali disposizioni gli impianti industriali e le imprese che inceneriscono unicamente i propri rifiuti nel luogo in cui sono prodotti.

L'autorizzazione dell'impianto di incenerimento dovrà riportare esplicitamente:

- ✓ tipo di rifiuti pericolosi e relative quantità;
- ✓ capacità nominale dell'impianto.

Nel caso di coincenerimento, il DM prevede il divieto di utilizzo di oli usati qualora il loro contenuto di PCB/PCT sia superiore a 25 ppm. L'autorizzazione deve riportare esplicitamente, oltre a tipi e quantità di rifiuti pericolosi che possono essere avviati al coincenerimento nell'impianto:

- ✓ la potenza termica nominale della singola apparecchiatura a cui sono alimentati i rifiuti pericolosi;
- ✓ il flusso di massima minimo e massimo di rifiuti alimentato all'impianto;
- ✓ il potere calorifico inferiore dei rifiuti;
- ✓ il loro contenuto massimo di PCB, PCT,PCP, composti di cloro,fluoro, metalli pesanti e il divieto di utilizzo di oli usati aventi un contenuto di PCB/PCT superiore a 25 ppm.

Nel caso di coincenerimento di rifiuti pericolosi tale che il calore da questi prodotto non superi il 40% del totale prodotto dall'impianto, il rilascio dell'autorizzazione è subordinato al rispetto di limiti alle emissioni cabolati secondo il procedimento indicato in allegato 2, che tiene conto della quota di emissione attribuibile alla combustione del rifiuto rispetto all'emissione totale (combustibile convenzionale + rifiuto). Va evidenziato che nel caso in cui il calore risultante dall'incenerimento dei rifiuti pericolosi sia inferiore al 10% del calore totale prodotto dall'impianto i valori limite di emissione andranno calcolati considerando una quantità fittizia di rifiuti equivalente a quella in grado di produrre almeno il 10% del calore totale dell'impianto.

### **Direttiva 2000/76/CE sull'incenerimento dei rifiuti e schema del decreto di recepimento italiano**

La Direttiva 2000/76/CE sull'incenerimento dei rifiuti è attualmente in fase di recepimento tramite un decreto legislativo, la cui approvazione definitiva presso il Consiglio dei Ministri è prevista entro la fine del 2003. Attraverso questa importante trasposizione nella normativa nazionale si costituisce un testo unico che regola in maniera completa l'incenerimento dei rifiuti, la cui disciplina è attualmente dispersa in diverse disposizioni in vigore.

In figura 1 sono illustrati i tempi per l'implementazione della direttiva 2000/76.

Ai sensi della direttiva 2000/76, il nuovo decreto integra in un atto unico la disciplina dell'incenerimento ed il coincenerimento dei rifiuti pericolosi e non pericolosi, con la finalità di costituire un testo normativo di riferimento per le attività di trattamento termico dei rifiuti, e di minimizzare “per quanto possibile gli effetti negativi dell'incenerimento e del coincenerimento dei rifiuti sull'ambiente, in particolare l'inquinamento atmosferico, del suolo, delle acque superficiali e sotterranee, nonché i rischi per la salute umana che ne risultino...”<sup>8</sup>

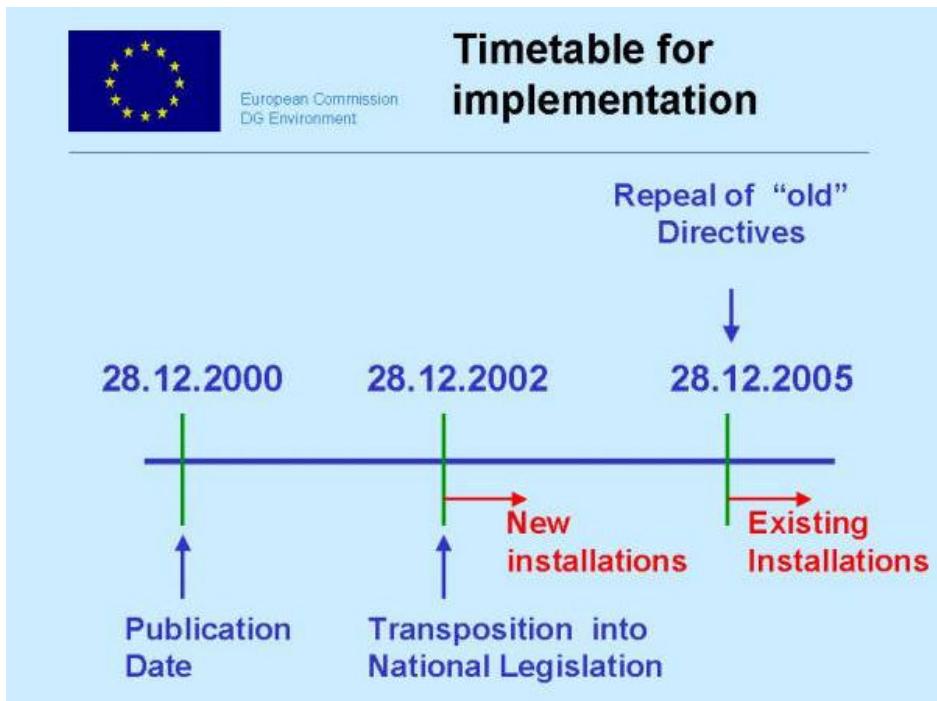


Figura 1: Tempi di implementazione della Dir. 2000/76

A tal fine abroga, a partire dal 28 dicembre 2005, la previgente normativa in materia, rappresentata dai decreti D.M. 19 novembre 1997 n.503 per i rifiuti urbani e D.M. 25 febbraio 2000 n.124 per i rifiuti pericolosi, nonché dall'Ordinanza 30 marzo 2001 in materia di combustione di materiali a rischio BSE.

La direttiva 2000/76 ha il merito di accorpore in un'unica normativa diverse categorie di rifiuti, pericolosi e non, precedentemente disciplinati da norme diverse o non contemplati a livello comunitario. Il campo di applicazione della direttiva comprende (fig.2), oltre l'incenerimento dei rifiuti urbani non pericolosi, l'incenerimento dei rifiuti non pericolosi diversi da quelli urbani (come i fanghi di depurazione, i pneumatici e i residui di origine medica) e di rifiuti pericolosi esclusi dalla direttiva 94/67/CE (come gli oli usati e i solventi).



**Figura 2 Ambito della Dir. 2000/76**

Il campo di applicazione della direttiva copre tutti gli impianti di incenerimento e di coincenerimento dei rifiuti, con l'esclusione delle seguenti tipologie di impianti:

a) impianti che trattano esclusivamente i seguenti rifiuti:

- ✓ rifiuti vegetali derivanti da attività agricole e forestali;
- ✓ rifiuti vegetali derivanti dalle industrie alimentari di trasformazione, qualora l'energia termica generata sia recuperata;
- ✓ rifiuti vegetali fibrosi derivanti dalla pasta di carta grezza e dalla produzione di carta, se il processo di coincenerimento viene effettuato sul luogo di produzione e l'energia termica generata è recuperata;
- ✓ rifiuti di legno ad eccezione di quelli che possono contenere composti organici alogenati o metalli pesanti, a seguito di un trattamento protettivo o di rivestimento, inclusi, in particolare, i rifiuti di legno derivanti dai rifiuti edilizi e di demolizione;
- ✓ rifiuti di sughero;
- ✓ rifiuti radioattivi;
- ✓ corpi interi o parti di animali, non destinati al consumo umano, ivi compresi gli ovuli, gli embrioni o lo sperma come regolati dal Regolamento 1774/2002/CE;

- ✓ rifiuti derivanti dalla prospezione e dallo sfruttamento delle risorse petrolifere e di gas negli impianti offshore e inceneriti a bordo di quest'ultimi.

b) impianti sperimentali utilizzati a fini di ricerca, sviluppo e sperimentazione per migliorare il processo di incenerimento che trattano meno di 50 t di rifiuti all'anno.

Riguardo alle tipologie di rifiuti non regolamentati va sottolineato che esse ricadono nel campo di applicazione di specifiche normative di settore (vedi biomasse, rifiuti radioattivi, scarti di origine animale non destinati al consumo umano).

La direttiva è orientata verso una maggiore attenzione per il controllo e la riduzione degli inquinanti: contiene prescrizioni tecniche e disposizioni rigorose per gli impianti di incenerimento e di coincenerimento, stabilisce le misurazioni da effettuare e come valutarne i risultati, i metodi di campionamento e di analisi delle emissioni in atmosfera e nei corpi idrici.

Nella definizione di impianto di incenerimento e coincenerimento sono compresi il sito, le linee di combustione, i luoghi di ricezione e di stoccaggio, le installazioni di pretrattamento in loco, i sistemi di alimentazione dei rifiuti, del combustibile e dell'aria, la caldaia, le installazioni di trattamento dei gas di scarico, le installazioni di trattamento o stoccaggio in loco dei residui e delle acque reflue, il camino, i dispositivi e i sistemi di controllo delle varie operazioni.

La normativa precedente disciplinava solo gli impianti di incenerimento specifici, incentivando in maniera indiretta il trattamento termico di rifiuti in impianti di coincenerimento, non regolamentati dalla normativa e quindi sottoposti a disposizioni meno restrittive. Nella Dir. 2000/76 il coincenerimento viene definito con precisione e disciplinato accuratamente, predisponendo una metodologia completa per stabilire i valori limite di emissione e i parametri operativi relativi agli impianti di coincenerimento.

Gli impianti di incenerimento e quelli di coincenerimento dovranno ottenere un'autorizzazione, in cui devono essere indicate esplicitamente la capacità nominale dell'impianto, le tipologie dei rifiuti che possono essere trattate, le procedure di campionamento e misurazione e la localizzazione dei punti di prelievo e controllo. Nel caso l'impianto utilizzi rifiuti pericolosi l'autorizzazione dovrà specificare anche le quantità ed i poteri calorifici delle tipologie di rifiuto, i loro flussi di massa ed il contenuto massimo di inquinanti (come PCB, PCP, Cl, F, S, metalli pesanti).

Inoltre deve garantire che il calore generato durante il trattamento termico sia recuperato per quanto possibile, che i residui prodotti dal processo vengano minimizzati in quantità e pericolosità, e siano recuperati, riciclati se possibile o smaltiti adeguatamente alla normativa.

L'art. 5 della direttiva indica le procedure che il gestore dell'impianto deve adottare per l'accettazione dei rifiuti. Per i rifiuti pericolosi è necessario disporre di informazioni riguardo il processo produttivo, la loro composizione fisico chimica e le caratteristiche di pericolosità.

Nella gestione degli impianti si deve raggiungere il miglior livello di incenerimento possibile, al fine di ottenere nelle scorie e nelle ceneri pesanti un tenore di incombusti totali (misurato come TOC) inferiore al 3%, o una perdita per ignizione inferiore al 5% in peso sul secco.

Per assicurare la combustione completa dei rifiuti, la direttiva stabilisce l'obbligo per tutti gli impianti di mantenere i gas prodotti dall'incenerimento e dal coincenerimento ad una temperatura minima di 850 °C per almeno due secondi. Se sono trattati rifiuti pericolosi contenenti oltre l'1 % di sostanze organiche alogenate, espresse in cloro, la temperatura è tenuta ad almeno 1100 °C per almeno due secondi.

I valori limite di emissione previsti nella direttiva 2000/76/CE sono sostanzialmente uguali a quelli della direttiva 94/67/CE sull'incenerimento dei rifiuti pericolosi, ad eccezione dell'introduzione dei limiti per le emissioni atmosferiche di ossidi di azoto (già previsti dalla normativa italiana); va, comunque, rilevato che tali limiti si applicano non solo ai rifiuti pericolosi ma anche a quelli non pericolosi.

Tale approccio stabilisce che la distinzione tra rifiuti pericolosi e non pericolosi si basa essenzialmente sulle loro diverse caratteristiche prima dell'incenerimento o del coincenerimento, e non sulle emissioni provocate dalla loro combustione. All'incenerimento o al coincenerimento dei rifiuti, pericolosi e non, vanno, pertanto, applicati gli stessi valori limite di emissione, sebbene siano previste tecniche e condizioni di incenerimento o coincenerimento differenti e misure di controllo diverse al momento della ricezione dei rifiuti.

L'allegato V della direttiva fissa i valori limite per le emissioni in atmosfera degli impianti di incenerimento (tabelle 1 e 2); mentre l'allegato II definisce le modalità di determinazione dei valori limite per le emissioni provenienti dagli impianti di

coincenerimento che dovranno essere calcolati secondo il procedimento che tiene conto della quota di emissione attribuibile alla combustione del rifiuto rispetto all'emissione totale (combustibile convenzionale + rifiuto).

Qualora, invece, più del 40% del calore liberato in un impianto di coincenerimento sia prodotto da rifiuti pericolosi o vengano inceneriti rifiuti urbani misti non trattati, i valori limite alle emissioni saranno quelli dell'allegato V.

Tab. 1 -Valori limite per le emissioni nell'atmosfera

**-Valori medi giornalieri**

Polvere totale	10 mg/m <sup>3</sup>
Sostanze organiche sotto forma di gas e vapori espresse come carbonio organico tot.	10 mg/m <sup>3</sup>
Cloruro di idrogeno (HCl)	10 mg/m <sup>3</sup>
Fluoruro di idrogeno (HF)	1 mg/m <sup>3</sup>
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	50 mg/m <sup>3</sup>
Monossido di azoto e biossido di azoto espressi come NO <sub>2</sub> per gli impianti di incenerimento esistenti dotati di una capacità nominale superiore a 6 t/ora e per i nuovi impianti di incenerimento	200 mg/m <sup>3</sup> *
Monossido di azoto e biossido di azoto espressi come NO <sub>2</sub> per gli impianti di incenerimento esistenti con una capacità nominale pari o inferiore a 6 t/ora	400 mg/m <sup>3</sup> *

\*Fino al 1 gennaio 2007 e fatta salva la normativa comunitaria in materia, il valore limite di emissione di NO<sub>2</sub> non si applica agli impianti che inceneriscono unicamente rifiuti pericolosi.

Tab. 2 -Valori limite per le emissioni nell'atmosfera

**-Valori medi su 30 minuti**

	(100%) A	(97%) B
Polvere totale	30 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
Sostanze organiche sotto forma di gas e vapori espresse come carbonio organico totale	20 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
Cloruro di idrogeno (HCl)	60 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
Fluoruro di idrogeno (HF)	4 mg/m <sup>3</sup>	2 mg/m <sup>3</sup>
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	200 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
Monossido di azoto e biossido di azoto espressi come NO <sub>2</sub> per gli impianti di incenerimento esistenti dotati di una capacità nominale superiore a 6 t/ora e per i nuovi impianti di incenerimento	400 mg/m <sup>3</sup> *	200 mg/m <sup>3</sup> *

Rispetto alla precedente legislazione la direttiva 2000/76/CE fornisce una precisa definizione di impianto di coincenerimento, con l'obiettivo di sottoporlo ad una accurata disciplina che prevede disposizioni analoghe a quelle degli impianti di incenerimento e riguardanti la loro progettazione, realizzazione, gestione e controllo.

L'approccio integrato della Dir. 2000/76 tiene in considerazione anche l'evacuazione delle acque reflue provenienti dalla depurazione dei gas di scarico. Al fine di impedire il trasferimento di inquinanti nei corpi idrici, la direttiva dispone nell'art.8 di prescrizioni sui valori limite (All.1 paragrafo D), autorizzazioni, misure e campionamenti delle acque reflue provenienti dai sistemi di abbattimento degli inquinanti nelle emissioni gassose.

Con il recepimento della Dir. 2000/76/CE , insieme al D.lgs n.36/2003 di attuazione della Dir. 1999/31/CE, si perfeziona il quadro di riferimento normativo per lo sviluppo del sistema integrato di gestione dei rifiuti previsto dalle disposizioni europee, seguendo il riassetto a livello comunitario nelle gerarchie all'interno della gestione integrata. La nuova strategia comunitaria attribuisce la massima priorità

alla prevenzione dei rifiuti, a cui seguono il riutilizzo ed il recupero, mentre lo smaltimento viene considerato come ultima opzione, riservata alle tipologie di rifiuto che non è possibile recuperare o riutilizzare. L'incenerimento con recupero di energia è un'opzione preferibile allo smaltimento e va comunque condotta rispettando determinate disposizioni tecniche ed operative volte a prevenire o almeno ridurre gli effetti negativi sull'ambiente e sulla salute umana. Attraverso il recepimento della Dir. 2000/76 in tutta l'Unione europea è inoltre possibile contrastare i traffici transfrontalieri di rifiuti, motivati dalle disparità esistenti a livello normativo tra i vari paesi membri.

E' previsto che il calore generato durante il processo di incenerimento e di coincenerimento siano recuperati in accordo a quanto già disposto in Italia dall'articolo 5 del D.lgs 22/97; inoltre si dispone che i residui derivanti dal trattamento termico siano ridotti al minimo in quantità e nocività e siano riciclati o recuperati quando appropriato;

I valori limite di emissione sono sostanzialmente uguali a quelli della direttiva 94/67/CE recepita con il DM 124/2000 in materia di incenerimento dei rifiuti pericolosi, va, comunque, rilevato che tali limiti si applicano non solo ai rifiuti pericolosi ma anche a quelli non pericolosi.

Tale approccio, ampiamente condivisibile, chiarisce che la distinzione tra rifiuti pericolosi e non pericolosi si basa essenzialmente sulle loro diverse caratteristiche prima dell'incenerimento o del coincenerimento, e non sulle emissioni provocate dalla loro combustione <sup>9</sup> All'incenerimento o al coincenerimento dei rifiuti, pericolosi e non, vanno, pertanto, applicati gli stessi valori limite di emissione, pur prevedendo tecniche e condizioni di combustione differenti e misure di controllo diverse al momento della ricezione dei rifiuti.

La direttiva 2000/76 introduce una novità nella determinazione dei valori limite alle emissioni per alcune tipologie di impianti di coincenerimento: i cementifici ed i grandi impianti di combustione; i valori limite totali di emissione vengono fissati secondo la specifica tecnologia di combustione ed indipendentemente dalla quantità di rifiuti inceneriti.

Secondo l'approccio integrato che ormai caratterizza le recenti politiche comunitarie, viene espressa la necessità di adottare le soluzioni necessarie all'eliminazione ed alla riduzione dei consumi di acqua sia attraverso l'incremento

del riciclo e del riutilizzo di acque reflue o di processo come quelle di raffreddamento sia con l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili.

Analogamente, il decreto dispone che i residui prodotti durante il funzionamento dell'impianto di incenerimento o di coincenerimento, siano ridotti qualitativamente e quantitativamente. Particolarmente significative sono le disposizioni riguardanti l'accesso alle informazioni sui provvedimenti autorizzativi e sulla gestione degli impianti di incenerimento e coincenerimento.

Seguendo l'approccio volto a fornire al pubblico un'ampia informazione sulla gestione dei rifiuti, utilizzato nella nuova disciplina sulle discariche, la direttiva dispone che i cittadini ricevano le informazioni riguardanti le domande di nuove autorizzazioni per impianti di incenerimento e di coincenerimento.

## ***Situazione in Italia***

Dai dati disponibili sull'incenerimento dei rifiuti urbani e speciali in Italia relativi agli ultimi anni si può notare come nel nostro paese si refighi ad un ruolo di secondo piano questa forma di gestione dei rifiuti.

Osservando i dati forniti dal Rapporto Rifiuti 2002<sup>10</sup> si rilevano trends positivi sia riguardo alle quantità complessivamente trattate che alla modernizzazione del settore: infatti si registra un deciso ricambio tra impianti di nuova e vecchia generazione ed un aumento di installazioni dotate di possibilità di recupero energetico.

Nei 43 impianti al momento operativi presenti sul territorio nazionale nel 2000 sono stati avviati ad incenerimento con o senza recupero di energia circa 2,3 milioni di tonnellate di rifiuti urbani in totale, che, rappresentano solo l'8% del rifiuto urbano trattato.

In generale, si può osservare che quattro regioni, Lombardia (40%), Emilia Romagna (24%), Veneto (7%) e Sardegna (7%) hanno incenerito circa l'80% dei rifiuti complessivamente avviati a tale forma di trattamento, pari a circa il 18% del totale dei rifiuti urbani prodotti nelle stesse regioni.

Sono numerose le regioni che non sono dotate di impianti di incenerimento dei rifiuti: Valle d'Aosta, Liguria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata e Calabria.

I dati relativi al quadro impiantistico degli impianti per rifiuti urbani sono riassunti per regione ed area geografica nella tabella 3

Nel 2000 sono state avviate al trattamento termico 2.579.215 t di rifiuti in totale, di cui 2.321.648 t rifiuti urbani.

Nella tabella 4 sono riportati i dati relativi alla situazione della potenzialità impiantistica italiana relativa al 2000. Il recupero energetico in termini di energia elettrica è stato complessivamente di 810.900 MWh, mentre quello termico ammonta a 853.667 MWh.

**Tabella 3:Quadro riassuntivo relativo alla termovalorizzazione dei rifiuti  
anno 2000 (Fonte APAT/ONR)**

	Rifiuti Urbani (t)	Rifiuti totali (t)	Rifiuti Urbani % Nazionale	Rifiuti totali % Area Geografica	Rifiuti totali % Nazionale	E.Elettrica Prodotta (MWh/a)	E.Termica Prodotta (MWh/a)
<b>Piemonte</b>	96.243	100.224	4,1%	4,6%	3,9%	20.989	0
<b>Lombardia</b>	917.221	1.073.773	39,5%	49,5%	41,6%	475.718	457.936
<b>Trentino-Alto Adige</b>							
<b>Adige</b>	75.421	76.090	3,2%	3,5%	3,0%	26.170	0
<b>Veneto</b>	172.955	178.992	7,4%	8,2%	6,9%	41.436	0
<b>Friuli-Venezia Giulia</b>							
<b>Giulia</b>	132.403	135.746	5,7%	6,3%	5,3%	25.009	0
<b>Emilia-Romagna</b>							
<b>Romagna</b>	547.903	606.595	23,6%	27,9%	23,5%	147.838	395.731
<b>Totale Nord Italia</b>	<b>1.942.146</b>	<b>2.171.419</b>	<b>83,7%</b>	<b>84,2%</b>	<b>84,2%</b>	<b>737.161</b>	<b>853.667</b>
<b>Toscana</b>	142.089	146.523	6,1%	73,4%	5,7%	12.142	0
<b>Umbria</b>	31.994	31.994	1,4%	16,0%	1,2%	12.137	0
<b>Marche</b>	21.000	21.000	0,9%	10,5%	0,8%	6.172	0
<b>Totale Centro Italia</b>	<b>195.083</b>	<b>199.517</b>	<b>8,4%</b>	<b>7,7%</b>	<b>7,7%</b>	<b>30.451</b>	<b>0</b>
<b>Sicilia</b>	16.149	16.153	0,7%	7,8%	0,6%	0	0
<b>Sardegna</b>	168.271	192.126	7,2%	92,2%	7,4%	43.288	0
<b>Totale Sud Italia</b>	<b>184.419</b>	<b>208.279</b>	<b>7,9%</b>	<b>8,1%</b>	<b>8,1%</b>	<b>43.288</b>	<b>0</b>
<b>Totale Italia</b>	<b>2.321.648</b>	<b>2.579.215</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>810.900</b>	<b>853.667</b>

**Tabella 4: Distribuzione della potenzialità impiantistica di incenerimento anno 2000. (Fonte APAT/ONR)**

Regione	N. impianti	potenzialità complessiva (t/g)	potenzialità media (t/g)
Piemonte	2	286	143
Lombardia	12	4.358	363
Trentino AA	1	300	300
Veneto	3	571	190
Friuli VG	3	499	166
Emilia R	9	2.241	249
<b>Totale NORD Italia</b>	<b>30</b>	<b>8.255</b>	<b>275</b>
Toscana	8	774	97
Umbria	1	200	200
Marche	1	65	65
<b>Totale Centro Italia</b>	<b>10</b>	<b>1.039</b>	<b>104</b>
Sicilia	1	125	125
Sardegna	2	418	209
<b>Totale SUD Italia</b>	<b>3</b>	<b>543</b>	<b>181</b>
<b>TOTALE</b>	<b>43</b>	<b>9.837</b>	<b>229</b>

Come si può notare dai dati riportati nella tabella 4, in Italia la distribuzione degli impianti per dimensione non è omogenea: nelle regioni del Nord si trovano impianti di medio-grandi dimensioni, mentre gli impianti presenti nel Centro (Toscana e Marche in particolare), appartengono prevalentemente alla categoria degli impianti a piccola scala

Questo è riconducibile a vari fattori, tra cui principalmente scelte di pianificazione differenti e ragioni di accettabilità sociale; in quanto impianti più piccoli di norma sono maggiormente accettabili da parte della popolazione.

Le quantità di rifiuti complessivamente destinate all'incenerimento sono, comunque, estremamente basse; che a livello europeo colloca l'Italia tra i paesi meno attivi nel campo del trattamento termico, come illustrato dalla figura 3.

In Europa si può distinguere tra zone come i paesi mediterranei ed il Regno Unito, che fanno un ricorso molto limitato a questa forma di smaltimento, e i paesi centro-nord europei, che adottano l'incenerimento in misure maggiori, con percentuali attestate sul 30% del totale dei rifiuti, nei confronti di una media europea di circa il 19%.

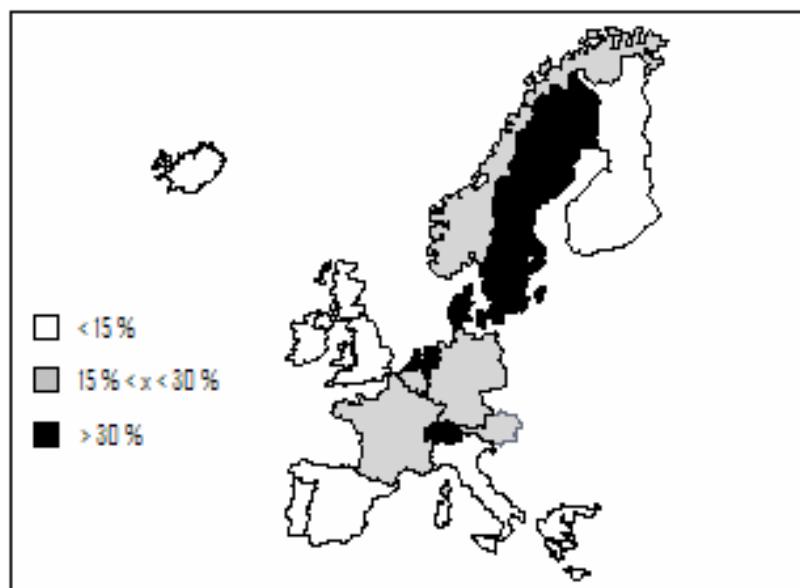


Figura 3 Incenerimento di RU nei paesi membri EU e Svizzera<sup>11</sup> (Based on Eurostat, New Cronos database 2002. Belgium 1998, Denmark 1998, Germany 1993, Greece 1997, Spain 1999, France 1998, Luxembourg 1998, the Netherlands 1999, Portugal 1999, Austria 1996, Finland 1990, Sweden 1998, Norway 1998, Iceland 1999, Italy 1997, Ireland 1995, United Kingdom 1996, Switzerland 1999).

## ***Aspetti tecnologici<sup>12 13</sup>***

### **Conferimento, stoccaggio e alimentazione**

I rifiuti, inizialmente, passano attraverso la stazione di pesatura, solitamente a registrazione automatica. I dati che vengono raccolti alla stazione di pesatura sono sostanzialmente il peso lordo e netto, la data, l'ora, il numero progressivo delle pesate, le caratteristiche dell'automezzo e l'eventuale qualità e provenienza dei rifiuti.

Successivamente i rifiuti vengono accumulati in apposita fossa di stoccaggio, solitamente posta alla base dell'edificio principale.

La capacità di stoccaggio della fossa è in funzione della potenzialità dell'impianto, delle condizioni igienico sanitarie, legate a loro volta al tempo di ricambio del rifiuto, agli impianti di sicurezza (sia riguardo alla prevenzione incendi che alle condizioni igienico ambientali), alle esigenze dei servizi esterni di raccolta. La fossa può essere dimensionata in modo da garantire un'autonomia gestionale nei giorni festivi o, comunque, di almeno 3-4 giorni di inattività dei servizi esterni di raccolta.

La sezione di conferimento, stoccaggio ed alimentazione deve comprendere almeno i seguenti dispositivi:

- piazzale di scarico automezzi, sopraelevato rispetto al piano dei rifiuti, in modo da non causare, per nessun motivo, ostacoli o interferenza con lo scarico;
- scarico rifiuti in fossa con porte a tenuta completamente esterne alla fossa (come ad esempio quelle a bocca di lupo)
- copertura e tamponamento completo, sia della fossa di stoccaggio che del piazzale di scarico
- impianto di aspirazione adeguato al fine di mantenere, sia nella fossa che nella zona piazzale di scarico, una leggera depressione tale da evitare qualsiasi fuoriuscita di polveri e/o esalazioni moleste. L'aria di aspirazione può essere opportunamente utilizzata come aria di combustione dei rifiuti
- sistema di movimentazione e caricamento (mediante gru a ponte o simili con polipo o valve) dei rifiuti presso le apposite tramogge di carico fornì. E'

consigliabile la ridondanza di più mezzi di movimentazione al fine di fronteggiare guasti e malfunzionamenti

- cabina di pilotaggio dei sistemi di movimentazione dei rifiuti. Detta cabina viene spesso posta in una zona alta della fossa in modo da dare pieno campo visivo all'operatore sia sui rifiuti da movimentare che sulle tramogge di carico fornì. Ancora migliore è la soluzione che prevede la postazione di comando dei carriporta direttamente nella sala di comando generale, opportunamente posizionata per garantirle visione diretta sulla fossa; per il caricamento delle tramogge dei fornì ci si avvale di automatismi e telecamere. Qualora venga effettuato lo stoccaggio delle scorie direttamente all'uscita dei trasportatori scorie, è auspicabile il posizionamento della fossa scorie in modo da manovrare anche il carriporto scorie dalla sala di comando. Il raggruppamento dei comandi carriporta rifiuti e carriporta scorie direttamente nella sala quadri e la visione diretta delle fosse rifiuti e scorie permettono un'utilissima concentrazione e risparmio di personale con notevoli vantaggi economici ed operativi. E' oltremodo consigliabile l'installazione d telecamere a circuito chiuso per le zone non direttamente controllabili dalla sala di comando, quali ad esempio: piazzale di scarico automezzi; bocca tramogge di carico fornì; eventuali parzializzazioni della fossa; interno forno, ecc.
- percorso indipendente per i rifiuti ospedalieri conferiti in appositi contenitori, mediante appositi elevatori e immissione diretta nei fornì.
- auspicabile è la presenza di una postazione di triturazione dei rifiuti ingombranti; allo scopo occorre prevedere una porzione di fossa per la ricezione degli ingombranti; è auspicabile la ripresa degli stessi con la benna di servizio alla fossa rifiuti ed il loro caricamento alla tramoggia del trituratore degli ingombranti, che deve scaricare direttamente in fossa perché siano ripresi e miscelati con il rifiuto normale.

## **Combustione**

Nei processi di termovalorizzazione dei rifiuti vengono adottate principalmente tre tecnologie, applicate a determinate tipologie di rifiuto.

### *FORNO A GRIGLIA.*

Questa tecnologia è attualmente considerata la più adatta alla combustione dei rifiuti solidi urbani. I fornì a griglia sono in grado di bruciare oltre RSU tal quale, anche sovvalli, RDF e piccole quantità di fanghi (mescolati opportunamente ai RSU). Il range di potenzialità è molto ampio, da 30 a 1500 t/d. Generalmente operano a temperature superiori a 850°C. La maggior parte degli impianti è dotata di griglie mobili: oscillanti, a gradini, rotanti, viaggianti, fluidizzate ed a tegoli alternativi. I diversi sistemi a griglia si differenziano per le modalità di trasporto del materiale all'interno della camera di combustione. Le griglie sono costituite da elementi mobili che devono soddisfare le esigenze relative al supporto, avanzamento e rimescolamento del rifiuto, oltre a permettere il passaggio dell'aria di combustione primaria. Questa viene generalmente prelevata dalla fossa di accumulo, ed è iniettata attraverso le griglie, tramite sistemi di controllo della distribuzione. L'aria di combustione secondaria è introdotta per mezzo di sistemi di iniezione ad alta velocità sopra lo strato di rifiuti, per ottimizzare il rimescolamento ed ottenere una combustione completa. Le griglie sono raffreddate tramite il passaggio dell'aria di combustione o mediante sistemi di raffreddamento, nei quali un liquido refrigerante (acqua o olio) viene fatto scorrere all'interno delle griglie, dalle zone più fredde fino a quelle più calde, per massimizzare il trasferimento di calore. In questo modo il calore assorbito può essere sfruttato nel processo (es.: pre-riscaldamento dell'aria primaria) o trasferito per un utilizzo esterno (teleriscaldamento).

I vantaggi di questo sistema di raffreddamento sono:

- la quantità di aria primaria richiesta è minore, in quanto serve solo a migliorare le prestazioni di combustione, e non deve raffreddare le griglie;
- il calore assorbito può essere utilizzato per migliorare l'efficienza energetica dell'impianto;
- diminuisce la corrosione delle griglie;
- i dati termici sul fluido di raffreddamento possono essere utilizzati per ottimizzare il processo di combustione e ridurre le emissioni.

L'incenerimento avviene all'interno della camera di combustione, il cui dimensionamento è connesso ai seguenti fattori:

- a) tipologia e dimensioni delle griglie;
- b) ottimizzazione della turbolenza, al fine di rimescolare ed omogeneizzare i gas prodotti, per migliorare la combustione;

- c) tempo di permanenza dei rifiuti nella zona ad alta temperatura, necessario per garantire una completa combustione;
- d) temperatura di combustione ottimale e quantità di ossigeno nei fumi;
- e) raffreddamento parziale dei fumi, al fine di evitare la fusione di ceneri volanti sulle superfici membranate;
- f) eventuale preriscaldamento dell'aria di combustione e ricircolo dei fumi.

#### *FORNO A LETTO FLUIDO.*

Questa tecnologia è utilizzata prevalentemente per l'incenerimento di CDR o di rifiuto pretrattato ed omogeneizzato ad una pezzatura idonea (per molti impianti il diametro massimo è 50 mm). I principali vantaggi di questa tipologia di impianto sono la distribuzione omogenea della temperatura nella camera di combustione, la rapidità e semplicità di accensione e spegnimento, la presenza di un numero esiguo di parti meccaniche e in movimento, che richiedono una manutenzione semplice. Grazie ad efficienti scambi di massa ed energia, è possibile operare a temperature minori rispetto ad altre tipologie di combustione. Inoltre si ottiene un basso contenuto di residui incombusti nelle scorie.

D'altro canto la tecnologia a letto fluido richiede alimentazione con materiale di determinata granulometria, questo implica la necessità di un pretrattamento dei rifiuti. Inoltre la fusione delle ceneri e dell'inerte in agglomerati può causare la defluidizzazione del letto, con conseguente calo di prestazioni di combustione.

Dato il raggiungimento di temperature di combustione minori rispetto alle tecnologie a griglia, la produzione di ossidi d'azoto è ridotta.

La presenza di componenti acidi come SO<sub>2</sub> e HCl può, in via di principio, venir controllata tramite l'aggiunta di adeguati assorbenti (es.: calce), ma deve essere tenuta in considerazione la formazione di cloruri, possibile causa di corrosione.

#### *FORNO A TAMBURU ROTANTE.*

Questa tecnologia presenta caratteristiche ideali, soprattutto in termini di robustezza e semplicità, per la combustione di qualsiasi tipologia rifiuto senza richiedere particolari pretrattamenti. I forni a tamburo rotante possono essere alimentati con materiali di diversa consistenza, solidi (compressi in fusti), liquidi e fanghi, e vengono utilizzati principalmente nello smaltimento dei rifiuti industriali. Inoltre questa tipologia di forno risulta idonea per trattare materiali ad elevato p.c.i., il cui smaltimento può essere problematico in un forno a griglia. I forni a tamburo rotante sono particolarmente adatti allo smaltimento di rifiuti tossici e nocivi. Le caratteristiche costruttive limitano la capacità di trattamento a volumi piuttosto

ridotti, mentre la temperatura operativa ha un range più ampio rispetto a quello del forno a letto fluido, infatti può variare tra i 950 ed i 1300°C. L'operare alle alte temperature porta alla formazione di scorie vetrificate, mentre alle basse temperature queste vengono sinterizzate. Il residuo incombusto nelle scorie è maggiore di quello ottenuto dei forni a griglia.

La maggior parte delle installazioni può iniettare aria secondaria nella camera di post-combustione. Grazie alle alte temperature ed alla introduzione di aria secondaria la combustione dei fumi è completata ed i composti organici volatili (es.: IPA, PCB & diossine) compresi gli idrocarburi a basso peso molecolare vengono decompesi.

La potenzialità annua va dalle 30000 alle 100000 tonnellate.

Nel caso di rifiuti pericolosi vengono adottate particolari precauzioni, sia in fase di stoccaggio, che di movimentazione ed alimentazione al forno. I rifiuti possono essere introdotti dal contenitore di trasporto alla camera di combustione tramite un sistema di iniezione diretta (in particolare le sostanze tossiche, odorose, reattive e i liquidi corrosivi), o apposite pompe per materiale addensato (rifiuti liquidi e fanghi).

## **Principali tecniche alternative: gassificazione, pirolisi**

### *Gassificazione*

Il processo di gassificazione consiste nella combustione parziale di un materiale, in difetto di ossigeno, che dà luogo ad un gas combustibile ricco in ossido di carbonio ed idrogeno.

Per la sua applicazione essa richiede l'impiego di un materiale abbastanza omogeneo per cui, nel caso dei RSU, essa viene generalmente applicata sull'RDF da questi derivato, preferibilmente pellettizzato, anche se non mancano esperienze di gassificazioni condotte sui RSU tal quali.

Risultato della gassificazione è la trasformazione del materiale di scarto in un gas "povero" contenente azoto, monossido di carbonio, anidride carbonica, idrogeno e, in minor quantità, metano e ossigeno, caratterizzato da un potere calorifico dell'ordine di 1000-1500 kcal/Nm<sup>3</sup> ed utilizzabile in un bruciatore, in un motore endotermico e, se adeguatamente depurato, in una turbina.

Le tecnologie in uso prevedono in generale l'applicazione di due tipi di gassificatori: gasogeno a letto fisso con griglia mobile e gasogeno a letto fluido.

### *Pirolisi*

La pirolisi consiste in un riscaldamento indiretto in atmosfera priva di ossigeno che conduce alla scissione della maggior parte delle sostanze organiche dando luogo, per mezzo di reazioni di cracking termico e di condensazione, a frazioni gassose, liquide, solide. Le rese relative di questi prodotti dipendono dal tipo di processo di pirolisi realizzato e dai parametri operativi del reattore.

Le tre correnti in uscita sono costituite da:

- a) gas combustibile (syngas) avente un medio potere calorifico (13-21 MJ/Nm<sup>3</sup>), costituito principalmente da CO, CO<sub>2</sub> (se è presente ossigeno nel materiale base), H<sub>2</sub>, e idrocarburi leggeri sia saturi che insaturi in funzione delle caratteristiche iniziali della frazione organica da trattare e delle condizioni operative applicate;
- b) un prodotto liquido a temperatura ambiente (tar, assimilabile ad un olio combustibile) costituita da catrame, acqua e composti organici;
- c) un prodotto solido (char), costituito essenzialmente da residuo carbonioso, inerti e ceneri.

I complessi e costosi processi di purificazione che devono essere applicati ai prodotti combustibili derivati da queste tecniche, affinché abbiano caratteristiche commercializzabili, rende il ritorno economico non sempre vantaggioso.

### *Prospettive future per le tecniche di combustione alternative*

Le spinte principali allo sviluppo di tecnologie avanzate di trattamento termico alternative a quelle ormai definite "convenzionali" sono ritenute essere le performances ambientali, l'efficienza di conversione ed una migliore percezione pubblica. Gli ostacoli economici risultano essere connessi principalmente alle incertezze relative ai costi e le possibilità di mercato. Secondo uno studio dell'IEA (International Energy Agency) queste tecnologie sono destinate a raggiungere costi similari a quelli dell'incenerimento tradizionale (mass burn), possono ottenere

emissioni ambientali minori ed hanno la prospettiva di maggiori livelli di recupero energetico<sup>14</sup>. In particolare queste tecnologie alternative risultano processi promettenti soprattutto per quanto riguarda l'applicazione in impianti di piccola scala e decentrati, come evidenziato da un rapporto del JRC (Joint Research Center)<sup>15</sup>.

## Sistemi di abbattimento inquinanti

Per la selezione dei sistemi di trattamento fumi si valutano diversi fattori, tra cui:

- carico e tipologia del particolato
- distribuzione granulometrica del particolato
- portata dei fumi
- limiti di emissione
- temperatura ed umidità dei fumi
- presenza di composti corrosivi
- disponibilità e costi di acqua e di reagenti
- costi di installazione e di esercizio
- compatibilità con gli altri componenti del sistema di trattamento fumi

Per ottimizzare il sistema di abbattimento dei fumi è necessario considerare le sue varie componenti come un apparato unico. Questo approccio è importante in quanto le varie unità interagiscono, abbattendo principalmente delle particolari classi di inquinanti ed al contempo esercitando un effetto su altre. Ad esempio un filtro a maniche posto a valle dell'iniezione di un reagente può agire da reattore complementare, contribuendo alla depurazione di gas acidi, metalli con elevata volatilità come Hg e Cd, POPs quali diossine e furani; l'adsorbimento di diossine ad opera dei carboni attivi ha effetto anche su Hg ed altre sostanze; i sistemi SCR per l'abbattimento degli NO<sub>x</sub> agiscono anche sui microinquinanti organici.

Riguardo al trattamento dei prodotti di combustione a valle del processo, le tipologie di depurazione sono molteplici; in generale si può dire che tra tutti i sistemi non ne esiste uno che sia in assoluto migliore degli altri, ma piuttosto va detto che per ogni tipo di problema può esservi una soluzione impiantistica differente, e, talvolta, sistemi di depurazione pur ispirati al medesimo principio possono risultare efficaci oppure no solo per via di piccole differenze costruttive apparentemente poco significative.

### *Polveri*

Si parla di depolverazione quando una corrente gassosa che trasporta particelle solide viene convogliata ad un sistema che separa la fase solida da quella gassosa.

L'efficienza degli impianti di depurazione dei fumi è direttamente legata alle prestazioni del sistema di filtrazione utilizzato. Per ottimizzarne la scelta bisogna prendere in considerazione diversi fattori:

- limiti di emissione da rispettare
- portata dei fumi
- tipologia e qualità del particolato
- temperatura e umidità del gas
- presenza di agenti corrosivi
- lo spazio disponibile
- caratteristiche costruttive dell'impianto stesso
- costi di investimento e di funzionamento

I principali sistemi dedicati all'abbattimento delle polveri sono:

- cicloni
- elettrofiltri (o precipitatori elettrostatici)
- filtri a maniche

Tali sistemi si differenziano principalmente per:

- tipologia costruttiva
- rendimento di abbattimento
- principi e condizione di funzionamento
- costo di investimento e di esercizio

### *Cicloni*

Nei depolveratori ciclonici, il gas inquinato è sottoposto ad un movimento rotatorio: sotto l'azione della forza centrifuga, le particelle si dirigono verso le pareti dei cicloni dove si agglomerano e, sotto l'azione della forza peso, vengono a cadere nella tramoggia posta alla base del ciclone.

Essendo la velocità radiale di sedimentazione inversamente proporzionale al raggio del ciclone, si tende a realizzare delle batterie formate da tanti piccoli cicloni

posti in parallelo, di alcune decine di centimetri di diametro ciascuno, o gruppi di cicloni posti in serie. Comunque questa tecnologia non consente di captare particelle di diametro inferiore ai 510 micron, lasciando così passare la maggior parte dei metalli pesanti condensati sulle particelle di diametro inferiore. Sono comunque apparecchiature semplici ed affidabili, anche se esiste sempre il rischio di intasamento e quello di perdita di efficienza per variazione della portata fumi. Attualmente vengono per lo più utilizzati per una fase di pre-depolverazione.

### *Elettrofiltri*

Si basano sul fenomeno fisico della precipitazione elettrostatica che si ottiene facendo passare la corrente dei fumi tra due elettrodi:

- uno emissivo (di carica negativa) filiforme
- uno ricettivo (di carica positiva) costituito da una superficie di ricezione

Le particelle di polveri vengono caricate dagli ioni prodotti per effetto corona dall'elettrodo emittente che si trova sotto una alta tensione (circa 50 kV). Grazie all'effetto del campo elettrico che si viene ad instaurare tra i due elettrodi, le particelle caricate sono attirate dall'elettrodo ricettore e fatte ricadere da questo in una tramoggia di raccolta tramite scuotimento.

Questi filtri possono essere costituiti da uno o più campi di captazione disposti in serie. La maggior parte degli elettrofiltri è costituito da almeno due campi fino ad un massimo di quattro o cinque, ciascuno costituito da elettrodi emissivi e ricettivi, posizionati verticalmente in modo che le direzioni dei campi risultino alternate.

L'efficienza degli elettrofiltri aumenta all'aumentare del numero di campi.

Per ciò che riguarda il funzionamento, i parametri che influenzano l'esercizio di un elettrofiltro sono i seguenti:

- resistività delle particelle di polvere; le condizioni ottimali prevedono una resistività compresa tra 108 e 1011 ohm/cm, tipica della maggior parte delle polveri. Resistività inferiori provocano un facile “scaricamento” delle particelle sulle placche ricettrici e la loro reimmissione in circolo causata dalla velocità dei fumi. Resistività maggiori provocano un fenomeno di contro emissione in seguito all'aumento di resistenza dello strato di polveri sugli elettrodi ricettori.

In entrambi i casi si osserva una diminuzione di rendimento.

Due sono i parametri principali che influenzano, in modo inversamente proporzionale la resistività:

- l'umidità dei fumi
- tenore in zolfo

Gli elettrofiltri sono costruiti in materiale metallico e possono sopportare temperature dei gas superiori ai 400°C. La temperatura di esercizio si attesta normalmente in un intervallo compreso tra 200 e 300°C.

L'efficienza di un elettrofiltro diminuisce all'aumentare del tenore di polveri presenti nella corrente dei fumi. Ne consegue che, data una superficie di captazione ed un numero di campi, l'efficacia dell'elettrofiltro è funzione della portata di fumi trattata. Altro parametro importante è costituito dalle dimensioni e dalla tipologia del particolato: la captazione dei metalli pesanti (piombo e cadmio) può attestarsi intorno al 90% se il rendimento globale sulle polveri è elevato; al contrario, i composti presenti in fase gas (mercurio) ed i composti organici (diossine/furani) non sono captati se non sotto forma di polveri: sarebbe quindi necessario adsorbirli su particelle solide per poi captare queste ultime nell'elettrofiltro.

#### *Filtri a manica*

Sono costituiti da un tessuto tubolare sostenuto tramite un cestello portante interno, solitamente in acciaio. Il processo di separazione delle particelle di polvere, contenute nei gas, mediante tessuto filtrante, dipende da numerosi fattori: le forze di massa (inerzia), l'effetto di sbarramento, la diffusione, le forze elettrostatiche e l'adesione.

Il grado di separazione totale è influenzato dallo spessore dello strato filtrante, dal diametro delle fibre e dal grado di separazione della fibra singola, influenzato a sua volta dalle dimensioni e dalla velocità della particella.

La filtrazione non è semplicemente una "setacciatura" della polvere contenuta nel fluido gassoso che la tiene in sospensione e la trasporta. Il fenomeno è più comprensibile se lo si pensa in termini probabilistici: una particella delle dimensioni di pochi micron che attraversa il feltro di cui è composta la manica filtro, ha, relativamente alle sue dimensioni, un percorso lunghissimo da compiere: più piccoli e tortuosi sono i "canali" che deve percorrere, più è bassa la sua velocità e, più grandi sono le sue dimensioni, più alta è la probabilità che essa interferisca, meccanicamente o attraverso gli altri meccanismi citati, con il mezzo filtrante.

La capacità di filtrazione dipende:

- dalle caratteristiche della polvere da filtrare

- dalla velocità di filtrazione
- dal tipo di filtro
- dalle caratteristiche del mezzo filtrante

Il modo di lavorare del filtro è diverso a seconda del tipo di pulizia (filtri meccanici o pneumatici) sia perché anche lo strato di polvere che si forma sulle maniche partecipa al processo di filtrazione, sia perché più alta è la velocità del gas, più grosse sono le particelle che riescono a superare lo spessore del mezzo.

Le prestazioni del filtro non potranno quindi essere definite né con le dimensioni della più piccola particella filtrabile, (ad esempio fino a 10 micron), né con una efficienza ponderale, (ad esempio 99,9%), dato che la quantità di polvere che esce dipende poco da quanta entra nel filtro: il modo corretto di definire le prestazioni di un filtro è con la concentrazione di polvere in uscita in mg/mc. Una indicazione sulla concentrazione di polvere in uscita dal filtro potrà essere fornita quindi solo sapendo la natura e l'analisi granulometrica della polvere, nonché la velocità di filtrazione, intesa come rapporto tra portata e superficie. Questa è anzi la variabile di progetto più importante: senza conoscere questo dato, la scelta del mezzo filtrante più appropriato non può essere fatta.

## NO<sub>X</sub>

Gli ossidi di azoto possono essere ridotti ottimizzando il progetto ed il funzionamento della camera di combustione e installando dispositivi supplementari quali:

- sistemi catalitici
- sistemi non catalitici
- sistemi chimici

Queste misure possono essere adottate singolarmente o in combinazione fra loro.

### *Sistemi SCR (Riduzione Catalitica Selettiva)*

#### Componenti principali

Un sistema di riduzione catalitica è formato dai seguenti componenti:

- reattore catalitico
- griglia di iniezione dell'ammoniaca
- unità di stoccaggio dell'ammoniaca
- eventuale post riscaldamento dei fumi

#### Condizioni operative

L'ammoniaca può essere iniettata sotto forma anidra o come soluzione aquosa. I tempi di residenza variano da 0,5 a 1 secondo, sufficienti a garantire una adeguata miscelazione NO<sub>x</sub> - NH<sub>3</sub> prima del letto catalitico.

#### Fattori primari

I fattori primari che influenzano il processo sono:

- la temperatura;
- la composizione e configurazione del catalizzatore;
- il contenuto in zolfo e in metalli pesanti del combustibile;
- il progetto del sistema di iniezione dell'ammoniaca.

#### Catalizzatori

Sono disponibili in commercio in una vasta gamma di materiali e di forme; per i primi i più utilizzati sono i metalli, quali titanio, vanadio e platino, le zeoliti e le ceramiche

#### *Sistemi chimici*

##### Funzionamento

Il sistema in esame prevede una torre ad umido, funzionante a due stadi, nella quale i fumi entrano ad una temperatura compresa tra i 90 ed i 100°C e, per questo, posizionata in coda all'impianto. All'interno della torre vengono abbattuti i gas acidi eventualmente ancora presenti e gli ossidi di azoto. Il funzionamento è il seguente: il primo stadio è costituito da una soluzione ricca di clorito di sodio che ossida gli NO ad NO<sub>2</sub>; quest'ultimo viene quindi abbattuto nel secondo stadio, contenente una soluzione a pH basico (soluzione a base di NaOH). Il sistema può essere integrato da un abbattitore di umidità che ha la funzione di limitare il trascinamento delle torri.

##### Rendimento

La percentuale di abbattimento è funzione del dosaggio dei reagenti chimici e può arrivare a valori intorno al 90% con completa assenza di slip ammoniacali.

L'utilizzo di un sistema "ad umido" comporta un maggior investimento economico in rapporto ai sistemi non catalitici, investimento che deve tener conto sia di un trattamento chimico fisico dei reflui liquidi in uscita dalle torri sia del costo di gestione imputabile alla necessità di post riscaldare i fumi che, uscendo dal suddetto sistema ad una temperatura di circa 50-65°C, devono essere portati a 110-115°C per poter essere espulsi al camino.

#### Conclusioni

La scelta del sistema di abbattimento degli ossidi di azoto avviene in considerazione delle concentrazioni di NO<sub>x</sub> rilevate, dei limiti imposti dalla normativa e, nel caso di impianti già esistenti, dal lay-out dell'impianto, a questi parametri si aggiungono quelli riguardanti le valutazione tecniche ed economiche.

## NO<sub>x</sub>

Sistemi	Vantaggi	Svantaggi
SNCR	-semplicità impiantistica -bassi costi di investimento e di gestione	-efficienza di abbattimento =50% -possibilità di fughe di ammoniaca
SCR	-alta efficienza (~ 80%) -rischio minimo di fughe di ammoniaca	-elevati costi di investimento e di gestione -pericolo di avvelenamento del catalizzatore -complessità impiantistica

## Metalli pesanti

Sistemi	Vantaggi	Svantaggi
Carboni attivi	-bassi costi di investimento e di gestione -eliminazione contemporanea anche di PCDD/PCDF -bassi consumi di reagente	-richiede un filtro a maniche successivo -limite superiore di temperatura di utilizzo -necessità di stabilizzazione delle polveri residue
Lavaggio acido	multifunzionale	-necessità di una torre di lavaggio -necessità di un trattamento acque

## POLVERI

Sistemi	Concentrazioni ottenute	Vantaggi	Svantaggi
Cicloni e Multicicloni	Cicloni 200-300 mg/m <sup>3</sup> Multicicloni 100-150 mg/m <sup>3</sup>	-basso costo di investimento -basso costo di esercizio -semplicità strutturale, resistente all'usura e ad un ampio range di temperature	-bassa efficienza di depurazione -problemi di intasamento -captazione inferiore rispetto ai filtri a maniche -utilizzo in fase di pre-depolverazione
Precipitatori elettrostatici	<25 mg/m <sup>3</sup>	-ridotti costi di gestione -costi di investimento ragionevoli (per grandi installazioni)	-costi di investimento non convenienti per piccole installazioni
Filtri a maniche	<5 mg/m <sup>3</sup>	-prestazioni elevate, grazie anche allo strato di polvere sulle maniche che aumenta l'efficienza di filtrazione -compatibile con l'iniezione di sistemi a secco -depurazione da gas acidi, PCDD/PCDF e mercurio tramite l'aggiunta di reagenti alcalini e carboni attivi	-materiale filtrante delicato e costoso: costi di gestione elevati -problemi di intasamento in condizioni di umidità

## **IPPC e BAT**

### **Introduzione**

Nell'ultimo decennio, la politica ambientale comunitaria si è evoluta orientandosi sempre più verso un approccio maggiormente flessibile ed integrato, col risultato di un superamento del tradizionale atteggiamento “command & control”.

A livello europeo sono utilizzati almeno tre strumenti differenti per affrontare e combattere l'inquinamento derivante da sorgenti isolate:

- Norme prescrittive, contenenti un minimo di regole da applicare uniformemente in tutta l'Unione;
- Norme flessibili, che richiedono aggiuntive regole nazionali o specifiche per la località, che quindi risulteranno diversificate per i vari impianti in tutta l'Unione;
- Strumenti volontari e/o di mercato che stabiliscono le regole di base per gli operatori interessati a sfruttare le opportunità offerte dal mercato (ad es. il regolamento EMAS ed i permessi negoziabili di emissione);

La direttiva 96/61/CE, nota anche con il nome “IPPC” (Integrated Pollution Prevention and Control), costituisce un passo importante in questa evoluzione, perché predispone un quadro integrato e flessibile per attuare la regolamentazione ambientale sulle molteplici attività industriali maggiormente inquinanti.<sup>16</sup>

Uno dei problemi principali delle normative precedenti era costituito dalla loro mancanza di flessibilità, in cui le misure specifiche prescritte dai legislatori non rappresentavano necessariamente la soluzione migliore in determinate circostanze. Questa inflessibilità contribuiva spesso a creare un clima di sfiducia e confronto tra il settore industriale ed il legislatore<sup>16</sup>.

Il V programma di azione europeo per l'ambiente, promuovendo lo sviluppo sostenibile come uno degli obiettivi principali ed evidenziando il concetto della responsabilità condivisa, ha dato un chiaro segnale di svolta verso un dialogo reale e costruttivo con il settore industriale<sup>17</sup>. In questo senso, l'approccio integrato e flessibile che caratterizza la disciplina IPPC, oltre ad essere principalmente volto alla protezione dell'ambiente, promuove la sostenibilità in numerosi settori produttivi e favorisce lo sviluppo tecnologico dell'industria europea, stimolandone

la modernizzazione e la continua ricerca di tecnologie pulite. Inoltre crea le basi per una concorrenza equa, sostenendo un continuo scambio di informazioni tra gli operatori del settore e gli Stati Membri, per uniformare la posizione dei singoli stati ed evitare lo sviluppo di posizioni privilegiate nel mercato unico; in questo modo evita anche eventuali distorsioni di mercato dovute al “dumping” ambientale. Infatti lo stabilire regole autorizzative comuni in tutta la Unione europea dissuade le aziende a spostarsi in regioni dove i requisiti ambientali sono meno restrittivi.

A livello europeo si stima che circa 60.000 impianti industriali dovranno adeguarsi alla disciplina IPPC entro il 2007.<sup>18</sup>

Il governo italiano opererà nei prossimi anni per l'attuazione sul territorio nazionale della direttiva 96/61/CE, recepita attraverso il decreto legislativo 372/99.

La direttiva IPPC si pone obiettivi ambiziosi, il principale dei quali è il raggiungimento di un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso, attraverso la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento generato da impianti industriali, operando direttamente alla sua fonte.<sup>19</sup>

In tal senso, la direttiva promuove lo sviluppo sostenibile tramite un approccio integrato al controllo ed alla riduzione dell'inquinamento, coinvolgendo vari settori industriali e produttivi nel processo di autorizzazione integrata.

Tramite la disciplina IPPC si fissano importanti principi generali, improntati a regolare gli obblighi degli operatori dei settori coinvolti riguardo le ricadute ambientali derivanti dalle loro attività. Con questo provvedimento si istituisce la Autorizzazione Integrata Ambientale, AIA, responsabile di una riorganizzazione del sistema autorizzativo, inoltre vengono introdotti nello scenario nazionale concetti innovativi quali il ricorso alle migliori tecniche disponibili (Best Available Techniques, BAT) e l'utilizzo di un maggiore scambio di informazioni tra i vari soggetti coinvolti.

L'IPPC rappresenta un punto fondamentale del nuovo approccio verso la tutela dell'ambiente, consentendo di superare la frammentarietà delle competenze richieste e riducendo il numero delle autorità coinvolte nel procedimento<sup>20</sup>. L'attuazione della direttiva IPPC avvia un importante processo di semplificazione amministrativa e snellimento procedurale, volto a superare l'approccio normativo settoriale attraverso l'istituzione di un'unica procedura autorizzativa che comprenda i procedimenti relativi ai vari comparti ambientali riconducibili ad un singolo impianto.

La direttiva 96/61 difatti riassume, per la prima volta, le prescrizioni adottate, in un corpus unicum volto a fornire un quadro generale di prevenzione dall'inquinamento nelle sue accezioni atmosferica, idrica e del suolo. Il fine della disciplina IPPC è quello di conseguire un elevato livello di protezione dell'ambiente nella sua totalità, per cui al fine di evitare un trasferimento delle sostanze inquinanti tra i diversi comparti ambientali è necessario considerare i vari aspetti ambientali nel loro complesso.

## **D.Lgs. 4 agosto 1999, n.372**

La direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione ed alla riduzione integrata dell'inquinamento (IPPC) è stata trasposta nell'ordinamento nazionale tramite il decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372, pubblicato sulla gazzetta ufficiale il 26 ottobre 1999. In Italia la direttiva è stata resa operativa, per ora, limitatamente alla disciplina per gli impianti industriali e produttivi esistenti. Per il recepimento della direttiva per quanto riguarda gli impianti nuovi e le modifiche sostanziali di quelli esistenti è necessario aspettare un ulteriore provvedimento.

Attraverso questo decreto viene introdotto uno strumento normativo che opera secondo principi generali di prevenzione nell'ambito di un sistema autorizzativo, con l'obiettivo del miglioramento delle prestazioni in termini di prevenzione e riduzione dell'inquinamento complessivamente prodotto da determinati complessi industriali.

Questo decreto disciplina infatti la prevenzione integrata dell'inquinamento di fonte industriale nonché il rilascio, rinnovo e riesame dell'autorizzazione integrata ambientale per gli impianti compresi nell'elenco dell'allegato I del D.Lgs. 372/99. (riportato in APPENDICE I). L'autorizzazione integrata ambientale fissa contestualmente le condizioni di esercizio dell'impianto per le quali si ha il rispetto del decreto in questione. Per autorizzazione integrata ambientale si intende il provvedimento che autorizza l'esercizio di un impianto o di parte di esso, a determinate condizioni, e che sostituisce ogni altro visto, nulla osta parere o autorizzazione ambientale. Il concetto di autorizzazione integrata implica che le autorizzazioni devono considerare l'insieme delle prestazioni ambientali degli impianti: le emissioni in atmosfera, gli impatti sulle acque, sul suolo, la produzione di rifiuti, l'impiego di materie prime, l'efficienza energetica, le emissioni sonore, la prevenzione degli incidenti e la gestione dei rischi.

La domanda di autorizzazione deve contenere informazioni relative a<sup>21</sup>:

- ✓ L'impianto, il tipo e la portata delle sue attività;
- ✓ Le materie prime e ausiliarie, le sostanze e l'energia usate o prodotte dall'impianto;
- ✓ Le fonti di emissione dell'impianto;
- ✓ Lo stato del sito di ubicazione dell'impianto; il tipo e l'entità delle emissioni dell'impianto in ogni settore ambientale, nonché un'identificazione degli effetti significativi delle emissioni sull'ambiente;

- ✓ La tecnologia utilizzata e le altre tecniche in uso per prevenire le emissioni dall'impianto oppure per ridurle;
- ✓ Le misure di prevenzione e di recupero dei rifiuti prodotti dall'impianto;
- ✓ Le misure previste per controllare le emissioni nell'ambiente
- ✓ Le misure previste per evitare la produzione dei rifiuti ex D.Lgs 22/97, l'applicazione delle migliori tecniche disponibili, l'uso efficace dell'energia, per prevenire gli incidenti, per evitare inquinamenti al momento della cessazione definitiva dell'attività.

L'autorizzazione integrata deve includere valori limite di emissione fissati per le sostanze inquinanti, in particolare quelle elencate nell'allegato III del D.lgs. 372/99 (Tabella 5), parametri o misure tecniche equivalenti, tenendo conto delle caratteristiche tecniche dell'impianto, la sua collocazione geografica e le condizioni ambientali locali. E' fondamentale che le varie problematiche ambientali siano considerate nel complesso, in modo da non provocare un trasferimento degli inquinanti tra i diversi comparti.

Nell'autorizzazione integrata devono essere compresi:

- I criteri relativi alle misure previste per evitare la produzione dei rifiuti ex D.Lgs. 22/97, all'applicazione delle migliori tecniche disponibili, all'uso efficace dell'energia, per prevenire gli incidenti, per evitare inquinamenti al momento della cessazione definitiva dell'attività;
- I valori limite di emissione delle sostanze inquinanti, in particolare quelle di cui all'allegato III del D.Lgs. 372/99 che possono interessare l'ambiente. I valori limite non possono essere inferiori a quelli fissati dalla vigente normativa nazionale o regionale;
- Gli opportuni requisiti di controllo delle emissioni, che specificano la metodologia e la frequenza di misurazione, nonché la relativa procedura di valutazione, in conformità a quanto disposto dalla vigente normativa in materia ambientale;
- Le misure relative alle condizioni diverse dalla normalità, in particolare per le fasi di avvio e di arresto dell'impianto, per le emissioni fuggitive, per i malfunzionamenti, e per l'arresto definitivo dell'impianto.
- Vengono riportate nell'autorizzazione integrata le prescrizioni ai fini della sicurezza e della prevenzione dei rischi di incidenti rilevanti stabilite dall'autorità competente;

**Tabella 5. Allegato III: Elenco indicativo delle principali sostanze inquinanti di cui è obbligatorio tener conto se pertinenti per stabilire i valori limite di emissione**

ARIA	ACQUA
Ossidi di zolfo e altri composti dello zolfo.	Composti organoalogenati e sostanze che pos-sono dar loro origine nell'ambiente idrico.
Ossidi di azoto e altri composti dell'azoto.	Composti organofosforici.
Monossido di carbonio.	Composti organici dello stagno.
Composti organici volatili	Sostanze cancerogene, mutagene o teratogene se immesse in ambiente acquoso o con il concorso dello stesso
Metalli e relativi composti.	Idrocarburi persistenti e sostanze organiche tossiche persistenti e bioaccumulabili.
Polveri.	Cianuri.
Amianto (particelle in sospensione e fibre).	Metalli e loro composti.
Cloro e suoi composti.	Arsenico e suoi composti.
Fluoro e suoi composti.	Biocidi e prodotti fitofarmaceutici.
Arsenico e suoi composti.	Materie in sospensione.
Cianuri.	Sostanze che contribuiscono all'eutrofizzazione (nitrati e fosfati, in particolare).
Sostanze cancerogene, mutagene o teratogene se immesse in atmosfera	Sostanze che esercitano un'influenza sfavorevole sul bilancio di ossigeno (misurabili con parametri quali BOD e COD)
Policlorodibenzodiossina (PCDD) e policlorodibenzofuran (PCDF).	

Tutti i gestori di impianti compresi nella lista riportata negli allegati della direttiva IPPC e del decreto legislativo 372 dovranno richiedere il rinnovo dell'autorizzazione all'esercizio, dimostrando l'adeguatezza degli impianti esistenti

alle norme generali contenute nel decreto legislativo stesso. L'eventuale adeguamento degli impianti esistenti deve essere concluso entro il 2007.

Il decreto legislativo 372/99 definisce anche l'Autorità Competente, individuata nell'autorità statale competente per la VIA (Valutazione d'Impatto Ambientale) ovvero nell'autorità individuata dalle Regioni. Nel provvedimento viene inoltre disciplinata la partecipazione del pubblico al procedimento di istruttoria tecnica sulle domande di autorizzazione e la predisposizione di un inventario delle principali emissioni di inquinanti dovute alle attività industriali e produttive regolamentate.

Questo inventario, il cosiddetto INES (Inventario Nazionale Emissioni e loro Sorgenti) va a costituire parte integrante del Registro Europeo delle Emissioni Inquinanti, l'EPER (European Pollutant Emission Register), la cui istituzione è anch'essa prevista dalla direttiva IPPC.

Ai sensi dell'art.3, comma 2, del D.lgs. 372/99 devono essere definite tramite decreto le linee guida nazionali per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili per le attività elencate nell'allegato 1 (riportato nell'APPENDICE I).

A questo proposito, il decreto ministeriale del 19 novembre 2002 istituisce le commissioni atte a fornire il supporto tecnico per la definizione delle linee guida relativa all'individuazione, all'utilizzazione e all'aggiornamento delle migliori tecniche disponibili. Secondo l'art.3, punto 2 del suddetto decreto si specifica la facoltà delle commissioni di avvalersi di Gruppi Tecnici Ristretti (GTR) di esperti, nominandone i componenti tra soggetti appartenenti agli enti di ricerca pubblici e privati, alle universita' ed alle associazioni di categoria e tra esperti di settore, anche appartenenti alle pubbliche amministrazioni.

Le categorie d'attività industriali elencate nell'allegato 1 del D.Lgs 372/99 ricadono in sei raggruppamenti generali:

1. attività energetiche,
2. produzione e trasformazione dei metalli,
3. industria dei prodotti minerali,
4. industria chimica,
5. gestione dei rifiuti,

6. altrettività (cartiere, impianti tessili, concerie, macelli, stabilimenti alimentari, allevamenti, impianti di trattamento con solventi organici, produzione di carbonio e grafite).

Per quanto riguarda lo specifico settore della gestione dei rifiuti, le attività coinvolte sono riassunte nella tabella 6.

**Tabella 6: Categorie di attività di gestione dei rifiuti sottoposte a disciplina IPPC:**

**1) Impianti per l'eliminazione o il recupero di rifiuti pericolosi**

della lista di cui all'articolo 1, paragrafo 4 della direttiva 91/689/CEE quali definiti negli allegati II A e II B (operazioni R 1, R 5, R 6, R 8 e R 9) della direttiva 75/442/CEE e nella direttiva 75/439/CEE del Consiglio, del 16 giugno 1975, concernente l'eliminazione degli oli usati, con capacità di oltre 10 tonnellate al giorno;

**2) Impianti di incenerimento dei rifiuti urbani**

con una capacità superiore a 3 tonnellate all'ora

**3) Impianti per l'eliminazione o il recupero dei rifiuti non pericolosi**

quali definiti nell'allegato II A della direttiva 75/442/CEE ai punti D8, D9  
con capacità superiore a 50 tonnellate al giorno

**4) Discariche** che ricevono più di 10 tonnellate al giorno o con una capacità totale di oltre 25.000 tonnellate, ad esclusione delle discariche per i rifiuti inerti

## **Best Available Techniques**

Un aspetto fondamentale della disciplina IPPC è l'introduzione sistematica delle BAT che costituiscono uno dei concetti su cui si basa la autorizzazione integrata. Nel D.Lgs. 372/99 sono definite come "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 intesi ad evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso" (art.2, n.12).

Più precisamente per "tecniche" si intendono "sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto";

per "disponibili" si intendono "le tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli";

per "migliori" si intendono "le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso"; (lettere a), b) e c) art.2, n.12, D.Lgs.372/99)

Le BAT costituiscono un concetto dinamico, devono essere aggiornate nel tempo, compatibilmente con le innovazioni ed i progressi tecnologici. Per la loro individuazione è necessario tenere in considerazione gli elementi elencati nell'allegato IV del D.Lgs. 372/99:

1. Impiego di tecniche a scarsa produzione di rifiuti.
2. Impiego di sostanze meno pericolose.
3. Sviluppo di tecniche per il ricupero e il riciclo delle sostanze emesse e usate nel processo, e, ove opportuno, dei rifiuti.
4. Processi, sistemi o metodi operativi comparabili, sperimentati con successo su scala industriale.
5. Progressi in campo tecnico e evoluzione delle conoscenze in campo scientifico.
6. Natura, effetti e volume delle emissioni in questione.

7. Date di messa in funzione degli impianti nuovi o esistenti;
8. Tempo necessario per utilizzare una migliore tecnica disponibile.
9. Consumo e natura delle materie prime ivi compresa l'acqua usata nel processo e efficienza energetica.
10. Necessità di prevenire o di ridurre al minimo l'impatto globale sull'ambiente delle emissioni e dei rischi.
11. Necessità di prevenire gli incidenti e di ridurne le conseguenze per l'ambiente.
12. Informazioni pubblicate dalla Commissione ai sensi dell'art. 16, paragrafo 2, o da organizzazioni internazionali.

Per cui è necessario valutare l'introduzione di tecniche che permettano una riduzione quantitativa e qualitativa della produzione dei rifiuti, l'utilizzo di tecnologie sempre più aggiornate, l'attenzione per il consumo di materie prime e la necessità di prevenire o di ridurre al minimo l'impatto globale sull'ambiente delle emissioni e dei rischi. Nondimeno è fondamentale tenere in considerazione durante la selezione delle BAT l'aspetto relativo alla loro attuabilità economica.

Difatti in alcuni casi potrebbe essere tecnicamente possibile conseguire migliori livelli di emissione e/o di consumo, ma a causa dei costi necessari e delle implicazioni tra comparti ambientali, tali livelli potrebbero non essere considerati adeguati come BAT per il settore nel suo complesso. Essi potrebbero però essere considerati giustificati in casi più specifici, laddove siano presenti fattori trainanti particolari.

E' importante ricordare che i livelli di emissione e/o di consumo associati all'uso delle BAT devono essere considerati nel contesto di specifiche condizioni di riferimento (ad esempio, periodo di mediazione).

Il processo di individuazione delle BAT è piuttosto complesso, dovendo valutare numerosi elementi e tenere in considerazione tutti i sopraccitati fattori

Sulle varie tecniche proposte dai gruppi di lavoro come possibili BAT (le cosiddette "candidate BAT") è spesso necessaria una attenta valutazione, che consenta di operare una cernita per raggiungere la definitiva determinazione delle BAT.

Questa fase, così come suggerito dall'EIPPCB <sup>22</sup>, dovrebbe compiersi secondo un processo iterativo, costituito dalle seguenti fasi:

1. individuazione degli aspetti ambientali fondamentali per il settore ;

2. analisi delle tecniche più appropriate per affrontare tali aspetti fondamentali;
3. individuazione dei migliori livelli di efficienza ambientale sulla base dei dati disponibili nell'Unione europea e a livello mondiale;
4. analisi delle condizioni in cui tali livelli di efficienza ambientale sono stati raggiunti; ad esempio, costi, interazione tra i vari compatti ambientali, principali fattori trainanti dell'applicazione delle tecniche in questione;
5. selezione delle migliori tecniche disponibili (BAT) e dei relativi livelli di emissione e/o di consumo per il settore in senso generale conformemente all'articolo 2, paragrafo 11 e all'allegato IV della direttiva 96/61/CE.

Nelle figure seguenti. (Fig. 4 e 5) sono illustrati alcuni schemi utili per visualizzare le possibili fasi della selezione a cui sono sottoposte le tecniche in esame durante la determinazione delle BAT (le cosiddette candidate BAT).

Un punto chiave della direttiva IPPC è quello di stimolare un costruttivo scambio di informazioni riguardo le BAT tra gli Stati membri europei e le industrie coinvolte. Tra i soggetti partecipanti figurano quindi i TWG (Technical Working Group, ovvero i GTR) istituiti dagli Stati, esperti nominati dalle industrie ed anche organizzazioni ambientali e settoriali.

Lo European IPPC Bureau (EIPPCB), con sede a Siviglia, presso l'IPTS (Institute for Prospective Technological Studies), ha il compito di coordinare questo importante processo e di redigere la stesura dei BREF (BAT Reference Document). L'EIPPCB ha individuato circa 30 settori, congruenti con le attività elencate dall'All. 1 della direttiva 96/61/CE (vedi APPENDICE I). Per ognuno di essi è previsto un documento finale (BREF) che illustri le BAT individuate nello specifico settore.

## The IPPC Balancing Act

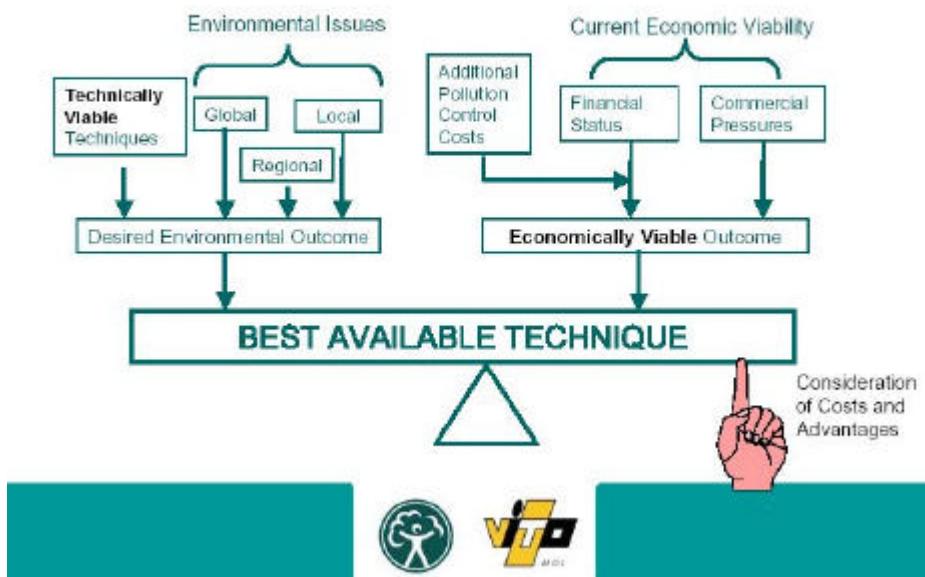


Fig.4-: Schema di valutazione degli aspetti per l'individuazione delle BAT<sup>23</sup>

Al momento sono stati terminati 15 BREF, molti dei quali negli ultimi mesi. I documenti finali, come i numerosi ancora in via di lavorazione (1°, 2° Draft), sono completamente scaricabili dal sito <http://eippcb.jrc.es/>.

Il BREF funge da supporto agli stati membri nella redazione delle linee guida nazionali per lo specifico settore, e fornisce un valido e consistente riferimento per l'individuazione delle migliori tecniche disponibili, oltre a rappresentare una notevole fonte di informazioni per tutti i soggetti interessati. E' importante evidenziare che questo documento non prescrive una tecnica o tecnologia né intende fissare alcun limite di emissione; non deve riflettere opinioni politiche, e nemmeno interpretare la direttiva IPPC.

Pur non fissando norme giuridicamente vincolanti, i documenti BREF di riferimento sulle migliori tecniche disponibili intendono informare l'industria, gli Stati membri e l'opinione pubblica sulle performances ed i livelli di emissione e/o di consumo che si possono ottenere tramite l'utilizzo di determinate tecniche e procedure.

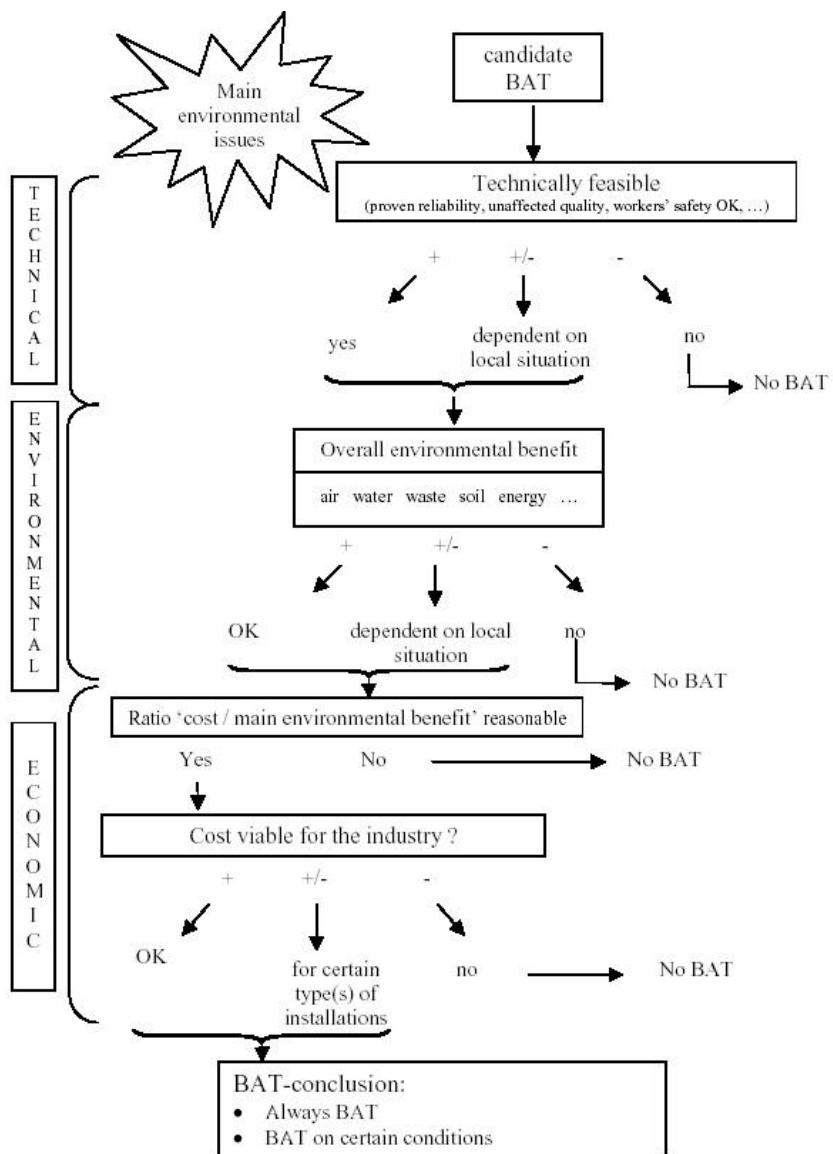


Figure 1: Stepwise procedure to select BAT at the industry level

---

5

Fig. 5: Metodologia per selezionare le candidate BAT, proposta dal VITO<sup>24</sup>, Flemish Institute for Technological Research

Fornendo informazioni pertinenti sulle migliori tecniche disponibili, questi documenti dovrebbero costituire un valido strumento per promuovere il miglioramento dell'efficienza ambientale.

Riassumendo, è importante sottolineare che le autorità preposte, nel determinare le condizioni per l'autorizzazione, devono fare riferimento alle BAT individuate nel BREF specifico, e considerare anche le caratteristiche tecniche dell'impianto, la sua collocazione geografica e le condizioni ambientali locali.<sup>25</sup>

Nel caso degli impianti già esistenti, è necessario accettare la fattibilità tecnica ed economica dell'eventuale ammodernamento. Per quanto riguarda i valori limite di emissione raggiungibili con le migliori tecniche disponibili, inclusi nell'autorizzazione integrata, non potranno mai essere meno rigorosi di quelli fissati dalla vigente normativa nazionale o regionale<sup>26</sup>.

L'obiettivo di conseguire un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso impone spesso la necessità di scegliere tra diverse tipologie di impatto ambientale; la soluzione scelta è in molti casi influenzata da fattori locali. L'approccio integrato caratteristico dell'autorizzazione integrata e la dinamicità delle BAT implicano la possibilità di effettuare trade-off (scambi e compromessi), fermo restando che tale eventualità dev'essere considerata solo nel caso rimanga l'opzione più accettabile da un punto di vista ambientale.

Il processo di scambio di informazioni tra gli Stati Membri ed i settori coinvolti nella formazione dei BREF è partito nel 1997; per evitare inutili ripetizioni e ridondanze la Commissione ha proposto di accorpate in un solo documento le fasi ed i processi comuni a più settori. Sono stati così definiti alcuni BREF "orizzontali", riguardanti :

- Il trattamento delle acque di scarico e gas di scarico nel settore chimico;
- I sistemi di raffreddamento industriale;
- Il monitoraggio delle emissioni;
- Le emissioni derivanti dagli stoccaggi.

## **BAT per l'incenerimento dei rifiuti**

Nel Maggio 2003 è stato terminato il primo Draft (bozza) del documento BREF sull'incenerimento dei rifiuti, ed è stato reso disponibile in lingua inglese sul sito dell'EIPPCB. Il documento, di 467 pagine, è evidentemente ancora allo stadio iniziale, contiene numerose sezioni da completare, risulta abbastanza eterogeneo ed in una certa misura riflette le differenze dei diversi contributi forniti dai TWG dei vari Stati membri. L'inizio dei lavori a questo importante BREF è stato dato durante il kick-off meeting tra i rappresentanti degli Stati membri e dell'industria del settore tenutosi a Siviglia il 3 Dicembre 2001. In questo incontro si sono stabiliti alcuni punti principali per impostare il lavoro, tra cui l'ambito del documento, e gli aspetti che sono oggetto di studio da parte di altri TWG, ai quali è necessario fare riferimento per evitare sovrapposizioni e per oggettive ragioni pratiche<sup>27</sup>; in particolare:

- Il BREF sulle acque di scarico, riguardo a particolari tecniche di recupero e smaltimento di rifiuti;
- Il BREF sui macelli, per l'incenerimento di carcasse e residui animali;
- Il BREF sui cementifici e quello sugli impianti di combustione di grandi dimensioni, per quanto attiene al coincenerimento;
- Il BREF sul monitoraggio, che individua i principi generali ma non tutti i casi specifici;
- Il BREF sul trattamento delle acque di scarico e gas di scarico nel settore chimico, detiene molti aspetti in comune;

Durante questo primo meeting alcuni Stati membri (Germania, Austria, Regno Unito) hanno presentato materiale da condividere e sottoporre all'analisi comune dei TWG<sup>28</sup>.

Si è evidenziato un punto cruciale nella individuazione delle BAT: adottando l'approccio integrato tipico dell'IPPC nel considerare le performances ambientali di una tecnica o di un impianto, è scorretto definire automaticamente BAT una tecnica che riduce le emissioni in un comparto ambientale. La determinazione di una BAT deve tenere in considerazione anche gli impatti sugli altri compatti ambientali, dei consumi energetici e di materiali, dei costi ed affidabilità.

A tutti i TWG è stato richiesto di valutare le tecniche proposte ed esprimere la loro opinione su quali possono essere definite BAT e quali no, sostenendola con motivazioni precise e dati, se disponibili.

Inoltre si è stabilito che il coincenerimento dei rifiuti non è oggetto di analisi in questo BREF, bensì in quelli dei settori dove vengono effettivamente coinceneriti i rifiuti (ad esempio i cementifici). Il BREF sull'incenerimento dei rifiuti include importanti riferimenti incrociati con gli altri BREF che coinvolgono il coincenerimento, è compito dell'EIPPCB monitorare affinché tra i diversi documenti si sviluppino scambi di informazioni ed analisi compatibili e congruenti.  
<sup>29</sup>

Fermo restando che un BREF non può essere considerato esaustivo, i TWG hanno giudicato che l'ambito definito dalla direttiva 2000/76 deve essere ritenuto un semplice indirizzo e non riferimento vincolante per l'ambito di lavoro del BREF.

In particolare, i TWG hanno dichiarato di tentare di fornire informazioni nel BREF riguardo le seguenti tipologie di rifiuto:

- a) rifiuti urbani;
- b) rifiuti pericolosi;
- c) rifiuti sanitari;
- d) fanghi ;
- e) rifiuti industriali non pericolosi;
- f) combustibili derivati dai rifiuti;

mentre si escludono dall'ambito del BREF gli inceneritori dedicati ai soli rifiuti di origine vegetale, quelli dedicati ai soli residui e sottoprodotti animali, gli impianti crematori, gli impianti integrati in stabilimenti chimici ed in cartiere.

La struttura del BREF è la seguente:

Capitolo 1 – informazioni generali sull'incenerimento dei rifiuti

Capitolo 2 – informazioni economiche sul settore, tramite un range di varie esperienze negli impianti europei;

Capitolo 3 – panoramica delle varie tecniche usate nelle varie fasi del processo di incenerimento dei rifiuti, seguita da descrizioni più dettagliate nei cap. seguenti, riguardo le varie tipologie di rifiuto trattato

Capitolo 4÷8 – trattano rispettivamente l'incenerimento dei rifiuti domestici, pretrattati (Refuse Derived Fuel), pericolosi, fanghi e sanitari;

Capitolo 9 – tecniche di recupero energetico;  
Capitolo 10 – tecniche per il trattamento delle emissioni;  
Capitolo 11 –tecniche per il trattamento dei reflui;  
Capitolo 12 – tecniche per il trattamento dei residui;  
Capitolo 13 – sistemi di controllo e monitoraggio;  
Capitolo 14 – panoramica delle emissioni e dei consumi delle tecniche disponibili;  
Nel Cap. 15 del BREF sono riportate le “Tecniche da considerare nella determinazione delle BAT”; esso rappresenta un primo passo verso il capitolo successivo, quello relativo alle BAT che attualmente riporta solo un’introduzione standard, in attesa dei risultati delle consultazioni dei TWG.<sup>30</sup> Il capitolo 15 è quindi quello che al momento riveste la maggior importanza, e le tecniche vi sono riportate secondo la fase del processo di incenerimento in cui è possibile applicarle:

1. Attività generali applicate prima del trattamento termico
2. Combustione
3. Recupero energetico
4. Trattamento emissioni gassose
5. Trattamento e controllo delle acque di processo
6. Tecniche di trattamento per residui solidi
7. Rumore
8. Strumenti di gestione ambientale
9. Relazioni pubbliche ed informazione

Tale capitolo, di ben 170 pagine, fornisce una serie di tecniche che determinano una riduzione delle emissioni o altri benefici ambientali e quindi sono da tenere in considerazione nella individuazione delle BAT. Questo pool di tecniche comprende sia interventi a valle (“end-of-pipe”) che misure integrate col processo, includendo così prevenzione e riduzione dell’inquinamento. Sono descritte le corrette procedure operative, routines di ispezione, sistemi di manutenzione, metodi di controllo dei processi e misure di emergenza.

Le tecniche generalmente ritenute obsolete non sono incluse, mentre vengono citate quelle in via di sviluppo che mostrano risultati validi.

Per ogni candidata BAT proposta nel capitolo 15, vengono fornite tutte le informazioni disponibili riguardo i seguenti aspetti:

Descrizione: breve descrizione tecnica, spesso con diagrammi e figure;

Benefici ambientali ottenuti: potenziali vantaggi ambientali ottenibili dalla applicazione della tecnica, con emissioni e consumi ove possibile;

Effetti trasversali: effetti potenziali (positivi e negativi), dovuti dalla applicazione della tecnica, su vari comparti ambientali quali:

- ✓ consumo energetico e contributo al riscaldamento globale;
- ✓ impoverimento dello strato di ozono troposferico;
- ✓ acidificazione;
- ✓ articolato emesso (compresi microparticolato e metalli);
- ✓ eutrofizzazione;
- ✓ sostanze tossiche/persistenti/bioaccumulabili in acque e suoli;
- ✓ produzione residui;
- ✓ possibilità di riutilizzo/riciclo degli eventuali residui;
- ✓ rumori ed odori;
- ✓ rischio di incidenti;
- ✓ consumo di materie prime ed acqua.

Dati operativi: dati sulle performances attuali, (incluse le condizioni di riferimento ed il periodo di monitoraggio) su emissioni e consumi, informazioni sulla manutenzione e il controllo;

Applicabilità: considerazioni sull'applicabilità in funzione di diversi fattori (età dell'impianto, spazio richiesto,...)

Aspetti economici: informazioni sui costi di investimento ed operativi, e sui risparmi ottenibili;

Forza trainante per l'implementazione: condizioni specifiche o necessità che hanno portato alla tecnica (ad esempio: legislazione)

In corrispondenza dell'uscita del 1° Draft è stato inviato ai componenti dei vari TWG che lavorano sul il Waste Incineration BREF (WI BREF) un preciso schema su come formulare commenti, aggiunte, proposte di modifiche e correzioni, da inviare all'EIPPCB affinché le valuti e le integri nel prossimo Draft. I TWG si possono aggiornare costantemente in un'area Internet a loro disposizione, fornita dall'EIPPCB per permettere un continuo scambio di informazioni ed uno sviluppo organico dei lavori.

Il Servizio Rifiuti dell’Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT) è stato incaricato di dirigere e coordinare i lavori dei Gruppi Tecnici Ristretti per due diversi BREF, quello sull’incenerimento dei rifiuti e quello relativo ai trattamenti dei rifiuti (Waste Treatments).

Il compito dei Gruppi Tecnici Ristretti è di approfondire specifici temi per fungere da supporto alla Commissione Ministeriale incaricata (ex Art. 3, comma 2 del D.Lgs. 372/99) di definire le linee guida relative al settore.

Una difficoltà che si è riscontrata risiede nel fatto che entrambi i documenti BREF sono alla prima versione, essendo i lavori a livello europeo iniziati da poco, per cui non sono state ancora individuate le BAT, né tanto meno i suddetti BREF possono definirsi completi. Viene quindi a mancare la fondamentale funzione di riferimento e supporto tecnico ed informativo che questi documenti dovrebbero fornire. In sede di inizio lavori del Gruppo Tecnico Analogamente a quanto riportano varie esperienze europee, anche in ambito di inizio dei lavori del Gruppo Tecnico sull’incenerimento si sono riscontrati problemi nella fase di definizione delle BAT.

I lavori per la individuazione delle BAT per il settore dell’incenerimento dei rifiuti sono attualmente in corso.

Di seguito sono riportati alcuni aspetti che durante lo stage mi è stato possibile evidenziare dall’analisi dei dati e delle informazioni presenti nel BREF sull’incenerimento dei rifiuti, in particolare per quanto riguarda alcune delle fasi che precedono il trattamento termico dei rifiuti, e su come esporre in modo sintetico e comparato parte delle candidate BAT esposte nel capitolo 15.

## **Elaborazioni dei contenuti del Waste Incineration BREF<sup>31</sup>**

Di seguito vengono riportate le tecnologie che migliorano le prestazioni ambientali degli impianti di incenerimento in cui sono applicate. Queste comprendono l'utilizzo di tecniche che generano un minor inquinamento rispetto ad altre, modificano le condizioni operative, diminuiscono lo sfruttamento di risorse, rivedono ed ottimizzano i processi al fine di riutilizzarne residui e sottoprodotti, migliorano le pratiche di gestione e utilizzano materiali sostitutivi di composti tossici.

### ***ATTIVITÀ GENERALI APPLICATE PRIMA DEL TRATTAMENTO TERMICO***

#### ***Conoscenza della composizione del rifiuto per migliorare il design del processo***

Una delle decisioni più importanti da prendere riguarda la tipologia di trattamento termico da utilizzare nell'impianto. In genere ogni tecnologia di processo è stata sviluppata per soddisfare le specifiche necessità di trattamento di un particolare flusso di rifiuti.

L'applicazione di una tecnologia di processo messa a punto per una tipologia di rifiuti con caratteristiche diverse può far ottenere scarse prestazioni.

Oltre agli obiettivi di prestazione (distruzione dei rifiuti, ricavo energetico, emissioni), per la scelta della tecnica di combustione idonea è necessario tenere in considerazione anche ulteriori criteri tecnici, quali:

- ❖ Composizione chimica dei rifiuti e loro variazione
- ❖ Composizione fisica dei rifiuti e loro variazione (es.: dimensioni medie)
- ❖ Caratteristiche termiche (potere calorifico, umidità)
- ❖ Capacità di trattamento richiesta
- ❖ Limiti di emissione richiesti, e sistemi di abbattimento presenti o previsti

Altri aspetti come il budget, il grado di esperienza operativa e le capacità disponibili possono influenzare il processo decisionale.

Molti impianti di incenerimento di rifiuti hanno un controllo relativamente limitato sull'effettivo contenuto dei rifiuti conferiti. Questo si riflette nel bisogno di progettare processi sufficientemente flessibili per far fronte al range di rifiuti in entrata.

### ***Controllo di qualità dei rifiuti in entrata***

Ogni processo presenta dei limiti riguardo le caratteristiche dei rifiuti che può trattare; è necessario identificarli, al fine di elaborare le tecniche migliori per intercettare nelle fasi di conferimento i materiali con caratteristiche non idonee all'impianto. Le limitazioni possono essere dettate anche dai vincoli connessi ai processi di depurazione presenti, dai limiti di emissione e dalle capacità di trattamento dell'impianto o di certi suoi comparti.

Conoscere le caratteristiche dei rifiuti in entrata è fondamentale per poterne ottimizzare la gestione, ad esempio l'omogeneità del rifiuto diventa rilevante su due differenti aspetti: <sup>32</sup>

- l'omogeneità relativa alle caratteristiche fisiche del rifiuto influenza le proprietà di combustione del rifiuto;
- l'omogeneità connessa alle sostanze pericolose ha conseguenze sulle emissioni.

Un esempio di materiali conferiti che possono creare problemi in determinate tipologie di impianto sono i rifiuti con elevate concentrazioni di mercurio, cloro, zolfo, iodio o bromo, ma anche rifiuti ingombranti, o che presentino alta variabilità nel contenuto di umidità e potere calorifico.

E' inoltre auspicabile instaurare una proficua collaborazione con i soggetti fornitori di rifiuti, per migliorare i controlli sul materiale conferito, ed organizzare una procedura di campionamento e verifica dello stesso.

L'applicazione di questo accorgimento è attuabile su tutti gli impianti di incenerimento, e risulta particolarmente vantaggiosa per quelli che ricevono rifiuti da varie fonti.

Le tecniche da adottare nel controllo dei rifiuti vanno dalla semplice valutazione visiva alle analisi chimiche complete, tenendo in considerazione l'eventualità di effettuare accertamenti con detectors per sostanze radioattive.

### ***Stoccaggio dei rifiuti***

Lo stoccaggio dei rifiuti avviene in un'area dotata di superfici sigillate, resistenti ed impermeabili, fornite di un apposito sistema di drenaggio e protette dagli agenti meteorici. In questo modo si evita il rilascio di sostanze, sia direttamente dal rifiuto, che attraverso il percolato prodotto.

Uno stoccaggio idoneo permette di ridurre la mobilizzazione degli inquinanti, di prevenire l'ingresso di vento e acque meteoriche, di diminuire il deterioramento dei contenitori e di ridurre le emissioni odorose.

Tramite una gestione efficiente del conferimento dei rifiuti ed un controllo dei volumi di materiale stoccati si può ottenere una minimizzazione dei tempi di stoccaggio. Così facendo si previene la putrefazione dei composti fermentescibili ed i problemi connessi: difficoltà di gestione e trattamento e rilascio di sostanze odorigene. In genere lo stoccaggio dei rifiuti solidi urbani ha una durata massima di 4 giorni.

Per ridurre le emissioni odorose ed assicurare la distruzione di eventuali emissioni inquinanti è possibile aspirare l'aria dalla fossa di accumulo per utilizzarla come aria di combustione primaria.

La costruzione di un impianto a più linee di incenerimento, con minor potenzialità singola, presenta alcuni vantaggi rispetto ad un impianto con una sola linea ad alta capacità di trattamento.

Oltre ad una maggior versatilità sotto vari aspetti, permette di programmare la manutenzione in momenti diversi per ogni linea; questo assicura di aver sempre un processo di incenerimento a disposizione per poter trattare l'aria aspirata dalla fossa di accumulo;

Alle operazioni di controllo, campionamento e verifica dei rifiuti in ingresso, si può aggiungere un processo di separazione/suddivisione di determinati materiali. Questo è di particolare importanza nel caso di rifiuti industriali e sanitari, ad esempio per separare sostanze chimicamente incompatibili (acqua da isocianati, da metalli alcalini, da fosfati organici, cianuri da acidi, materiali infiammabili da agenti ossidanti) o per garantire un corretto stoccaggio a particolari tipologie di materiali.

I rifiuti conferiti in containers possono venire adeguatamente etichettati, in modo da migliorarne la identificazione e rintracciabilità all'interno dell'impianto, con il vantaggio di poter scegliere sempre le tecniche di gestione più idonee.

In tutte le aree di stoccaggio dei rifiuti è necessaria la presenza di sistemi di controllo e antincendio. Per lo stoccaggio di sostanze infiammabili risultano vantaggiosi sistemi a schiuma e CO<sub>2</sub>.

### ***Pretrattamento dei rifiuti in entrata***

I rifiuti solidi caratterizzati da un'alta eterogeneità risultano più facilmente gestibili se vengono mescolati durante lo stoccaggio, tramite l'azione di gru all'interno della fossa di accumulo. Gli operatori possono selezionare ogni carico di rifiuti da avviare al sistema di alimentazione, al fine di evitare problematiche connesse con le dimensioni o la tipologia dei rifiuti.

Per ridurre le dimensioni dei rifiuti urbani non pretrattati sono disponibili numerosi sistemi di macinazione (mulini a martelli, mulini a frusta, lame rotanti), e sistemi di vagliatura. Rendendo il materiale più omogeneo si evitano rischi di ostruzioni e blocchi nell'avanzamento dei rifiuti, e si permette una combustione più regolare, con il vantaggio di stabilizzare e ridurre le emissioni dalla camera di combustione.

Bisogna considerare i costi associati a questi processi:

- aumento del consumo energetico (si tratta di apparati prettamente meccanici)
- necessità di un adeguato isolamento acustico
- costi connessi alla gestione delle polveri prodotte in queste fasi (una soluzione è l'aspirazione di aria da questi comparti e convogliamento nella camera di combustione tramite condotti controllati)
- costi di manutenzione, in quanto questi sistemi risultano proni al deterioramento ed alla rottura

I costi aggiuntivi medi per un processo di macinazione grossolana sono valutati sui 10 €/ton.

Sistemi di macinazione analoghi vengono utilizzati, per il medesimo scopo, anche per i rifiuti ingombranti e i rifiuti pericolosi stoccati in fusti; questi, sia liquidi che

solidi, vengono trattati per ottenere una miscela iniettabile con una alimentazione continua in camera di combustione.

I comparti interessati da questi trattamenti sono muniti di porte tagliafuoco e sono tenuti in atmosfera inerte (azoto) per ridurre il rischio di incendi ed esplosioni.

L'utilizzo della alimentazione continua permette diversi vantaggi:

- ❖ migliora le prestazioni della combustione, riducendo i picchi di emissione di monossido di carbonio e dei composti organici volatili
- ❖ aumenta il recupero medio di cabre, grazie alla stabilità del flusso gassoso in caldaia
- ❖ stabilizza le condizioni di operatività dei sistemi di trattamento dei fumi
- ❖ previene fenomeni esplosivi nella camera di combustione
- ❖ riduce i tempi morti causati da danni ai refrattari e loro sostituzione

La rimozione di metalli prima della combustione diminuisce la quantità di scorie prodotte e può consentire il riciclaggio del materiale.

La necessità di requisiti più specifici e di conseguenza una migliore ispezione del materiale conferito viene compensata da una minore esigenza di manutenzione del forno grazie al ridotto rischio di esplosioni.

Per gestire i rifiuti solidi pericolosi in entrata si può utilizzare un omogeneizzatore dell'alimentazione dei rifiuti. Questo consiste di due capienti trasportatori a coclea, che macinano e movimentano il materiale, e di una tramoggia di carico di dimensioni adeguate alle tipologie di rifiuti accolte.

I rifiuti voluminosi vengono trasferiti alla tramoggia di carico da una gru a "chela di granchio" posta su un carro ponte. I vantaggi apportati da questo sistema sono:

- l'alimentazione continua riduce i picchi di emissioni di CO rispetto all'alimentazione a batch
- consente un utilizzo ottimale della capacità della camera di combustione del forno a tamburo rotante
- formazione di una corrente omogenea di ceneri pesanti fuse all'interno del forno a tamburo rotante

E' necessario tenere in considerazione i consumi energetici dei trasportatori a coclea.

#### ***Movimentazione ed avanzamento dei rifiuti***

Il posizionamento degli operatori preposti all'avanzamento dei rifiuti deve permettere loro una visuale ottimale della zona di stoccaggio e degli apparati di carico e movimentazione del materiale; è auspicabile l'ausilio di un circuito di telecamere al fine di migliorare il monitoraggio.

Rifiuti in fase liquida o gassosa possono essere introdotti direttamente nella camera di combustione o postcombustione (in questo caso è necessario assicurarsi che i tempi di permanenza richiesti siano soddisfatti).

I bruciatori a bassa emissione di NO<sub>X</sub> sono una tecnologia economica che permette di ridurre le emissioni di ossidi d'azoto.

Tramite l'uso di sistemi che prevengono l'ingresso d'aria nella camera di combustione, è possibile stabilizzare il processo di incenerimento e diminuirne le emissioni.

Tra questi sistemi figurano:

- ❖ mantenere la tramoggia di carico (di dimensioni ristrette) colma
- ❖ utilizzo di cocle di alimentazione interne
- ❖ utilizzo di doppie porte interbloccate per il caricamento a batch
- ❖ utilizzo di iniezione diretta con pompaggio per rifiuti liquidi e pastosi

## PROCESSO DI COMBUSTIONE

Confronto tra le principali tecnologie di combustione dei rifiuti (adattato ed integrato dal BREF)

Tecnologia	Tipologia rifiuti trattabili	Capacità di trattamento (t/h)	Informazioni operative/ambientali		Residui incombusti nelle scorie (TOC)
			Vantaggi	Svantaggi	
Griglia	-RU, rifiuti eterogenei -non adatto a polveri, liquidi	1-20	-valido per larga scala -robusto, bassi costi di manutenzione -accetta rifiuti eterogenei	-non tratta rifiuti liquidi	0,5-3%
Letto fluido	-solo rifiuti a granulometria medio-fine -fanghi -RDF -fluff	1-10/20	-elevata efficienza di combustione -elasticità di funzionamento -emissioni minori	-rischio di defluidizzazione -necessità di pretrattamenti dei rifiuti	minori rispetto alla griglia
Tamburo rotante	-ampio range di rifiuti, in particolare pericolosi ed industriali -RU poco indicati	1-10	-ampio range di rifiuti -tempo di permanenza lungo (~ 1h)	-potenzialità limitata -richiede elevato eccesso d'aria per la combustione	maggiori rispetto alla griglia

Tecniche di combustione maggiormente applicate per determinate tipologie di rifiuti

<b>Tecnica</b>	<b>Rifiuti urbani</b>	<b>Rifiuti pericolosi</b>	<b>Fanghi</b>	<b>Rifiuti sanitari</b>	<b>CDR</b>
<b>Griglia alternata</b>	<b>largamente applicata</b>	generalmente non applicata	generalmente non applicata	applicata	generalmente non applicata
<b>Griglia a nastro</b>	applicata	raramente applicata	generalmente non applicata	applicata	generalmente non applicata
<b>Griglia oscillante</b>	applicata	raramente applicata	generalmente non applicata	applicata	generalmente non applicata
<b>Griglia a rulli</b>	applicata	raramente applicata	generalmente non applicata	applicata	generalmente non applicata
<b>Griglia raffreddata ad acqua</b>	<b>largamente applicata</b>	raramente applicata	generalmente non applicata	applicata	generalmente non applicata
<b>Griglia più rotante</b>	applicata	raramente applicata	generalmente non applicata	applicata	generalmente non applicata
<b>Forno rotante</b>	applicata	<b>largamente applicata</b>	applicata	<b>largamente applicata</b>	applicata
<b>Forno rotante raffreddato ad acqua</b>	applicata	<b>largamente applicata</b>	applicata	<b>largamente applicata</b>	applicata
<b>Camera statica</b>	applicata	applicata	generalmente non applicata	<b>largamente applicata</b>	generalmente non applicata
<b>Letto fluido bollente</b>	generalmente non applicata	generalmente non applicata	<b>largamente applicata</b>	generalmente non applicata	<b>largamente applicata</b>
<b>Letto fluido circolante</b>	generalmente non applicata	generalmente non applicata	<b>largamente applicata</b>	generalmente non applicata	<b>largamente applicata</b>
<b>Pirolisi</b>	raramente applicata	raramente applicata	applicata	raramente applicata	applicata
<b>Gassificazione</b>	raramente applicata	raramente applicata	applicata	raramente applicata	applicata

? L'utilizzo di modellistica (Computerised fluid dynamics, CFD) per descrivere le dinamiche dei fluidi permette di progettare il design della camera di combustione al fine di ottimizzarne le performances, promovendo buone condizioni di combustione ed evitando lunghi tempi di residenza a quelle temperature, che potrebbero portare alla formazione di PCDD/PCDF.

Tramite questo strumento si può ottimizzare:

- ✓ la geometria della camera di combustione e della caldaia;
- ✓ il posizionamento dell'aria secondaria ed il ricircolo dei fumi di combustione;
- ✓ la localizzazione degli iniettori di reagenti per la riduzione SNCR degli NO<sub>x</sub>;

Migliorando le condizioni di combustione si incrementa la distruzione degli inquinanti e diminuisce il rischio di formazione degli stessi. Il carico di alcune sostanze inquinanti (in particolare quelle più strettamente correlate alle performances di combustione, per esempio NO<sub>x</sub>, CO, VOC, microinquinanti organici) nei sistemi di abbattimento può venir ridotto, con conseguente minori emissioni in ogni comparto ambientale.

? Posizionamento e design della gola del forno (furnace throat): un design non appropriato porterebbe ad un tempo di permanenza nelle zone di combustione non sufficiente, con conseguenti maggiori emissioni. L'applicazione del principio di adottare un design che assicuri sia un buon grado di mescolamento dei fumi sviluppati che una loro sufficiente permanenza ad una temperatura adeguata nella camera di combustione, al fine di ottenere una combustione completa, è possibile nella maggior parte degli impianti. Nei forni a tamburo rotante la camera di post-combustione è situata sempre all'estremità di uscita del forno; in questo caso è comunque possibile modificare le dimensioni e la forma della connessione alla camera di post-combustione ed il posizionamento degli iniettori per l'aria secondaria.

? Il design della camera di post-combustione può essere modificato per aumentare la turbolenza. In questo modo si può ridurre il volume richiesto di aria secondaria, e di conseguenza il volume complessivo delle emissioni e la produzione di NO<sub>x</sub>. All'aumento della turbolenza sono associati una migliore combustione completa e livelli ridotti di VOC e CO.

? Aggiunta di un reagente di assorbimento per PCDD/PCDF durante l'accensione. Per esempio l'utilizzo di un additivo come il Desomix, contenente il 10% di carboni attivi, pone un minor rischio di incendio rispetto all'introduzione di carboni attivi. Si riduce inoltre di oltre il 93% il trasporto di diossine verso i sistemi di abbattimento ad umido, e l'emissione delle stesse per via dell'effetto memoria da parte dei sistemi.

? Selezione di adeguati parametri e sistemi di controllo della combustione: per poter gestire il processo di incenerimento è essenziale disporre di precise informazioni sul sistema, al fine di poter intervenire dove necessario. I dettagli del sistema di controllo variano a seconda delle particolarità dell'impianto; devono essere comunque disponibili le seguenti informazioni:

- ❖ temperature della griglia nei vari punti;
- ❖ spessore dello strato di rifiuti sulla griglia;
- ❖ perdita di carico sulla griglia;
- ❖ temperature nei vari punti del forno;
- ❖ distribuzione delle temperature sulla superficie della grata determinata tramite sistemi ottici o ad infrarossi;
- ❖ monitoraggio dei valori di O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> e/o H<sub>2</sub>O nei vari punti dell'impianto;
- ❖ dati sulla produzione di vapore;

Gli interventi di controllo possono interessare:

- il sistema di dosaggio dei rifiuti;
- la frequenza e la velocità dei movimenti della griglia nei suoi vari componenti;
- quantità e distribuzione dell'aria primaria somministrata;
- temperatura dell'aria primaria (nel caso siano disponibili dispositivi di preriscaldamento);
- quantità e distribuzione dell'aria secondaria nella camera di combustione (e, se disponibili, dei fumi di ricircolo);

L'utilizzo di sofisticati sistemi di controllo permette il raggiungimento di un processo di combustione con minore variabilità nel tempo e nello spazio, in termini

di stabilità ed omogeneità, con prestazioni combustive migliorate e basse emissioni in tutti i comparti ambientali.

Il disporre di un valido controllo del processo porta ai seguenti vantaggi specifici:

- migliore qualità delle ceneri pesanti (bottom ash) dovuta ad una migliore distribuzione dell'aria primaria ed al miglior posizionamento del processo combustivi sulle griglie

- minor produzione di ceneri volanti (fly ash) grazie ad una minore variabilità nei quantitativi di aria primaria

- minor formazione di CO e C<sub>X</sub>H<sub>Y</sub> dovuta a condizioni più stabili nella camera di combustione (assenza di cold spots)

- minor formazione di NO<sub>X</sub> grazie alla stabilità delle condizioni nella camera di combustione (assenza di hot spots)

- rischio minore di formazione di diossine e loro precursori, dovuto alla stabilità del processo di combustione

- miglior utilizzo della capacità (portata)

- miglior efficienza energetica, in quanto la quantità media di aria di combustione si riduce

- miglior operatività della caldaia (essendo la temperatura più stabile, si hanno meno picchi e, di conseguenza, un minor rischio di corrosione ed intasamento dovuto alla formazione di fly ash)

- miglior operatività del sistema di trattamento fumi (poiché la quantità e la composizione dei fumi di combustione è più stabile)

L'insieme di questi fattori determina una minor manutenzione richiesta dall'impianto.

? Ottimizzazione della stechiometria del rifornimento di aria: per assicurare che i processi di combustione giungano al completamento, viene aggiunto ossigeno (solitamente dall'aria). Inoltre l'introduzione di aria ha i seguenti scopi:

1. raffreddamento;
2. evita la formazione di scorie (slag) all'interno della camera di combustione e della caldaia;
3. mescolamento dei fumi di combustione al fine di aumentare l'efficienza combustiva;

Il preciso ammontare di aria richiesta dal processo di combustione dipende da:

- ✓ tipologia del rifiuto e sue caratteristiche (potere calorifico, umidità, eterogeneità);
- ✓ tipologia di processo di combustione (il letto fluido ha una richiesta globale di aria minore, grazie alla maggiore agitazione del rifiuto, che ne aumenta l'esposizione all'aria);
- ✓ punti di introduzione dell'aria e quantità;

Un'immissione eccessiva di aria determina un aumento dei volumi dei fumi e di conseguenza maggiori dimensioni nei sistemi di abbattimento/trattamento dei fumi, e dei costi e consumi ad essi associati.

? Aria primaria di combustione, ottimizzazione e distribuzione. In genere rifiuti dotati di elevato potere calorifico permettono l'utilizzo di quantità minori di aria primaria. Utilizzando sistemi separati per introdurre l'aria nella camera di combustione, in particolare nei forni a griglia, permette un controllo separato dell'alimentazione di aria in ogni zona, e quindi è possibile ottimizzare ogni processo che avviene sulla griglia (essiccamiento, pirolisi, gassificazione, volatilizzazione, ashing out). Si può contribuire a diminuire l'emissione di sostanze odorigene dalla camera di stoccaggio aspirando da essa l'aria primaria.

? Preriscaldamento dell'aria primaria e secondaria. Il riscaldamento dell'aria primaria ha la funzione di cominciare l'essiccamiento del materiale, e risulta particolarmente vantaggioso nei casi in cui i rifiuti siano di scarso potere calorifico e/o con alta umidità. L'aria secondaria viene preriscaldata al fine di assistere il processo di combustione, in modo che la temperatura nella fornace sia adeguata ed uniformemente distribuita. Il calore per il riscaldamento può essere fornito dai fumi di combustione, tramite scambiatori di calore. Gli impianti che trattano rifiuti ad elevato potere calorifico non necessitano del preriscaldamento dell'aria di combustione.

? Aria secondaria di combustione, ottimizzazione e distribuzione. L'aria secondaria costituisce in genere il 20-40% del totale dell'aria di combustione. Viene introdotta nella camera di combustione attraverso numerosi iniettori, disposti in

modo da favorire un adeguato rimescolamento dei gas di combustione. La quantità, la disposizione e la direzione degli iniettori può essere stabilita avvalendosi di modellistica CDF (Computerised fluid dynamics). I benefici di questa tecnica sono emissioni minori e più stabili, una migliore ossidazione dei gas di combustione prodotti nelle fasi iniziali del processo quindi un minor carico sui sistemi di abbattimento.

L'utilizzo di sistemi di ricircolo dei fumi di combustione per sfruttarli come aria secondaria presenta alcuni vantaggi, tra cui:

- ❖ la riduzione del volume complessivo dei fumi da trattare (di circa il 10-15%), con costi minori associati;
- ❖ miglioramento dell'efficienza energetica (circa del 2-3%);
- ❖ la diminuzione nella formazione di NO<sub>X</sub> (circa il 30% in meno);
- ❖ un minor consumo di reagenti per il controllo dei NO<sub>X</sub>;

E' necessario tenere in considerazione la tendenza a fenomeni corrosivi nei condotti, per cui è necessaria una adeguata coibentazione per evitare zone di raffreddamento.

? Utilizzo di aria arricchita di ossigeno. Questa tecnica è stata applicata in prova su impianti a larga scala, per aumentare le prestazioni del processo, e su vari impianti di minori dimensioni, specializzati nel trattamento di particolari flussi di rifiuti (in genere pericolosi).

Una combustione rapida ed efficace permette emissioni più stabili (in particolare di CO), e la diminuzione della fonte di azoto riduce la formazione di NO<sub>X</sub>.

? Raffreddamento delle griglie. Il raffreddamento può essere effettuato tramite fluidi (acqua, oli) che scorrono all'interno della griglia, o per mezzo dell'aria primaria di combustione. In questo modo si proteggono i componenti dal surriscaldamento, preservandoli dall'usura. L'utilizzo dei fluidi refrigeranti è caratterizzato da una elevata efficienza.

Tecnica	Controllo di qualità dei rifiuti in entrata	Stoccaggio dei rifiuti	Pretrattamento dei rifiuti in entrata
Descrizione	<ul style="list-style-type: none"> <li>-definire limiti in entrata e key risks</li> <li>-collaborazione con fornitori di rifiuti</li> <li>-controllo, campionamento e analisi dei rifiuti</li> <li>-detectors per materiale radioattivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-ambienti confinati, sigillati, impermeabili</li> <li>-aspirazione aria di combustione dai locali di stoccaggio</li> <li>-sistemi antincendio</li> <li>-sistemi a linee multiple</li> <li>-separazione tipologie di rifiuto</li> <li>-etichettatura dei carichi diversi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-mescolamento in fossa di accumulo</li> <li>-macinazione e vagliatura dei rifiuti</li> <li>-separazione ed omogeneizzazione del materiale</li> <li>-sistema di alimentazione continuo</li> </ul>
Benefici ambientali ottenuti	<ul style="list-style-type: none"> <li>-rispetto dei limiti di emissione</li> <li>-riduzione difficoltà operative</li> <li>-prevenzione di contaminazione e rilascio sostanze radioattive o altamente inquinanti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-riduzione emissioni e rilascio percolato</li> <li>-previene la mobilitizzazione di inquinanti e il rilascio di sostanze odorigene</li> <li>-riduzione del rischio di incendi ed esplosioni</li> </ul>	la maggiore omogeneità del materiale permette una migliore combustione ed emissioni più stabili, un maggior recupero energetico e riduce i tempi morti
Effetti trasversali	-necessario dirottamento di alcune tipologie di rifiuto verso altri trattamenti più consoni al loro smaltimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-necessita di edifici ed infrastrutture aggiuntive</li> <li>-consumo di azoto (nitrogen blanketing per rifiuti pericolosi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-consumo energetico dei sistemi di pretrattamento</li> <li>-produzione polveri e rumore</li> </ul>
Dati operativi	<ul style="list-style-type: none"> <li>-ispezione visiva su ogni carico di rifiuti</li> <li>-analisi chimiche sui pericolosi</li> <li>-campionamenti e analisi specifiche per le varie tipologie e provenienze del rifiuto</li> </ul>	domanda tipica di aria nei processi di incenerimento: 3000-10000 m <sup>3</sup> /ton rifiuto trattato	i sistemi di macinazione sono spesso soggetti a guasti e necessitano di frequente manutenzione
Applicabilità	le metodiche di controllo più complesse vengono applicate su rifiuti la cui composizione e fonte sono miste e variabili, o difficili da conoscere.	applicabili ad ogni impianto, eccetto i sistemi a linee multiple, che risultano meno utili per le installazioni minori e/o dedicate a materiali particolari	applicabili a tutti gli impianti che ricevono rifiuti non trattati e dotati di alta eterogeneità
Aspetti economici	<ul style="list-style-type: none"> <li>-escludendo alcuni tipi e fonti di rifiuto si riducono le entrate; si evitano difficoltà operative e costi di riparazione.-i costi delle analisi crescono con la loro complessità</li> </ul>	sistemi multilinea: costosi, ma permettono di aumentare la capacità di ricezione di rifiuti, in termini di tipologia e quantità	<ul style="list-style-type: none"> <li>-elevati consumi energetici. I costi aggiuntivi medi per una macinazione grossolana sono valutati sui 10 €/ton.</li> <li>-benefici dal recupero di materiale</li> </ul>
Forza trainante per l'implementazione	un migliore controllo sui rifiuti in entrata equivale a migliori performances operative, ed a minori rischi superare i limiti di emissione	<ul style="list-style-type: none"> <li>-ottimizzazione della gestione dei rifiuti</li> <li>-controllo emissioni odorigene e di altri composti volatili</li> <li>-prevenzione incendi ed esplosioni</li> <li>-rintracciabilità ed identificazione rifiuti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-migliori performances di combustione</li> <li>-riduzione delle emissioni</li> <li>-prevenzione danni ed usura dei componenti dell'impianto, minore manutenzione</li> </ul>





## **CONCLUSIONI**

Gli attuali modelli europei di produzione e di consumo non possono certo essere definiti sostenibili. Per raggiungere un elevato livello di protezione dell'ambiente è necessario creare un efficace quadro normativo che sappia e possa sfruttare tutti gli strumenti disponibili. L'introduzione della disciplina IPPC permette di utilizzare due ottimi mezzi, l'autorizzazione integrata ambientale e le migliori tecniche disponibili, per assicurare la protezione dell'ambiente attraverso un controllo integrato dell'inquinamento, una gestione razionale delle risorse ed una spinta al miglioramento continuo.

La disciplina IPPC è dotata di un particolare approccio integrato e di una flessibilità tale da poter creare concretamente le basi per uno sviluppo sostenibile.

Se correttamente implementata in tutti i suoi aspetti, ha la capacità di coinvolgere efficacemente i vari livelli produttivi, amministrativi e sociali, in un processo di miglioramento comune e continuo.

Inoltre riesce ad integrarsi nel framework già esistente di norme prescrittive basate sull'approccio “command & control”, di strumenti volontari e di mercato, completando il quadro a disposizione delle autorità preposte alla protezione dell'ambiente.

La determinazione delle BAT risulta essere un processo estremamente complesso e dispendioso, che coinvolge diversi soggetti e considera numerosi fattori. Si tratta di una azione da svolgere, sebbene i benefici per i vari soggetti coinvolti possano essere relativi considerando il breve periodo.

Questo stage mi ha dato l'opportunità di lavorare con la gent.ma Dott.ssa Laraia ed i suoi collaboratori, e di poter osservare l'operato del Servizio Rifiuti dell'APAT, esperienza che reputo essere stata di fondamentale importanza per la mia formazione professionale.

## **APPENDICE I**

### **Allegato I del D.Lgs. 372/99**

#### **Categorie di attività industriali di cui all'articolo.1**

I. Gli impianti o le parti di impianti utilizzati per la ricerca, lo sviluppo e la sperimentazione di nuovi prodotti e processi non rientrano nel presente decreto.

II. I valori limite riportati in appresso si riferiscono in genere alle capacità di produzione o alla resa. Qualora uno stesso gestore ponga in essere varie attività elencate alla medesima voce in uno stesso impianto o in una stessa località, si sommano le capacità di tali attività.

#### **Attività energetiche**

1.1 Impianti di combustione con una potenza termica di combustione di oltre 50 MW (*I*).

(*I*) I requisiti di cui alla direttiva 88/609/CEE per gli impianti esistenti rimangono in vigore fino al 31 dicembre 2003.

1.2 Raffinerie di petrolio e di gas.

1.3 Cokerie.

1.4 Impianti di gassificazione e liquefazione del carbone.

#### **Produzione e trasformazione dei metalli.**

2.1 Impianti di arrostimento o sinterizzazione di minerali metallici compresi i minerali solforati.

2.2 Impianti di produzione di ghisa o acciaio (fusione primaria o secondaria), compresa la relativa colata continua di capacità superiore a 2,5 tonnellate all'ora.

2.3 Impianti destinati alla trasformazione di metalli ferrosi mediante:

a) laminazione a caldo con una capacità superiore a 20 tonnellate di acciaio grezzo all'ora;

b) forgiatura con magli la cui energia di impatto supera a 50 kilojoule per maglio e allorché la potenza calorifica è superiore a 20 MW;

c) applicazione di strati protettivi di metallo fuso con una capacità di trattamento superiore a 2 tonnellate di acciaio grezzo all'ora.

2.4 Fonderie di metalli ferrosi con una capacità di produzione superiore a 20 tonnellate al giorno.

2.5 Impianti:

- a) destinati a ricavare metalli grezzi non ferrosi da minerali, nonché concentrati o materie prime secondarie attraverso procedimenti metallurgici, chimici o elottrolitici;
- b) di fusione e lega di metalli non ferrosi, compresi i prodotti di recupero (affinazione, formatura in fonderia) con una capacità di fusione superiore a 4 tonnellate al giorno per il piombo e il cadmio o a 20 tonnellate al giorno per tutti gli altri metalli.

2.6 Impianti per il trattamento di superficie di metalli e materie plastiche mediante processi elottrolitici o chimici qualora le vasche destinate al trattamento utilizzate abbiano un volume superiore a 30 m<sup>3</sup>

### **Industria dei prodotti minerali.**

- 3.1 Impianti destinati alla produzione di clinker (cemento) in forni rotativi la cui capacità di produzione supera 500 tonnellate al giorno oppure di calce viva in forni rotativi la cui capacità di produzione supera 50 tonnellate al giorno, o in altri tipi di forni aventi una capacità di produzione di oltre 50 tonnellate al giorno.
- 3.2 Impianti destinati alla produzione di amianto e alla fabbricazione di prodotti dell'amianto.
- 3.3 Impianti per la fabbricazione del vetro compresi quelli destinati alla produzione di fibre di vetro, con capacità di fusione di oltre 20 tonnellate al giorno.
- 3.4 Impianti per la fusione di sostanze minerali compresi quelli destinati alla produzione di fibre minerali, con una capacità di fusione di oltre 20 tonnellate al giorno.
- 3.5 Impianti per la fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura, in particolare tegole, mattoni, mattoni refrattari, piastrelle, gres, porcellane, con una capacità di produzione di oltre 75 tonnellate al giorno e/o con una capacità di forno superiore a 4 m<sup>3</sup> e con una densità di colata per forno superiore a 300 kg/m<sup>3</sup>

## **Industria chimica**

Nell'ambito delle categorie di attività della sezione 4 si intende per produzione la produzione su scala industriale mediante trasformazione chimica delle sostanze o dei gruppi di sostanze di cui ai punti da 4.1 a 4.6.

4.1 Impianti chimici per la fabbricazione di prodotti chimici organici di base come:

- a) idrocarburi semplici (lineari o anulari, saturi o insaturi, alifatici o aromatici);
- b) idrocarburi ossigenati, segnatamente alcoli, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici, esteri, acetati, eteri, perossidi, resine, epossidi;
- c) idrocarburi solforati;
- d) idrocarburi azotati, segnatamente ammine, amidi, composti nitrosi, nitrati o nitrici, nitrili, cianati, isocianati;
- e) idrocarburi fosforosi;
- f) idrocarburi alogenati;
- g) composti organometallici;
- h) materie plastiche di base (polimeri, fibre sintetiche, fibre a base di cellulosa);
- i) sostanze coloranti e pigmenti;
- j) tensioattivi e agenti di superficie.

4.2 Impianti chimici per la fabbricazione di prodotti chimici inorganici di base, quali:

- a) gas, quali ammoniaca, cloro o cloruro di idrogeno, fluoro o fluoruro di idrogeno, ossidi di carbonio, composti di zolfo, ossidi di azoto, idrogeno, biossido di zolfo, bicloruro di carbonile;
- b) acidi, quali acido cromico, acido fluoridrico, acido fosforico, acido nitrico, acido cloridrico, acido solforico, oleum e acidi solforati;
- c) basi, quali idrossido d'ammonio, idrossido di potassio, idrossido di sodio;
- d) sali, quali cloruro d'ammonio, clorato di potassio, carbonato di potassio, carbonato di sodio, perborato, nitrato d'argento;
- e) metalloidi, ossidi metallici o altri composti inorganici, quali carburo di calcio, silicio, carburo di silicio.

- 4.3 Impianti chimici per la fabbricazione di fertilizzanti a base di fosforo, azoto o potassio (fertilizzanti semplici o composti).
- 4.4 Impianti chimici per la fabbricazione di prodotti di base fitosanitari e di biocidi.
- 4.5 Impianti che utilizzano un procedimento chimico o biologico per la fabbricazione di prodotti farmaceutici di base.
- 4.6 Impianti chimici per la fabbricazione di esplosivi.

### **Gestione dei rifiuti**

Salvi l'articolo 11 della direttiva 75/442/CEE e l'articolo 3 della direttiva 91/689/CEE del Consiglio, del 12 dicembre 1991, relativa ai rifiuti pericolosi (1)

- 5.1 Impianti per l'eliminazione o il recupero di rifiuti pericolosi, della lista di cui all'articolo 1 paragrafo 4 della direttiva 91/689/CEE quali definiti negli allegati II A e II B (operazioni R 1, R 5, R 6, R 8 e R 9) della direttiva 75/442/CEE e nella direttiva 75/439/CEE del Consiglio, del 16 giugno 1975, concernente l'eliminazione degli oli usati (2), con capacità di oltre 10 tonnellate al giorno
- 5.2 Impianti di incenerimento dei rifiuti urbani quali definiti nella direttiva 89/369/CEE del Consiglio, dell'8 giugno 1989, concernente la prevenzione dell'inquinamento atmosferico provocato dai nuovi impianti di incenerimento dei rifiuti urbani (3), e nella direttiva 89/429/CEE del Consiglio, del 21 giugno 1989, concernente la riduzione dell'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani (4), con una capacità superiore a 3 tonnellate all'ora
- 5.3 Impianti per l'eliminazione o il recupero dei rifiuti non pericolosi quali definiti nell'allegato II A della direttiva 75/442/CEE ai punti D 8, D 9 con capacità superiore a 50 tonnellate al giorno
- 5.4 Discariche che ricevono più di 10 tonnellate al giorno o con capacità totale oltre 25.000 tonnellate, ad esclusione delle discariche per i rifiuti inertii

(1) GU n. L 377 del 31 dicembre 1991, pag. 20. Direttiva modificata dalla direttiva 94/31/CE (GU n. L 168 del 2 luglio 1994, pag. 28).

(2) GU n. L 194 del 25 luglio 1975, pag. 23. Direttiva modificata da ultimo dalla direttiva 91/692/CEE (GU n. L 377 del 31 dicembre 1991, pag. 48).

(3) GU n. L 163 del 14 giugno 1989, pag. 32.

(4) GU n. L 203 del 15 luglio 1989, pag. 50.

### **Altre attività**

- 6.1 Impianti industriali destinati alla fabbricazione:
  - a) di pasta per carta a partire dal legno o da altre materie fibrose;
  - b) di carta e cartoni con capacità di produzione superiore a 20 tonnellate al giorno.
- 6.2 Impianti per il pretrattamento (operazioni di lavaggio, imbianchimento, Mercerizzazione o la tintura di fibre o di tessili la cui capacità di trattamento supera 10 tonnellate al giorno).
- 6.3 Impianti per la concia delle pelli qualora la capacità di trattamento superi le 12 tonnellate al giorno di prodotto finito.
- 6.4
  - a) Macelli aventi una capacità di produzione di carcasse di oltre 50 tonnellate al giorno;
  - b) Trattamento e trasformazione destinati, alla fabbricazione di prodotti alimentari a partire da:- materie prime animali (diverse dal latte) con una capacità di produzione di prodotti finiti di oltre 75 tonnellate al giorno; - materie prime vegetali con una capacità di produzione di prodotti finiti di oltre 300 tonnellate al giorno (valore medio su base trimestrale);
  - c) Trattamento e trasformazione del latte, con un quantitativo d latte ricevuto di lire 200 tonnellate al giorno (valore medio su base annua).
- 6.5 Impianti per l'eliminazione o il recupero di carcasse e di residui di animali con una capacità di trattamento di oltre 10 tonnellate al giorno.
- 6.6 Impianti per l'allevamento intensivo di pollame o di suini con più di :a) 40.000 posti pollame;b) 2.000 posti suini da produzione (di oltre 30 kg); oc) 750 posti scrofe.
- 6.7 Impianti per il trattamento di superficie di materie, oggetti o prodotti utilizzando solventi organici, in particolare per apprettare, stampare, spalmare, sgrassare, impermeabilizzare, incollare, verniciare, pulire o impregnare, con una capacità di consumo di solvente superiore a 150 kg all'ora o a 200 tonnellate all'anno.

- 6.8 Impianti per la fabbricazione di carbonio (carbone duro) o grafite per uso elettrico mediante combustione o grafitizzazione.

## BIBLIOGRAFIA

---

- <sup>1</sup> Eurostat: “Waste Generated in Europe” Luxembourg 2000 and ETCW enquiry on specific waste streams
- <sup>2</sup> VI Programma di Azione per l’Ambiente della Comunità Europea “Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta”
- <sup>3</sup> Saetti Gian Franco, “Il recepimento della direttiva UE 2000/76/CE sull’incenerimento dei rifiuti in Italia: Quali prospettive” Atti del IV Convegno Nazionale sull’Utilizzazione Termica dei Rifiuti, Abano Terme, 12-13 Giugno 2003
- <sup>4</sup> Kit Strange, “Advanced thermal treatment techniques” in “Waste in Europe at the beginning of the 21st century” European Waste Club Collection, Tecnicpublicaciones Madrid España 2000, 188 pagine
- <sup>5</sup> Sito internet della Commissione europea,  
<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/index.htm>.
- <sup>6</sup> Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle Fonti Rinnovabili, 69 p., Roma Aprile 1999.
- <sup>7</sup> Cotana, Asrubali, Frezzini “Il contributo della termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti” Atti della Giornata di Studio “Sostenibilità ambientale della termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani, Roma 29 Ottobre 2002
- <sup>8</sup> Direttiva 2000/76/CE sull’incenerimento dei rifiuti
- <sup>9</sup> Laraia Rosanna, “La valorizzazione energetica dei rifiuti. Il nuovo quadro normativo di riferimento” Atti dei seminari – Ecomondo 2003, Rimini Maggioli Editore
- <sup>10</sup> APAT/ONR Rapporto Rifiuti 2002, Roma, Ottobre 2002
- <sup>11</sup> “Case studies on waste minimisation practices in Europe” EEA Topic Report n°2 2002
- <sup>12</sup> Pepe, Appunti e dispense del Master di primo livello in Tecnologie per la Gestione dei Rifiuti
- <sup>13</sup> De Stefanis Pasquale, Appunti e dispense del Master di primo livello in Tecnologie per la Gestione dei Rifiuti
- <sup>14</sup> “Advanced thermal conversion technologies for energy from solid waste” International Energy Agency, Report 2, 1998
- <sup>15</sup> Bountoux L, “The Incineration of waste in Europe: issues and perspectives”. JRC-IPTS Report EUR 18717 March 1999
- <sup>16</sup> Herbert Aichinger, Environment Directorate-General, European Commission Atti della Conferenza ”The Sevilla Process: A driver for environmental performance in industry“

---

<sup>17</sup> V Programma di Azione per l'Ambiente della Comunità Europea "Per uno sviluppo durevole e sostenibile"

<sup>18</sup> AA.VV. Summary and Conclusions of the Workshop on The Economic Consequences of the IPPC Directive, Brussels, 16 May 2002

<sup>19</sup> Almut Reichel, Federal Environmental Agency, Germany Atti della Conferenza "The Sevilla Process: A driver for environmental performance in industry"

<sup>20</sup> Paola Ficco, "La direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione ed alla riduzione integrata dell'inquinamento (IPPC)" Atti dei seminari – Ecomondo 2003, Rimini Maggioli Editore

<sup>21</sup> Marco Cerri, Luigi Terzini, Edoardo Galatola, IPPC FAQ "In che cosa consiste ed a chi interessa la IPPC?"

<sup>22</sup> European IPPC Bureau, web address: <http://eippcb.jrc.es/> .

<sup>23</sup> Mike Keast, Environment Agency of England & Wales, "Economic viability analysis using standard investment and market appraisal techniques" Workshop on The Economic Consequences of the IPPC Directive, Brussels, 16 May 2002

<sup>24</sup> Peter Vercaemst, VITO Flemish Institute for Technological Research, "BAT: when do Best Available Techniques become Barely Affordable Technology ?" Workshop on The Economic Consequences of the IPPC Directive, Brussels, 16 May 2002

<sup>25</sup> Philippe Busquin, European Research Commissioner, "Enhancing economic growth and environmental protection at EU and local level" JRC info n°2, June 2002

<sup>26</sup> Mininni Giuseppe, Rotatori Mauro, "Aspetti tecnici sull'applicazione della direttiva IPPC" Atti dei seminari – Ecomondo 2003, Rimini Maggioli Editore

<sup>27</sup> Don Litten, Final Record of Kick-Off Meeting Technical Working Group on Waste Incineration – EIPPCB, Joint Research Centre, Sevilla 3-5 December 2001

<sup>28</sup> Presentations made by member states, Final Record of Kick-Off Meeting Technical Working Group on Waste Incineration – EIPPCB, Joint Research Centre, Sevilla 3-5 December 2001

<sup>29</sup> Paul James, EIPPCB, Final Record of Kick-Off Meeting Technical Working Group on Waste Incineration – EIPPCB, Joint Research Centre, Sevilla 3-5 December 2001

<sup>30</sup> Henrik Wejdling, DAKOFA reading guide for the Draft BREF on incineration, ISWA 2003

<sup>31</sup> Draft Reference Document on Best Available Techniques for Waste Incineration, Draft May 2003

<sup>32</sup> Knut Sander, Joachim Lohse, Ökopol gmbH "Towards credible recovery" European Environmental Bureau, December 2002