



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e
del Mare - Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E. prot. DVA-2010-0011026 del 28/04/2010

ISPRA



PROTOCOLLO GENERALE
Nr.0013907 Data 22/04/2010
Tit. X Partenza

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del
Territorio e del Mare - DVA
Via C. Colombo, 44
00147 ROMA
Fax n. 06-57225068

Presidenza della Giunta Regionale
Assessorato all'Ecologia - Settore Ecologia
Via delle Magnolie, 6
70026 MODUGNO (BA)
Fax n. 080-5406844

Copia ARPA Puglia
Corso Trieste, 27 - 70126 BARI
Direzione Generale
Fax n. 080-5460200

ILVA SpA
Via Appia SS Km 648
74100 Taranto
Fax n. 099-4812271



RIFERIMENTO: Protocollo Integrativo dell'Accordo di Programma "Area Industriale di Taranto e Stacc" sottoscritto a Roma in data 19 febbraio 2009, art. 3, comma 2.

OGGETTO: Rapporto intermedio sulla ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCCD/PCDF dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici.

L'ISPRA, con nota n. 7416 del 03/03/2010, nel rappresentare lo stato di avanzamento della sperimentazione in corso nello stabilimento ILVA di Taranto per il contenimento delle emissioni di PCCD/PCDF dal camino dell'impianto di agglomerazione dell'acciaieria, ha preannunciato a Codeste Amministrazioni la trasmissione del rapporto intermedio in oggetto, redatto in attuazione del mandato di cui all'art. 3, comma 2 del protocollo integrativo in riferimento.

Il rapporto intermedio, che si trasmette in allegato d'intesa con ARPA Puglia, descrive le attività di ricognizione e analisi tecnologica sinora svolte, attività che potrebbero richiedere ulteriori approfondimenti, anche in considerazione del lavoro in corso di revisione del Bref Europeo sulle acciaierie e della possibilità, tuttora da verificare, di svolgere altre visite ad impianti esteri.

Prot. ISP 58/10 del 23/04/10

**ISPRA**Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Sulla base delle informazioni sinora acquisite, si ritiene tuttavia che la prestazione dell'impianto di sinterizzazione dello stabilimento ILVA di Taranto possa conformarsi al VLE di 0.4 ng TEQ/Nm³ previsto dalla L.R. 8/09 adottando una opportuna combinazione di misure primarie e secondarie di contenimento delle emissioni di PCDD/F. In particolare, tra le misure secondarie, una combinazione potenzialmente applicabile al caso in esame è l'utilizzo di un materiale adsorbente associato ad un sistema di depolverazione ad alta efficienza. Tale soluzione, di recente proposta dal Gestore, è in corso di sperimentazione preliminare al fine di individuarne le migliori modalità applicative e verificarne l'idoneità al raggiungimento degli obiettivi.

L'ISPRA, acquisiti i risultati della sperimentazione in corso nell'impianto di agglomerazione dell'acciaieria, in particolare della tecnica di adsorbimento con carboni attivi, ed espletati gli ulteriori necessari approfondimenti, provvederà alla trasmissione del rapporto definitivo.

Il Commissario*(Prefetto Vincenzo Grimaldi)*

Allegato: Rapporto contenente "Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici. (pagg. 60)



ISPRA – ARPA Puglia

**RICOGNIZIONE ED ANALISI DELLE TECNICHE DI
ABBATTIMENTO DI PCDD/F DALLE EMISSIONI DEGLI
IMPIANTI DI SINTERIZZAZIONE DEGLI
STABILIMENTI SIDERURGICI**



ISPRA - ARPA Puglia

INDICE

1	PREMESSA	4
2	PCDD/F	5
2.1	GENERALITA'	5
2.2	METODI DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI	8
2.3	MECCANISMI DI FORMAZIONE	8
3	ASPETTI NORMATIVI	14
3.1	LA NORMATIVA ITALIANA	14
3.2	NORMATIVA COMUNITARIA	15
3.3	LIMITI DI EMISSIONE IN ALTRI PAESI	16
3.4	INTERPRETAZIONE DEI DATI EMISSIVI (VALORI LIMITE E PRESTAZIONI CONSEGUIBILI) 21	
4	RICOGNIZIONE DEGLI IMPIANTI DI SINTERIZZAZIONE EUROPEI ED EXTRAEUROPEI	23
4.1	PREMESSA	23
4.2	ELENCO DEGLI IMPIANTI DI AGGLOMERAZIONE	23
4.3	SOPRALLUOGO PRESSO L'IMPIANTO DI SINTERIZZAZIONE DI GENT (BELGIO)	42
5	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI SINTERIZZAZIONE DELLO STABILIMENTO ILVA DI TARANTO	45
6	MISURE DI CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI DI PCDD/F NEGLI IMPIANTI DI SINTERIZZAZIONE	47
7	CONCLUSIONI PRELIMINARI	59
	BIBLIOGRAFIA	60



ISPRA – ARPA Puglia

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - I fattori di tossicità equivalente secondo NATO e WHO	7
Tabella 2 - Valori limite emissione nazionali di PCDD/F (D.Lgs. 152/06).....	14
Tabella 3 - Limiti di emissione di PCDD/F in altri paesi.....	18
Tabella 4 - Impianti di sinterizzazione suddivisi per Nazione di localizzazione	25
Tabella 5 - Impianti di sinterizzazione suddivisi per MTD adottate.....	36
Tabella 6 - Caratteristiche tecniche delle linee di sinterizzazione.....	45
Tabella 7 - Caratteristiche degli elettrofiltri tradizionali (ESP) dell'impianto di sinterizzazione ILVA di Taranto.....	45
Tabella 8 - Caratteristiche degli elettrofiltri avanzati (MEEP) dell'impianto di sinterizzazione ILVA di Taranto.....	46
Tabella 9 - Misure di contenimento delle emissioni di PCDD/F in impianti di sinterizzazione e potenziale applicabilità allo stabilimento ILVA di Taranto.....	48
Tabella 10 - Misure di contenimento delle emissioni di PCDD/F applicabili presso l'impianto di sinterizzazione ILVA di Taranto.....	54
Tabella 11 - Caratteristiche dei materiali adsorbenti.....	57



ISPRA – ARPA Puglia

1 PREMESSA

In data 19 Febbraio 2009 è stato sottoscritto a Roma, dai rappresentanti del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, del Ministero dell'Interno, del Ministero del Lavoro della Salute e delle Politiche Sociali, del Ministero per i Rapporti con le Regioni, del Ministero dello Sviluppo Economico, della Regione Puglia, della Provincia di Taranto, del Comune di Taranto, del Comune di Statte, dell'ILVA s.p.a., dell'ISPRA e dell'ARPA Puglia, il *Protocollo Integrativo dell'Accordo di Programma "Area industriale di Taranto e Statte"* dell'11 Aprile 2008 che prevede, all'articolo 3 comma 2, quanto segue:

ISPRA e ARPA Puglia si impegnano ad effettuare una ricognizione delle tecniche di abbattimento utilizzate negli stabilimenti con caratteristiche simili a quello dell'ILVA di Taranto situati in altri Paesi europei ed extraeuropei, delle prestazioni in termini di emissioni di PCDD/F conseguite attraverso l'impiego di tali tecniche e dei valori limite alle emissioni delle PCDD/F cui detti stabilimenti sono sottoposti. Tale ricognizione sarà corredata dalla descrizione delle caratteristiche degli impianti, da una valutazione in merito all'applicabilità allo stabilimento ILVA di Taranto delle migliori tecniche individuate e alla possibilità che, attraverso l'impiego di tali tecniche, lo stabilimento consegua, entro il 31 dicembre 2010 il limite di 0.4 ngTEQ/Nm³.

Il presente documento costituisce un rapporto intermedio finalizzato a fornire un aggiornamento sulle attività sinora effettuate.

In particolare la ricognizione delle tecniche di abbattimento delle diossine negli impianti di sinterizzazione è stata effettuata svolgendo le seguenti attività:

- approfondimenti di letteratura su PCDD/F;
- ricognizione degli impianti di sinterizzazione esistenti in territorio europeo ed extraeuropeo sulla base dei documenti comunitari di settore (Best Available techniques Reference Document on the Production of iron and Steel - December 2001, Reference Production of iron and steel Draft Febbraio 2008 e Draft Luglio 2009);
- sopralluogo presso l'impianto di sinterizzazione dell'Arcelor Mittal di Gent (Belgio);
- analisi delle tecniche di abbattimento esistenti ed applicabilità all'impianto di sinterizzazione dell'ILVA di Taranto.

Sono in corso di svolgimento ulteriori attività, quali:

- sopralluoghi presso altri impianti europei ritenuti significativi per dimensione e tipologia di trattamento delle emissioni di PCDD/F;
- incontro con i rappresentanti di Siviglia del Sustainable Production and Consumption Institute for Prospective Technological Studies JRC - European Commission;
- esame della nuova revisione del documento BRef di settore, di cui la riunione finale del Gruppo di lavoro tecnico (Technical Working Group - TWG) è prevista per la fine di Febbraio 2010.
- ulteriori approfondimenti bibliografici.



ISPRA - ARPA Puglia

2 PCDD/F

2.1 GENERALITA'

Con il termine generico di "diossine" si indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, ossia formati da carbonio, idrogeno, ossigeno e cloro, divisi in due famiglie: dibenzo-p-diossine (PCDD o propriamente "diossine") e dibenzo-p-furani (PCDF o "furani"). Si tratta di idrocarburi aromatici clorurati, per lo più di origine antropica, particolarmente stabili e persistenti nell'ambiente, tossici per l'uomo, gli animali e l'ambiente stesso; le diossine e i furani costituiscono infatti due delle dodici classi di inquinanti organici persistenti² riconosciute a livello internazionale dall'UNEP³.

Esistono in totale 75 congeneri di diossine e 135 di furani: di questi però solo 17 destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico, rispettivamente 7 PCDD e 10 PCDF.

La tossicità delle diossine dipende dal numero e dalla posizione degli atomi di cloro sull'anello aromatico, le più tossiche possiedono 4 atomi di cloro legati agli atomi di carbonio β dell'anello aromatico e pochi o nessun atomo di cloro legato agli atomi di carbonio α dell'anello aromatico (Figura 1).

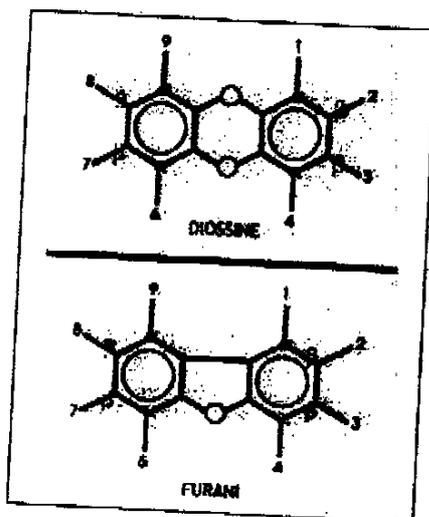


Figura 1 - Formula di struttura della diossina e dei furani

Nella terminologia corrente il termine "diossina", al singolare questa volta, è talora usato come sinonimo della 2,3,7,8-tetracloro-dibenzo-p-diossina (TCDD), ossia del congenero maggiormente tossico (unico riconosciuto possibile cancerogeno per l'uomo) che ha 4 atomi di cloro nelle posizioni β e nessuno in α (Figura 2).

¹ Estratto dal Documento *Diossine e PCB* - APAT 2006

² Persistent Organic Pollutants POPs

³ United Nations Environment Programme

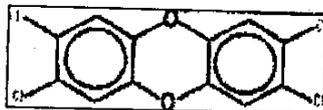


Figura 2 - Formula di struttura della 2,3,7,8-TCDD

Di converso la diossina con maggior grado di clorurazione, vale a dire la ottaclorodibenzo-p-diossina (OCDD), presenta una tossicità bassa, comparata con quella degli altri congeneri, poiché gli atomi di cloro occupano tutte le posizioni α .

Le diossine sono sostanze semivolatili, termostabili, scarsamente polari, insolubili in acqua, altamente liposolubili, estremamente resistenti alla degradazione chimica e biologica. Nel suolo si legano alla frazione organica presente e, una volta adsorbite (ovvero "legate" e concentrate su una superficie, rappresentata, ad esempio, dalla fase solida del suolo), rimangono relativamente immobili: a causa della loro insolubilità in acqua non tendono a migrare in profondità. Pur essendo scarsamente idrosolubili, trovano nell'acqua un'ottima via di diffusione una volta adsorbite sulle particelle minerali ed organiche presenti in sospensione.

Le caratteristiche chimico-fisiche sopra richiamate, fanno diventare tali sostanze facilmente trasportabili dalle correnti atmosferiche, e, in misura minore, dai fiumi e dalle correnti marine, rendendo così possibile la contaminazione di luoghi lontani dalle sorgenti di emissione.

A causa della loro presenza ubiquitaria nell'ambiente, persistenza e liposolubilità, le diossine tendono, nel tempo, ad accumularsi negli organismi viventi, si accumulano cioè nei tessuti ed organi dell'uomo e degli animali. Inoltre, salendo nella catena trofica (alimentare), la concentrazione di tali sostanze può aumentare (biomagnificazione), giungendo ad esporre a rischio maggiore il vertice di detta catena.

Generalmente le diossine non vengono rilevate nelle diverse matrici come singoli composti, ma come miscele complesse dei diversi congeneri.

Per riuscire a esprimere la tossicità dei singoli congeneri, è stato introdotto il concetto di fattore di tossicità equivalente⁴ (TEF).

I fattori di tossicità equivalente si basano sulla considerazione che i PCDD e i PCDF sono composti strutturalmente simili che presentano il medesimo meccanismo strutturale di azione (attivazione del recettore Ah⁵) e producono effetti tossici simili: proprio il legame tra le diossine e il recettore Ah è il passo chiave per il successivo innescarsi degli effetti tossici.

I TEF vengono calcolati confrontando l'affinità di legame dei vari composti organo clorurati con il recettore Ah, rispetto a quella della 2,3,7,8-TCDD, considerando l'affinità di questa molecola come il valore unitario di riferimento.

⁴ Toxicity Equivalence Factor (TEF)

⁵ Recettore Ah: recettore degli idrocarburi aromatici (Ah, aromatic hydrocarbon) presente nelle cellule degli organismi viventi. I composti aromatici, come le diossine e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), vi combaciano perfettamente. Il complesso formato dalla molecola (legante) e dal recettore è in grado di attraversare le membrane cellulari avviando così l'azione tossica.



ISPRA - ARPA Puglia

Per esprimere la concentrazione complessiva di diossine nelle diverse matrici si è introdotto il concetto di tossicità equivalente (TEQ) che si ottiene sommando i prodotti tra i valori TEF dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni, espresse con l'unità di misura della matrice in cui vengono riscontrate⁶, ovvero:

$$TEQ = \sum_{i=1}^n C_i \cdot TEF_i$$

Per i TEF sono stati proposti due schemi di classificazione: quello NATO degli International TEFs⁷ e quello della World Health Organization⁸ WHO-TEFs⁹ (Tabella 1)

Tabella 1- I fattori di tossicità equivalente secondo NATO e WHO

PCDD/F	I-TEFs (NATO/CCMS14, 1988)	WHO-TEFs (Van den Berg et al, 1998)
2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0,5	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	0,01
OCDD	0,001	0,001
2,3,7,8-TCDF	0,1	0,0001
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	0,1
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	0,05
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	0,5
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	0,1
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	0,01
OCDF	0,001	0,0001

(T = tetra, Pe = penta, Hx = hexa, Hp = hepta, O = octa)

Lo schema NATO è quello adottato a livello internazionale come base per la determinazione del TEQ, pertanto la tossicità di PCDD/F è indicata principalmente in I-TEQ (come previsto dalla norma UNI EN 1948:2006).

⁶ Le unità di misura della concentrazione vengono espresse, generalmente in:
suolo/sedimenti: mg/kg - µg/kg - ng/kg;
acque: mg/l - µg/l - ng/l;

aria: mg/m³ - µg/m³ - ng/m³.

I fattori di emissione sono, invece espressi, in generale, su base oraria o giornaliera

⁷ NATO/CCMS, 1988

⁸ Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)

⁹ Van den Berg et al., 1998



2.2 METODI DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI

La norma di riferimento per il campionamento e l'analisi di PCDD/F è la UNI EN 1948: 2006 (Emissioni da sorgente fissa – Determinazione della concentrazione in massa di PCDD/F e PCB diossina simili).

Tale norma si compone delle seguenti parti:

- UNI EN 1948-1: Campionamento di PCDD/F
- UNI EN 1948-2: Estrazione e purificazione di PCDD/F
- UNI EN 1948-3: Identificazione e quantificazione di PCDD/F
- UNI EN 1948-4: Campionamento e analisi di PCB diossina simili

La norma è finalizzata alla misurazione di concentrazioni di una selezione di 17 congeneri tossici di PCDD/F (su complessivi 210 composti) e dei PCB "diossina simili" in emissioni convogliate e consente il calcolo dell'I-TEQ totale.

La norma è stata elaborata per misurare le concentrazioni di circa 0.1 ng I-TEQ/m³ nelle emissioni da sorgente fissa. Sebbene sia stata sviluppata e convalidata principalmente per i flussi gassosi emessi dagli inceneritori di rifiuti, può essere applicata per intervalli di concentrazione ampi e fonti di emissione diverse.

Oltre alla determinazione dei PCDD/F la norma consente di determinare anche altre sostanze a bassa volatilità, quali i PCB diossina simili (UNI EN 1948-4).

E' in corso di preparazione la parte 5 della norma (prCEN/TS 1948-5) relativa al campionamento di lungo periodo di PCDD/F e PCB diossina simili.

In molti paesi europei la EN 1948 costituisce la base per le linee guida standard nazionali per la determinazione delle emissioni di diossine (p.ex. CSN EN 1948, DIN EN 1948, VDI 3499, etc.)

Si evidenzia inoltre l'esistenza della norma EPA 23 A, che costituisce il metodo di campionamento manuale valido in USA, che è stato sviluppato per la determinazione delle emissioni di diossine da fonti fisse di impianti di incenerimento di rifiuti.

2.3 MECCANISMI DI FORMAZIONE

Le diossine non vengono prodotte intenzionalmente, non avendo alcun utilizzo pratico, ma sono sottoprodotti indesiderati di una serie di processi chimici e/o di combustione.

Esse possono originarsi dai processi chimici di sintesi relativi ai composti clorurati e dai processi di combustione non controllata che coinvolgono vari prodotti quali: materie plastiche, termoplastiche, termoindurenti, ecc., nonché reflui e rifiuti contenenti composti clorurati; per questo motivo tali processi vengono indicati come "sorgenti primarie".

Una volta immesse nell'ambiente le diossine sono soggette a vari destini ambientali e danno origine a processi di accumulo in specifici comparti/matrici ambientali (suoli e sedimenti) e di bioaccumulo in specifici prodotti (latte e vegetali a foglia larga) ed organismi (fauna ittica ed



erbivori) per divenire a loro volta "sorgenti secondarie", ossia successive ed aggiuntive a quelle primarie.

Le sostanze che producono diossine a seguito della loro combustione vengono indicate come "precursori", mentre quelle che presentano tracce/residui di diossine in conseguenza del loro processo di produzione costituiscono delle "riserve" in grado di rilasciare diossine nell'ambiente con modalità dipendenti dal tipo di utilizzazione e gestione (pratiche e comportamenti antropici).

Tra i processi chimici emergono quelli di produzione delle plastiche, di composti chimici, della carta e degli oli combustibili e come tali sono anche i responsabili diretti nella produzione di precursori e di riserve.

I processi di combustione si possono distinguere in:

- combustioni incontrollate, tra le quali:
 - incendi accidentali ed all'aperto (di materiali eterogenei, quali rifiuti urbani, pneumatici, ecc.), il cui contributo risulta di difficile quantificazione e valutazione;
 - incendi boschivi in presenza di composti chimici clorurati per la combustione di lignina e cellulosa;
 - eruzioni vulcaniche con meccanismo di produzione di diossine analogo agli incendi boschivi.
- combustioni controllate (volontarie) di:
 - rifiuti solidi urbani (incenerimento);
 - fanghi (incenerimento);
 - carburante/combustibili nei processi di fusione dei metalli ferrosi e non ferrosi;
 - carburante/combustibili nei processi di produzione del cemento.
- altre combustioni controllate per la produzione di energia:
 - trasporti (per l'utilizzo di combustibili che contengono composti clorurati);
 - combustione di legno trattato;
 - combustione di oli combustibili.

Riguardo ai processi di combustione bisogna evidenziare che le emissioni sono da imputare alla presenza di precursori o di diossine nei prodotti/sostanze immesse nel processo che favorisce la loro decomposizione e trasformazione attraverso specifiche reazioni chimiche.

In tali processi le reazioni chimiche avvengono a temperature al di sopra dei 250°C e le diossine formatesi hanno una grande propensione ad essere rilasciate allo stato gassoso.

Meccanismi di formazione delle diossine negli impianti di sinterizzazione

Negli impianti di sinterizzazione la miscela da agglomerare, in uscita da appositi mescolatori, viene distribuita sulla macchina di agglomerazione, costituita da una serie di carrelli il cui fondo grigliato consente il passaggio di aria.

In testa alla macchina di agglomerazione, un fornello di accensione alimentato con gas siderurgici e/o metano, accende il coke contenuto nella miscela in un processo di combustione che continua per effetto della reazione con l'ossigeno contenuto nell'aria.

Il flusso d'aria che permea attraverso lo strato di agglomerazione e che determina il suddetto processo di combustione del coke, viene realizzato mediante degli elettroventilatori che realizzano una depressione nelle cosiddette casse d'aria (wind boxes), al di sotto della macchina di agglomerazione.



Man mano che la miscela di agglomerazione avanza lungo il nastro, il fronte di combustione si abbassa all'interno dello strato, creando una quantità di calore sufficiente a far in modo che le particelle costituenti la carica si aggregino tra loro dando origine ad un materiale agglomerato resistente e poroso.

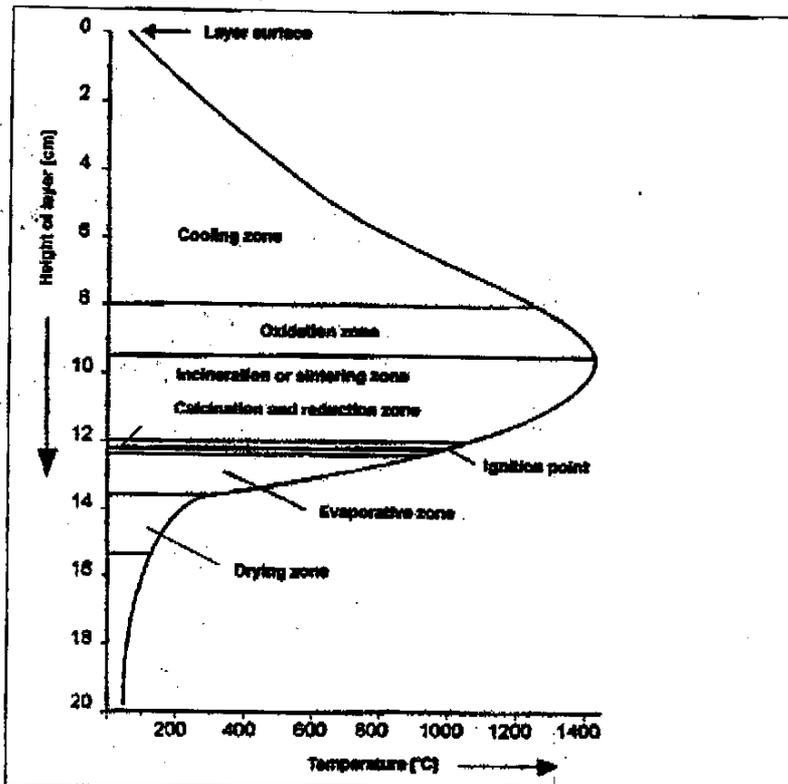


Figura 3 – Diagramma schematico della temperatura e delle zone di reazione in un processo di sinterizzazione (Fonte BRef Production of Iron and Steel – Dicembre 2001)

Il processo di agglomerazione dà luogo a numerosi fenomeni fisici e chimici.

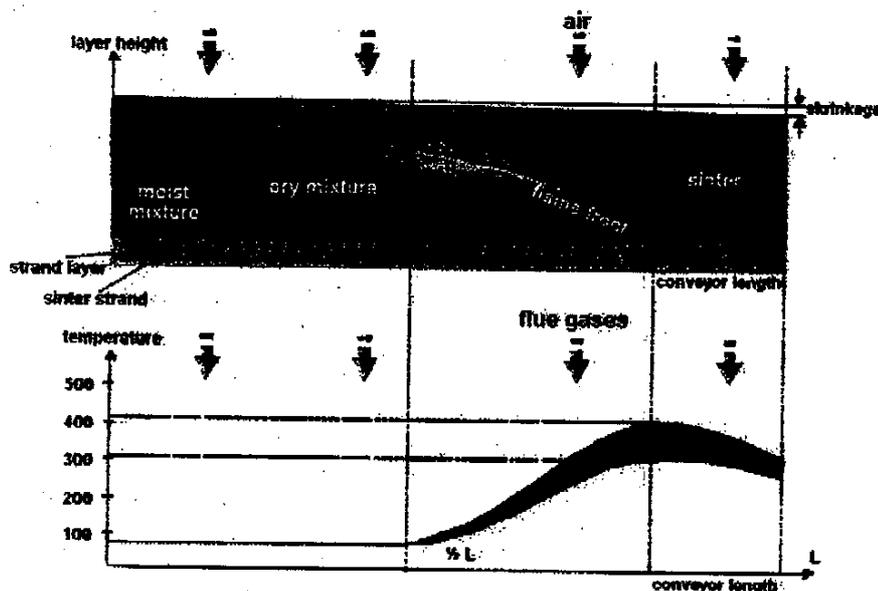
Nel corso della cottura si distinguono le seguenti principali fasi:

- intorno a 100° C si ha l'essiccazione della miscela;
- successivamente a temperature più elevate viene eliminata l'acqua di cristallizzazione;
- tra i 600° C e gli 800 °C si produce una prima agglomerazione delle particelle fini in una massa porosa; i grani ingrossandosi aderiscono debolmente tra loro. Questa prima fase non è sufficiente a dare al prodotto la coesione necessaria per la sua ulteriore utilizzazione in altoforno;
- oltre i 1000 °C i grani rammoliscono e si verificano le condizioni fisico-chimiche favorevoli al completamento del processo di agglomerazione. Durante queste reazioni si producono nella massa (allo stato pastoso) delle cavità che si ritrovano, nel successivo raffreddamento, nella struttura finale dell'agglomerato sotto forma di pori. L'entità della porosità totale dell'agglomerato è una caratteristica molto importante per il suo successivo impiego in altoforno. Dal punto di vista chimico il coke ed il minerale, essendo miscelati,



danno luogo a dei fenomeni di riduzione che avvengono nel periodo di massima temperatura (ca. 1300-1480°C). Durante il successivo raffreddamento, al contatto con l'aria, si producono in superficie dei fenomeni di ossidazione. L'ossido ferroso formatosi, la silice, la calce e l'allumina si combinano per dare i silicati e alluminati di calcio e di ferro.

La massima temperatura del gas di scarico lungo la macchina si ha, approssimativamente, nel punto dove la miscela ha completato il processo di agglomerazione, che in genere è il più vicino possibile al punto di scarico dell'agglomerato (Figura 4).



Andamento tipico della temperatura dei gas di scarico
(Fonte Arcelor Mittal)

Figura 4 -

Il flusso d'aria in uscita dalle wind boxes contiene vari contaminanti tra cui PCDD/F.

I meccanismi di formazione di PCDD/F possono essere vari:

- reazione di condensazione;
- reazione di sostituzione;
- reazione dei radicali;
- sintesi "de novo"

Nei processi di sinterizzazione si può indicare come causa dominante la sintesi "de novo". I requisiti fondamentali richiesti per la sintesi "de novo" sono: una struttura carboniosa solida con una struttura grafitica imperfetta o degenerata, cloro inorganico, ioni metallici di rame o ferro, un'atmosfera ossidante e una temperatura nel range 250-450°C. La maggior parte di questi requisiti sono presenti all'interno del letto di sinterizzazione e nelle wind-boxes.



Recenti studi evidenziano che la formazione delle diossine avviene principalmente all'interno del letto di sinterizzazione, piuttosto che negli effluenti gassosi, come avviene invece negli inceneritori di rifiuti urbani.

La formazione delle diossine inizia nella regione superiore del letto di sinterizzazione, subito dopo l'accensione del materiale, ed è seguita da successivi fenomeni di raffreddamento e condensazione delle diossine/furani e degli altri composti derivanti dalle innumerevoli reazioni prodotte direttamente dal processo di agglomerazione o da reazioni collaterali allo stesso.

Lo strato di materiale agglomerato che avanza lungo la macchina di sinterizzazione è quindi accompagnato dai suddetti fenomeni di raffreddamento e condensazione fino al punto in cui tutto lo strato di materiale sarà stato investito dal fronte di fiamma.

Nella posizione in cui i fenomeni di raffreddamento, all'interno dello strato, termineranno, detto "burn through point" (BTP), si avrà un repentino aumento di temperatura dello strato con conseguente liberazione degli inquinanti volatilizzabili; in tale situazione le diossine/furani raggiungeranno un picco di concentrazione per poi decadere.

Questo comportamento è dimostrato da molti studi di comparazione del profilo di temperatura con il profilo di emissione delle PCDD/F lungo la macchina di agglomerazione (Figura 5, Figura 6).

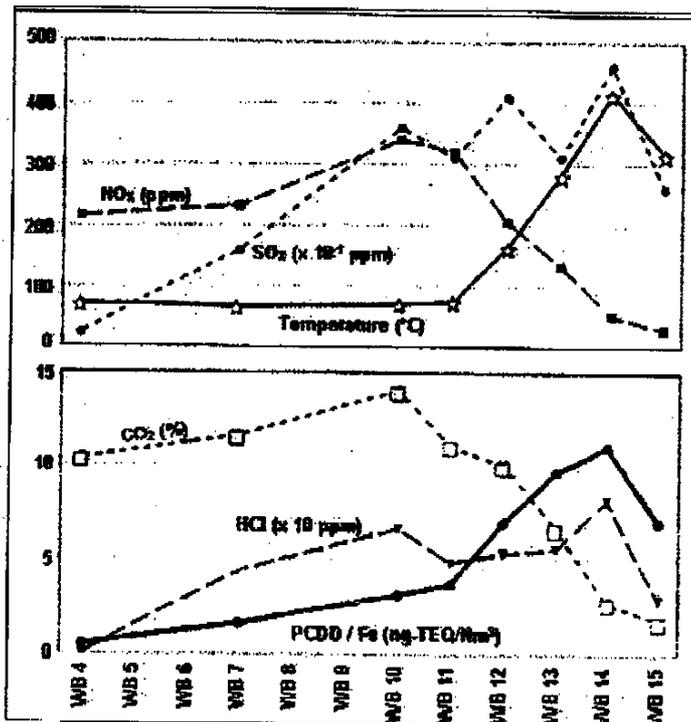


Figura 5 - Distribuzione della temperatura e dei composti gassosi nei fumi esausti dalle wind-boxes
(Fonte BRef Production of Iron and Steel - Draft July 2009)

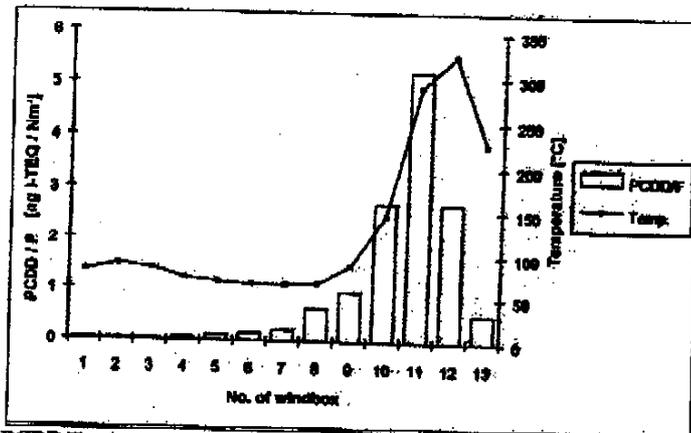


Figura 6 - PCDD/F e profilo di temperatura nel flusso gassoso lungo il letto di agglomerazione (Fonte BRef Production of Iron and Steel - Dicembre 2001)

Esistono diversi composti che intervengono nella formazione di PCDD/F, agendo come precursori:

- idrocarburi;
- cloro;
- catalizzatori metallici (come Cu e Fe);
- clorofenoli e PCB;
- fuliggine;
- PCDD/F nei cicli.

La quantità di diossina formata dipende in particolare dalla disponibilità di carbonio e cloro nei materiali di alimentazione dell'impianto.

Dati di letteratura hanno evidenziato, altresì, che la composizione della miscela di agglomerazione ha un significativo impatto sulla formazione delle diossine; materiali che rendono facilmente disponibile, nelle condizioni di processo, carbonio (oli>coke>antracite) e cloro (cloro organico>NaCl>CaCl₂) producono incrementi nella formazione delle PCDD/F. In particolare con l'utilizzo di "calce viva" in sostituzione di parte del carbonato di calcio si rende meno "libero" il cloro, soprattutto nella forma preminente di HCl, diminuendo la possibilità di formazione di diossine.

Infine, i parametri operativi di gestione dell'impianto di sinterizzazione hanno una significativa influenza sulla formazione di PCDD/F.

Da un punto di vista quantitativo le emissioni di PCDD/F dagli impianti di sinterizzazione, a valle dei sistemi di abbattimento, variano nel range 0.15 - 14.64 µg I-TEQ/t sinter, espresse su base media annuale, con la maggior parte degli impianti compresi nel range 0.2-6 µg I-TEQ/t sinter. Questi tassi di emissione equivalgono a concentrazioni tipiche nell'effluente gassoso di 0.07-2.86 ng/I-TEQ/Nm³, basato su un flusso gassoso di 2.100 Nm³/t sinter (su un numero di 18 valori in EU-25 nel 2004 - Fonte Draft Luglio 2009).



3 ASPETTI NORMATIVI

3.1 LA NORMATIVA ITALIANA

La Normativa italiana nazionale è rappresentata dal DLgs 152/06, Parte II punto 1.2 dell'Allegato I alla Parte V.

I Valori Limite di Emissione per PCDD e PCDF (Tabella A2 Classe I), sono così definiti.

Tabella 2 - Valori limite emissione nazionali di PCDD/F (D.Lgs. 152/06)

CLASSE I	Soglia di rilevanza (espressa come flusso di massa)	VLE (espresso come concentrazione)
PCDD e PCDF	0,02 g/h	0,01 mg/Nm ³

Si evidenzia che il VLE indicato nella normativa nazionale (0.01 mg/Nm³, pari a 10.000 ng/Nm³) si riferisce alla concentrazione totale dei 210 congeneri e non alla concentrazione I-TEQ dei 17 congeneri tossici previsti dalla norma di riferimento UNI EN₁ 1948:2006, comunemente utilizzata per l'analisi delle concentrazioni di PCDD/F.

Con l'approvazione nel 2006 del Protocollo di Aarhus e della decisione CEE/CEEA/CECA n. 259 del 19 febbraio 2004, ratificata con la L. 125/06 (GU 13.05.06) è sancito che i riferimenti normativi alle diossine devono essere espressi in termini di tossicità equivalente (TEQ) e non come valori assoluti della concentrazione tal quale dei 210 congeneri.

In attuazione di quanto previsto dal Protocollo di Aarhus, la Regione PUGLIA ha emanato la L.R. 44/2008, che fissa valori limite di emissione di PCDD/F per gli impianti nuovi ed esistenti dell'industria primaria e secondaria dell'acciaio¹⁰ diversi dal valore limite nazionale. In particolare gli impianti esistenti devono adeguarsi, "sulla base dei criteri indicati nel Protocollo di Aarhus", ai VLE di 2,5 e 0,4 ngTEQ/Nm³ rispettivamente entro il 01/04/2009 ed il 31/12/2010.

Successivamente, la Regione Puglia, in adempimento a quanto previsto dal Protocollo Integrativo dell'Accordo di Programma "Area industriale di Taranto e Statte" dell'11 Aprile 2008, la Regione Puglia ha emanato la L.R. 8/2009 "Modifica alla legge regionale 19/12/2008, n° 44 (Norme a tutela della salute, dell'ambiente e del territorio: limiti di emissioni in atmosfera di policlorodibenzodiossina e policlorodibenzofurani)", i cui contenuti principali sono di seguito riportati.

- Tutti gli impianti già esistenti ed in esercizio alla data in vigore della legge stessa devono adeguarsi ai seguenti valori limite secondo il seguente calendario:
 - a) a partire dal 30/06/2009: somma di PCDD/F e PCDF 2,5 ngTEQ/Nm³;

¹⁰ Processi termici dell'industria metallurgica codd. 2.1, 2.2 e 2.5 dell'Al. I al D.Lgs. 59/05, sviluppati all'interno di impianti soggetti ad autorizzazione integrata ambientale ai sensi del cit. decreto.



- b) a partire dal 31/12/2010: somma di PCDD/F e PCDF 0,4 ngTEQ/Nm³.
- Il valore di emissione da confrontare con il VLE al fine della verifica di conformità è calcolato come valore medio su base annuale e viene ricavato secondo la seguente procedura:
- a) effettuare almeno 3 campagne di misura all'anno;
 - b) ogni campagna è articolata su tre misure consecutive, con campionamento di 6-8 ore ciascuna;
 - c) il valore di emissione derivato da ciascuna campagna è ottenuto operando la media aritmetica dei valori misurati, previa sottrazione dell'incertezza pari al 35%, per ciascuna unità di misura;
 - d) le misure sono riferite al tenore di Ossigeno misurato;
 - e) il valore di emissione su base annuale è ottenuto operando la media aritmetica dei valori di emissione delle campagne di misura effettuate.

3.2 **NORMATIVA COMUNITARIA**

L 81/37 G.U. Unione Europea 19/03/2004, "Protocollo di Auhrus sugli inquinanti organici persistenti della convenzione del 1979 sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza":

All'Art. 3 par. 5 lettera a), si dispone di "ridurre le emissioni totali annue di ognuna delle sostanze di cui all'allegato III rispetto al livello di emissioni rilevato in un anno di riferimento stabilito conformemente a tale allegato, adottando misure efficaci ed adeguate alla propria situazione specifica".

Nel suddetto All. III, per Diossine e Furani l'anno di riferimento è il "1990 o altro anno a scelta, dal 1985 al 1995 compreso, indicato da ciascuna parte all'atto della ratifica, accettazione, approvazione o adesione".

"All'art.3, par.5, lettera b, punto iii) è previsto di "applicare, entro i termini indicati nell'allegato VI: le migliori tecniche disponibili, tenendo conto dell'allegato V, a ciascuna fonte fissa esistente appartenente ad una delle categorie di grandi fonti fisse per le quali l'allegato V individua le migliori tecniche disponibili, nella misura in cui ciò sia tecnicamente ed economicamente fattibile. In alternativa, ciascuna parte può adottare altre strategie di riduzione delle emissioni, purché tali strategie consentano di ottenere una riduzione equivalente delle emissioni totali".

Nel suddetto All. VI, lettera b, viene specificato il seguente termine di applicazione per le fonti fisse esistenti "per le fonti fisse esistenti: otto anni a decorrere dalla data di entrata in vigore del presente protocollo. Se necessario tale periodo può essere esteso per specifiche fonti fisse esistenti conformemente al periodo di ammortamento previsto dalla normativa nazionale." "



3.3 LIMITI DI EMISSIONE IN ALTRI PAESI

La Commissione Europea ai sensi dell'art. 16 della Dir. 96/61/CE procede alla raccolta e sistematizzazione dei dati rappresentativi disponibili sui valori limite di emissione fissati per ogni specifica categoria di attività dell'AlI. I al D.Lgs. 59/05.

<<La Commissione, al fine di concretizzare questo obiettivo con la maggiore significatività, ha razionalizzato l'approccio alla comunicazione obbligatoria degli Stati membri¹¹ prevedendo quanto segue:

- la comunicazione deve incentrarsi sui valori limite di emissione effettivi ricavati dalle autorizzazioni rilasciate ad un numero ridotto di impianti rappresentativi dell'industria dello Stato membro interessato;
- è definito l'elenco di inquinanti che sono i più utili per la preparazione dei BREF;
- per l'ultimo triennio, i dati che gli Stati membri sono chiamati a comunicare riguardano esclusivamente 2 categorie di impianti (al posto delle 29 dei precedenti esercizi) ricavate dall'AlI. I della direttiva IPPC. Le attività interessate sono la 2.2 (impianti di produzione di ghisa o acciaio) e la 3.1 (impianti destinati alla produzione di cemento o di calce viva).

Per ciascuna categoria gli Stati membri devono indicare i VLE effettivi fissati in un numero ragionevole di autorizzazioni (da 3 a 10, in funzione della situazione nello Stato membro interessato). Gli Stati membri devono scegliere gli impianti che ritengono rappresentativi del settore nel loro territorio.

Con l'espressione "rappresentativi del settore" s'intende che gli Stati membri devono cercare di garantire che i dati trasmessi non descrivano i tre valori limite più elevati né i tre valori limite più bassi contenuti nelle autorizzazioni rilasciate. Idealmente, i valori riferiti dovrebbero rappresentare i valori limite dell'impianto mediano della categoria interessata. Se all'interno della stessa categoria si registrano ampie fluttuazioni, gli Stati membri possono comunicare i VLE fissati nelle autorizzazioni che illustrano gli intervalli di fluttuazione. Per quanto possibile, le autorizzazioni devono inoltre rappresentare le varie tipologie principali di tecnologie di produzione in uso negli Stati membri (ad esempio, impianti di sinterizzazione o altiforni).

Gli Stati membri sono inoltre invitati a inviare informazioni sugli impianti che vantano le migliori prestazioni; tali dati serviranno in particolare nell'ambito del riesame dei BREF. Per la comunicazione di tali dati gli Stati membri dovrebbero utilizzare modelli separati, affinché sia chiaro qual è lo standard del settore e quali sono gli impianti che emergono per le loro prestazioni. Se sono stati fissati valori limite di emissioni più rigorosi di quelli indicati nelle BAT perché sono state applicate norme di qualità ambientale particolari, gli Stati membri devono indicarlo nella relazione. Nel caso degli impianti che presentano le migliori prestazioni, gli Stati membri sono invitati a fornire informazioni specifiche sulle eventuali cause particolari che hanno determinato il raggiungimento del livello di prestazione ambientale raggiunto e l'economia associata a tali impianti; anche in questo caso, le informazioni serviranno a seguire l'evoluzione delle BAT.

Se possibile, le autorizzazioni dovrebbero riguardare sia impianti esistenti sia impianti nuovi o che hanno subito modifiche sostanziali ai sensi della direttiva IPPC.

¹¹ http://eeac.joint.europa.eu/Public/infocionet-circle/reporting/library?l=ippc/guidance_translations&vm=detailed&sb=Title



Dalle relazioni precedenti risulta inoltre evidente che gli Stati membri scelgono modalità diverse per fissare e far applicare i VLE e ciò rende difficoltoso procedere ad una comparazione rigida in termini numerici tra i valori limite di emissione in vigore nei vari Stati membri. Tuttavia, per illustrare le tendenze che emergono a livello di UE a seguito dell'attuazione della direttiva IPPC, gli Stati membri sono invitati a indicare, per i casi riferiti, gli eventuali VLE precedenti fissati per gli impianti interessati. Gli Stati membri devono motivare la scelta delle autorizzazioni dalle quali sono stati ricavati i VLE comunicati nell'ambito di questo esercizio.

Sono disponibili i risultati dei due precedenti esercizi di comunicazione dei VLE e dei BREF esistenti per i settori interessati.

Per aggiungere valore alle informazioni trasmesse ai fini del riesame dei BREF, gli Stati membri devono comunicare i VLE effettivi di determinate autorizzazioni. È possibile fare riferimento all'uso di disposizioni generali vincolanti o altre linee guida, ma in ogni caso è necessario indicare i VLE effettivi e le prestazioni associate alle tecniche specifiche utilizzate. Le informazioni che la Commissione deve acquisire riguardano:

1. il riferimento alla migliore tecnica disponibile (BAT) dalla quale sono stati ricavati i valori riferiti;
2. una sintesi delle prestazioni effettive degli impianti interessati;
3. l'indicazione precisa delle unità di misura utilizzate;
4. il periodo di tempo considerato, i parametri statistici associati ai VLE e le prassi in materia di monitoraggio e controllo.>>

Le informazioni così ottenute risultano comunque di non immediata comparazione.

In Tabella 3 sono riportati i limiti di emissione e relativi criteri per la verifica di conformità unitamente alle modalità di monitoraggio delle emissioni di PCDD/F definiti da apposite normative¹² nelle Nazioni che ospitano impianti di agglomerazione che sono stati oggetto di esame nei Bref e Drafts di settore. Si precisa che la seguente ricognizione normativa è in fase di completamento, anche in seguito alle informazioni più aggiornate che potranno essere fornite dall'Ufficio EIPPCB di Siviglia e delle quali si è in attesa.

¹² Esistono valori limite di emissione, verifiche di conformità e modalità di campionamento specificatamente previste e dettagliate nelle autorizzazioni ai sensi delle norme nazionali di recepimento della Dir. 96/61/CE.



ISPRA - ARPA Puglia

Tabella 3 - Limiti di emissione di PCDD/F in altri paesi

Stato (Nation)	ELV (Valori Limite di Emissione)		Guide Value (Valori obiettivo)		Compliance criteria (osservatori period, dry or wet flows, numbers of sampling, Oxygen reference content) Criteri per la verifica di conformità (periodo di osservazione, fumi secchi od umidi, numero di campionamenti, valore Ossigeno di riferimento)	Monitoring standard (condizioni di monitoraggio)	Sampling operating condition (steady state actual) (condizioni operative di campionamento)
	new plants (impianti nuovi)	existing plants (impianti esistenti)	new plants (impianti nuovi)	existing plants (impianti esistenti)			
Austria (Austria)	0.4 ng I-TEQ/Nm ³	0.4 ng I-TEQ/Nm ³	from 0.4 to 0.1 ng I-TEQ/Nm ³ until 2006	0.4			
Olanda		0.5 ng I-TEQ/Nm ³			Experience from the application of Emission Optimised Sintering (process integrated) and Airline Scrubbing (End-of-pipe) in the Dutch sinter plant. Reference content of 12% O ₂ . The permit contains no specifications with respect to the frequency of measuring. However, each year a monitoring programme is set up and conducted, which includes the important sources of the company.		
Germany (Germania)	0.4 ng I-TEQ/Nm ³	0.4 ng I-TEQ/Nm ³	0.1 ng I-TEQ/Nm ³	0.1 ng I-TEQ/Nm ³	Germany Ministerialblatt - 30 July 2002 (GMBL p. 51f) Average value of a sampling period of at least 6 hours and maximum 8 hours UNI EN 1948-1-2-3. Transitori esclusi. No assigned di riferimento UK Technical Guidance Notes	1/year to 3/year (da 1 a 3 volte l'anno)	
United	0.1-0.5 ng I-TEQ/Nm ³	0.1-0.5 ng I-TEQ/Nm ³					

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

State (Nation)	ELV (Valori Limite di Emissione)		Guide Value (Valor obiettivo)	Compliance criteria (observation period, dry or wet flows, numbers of sampling, Oxygen relevance content) Criteri per la verifica di conformità (periodo di osservazione, flumi secchi od umidi, numero di campionamenti, valore Ossigeno di riferimento) based on BREF	Monitoring standards (condizioni di monitoraggio)	Sampling operating conditions (steady state actual) (condizioni operative di campionamento)
Kingdom (Gran Bretagna)		Median range 2 ng I-TEQ/Nm ³				
Belgio	0.4 ng I-TEQ/Nm ³	2.5 ng I-TEQ/Nm ³		Reference content of O ₂ is 16%. Average value of a sampling period of at least 8 hours and maximum 8 hours. (Ossigeno di riferimento 16%, valori medi su un periodo di campionamento di almeno 8 ore e massimo 8 ore)		
France (Francia)	case by case (caso per caso)	case by case (caso per caso)				
Spain (Spagna)						
Finland (Finlandia)						
Canada (Canada)	0.2 ng I-TEQ/Nm ³	<1.35 ng I-TEQ/Rm ³ (since 2002) <0.5 ng I-TEQ/Rm ³ (since 2006)				
USA (Stati Uniti d'America)						
South Korea (Sud Corea)						
Australia (Australia)						
Japan (Giappone)	0.1 ng WHO-TEQ/Nm ³	1 ng WHO-TEQ/Nm ³				
Taiwan	0.5 ng I-TEQ/Nm ³ (new plants after Law 19716/2004)	2 ng I-TEQ/Nm ³ (for existing plants till 01/01/2008) 1 ng I-				
				Reference content of O ₂ is 15%. (Ossigeno di riferimento 15%)	2/year or 1/year (1 o 2 volte l'anno)	

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO



ISPRA - ARPA Puglia

State (Nazione)	ELV (Valori Limite di Emissione)	Guide Value (Valori obiettivo)	Compliance criteria (observation period, dry or wet flows, numbers of sampling, Oxygen reference content) Criteri per la verifica di conformità (periodo di osservazione, fumi seccati ed umidi, numero di campionamenti, valore assegnato di riferimento)	Monitoring standards (condizioni di monitoraggio)	Sampling operating condition (steady state actual) (condizioni operative di campionamento)
	TECHN ¹ (for existing plants in 01/01/2008)				



3.4 INTERPRETAZIONE DEI DATI EMISSIVI (VALORI LIMITE E PRESTAZIONI CONSEGUIBILI)

Il confronto tra i dati di concentrazione disponibili per taluni impianti, gli indicatori di prestazione e i valori limite di emissione vigenti nei vari Stati non è sempre possibile, in quanto, le informazioni non risultano spesso complete ovvero si riferiscono a condizioni generalmente non omogenee.

È evidente che con tali presupposti risulta difficoltoso procedere, ad esempio, ad una comparazione rigida in termini numerici tra i valori limite di emissione in vigore nei vari Stati.

Per un corretto confronto è necessario conoscere:

1. le condizioni alle quali sono riferite le misure ed i valori limite di emissione, in particolare:
 - a. tenore di ossigeno;
 - b. portata (fumi secchi o umidi);
2. le metodiche di campionamento ed analisi;
3. le modalità di campionamento in corrispondenza del funzionamento non ordinario degli impianti (es. transitori);
4. i criteri definiti per le verifiche della conformità;

Un aspetto particolarmente rilevante nella valutazione delle concentrazioni associate al flusso gassoso prodotto da un processo/impianto è rappresentato dal tenore di ossigeno di riferimento.

Il principio di associare al valore limite di emissione in un flusso convogliato un tenore di ossigeno al quale riferire le misure di concentrazione ha delle precise motivazioni tecniche ed è assunto dalla normativa italiana ormai da tempo, in ultimo dal D.L. n. 152/06. Tuttavia la normativa comunitaria ed italiana non definisce un tenore di ossigeno di riferimento per gli impianti di sinterizzazione.

In alcuni Stati, dotati di specifiche norme di settore per la regolamentazione delle emissioni dei sinterizzatori, al VLE è stato associato il tenore dell'ossigeno da assumere quale riferimento per la normalizzazione in fase di verifica della conformità.

In relazione alla definizione di un valore di ossigeno di riferimento, si richiamano alcuni esempi:

Nel Belgio, la norma VLAREM II all'art. 5.29.0.6, prescrive un tenore di ossigeno di riferimento pari al 16%;

In Olanda è utilizzato un tenore di ossigeno di riferimento pari al 12%.

In Germania e in Austria le concentrazioni sono riferite all'ossigeno misurato e non vi è alcuna definizione di un ossigeno di riferimento;



ISPRA – ARPA Puglia

Nell'impianto Arcelor Eisenhüttenstadt (Germania), sono riportati valori dell'ossigeno misurato pari a 13,6% (Table 3.16 p. 134 Bref Document Iron and Steel, Draft 2, 2009.)

Negli impianti di sinterizzazione inglesi il tenore di ossigeno del 17% è il valore caratteristico, come riportato nel Draft di luglio 2009, paragrafo "3.3.2.6 Reduction of PCDD/F - 3.3.2.6.1 Suppression of PCDD/F formation by addition of nitrogen compounds" dove nel punto relativo a "Achieved environmental benefits" è riportato:

"At the Corus Sinter Plant, Port Talbot, United Kingdom, the achieved PCDD/F performance using urea addition was approximately 1 ng TE-I-TEQ/m³ at 17% residual oxygen."

A Taiwan (extra UE), la norma "Steel Industry Sintering Plant Dioxin Control and Emission Standard", promulgata dall'Amministrazione per la Protezione Ambientale il 16.06.04 nell'ambito del "Air Pollution Control Act" fissa il valore al 15%.

Il tenore di ossigeno pari al 16% è quello ritenuto caratteristico per gli impianti di sinterizzazione (fonte EUROFER, 2009).

A completamento dell'esposizione occorre evidenziare quanto stabilito dalla L. n.8/2009 della Regione Puglia "Modifica alla legge regionale 19/12/2008, n° 44 (Norme a tutela della salute, dell'ambiente e del territorio: limiti di emissioni in atmosfera di policlorodibenzodiossina e policlorodibenzofurani)", che recita:

- art. 2, comma 3: "I valori limite – omissis- sono riferiti a un tenore di ossigeno da determinarsi per lo specifico impianto. Tale tenore di ossigeno è fissato nel piano di campionamento di cui all'art. 3";

- art. 3, comma 1 bis, lettera d): ai fini della verifica di conformità "le misure saranno riferite al tenore di ossigeno misurato".

In relazione alle metodiche e alle modalità di campionamento si riporta quanto emerso in occasione della visita effettuata all'impianto Arcelor Mittal di Gent:

Il campionamento delle emissioni viene effettuato adottando la norma UNI 1948:2006 e ai risultati analitici viene detratta l'incertezza del metodo. In particolare, ai fini dell'esclusione dei transitori, il campionamento viene eseguito con l'accorgimento di interrompere il prelievo in corrispondenza della fermata della linea di agglomerazione riprendendolo dopo 30 min. dal riavvio della linea se la fermata ha una durata inferiore a 5 min. ovvero dopo almeno 1 ora dal riavvio della linea se la durata è pari o superiore a 5 min.



4 RICOGNIZIONE DEGLI IMPIANTI DI SINTERIZZAZIONE EUROPEI ED EXTRAEUROPEI

4.1 PREMESSA

Nel presente capitolo sono trattate le attività di ricognizione sugli impianti di sinterizzazione europei ed extraeuropei, utile ai fini dell'inquadramento delle problematiche connesse al fenomeno di emissione di PCDD/F dai medesimi impianti ed allo stato di applicazione e prestazione delle tecniche e tecnologie sviluppate.

Si riportano inoltre le attività di sopralluogo finora effettuate.

4.2 ELENCO DEGLI IMPIANTI DI AGGLOMERAZIONE

Di seguito è presentata, mediante alcune tabelle, una ricognizione documentale degli impianti di sinterizzazione europei ed extraeuropei di interesse ai fini della verifica delle tecniche di abbattimento e riduzione delle emissioni di PCDD/F.

I dati e le informazioni riportate sono stati desunti dall'esame delle seguenti fonti:

- "Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel" BRef, ed. Dicembre 2001";
- "Production of Iron and Steel" Draft ed. Febbraio 2008;
- "Production of Iron and Steel" Draft ed. Luglio 2009;
- documentazione presentata da ILVA nel corso di riunioni tecniche inerenti il Protocollo Integrativo;
- ricerche effettuate su siti Web di settore.

Si evidenzia che è prevista per la fine di Febbraio 2010 la riunione finale del Gruppo di lavoro tecnico (Technical Working Group - TWG) del documento BRef "Production of Iron and Steel".

Ai fini del presente documento, si segnala che l'analisi della documentazione preliminare di lavoro ("Background Paper" 25 Jan 2010) è tuttora in corso di approfondimento.

La ricognizione documentale ha riguardato, nello specifico, gli impianti di sinterizzazione che adottano o prevedono di adottare MTD o sistemi combinati di MTD, finalizzati alla riduzione e/o all'abbattimento delle emissioni di PCDD/F.

Ove disponibili, sono stati riportati i dati produttivi, quelli dimensionali (superficie della linea di sinterizzazione, numero di linee, portata dei fumi) e quelli prestazionali effettivamente conseguiti od attesi da MTD (emissioni di PCDD/F).

Al fine di evidenziare informazioni diverse e complementari, si riportano due elaborazioni di seguito illustrate.

- Tabella 4, in cui gli impianti di sinterizzazione sono raggruppati per Nazione di localizzazione e sono corredati di tutti i dati di interesse reperiti;
- Tabella 5, di sintesi, in cui gli agglomerati (definiti per Società di appartenenza, ubicazione e linee di sinterizzazione), sono raggruppati per MTD o combinazione di MTD adottate, con le relative prestazioni raggiunte od attese.



ISPRA – ARPA Puglia

Si precisa che dai dati di Letteratura o da sperimentazioni non risulta mai desumibile la dimensione del possibile contributo delle misure primarie di abbattimento, quindi è auspicabile che siano sempre considerate insieme a tecniche secondarie MTD.



ISPRA - ARPA Puglia

Paese	Stabilimento	Attività	Processo	Descrizione	Capacità (t/anno)	Numero di impianti	Efficienza (%)	Descrizione	Documentazione
GERMANIA	Rogesa	Dillingen	Processo MEROS (Maximised Emission Reduction of Sintering).	Iniezione a ricircolo di calce idrata e lignite attiva + Filtro a tessuto, commissionato nel 2009.	258	3	0.9 (alla c.p.)		Draft 2009 (3.3.2.2.). Doc. riunioni tecniche
	HKM (Hüttenwerke Krupp Mannesmann)	Duisburg-Hückingen	Filtro a tessuto + Iniezione a ricircolo di calce idrata e lignite attiva, applicata dal 2009.	180	2	0.6 (alla c.p.)		Draft 2008 (3.3.1.1) Draft 2009 (3.3.2.2.). Doc. riunioni tecniche	
			ESP + Ricircolo fumi dal letto di sinterizzazione combinato con scambio termico (LEEP - Low Emission and Energy optimised sintering Process, applicato dal 2001).	420	1	0.53 (effettivo)	2.04	Draft 2008 (3.3.7.2) Draft 2009 (3.3.2.1.1) Doc. riunioni tecniche	

Riconoscimento ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO
 INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

AZIONE		DESCRIZIONE		CANTITA'		COSTO		TECNICHE		DOCUMENTAZIONE	
Thyssen Krupp Stahl AG	Duisburg - Schweglen	150	2	400	375	444	1,4 (alla c.p.)	Iniezione di carboni attivi + ESP, applicata dal 2003. Entro il 2011 è prevista anche l'installazione di Filtri a tessuto.	n.d.	Draft 2008 Draft 2009 (3.3.2.1.). Doc. riunioni tecniche	
		4	3								
		250	4								
DK Recycling	Duisburg				59		0,28 (effettivo)	ESP + Iniezione di calce idrata e lignite + Filtro a tessuto.	0,23	Draft 2009 (3.3.2.2)	
Salziter Flachst	Salzgitter					180	0,68 (alla c.p.)	ESP + Filtro a tessuto con operatività prevista per Marzo 2010.	n.d.	ILVA Draft 2009 (3.3.3.2)	
Arceor Mittal	Eisenhüttensta dt				350	190		MEEP + Iniezione di calce e 32 kg lignite (applicata da 02/2006).	0,074-0,170 (range media annuale)	Draft 2008 (3.3.8) Draft 2009 (table 3.16). Doc. riunioni tecniche	
Arceor Mittal	Bremen				325	150	0,50 (alla c.p.) 0,40-0,45 (effettivo)	ESP + Filtro a tessuto + Iniezione di lignite (ca. 100 mg/Nm ³) e calce idrata ca 450 mg/Nm ³ .	0,07-0,11	Bref 2001 (cap 4 EP.2), Draft 2008 (3.3.9), Draft 2009 (3.3.2.2.). Doc. riunioni tecniche	

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

Paese	Stabilimento	Attività	Capacità	Produzione (t/anno)	Processo	Numero	Descrizione	Valore	Unità	Documentazione
FRANCIA	Arcelor Mittal	Rombas (Moselle) Grandrange				1	ESP	193		Doc. riunioni tecniche
	Arcelor Mittal	Rombas (Moselle) Grandrange				2	ESP	395		Doc. riunioni tecniche
	Arcelor Mittal	Dunkerque	500-600			3	ESP	589	1.3 (alla c.p.)	Draft 2009 (3.3.2.2.), Doc. riunioni tecniche
	Arcelor Mittal	Dunkerque				2	ESP	160		Doc. riunioni tecniche
	Arcelor Mittal	Fos sur Mer	21000 t/g (ca 875 t/h)			1	Iniezione calce idrata e carbone attivo + Filtri a tessuto + ESP. Solo il 50% (700.000 Nm ³ /h) sono trattati.	572	1.4 (alla c.p.)	Draft 2008 (3.3.8 - 3.3.9 - 3.3.12 - 8.3.6 - 12.9.1) Draft 2 2009 (3.3.2.2.)
	Saint-Gobain Paim	Pontà-Mousson				Agglomerazione	ESP	163		Doc. riunioni tecniche
BELGIO	Arcelor Mittal	Gent				1	ESP + Iniezione di calce e 80 mg/Nm ³ di carboni	173		Draft 2008 (8.3.6) Draft 2 2009 (3.3.2.1.), Doc. riunioni tecniche

Ricostruzione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

Paese	Impianto	Attività	Capacità	Produzione	Consumo	Tipologia	Descrizione	Documentazione		
FINLANDIA	Arcelor Mittal	Ougrée Liege			19.000 t/g	484	2	attivi. Tempo di residenza tra punto di iniezione e sistema di abbattimento fumi è di almeno 3 sec a 150-180 °C. Tests eseguiti su addizione di MEA (monostano/pannini) non evidenziano riduzioni delle emissioni PCDD/F (Draft 2008 3.3.10).	n.d.	Doc. riunioni tecniche. www.arcelormittal.com
	CARSID	Marselle Charleroi				516	5	ESP.	n.d.	
	Rautaruuki	Raahе				230	2	ESP + Addizione di urea	n.d.	Doc. riunioni tecniche. www.duferco.be
OLANDA	Conus	Hoogovens IJmuiden				225	1+2+3	ESP	n.d.	Doc. riunioni tecniche. www.rautaruuki.fi
						90	11	Sistema EOS + Ciclone + Scrubber ad umido AIRFINE.	n.d.	Draft 2009 (3.3.2.6). Doc. riunioni tecniche.

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli acciugamenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

Paese	Impianto	Attività	Capacità (t/g)	Numero di impianti	Capacità totale (t/g)	Descrizione delle tecniche di abbattimento	Efficienza (%)	Documentazione
SPAGNA	Arcelor Mittal	Gijón-A		21	132	Sistema EOS + Ciclone + Scrubber ad umido AIRFINE	n.d.	Draft 2009 (3.3.2.6). Doc. riunioni tecniche.
	Arcelor Mittal	Gijón-B	4700 (t/g)	31	132	Sistema EOS + Ciclone + Scrubber ad umido AIRFINE	0,18 (con ricircolo polveri nel letto di sintersizzazione) 0,4-0,5 (garantiti in condizioni di funzionamento normale).	Draft 2008 (3.3.7.1) e (3.3.13) e (3.3.14) Bref 2001 (cap 4 PL7) Draft 2009 (3.3.2.6). Doc. riunioni tecniche.
GRAN BRETAGNA	Arcelor Mittal	Llanwern		1	250	Iniezione carbone + ESP	n.d.	Doc. riunioni tecniche. www.arcelormittal.com
	Corus	Llanwern		1	278	Iniezione carbone + ESP + Addizione di urea + Ottimizzazione del processo (controllo di contenuto olio scaglie di laminazione < 1%, altezza dello strato, composizione)	n.d.	Doc. riunioni tecniche. www.arcelormittal.com
				A			1,25 (media)	
				B			0,8 (media)	Bref 2001 (4.3.1) Draft 2008 (3.3.10)

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sintersizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

STABILIMENTO	TECNICA	INDICAZIONE	VALORE	UNITA'	DESCRIZIONE	REQUISITI	DOCUMENTAZIONE
STATI UNITI D'AMERICA	Corus	Redcar	336	1	composizione dell'agglomerato, velocità di avanzamento del letto, uso di additivi come calce viva).	ESP + Addizione di urea + Ottimizzazione del processo (controllo di: contenuto olio scaglie di laminazione < 1%, altezza dello strato, composizione dell'agglomerato, velocità di avanzamento del letto, uso di additivi come calce viva).	Doc. riunioni tecniche.
	Corus	Teesside		1	ESP + Addizione di urea.	ESP + Addizione di urea.	Bref 2001 (4.3.1 Pl.1) Draft 2008 (3.3.10)
	Inland Steel	East Chicago	125	0.82 (alla c.p.) 0.75	Filtro a tessuto. Contenuto di olio nelle scaglie di	Filtro a tessuto. Contenuto di olio nelle scaglie di	n.d. Draft 2008 (3.3.9)

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di smaltimento degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

PAESE	IMPRESA	INDUSTRIA	PRODOTTO	ANNO	TECNICA	EFFICIENZA (%)	TECNICA	EFFICIENZA (%)	TECNICA	EFFICIENZA (%)	TECNICA	EFFICIENZA (%)	TECNICA	EFFICIENZA (%)	TECNICA	EFFICIENZA (%)						
SUD COREA	POSCO	Pohang Sud	560	375		1	1 (alla c.p.) 0.7 (effettivo)	Rigenerazione a carboni attivi (RAC) applicata dal 2007 + ESP. Contenuto di olio nelle scaglie di laminazione in input è 5% max. Contorno di idrocarburi nelle polveri raccolte da ESP è 1% max.	0.1 (generica per la MTD)	Draft 2008 (3.3.8) e (3.3.16). Draft 2 2009 (tab. 3.16)												
																	Kakogawa Steel Works	3	1.7 (alla c.p.)	Rigenerazione a carboni attivi (RAC) applicata dal 2004.	0.1 (generica per la MTD)	Draft 2008 (3.3.16)
			12000			3	0.9 (alla c.p.)	Ciclone + ESP + Rigenerazione a carboni attivi (RAC) applicata dal 1987.														

Ricostruzione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di siderizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

Tabella 5 - Impianti di sinterizzazione suddivisi per MTD adottate.

IMPRESA	PAESE	CITTA'	TECNOLOGIA	NUMERO DI MTD
ILVA	ITALIA	Taranto	Optimizzazione del processo + Addizione Urea + Depolverazione ad alta efficienza con Elettrofiltri MEEP	472 x 2
CARSID	BELGIO	Marsinelle Charleroi	Optimizzazione del processo + Addizione Urea + Depolverazione ad alta efficienza con Elettrofiltro	230
Corus	GRAN BRETAGNA	Llanwern		n.d.
	GRAN BRETAGNA	Scunthorpe		291



ISPRA - ARPA Puglia

MISURE DI EMISSIONI DI PCDD/F DA STABILIMENTI SIDERURGICI		MISURE DI EMISSIONI DI PCDD/F DA STABILIMENTI SIDERURGICI		MISURE DI EMISSIONI DI PCDD/F DA STABILIMENTI SIDERURGICI		MISURE DI EMISSIONI DI PCDD/F DA STABILIMENTI SIDERURGICI	
TECNICHE DI ABBANDONAMENTO	TECNICHE DI ABBANDONAMENTO	TECNICHE DI ABBANDONAMENTO	TECNICHE DI ABBANDONAMENTO	TECNICHE DI ABBANDONAMENTO	TECNICHE DI ABBANDONAMENTO	TECNICHE DI ABBANDONAMENTO	TECNICHE DI ABBANDONAMENTO
Iniezione di carbone attivo, lignite, coke o altro materiale adsorbente nel flusso gassoso + Depolverazione ad alta efficienza con Filtro a Tessuto.	GRAN BRETAGNA	Port Talbot	I al 17% O ₂ (media Draft 2009) 0.6-1.6 (range Bref 2001)	336			
	GRAN BRETAGNA	Redcar	I (media) 0.6-1.7 (range)	336			
	GRAN BRETAGNA	Teesside	I (media)	n.d.			
	AUSTRIA	Linz	0.05 (media su 8 ore) 0.26 (media giornaliera) SISTEMA MEROS	222			
	AUSTRIA	Donawitz	0.1	120			
	GERMANIA	Dillingen	0.1	258 + 180			
	GERMANIA	Duisburg	0.23	n.d.			
	Voest-Alpine Sthal						
	Voest-Alpine Sthal						
	Rogesa						
DK Recycling							

RICOGNIZIONE ED ANALISI DELLE TECNICHE DI ABBANDONAMENTO DI PCDD/F DALLE EMISSIONI DEGLI IMPIANTI DI SINTERIZZAZIONE DEGLI STABILIMENTI SIDERURGICI - RAPPORTO INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

TECNICHE DI ABBATTIMENTO	IMPRESA	PAESE	CANTIERE	EMISSIONI (t/anno)
Iniezione di carbone attivo, lignite, coke o altro materiale adsorbente nel flusso gassoso + Depolverazione ad alta efficienza con Electrofiltro.	Arcelor Mittal	GERMANIA	Bremen	150
	Thyssen Krupp Stahl AG	FRANCIA	Fos sur Mer	572
Tecnologia a carbone attivo rigenerativo (RAC) + Depolverazione ad alta efficienza con Electrofiltro.	Arcelor Mittal	GERMANIA	Duisburg - Schwelgen	444+250-150
		BELGIO	Gent	190
	Nippon Steel Corporation	SPAGNA	Gijon	484+175
		GIAPPONE	Nagoya Works	278+250
		GIAPPONE	Oita Works	n.d.
		GIAPPONE	Kimitsu Works	n.d.
	Kobe Steel Corporation	GIAPPONE	Kakogawa Steel Works	n.d.

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

TECNICHE DI ABBATTIMENTO DI PCDD/F		SUD COREA		SUD COREA		SUD COREA	
SISTEMI DI ABBATTIMENTO DI PCDD/F		POSCO		POSCO		POSCO	
SISTEMI DI ABBATTIMENTO DI PCDD/F		BlueScope Steel		AUSTRALIA		AUSTRALIA	
Depolverazione ad alta efficienza con Electrofiltro + Sistema LEEP "Low Emission and Energy optimised sintering Process" (Ridicolo fumi dal letto di sinterizzazione combinato con scambio termico).	SUD COREA	POSCO	Pohang Sud	GERMANIA	HUKINGEN (Hüttenwerke Krupp Mannesmann)	2.04	n.d.
			Port Kemia Works				n.d.
Lavaggio dei gas - Sistema AIRFINE + Additivazione urea	ITALIA	SERVOLA	Trieste	ITALIA	SERVOLA	< 0.40	42
Lavaggio dei gas - Sistema AIRFINE	OLANDA	Coms	Hoogovens IJmuiden	OLANDA	Coms	0.18 (con ricircolo polveri nel letto di sinterizzazione) 0.4-0.5 (garantiti in condizioni di funzionamento)	132+132+90



ISPRA - ARPA Puglia

MISURE PER IL CONTROLLO DELLE EMISSIONI RUBRICHE E/O ATTIVITÀ (Art. 10, lett. a) del D.Lgs. n. 152/2006) ATTIVITÀ (Art. 10, lett. b) del D.Lgs. n. 152/2006)	CATEGORIA	NOME	CATEGORIA	VALORI	
Depolverazione ad alta efficienza con Electrofiltro.				normale).	
		Arcelor Mittal	FRANCIA	Rombas (Moselle) Gandrange	n.d.
		Rautaruukki	BELGIO	Ougrée Liege	n.d.
		Saint-Gobain Pam	FINLANDIA	Raabe	n.d.
		Salziter Flachst	FRANCIA	PontàMousson	n.d.
		Arcelor Mittal	GERMANIA	Salzgitter	n.d.
		Inland Steel	FRANCIA	Dunkerque	n.d.
		WCI-Youngstown Sinter Company	USA	East Chicago	n.d.
			USA	Warren Ohio	n.d.
					n.d.
Depolverazione ad alta efficienza con Electrofiltro e Filtro a tessuto.					
Filtro a tessuto + Dosaggio controllato del contenuto di olio nelle scaglie di laminazione.					



ISPRA - ARPA Puglia

<p> RIPOLEVERAZIONE AD ALTA EFFICIENZA CON ELETTROFILTRO + RICIRCOLO DEI FUMI E DELLE POLVERI DAL TETTO DI SINTERIZZAZIONE E DOSSAGGIO CONTROLLATO DEL CONTENUTO DI OLIO NELLE SCAGLIE DI LAMINAZIONE. </p>	<p>Nippon Steel Corporation</p>	<p>GIAPPONE</p>	<p>Wakamatsu/Yawata</p>	<p>n.d.</p>
<p> RIPOLEVERAZIONE AD ALTA EFFICIENZA CON ELETTROFILTRO + RICIRCOLO DEI FUMI E DELLE POLVERI DAL TETTO DI SINTERIZZAZIONE E DOSSAGGIO CONTROLLATO DEL CONTENUTO DI OLIO NELLE SCAGLIE DI LAMINAZIONE. </p>	<p>Nippon Steel Corporation</p>	<p>GIAPPONE</p>	<p>Tobata Yawama Works</p>	<p>480</p>



4.3 SOPRALLUOGO PRESSO L'IMPIANTO DI SINTERIZZAZIONE DI GENT (BELGIO)

In data 16/12/2009 è stato effettuato un sopralluogo presso il Centro Siderurgico dell'Arcelor Mittal a Gent, in Belgio, ritenuto di interesse sia perché ha caratteristiche simili a quelle dell'ILVA di Taranto, avendo una linea di sinterizzazione con superficie pari a 484 m² e produzione di agglomerato pari a 790 t/h ca, sia perché, sulla base delle informazioni diffuse dalla Commissione europea, è tra gli impianti che ha affrontato per prima il problema dell'emissione di diossine, riuscendo già nel 2001 a ridurle a 0,6 g, pari al 3 % dei livelli del 1997 (Wallström, 2002). L'impianto è anche quello presso il quale da più anni è implementato un intenso programma di ricerca, monitoraggio e controllo. Più in dettaglio, a partire dal 1997, anno nel quale furono misurati elevati livelli di concentrazione di PCDD/F nei fumi del processo di sinterizzazione, è stata avviata una intensa attività di ricerca finalizzata alla drastica riduzione dei fattori di emissione. I livelli sono scesi dal valore medio di 7,7 ng_{I-TE}/Nm³ del 1998 (171 misure in 77 giorni) al valore medio di 2 ng_{I-TE}/Nm³ del 1999 (252 misure in 113 giorni) sino ad arrivare al valore medio di 0,58 ng_{I-TE}/Nm³ nel 2000 (su 158 misure).

Dal 2001 la concentrazione media annuale si è attestata costantemente sotto il valore di 1 ng_{I-TE}/Nm³, in particolare, ogni singolo valore scaturito dalle attività di campionamento ed analisi è risultato conforme al **valore limite di emissione (VLE)** pari a 2,5 ng_{I-TE}/Nm³. Inoltre i valori misurati hanno mostrato una tendenza al raggiungimento del valore guida (non prescrittivo) pari a 0,4 ng_{I-TE}/Nm³.

La figura che segue fornisce una rappresentazione complessiva dei valori misurati e del trend descritto nel periodo 1998-2004.

Ad oggi risultano disponibili complessivamente 677 valori di concentrazione di PCDD/F all'emissione della sinterizzazione scaturite da un'intensa attività di monitoraggio.

A regime risultano prodotti circa 30 valori di concentrazione di diossine per ogni camino di agglomerazione all'anno.

Le misure risultano prevalentemente condotte dal Gestore in autocontrollo e solo sporadicamente riscontrate in contraddittorio dall'Autorità di controllo locale.

Il campionamento delle emissioni viene effettuato adottando la norma UNI 1948:2006 e ai risultati analitici viene detratta l'incertezza del metodo. In particolare, ai fini dell'esclusione dei transitori, il campionamento viene eseguito con l'accorgimento di interrompere il prelievo in corrispondenza della fermata della linea di agglomerazione riprendendolo dopo 30 min. dal riavvio della linea se la fermata ha una durata inferiore a 5 min. ovvero dopo almeno 1 ora dal riavvio della linea se la durata è pari o superiore a 5 min.

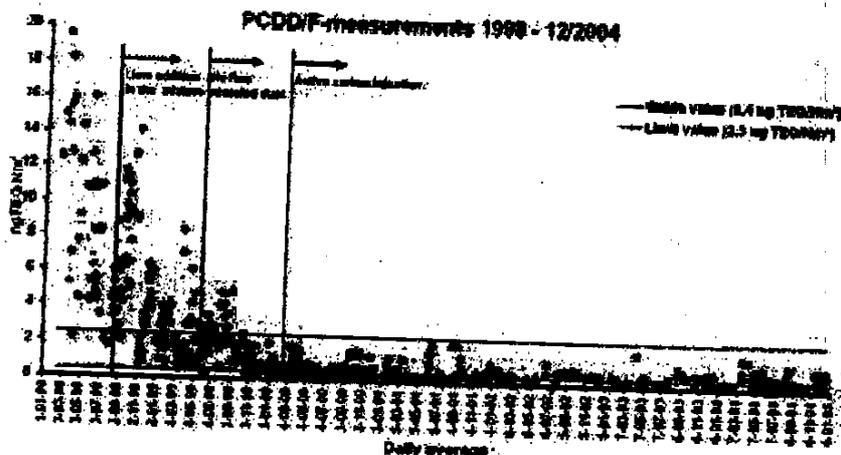


Figura n. 1 - Valori di concentrazione I-TE di diossine nei fumi emessi dal processo di agglomerazione dell'impianto Arcelor Mittal di Genua nel periodo 1998-2004 (fonte, Arcelor Mittal Genua)

In particolare, dopo aver riscontrato elevati livelli di diossine nei fumi del processo di agglomerazione, tra il 1998 ed il 2000, sono stati effettuati studi per analizzare il problema della formazione delle diossine sull'impianto di agglomerazione anche attraverso il confronto con esperienze in Germania. Conseguentemente è stata effettuata la caratterizzazione delle materie prime impiegate per la valutazione dei precursori ivi presenti, è stato ridotto il contenuto di cloro e idrocarburi, ed è stato sperimentato l'uso di inibitori alla formazione di diossine (urea). I primi risultati, seppur determinando un abbattimento di ca. il 60% delle emissioni di diossine, non sono stati valutati particolarmente incoraggianti in relazione ad effetti avversi quale l'incremento della polverosità nei fumi. Dal confronto con impianti tedeschi ne è scaturito anche l'utilizzo di calce idrata nella miscela per il miglioramento della permeabilità del letto e quindi del processo di sinterizzazione. Le prove effettuate a seguito dell'introduzione di calce idrata nella miscela, in sostituzione della corrispettiva quota di calcare, hanno fatto riscontrare un effetto migliorativo sulle emissioni di diossine. Contestualmente è stata sperimentata empiricamente la parziale eliminazione del riuso di taluni materiali del processo siderurgico, comunemente inviati al recupero nel processo di agglomerazione (ad esempio sostituendo il coke breeze con l'antracite) riscontrando effetti positivi in termini di riduzione del contenuto di diossine nei fumi emessi. Questi interventi delle identificate fasi 1^a e 2^a ("process integrated"), a partire dall'autunno 1999, hanno comportato una prima significativa riduzione della concentrazione di diossine intorno al richiamato valore medio di 2 ng_{I-TE}/Nm³, pari pertanto ad un abbattimento complessivo valutato nel 85% dei valori inizialmente osservati. Un ulteriore miglioramento (12%) è stato successivamente ottenuto eliminando dalla miscela l'urea ed intervenendo direttamente sul condizionamento dei fumi di processo preliminare al trattamento, in particolare, predisponendo un sistema, tra l'uscita dei fumi dall'impianto di agglomerazione e gli elettrofiltri, per l'aggiunta in quantità opportune di sostanze adsorbenti utili ad intrappolare le diossine per un più efficace abbattimento negli esistenti elettrofiltri. Il sistema di additivazione è stato avviato nel 2000. Trattasi di un sistema estremamente ridotto negli ingombri che prevede essenzialmente dei punti di connessione per il rifornimento di CaCO₃ polverizzato e carboni attivi provenienti da 2 silos da 120 m³.



ISPRA - ARPA Puglia

Diverse matrici adsorbenti sono state sperimentate al fine di raggiungere il migliore compromesso tra esigenze di sicurezza degli impianti e livelli di abbattimento. Attualmente si utilizzano carboni attivi (ca. 4.500 t/anno) aggiunti unitamente a polvere di CaCO_3 per prevenire esplosioni negli elettrofiltri.

Le polveri successivamente abbattute vengono, sulla base della configurazione originaria dell'impianto, integralmente recuperate nel processo di produzione dell'agglomerato senza che ciò comporti effetti negativi sulle emissioni di diossine (ed evitando così la generazione di rifiuti), secondo quanto dichiarato nel corso del sopralluogo dal General Manager del Dipartimento Ambientale dell'Arcelor Mittal Gent.

Le sole fasi preliminari di adeguamento alle BAT per l'impianto di agglomerazione definite "process-integrated" (1^a e 2^a sviluppate tra il 1998 e il 1999) e relativi monitoraggi hanno avuto un costo complessivo di 2 milioni di euro.

In conclusione, i miglioramenti delle prestazioni sono il risultato complessivo di scelte ed interventi sulla gestione del processo (BAT "process integrated") sviluppati a partire dal 1998 e di tecniche di trattamento dei fumi (BAT "end of pipe") successivamente implementate.



5 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI SINTERIZZAZIONE DELLO STABILIMENTO ILVA DI TARANTO

Nello stabilimento ILVA di Taranto è presente un impianto di agglomerazione (AGL/2) dotato di due linee gemelle di sinterizzazione minerali, denominate linea D e linea E, le cui principali caratteristiche tecniche sono riportate in Tabella 6.

Tabella 6 - Caratteristiche tecniche delle linee di sinterizzazione

Superficie di aspirazione	472 m ²	472 m ²
Dimensione carrelli	4.5 m x 1.5 m	4.5 m x 1.5 m
Wind-box (n.)	29	29

La miscela di agglomerazione prodotta nella fase di preparazione viene distribuita uniformemente sul nastro di agglomerazione, formato da una serie continua di carrelli a fondo grigliato. L'inizio del processo di sinterizzazione avviene con l'accensione superficiale della miscela al passaggio sotto il fornetto di accensione.

Dopo l'innesco della combustione del coke, contenuto nella miscela, il processo continua mediante l'aspirazione dell'aria dall'alto verso il basso per completarsi alla fine della macchina di agglomerazione. L'aspirazione dell'aria avviene attraverso la depressione creata da apposite giranti, per cui l'aria viene fatta permeare attraverso il letto di agglomerazione in modo da consentire la combustione del coke contenuto all'interno della miscela ed il raggiungimento delle temperature di rammolimento del materiale in modo che le particelle si aggregino tra loro.

L'area che permea attraverso il letto di agglomerazione, prima di essere convogliata in atmosfera attraverso un camino di altezza di 210 m e sezione di uscita di 62.2 mq, viene sottoposta a trattamento di depolverazione in un sistema costituito da due sezioni. Nella prima vengono utilizzati elettrofiltri statici (ESP) di tipo tradizionale, nella seconda elettrofiltri dinamici (MEFP - *Moving Electrode Electrostatic Precipitator*), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 7 e Tabella 8.

Tabella 7 - Caratteristiche degli elettrofiltri tradizionali (ESP) dell'impianto di sinterizzazione ILVA di Taranto

ESP (Tipo)	Elettrostatico ad elettrodi statici	Elettrostatico ad elettrodi statici
Superficie di captazione	19.050 mq (ESP/91) 27.270 mq (ESP/81)	19.050 mq x 2
Distanza elettrodi	400 mm	400 mm
Numero campi	3 (ESP/91) 10 (ESP/81)	3 x 2

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO

Pag. 45 / 60



ISPRA - ARPA Puglia

Tabella 8 - Caratteristiche degli elettrofiltri avanzati (MEEP) dell'impianto di sinterizzazione ILVA di Taranto

MEEP (Tipo)	Elettrostatico ad elettrodi dinamici	Elettrostatico ad elettrodi dinamici
Superficie di captazione	8.694 mq x 2	8.694 mq x 2
Distanza elettrodi	460 mm	460 mm
Numero campi	4 x 2	4 x 2

Nel mese di Dicembre 2008 ILVA ha presentato uno Studio di Fattibilità per l'abbattimento di PCDD/F dai fumi prodotti dall'impianto di agglomerazione.

La tecnica individuata consiste nell'additivazione di urea, da inserire nel ciclo produttivo nella fase di preparazione della miscela.

L'impianto di additivazione è stato realizzato ed è entrato in esercizio nel mese di Giugno 2009.

In seguito alla firma del Protocollo Integrativo citato in premessa, è stato avviato da ISPRA ed ARPA Puglia un monitoraggio delle emissioni di diossina.

Tale monitoraggio, tuttora in corso, prevede l'esecuzione di 12 campagne, ciascuna articolata su tre misurazioni effettuate in giorni consecutivi, con campionamenti ai sensi della Norma UNI EN 1948:2006.

Nel mese di dicembre 2009 ILVA ha presentato un nuovo studio di fattibilità, in cui individua come tecnica di abbattimento delle emissioni di PCDD/F l'iniezione di carbone attivo a monte degli elettrofiltri.



6 MISURE DI CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI DI PCDD/F NEGLI IMPIANTI DI SINTERIZZAZIONE

Sulla base dell'analisi della documentazione tecnica disponibile, della ricognizione degli impianti di sinterizzazione esistenti e delle risultanze del sopralluogo effettuato presso l'impianto di Gent è stato possibile individuare le principali misure di contenimento delle emissioni di PCDD/F adottate e valutare la loro potenziale applicabilità all'impianto ILVA di Taranto (Tabella 9).

Si evidenzia che, ai fini del conseguimento di un'ottimale riduzione delle emissioni di PCDD/F non è generalmente sufficiente l'applicazione di una sola delle tecniche citate, ma deve essere individuata una idonea combinazione delle stesse.



ISPRA - ARPA Puglia

Tabella 9 - Misure di contenimento delle emissioni di PCDD/F in impianti di sinterizzazione e potenziale applicabilità allo stabilimento ILVA di Taranto

Misure	Descrizione	Informazioni disponibili	Applicabilità
Gestione dell'impianto di sinterizzazione mantenendo condizioni operative stabili e regolari	La macchina di agglomerazione dovrebbe essere esercitata in modo da avere stabili e definite condizioni operative (es. rapido raggiungimento di condizioni di stato stazionario, minimizzazione di fuori servizio)	<p>Le condizioni che favoriscono la gestione regolare della macchina di agglomerazione sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> - minimizzazione delle fermate; - regolare velocità di avanzamento del materiale; - composizione del letto; - altezza del letto; - additivi (es. calce viva); - minimizzazione di oli; - minimizzazione di ingressi di aria falsa. <p>L'adozione di questi criteri gestionali darebbe benefici anche sulla produttività, qualità del materiale agglomerato e consumo energetico.</p>	APPLICABILE
Monitoraggio in continuo di parametri di processo ed emissivi	L'implementazione di un sistema di monitoraggio in continuo di parametri (PEMS) dovrebbe essere impiegato per assicurare le migliori condizioni operative sulla macchina di agglomerazione e sui sistemi di trattamento dei gas.	<p>Gli operatori dell'impianto dovrebbero preparare un piano di monitoraggio specifico per il sito e mantenere un archivio che documenti il rispetto del piano medesimo.</p> <p>Dovrebbero essere stabilite correlazioni empiriche tra i parametri di processo e le emissioni al camino (in condizioni stabili).</p> <p>I parametri dovrebbero essere monitorati in continuo e comparati con i valori ottimali. In caso di scostamenti significativi dai parametri ottimali il sistema dovrebbe essere allarmato e dovrebbero essere intraprese successive azioni correttive.</p>	APPLICABILE
Ricircolazione	Il gas dovrebbe essere ricircolato sulla macchina di	Il ricircolo del gas può essere realizzato sia come	GENERALMENTE

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

Misure del gas	Descrizione	Informazioni disponibili	Applicabilità
Selezione del materiale di alimentazione; minimizzazione della possibilità di inquinamento dei materiali di alimentazione con diossine o con materiali che possono favorire la formazione	agglomerazione per minimizzare l'emissione di inquinanti e per ridurre l'ammontare di gas che richiede un trattamento	quota parte del gas sull'intera macchina di agglomerazione sia come gas da una o più sezioni della macchina. La tecnica può avere alcune limitazioni derivanti da problemi di sicurezza per il personale, in quanto con il ricircolo si può verificare un accumulo di CO. Questa tecnica risulta in una modesta riduzione delle diossine e deve essere accompagnata dalla copertura della macchina di agglomerazione.	APPLICATA A NUOVI IMPIANTI
Preparazione	Una corretta selezione dei materiali in ingresso alla macchina di agglomerazione accompagnata da sostituzioni con materiali più idonei e da procedure per minimizzare la presenza di materiali non desiderati costituisce elemento limitante la probabilità di formazione delle diossine. Esempi: - rimozione dei contaminanti dai materiali (de-oiling delle scaglie di laminazione) - sostituzione di materiali (es. rimpiazzo di parte del carbonato di calcio con calce viva) - evitare l'uso di materiali potenzialmente contaminati (es. polveri dagli elettrofiltri di agglomerazione) - specificazione di limiti in concentrazione per sostanze non desiderate (es., il contenuto di olio nel materiale di alimentazione non deve essere superiore allo 0,02%)	Dovrebbero essere sviluppate procedure scritte per documentare nel corso del tempo le modifiche apportate alla composizione delle miscele dei materiali utilizzati in agglomerazione. La tecnica pur di rilievo non è risolutiva in quanto da studi eseguiti a Gent si evince che l'eliminazione totale di inquinanti/precursori dai materiali in alimentazione non può essere spinta oltre un certo livello fisiologico. Tuttavia, avere un controllo documentato sulle materie prime ed additivi consente di individuare il livello fisiologico e di mantenerlo nel corso degli anni.	APPLICABILE
	Materiali di pezzatura fine (es. polveri abbattute dagli	Questa misura riduce il trasporto di inquinanti nel	



ISPRA - ARPA Puglia

Misure del materiale di alimentazione	Descrizione	Informazioni disponibili	Applicabilità
	<p>elettrofiltri o da filtri a manica) dovrebbero essere cementati prima di andare ad alimentare la macchina di sinterizzazione.</p> <p>I materiali dovrebbero essere intimamente miscelati prima di essere alimentati alla macchina</p>	<p>gas ed inoltre aiuta a tenere sotto controllo le emissioni fuggitive.</p>	
Additivazione di urea	<p>Quantità di urea dosate sono addizionate alla macchina di agglomerazione (andando a costituire la miscela di alimentazione) e attraverso un meccanismo di inibizione di precursori (tra cui si pensa principalmente HCl che viene trasformato in composti di natura ammoniacale) e stato dimostrato che riescono a prevenire la formazione di diossine con riduzioni intorno al 50%.</p>	<p>Testi sono stati condotti in vari impianti nel mondo, con risultati sicuramente incoraggianti, utilizzando concentrazioni di urea nell'intervallo da 0,01 a 0,09 % in peso (range migliore sperimentato tra 0,02 e 0,04%)</p> <p>La tecnica è utilizzata in vari impianti del Regno Unito.</p> <p>Si evidenzia che, in alcuni casi (sperimentazione eseguita a Gent) si è registrato un significativo aumento delle concentrazioni di polveri emesse</p>	<p>APPLICABILE</p> <p>Tale tecnica è già stata implementata presso lo stabilimento ILVA di Taranto ed è tuttora in corso una sperimentazione finalizzata a verificarne l'efficienza.</p>
Misure secondarie			

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



ISPRA - ARPA Puglia

Misure	Descrizione	Informazioni disponibili	Applicabilità
<p><i>Le misure indicate sono specifiche per la riduzione delle PCDD/F e sono BAT</i></p> <p>Adsorbimento/depolverazione ad alta efficienza</p>	<p>La tecnica consiste in uno stadio di adsorbimento seguito da un sistema di abbattimento di particolato ad alta efficienza</p> <p>A livello industriale sono state dimostrate due tecniche:</p> <ol style="list-style-type: none">1) tecnologia a carbone attivo rigenerativo, dove gli off-gases sono prima depolverati in elettrofiltri e successivamente inviati in un letto mobile di carboni attivi che realizza sia l'adsorbimento delle PCDD/F sia la filtrazione del particolato. Il materiale adsorbente è successivamente rigenerato;2) iniezione di carbone attivo, lignite, coke o altro materiale adsorbente nel flusso gassoso all'uscita della macchina di agglomerazione seguita da un sistema di depolverazione ad alta efficienza (es. elettrofiltri e/o filtri a manica). <p>In una recente applicazione (impianto MEROS ☉) solo quota parte del flusso gassoso in uscita dalla macchina è sottoposto ad additivazione e successiva filtrazione. La parte di gas trattata è quella nell'intorno del BTP, cioè dove si realizzano le condizioni di massima emissione di inquinati</p>	<p>Queste tecniche sono associate alle seguenti prestazioni emissive espresse in termini di concentrazione di diossina:</p> <p>(1) <0.3 ng TEQ/Nm³</p> <p>(2) 0.1 a 0.5 ng TEQ/Nm³</p>	<p>APPLICABILE</p> <p>La tecnica di iniezione di carboni assorbenti nel flusso in uscita della macchina di agglomerazione e prima dell'ingresso negli elettrofiltri è oggetto di sperimentazione sull'impianto di Taranto.</p>
<p>Lavaggio dei gas</p>	<p>L'uso di questa tecnica dovrebbe includere un lavaggio preliminare in contro corrente seguito da uno scrubber ad alta energia che nebulizza particelle fini di soluzione acquosa adsorbente in equi-corrente al flusso gassoso. Si realizzano quindi nella prima colonna l'abbattimento del particolato grossolano e nella seconda di quello fine e delle molecole solubili nella soluzione di lavaggio.</p>	<p>La tecnica è stata sviluppata da Voest Alpine Industries con il nome commerciale Airfine ☉. Le prestazioni raggiunte sono, in termini di concentrazione di PCDD/F: da 0.2 a 0.4 ng TEQ/Nm³</p>	<p>La tecnica è stata dimostrata su impianti di dimensioni non paragonabili alle dimensioni dell'impianto di Taranto, quindi si ritiene</p> <p>NON APPLICABILE</p>

Le seguenti misure secondarie non sono BAT per proprio conto, ma, per essere efficaci, dovrebbero essere impiegate in concerto con altre misure.



ISPRA - ARPA Puglia

Misure	Descrizione	Informazioni disponibili	Applicabilità
<p>Depolverazione ad alta efficienza del gas</p>	<p>I sistemi di depolverazione ad alta efficienza si distinguono in:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ filtri a tessuto ➤ precipitatori elettrostatici (ESP) tecnicamente avanzati: <ul style="list-style-type: none"> - elettrofiltri ad energia pulsata; - elettrofiltri di tipo dinamico MEEP (Moving Electrode Electrostatic Precipitator); - elettrofiltri ad alto voltaggio ESCS (Electrostatic Space Cleaner Super). ➤ scrubber ad alta efficienza <p>Tali sistemi possono essere utilizzati da soli o dopo uno stadio di preabbattimento con precipitatori elettrostatici tradizionali</p>	<p>Le prestazioni raggiungibili con filtri a tessuto sono, in termini di concentrazione di polveri nel range 2-25 mg/Nm³, con prestazioni di abbattimento superiori al 99,9%.</p> <p>Gli ESP riducono la concentrazione di polveri con una efficienza > 95%. In alcuni casi è raggiungibile un'efficienza superiore al 99%. Gli ESP con campi MEEP possono raggiungere una concentrazione media annuale di 49-56 mg/Nm³ in condizioni normali di esercizio ed escludendo i periodi di avviamento e fermata dell'impianto. Gli ESP con energy pulse possono raggiungere una concentrazione media annuale di 43 - 77 mg/Nm³. Sebbene non operanti in Europa, viene riportato che ESCS possono raggiungere valori di 40 mg/Nm³ anche se non è chiaro su quale base.</p> <p>(Fonte: BRef Document on Iron and Steel Production - Draft 2, luglio 2009)</p> <p>Gli scrubber ad umido raggiungono concentrazioni di 30-50 mg/Nm³ (media annuale) con efficienza di rimozione di oltre il 95%.</p> <p>Le parti estreme della macchina di agglomerazione, cioè il punto di alimentazione ed il punto di scarico, dovrebbero essere sotto cappa di aspirazione e l'aria aspirata avviata a filtrazione.</p>	<p>APPLICABILE</p> <p>La tecnica dei precipitatori elettrostatici (ESP) tecnicamente avanzati quali gli elettrofiltri di tipo dinamico MEEP sono installati sull'impianto di Taranto.</p>



ISPRA - ARPA Puglia

Misure	Descrizione	Informazioni disponibili	Applicabilità
Copertura della macchina di sinterizzazione	La macchina di sinterizzazione dovrebbe essere coperta con una cappa a tenuta	Il sistema consente di poter applicare altre misure, come la ricircolazione dei gas.	

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



Sulla base delle considerazioni sopra esposte si ritiene che la prestazione di 0.4 ng TEQ/Nm³ sia conseguibile presso l'impianto di sinterizzazione dello stabilimento ILVA di Taranto adottando una opportuna combinazione delle suddette tecniche primarie e secondarie.

In particolare si ritiene che, tra le misure secondarie, una combinazione certamente applicabile al caso in esame sia l'utilizzo di un materiale adsorbente associato ad un sistema di depolverazione ad alta efficienza, con il potenziale conseguimento delle prestazioni indicate nella seguente Tabella 10.

Tabella 10 - Misure di contenimento delle emissioni di PCDD/F applicabili presso l'impianto di sinterizzazione ILVA di Taranto

Combinazione appropriata di misure primarie seguita da tecnica di Adsorbimento/assorbimento e filtrazione ad alta efficienza	0.1 to 0.5 ng TEQ/Nm ³
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------

Tali misure di contenimento dovrebbero essere opportunamente sperimentate presso l'impianto di sinterizzazione ILVA di Taranto, al fine di individuare quale delle diverse modalità applicative consenta di raggiungere la migliore prestazione in conformità al valore limite di emissione di 0.4 ng TEQ/Nm³ previsto dalla L.R. 8/09.

Particolare attenzione dovrebbe essere rivolta alla scelta del materiale adsorbente ed alle condizioni operative, che possono condizionare l'efficienza di separazione delle diossine dal flusso gassoso e quindi le prestazioni raggiungibili.

I materiali adsorbenti generalmente utilizzati sono costituiti da carbone attivo, lignite, coke o altri materiali con caratteristiche similari.

L'assorbimento delle diossine sul carbone attivo è controllato dalle proprietà di ambedue il carbone e l'assorbato e dalle condizioni sotto cui il fenomeno è realizzato.

Il fenomeno dell'adsorbimento è dovuto alla diffusione delle molecole in fase vapore nella superficie del materiale adsorbente. Le molecole allo stato liquido sono invece trattenute da forze intramolecolari e di Van Der Waals. Considerando che, come la temperatura si abbassa o la pressione parziale del vapore sopra il carbonio cresce, il tempo medio di residenza sulla superficie aumenta e, allo stesso modo, la frazione di superficie disponibile all'assorbato aumenta. Tuttavia la superficie non è uniforme e consiste di siti con attività differenziata. I siti più attivi saranno occupati prima e l'attività dei rimanenti siti decrescerà, da cui l'energia di adsorbimento cambierà nel corso del tempo.

La struttura fisica del carbone attivo o del coke attivo non è conosciuta nel dettaglio ma si pensa che contenga pori distribuiti in modo casuale tra cui giace una complessa rete irregolare ed interconnessa di passaggi. Il range di diametro dei pori (Figura 7) può variare da pochi a qualche Angstrom conducendo ad aree superficiali da 300 fino a 2000 m²/g. Poiché l'adsorbimento avviene all'interfase tra il gas ed il carbonio, l'area superficiale del carbone attivo o coke è uno dei più importanti fattori che ne determinano la capacità adsorbente, ed è seguita dal raggio e volume dei pori.



La lignite attivata, avendo una area superficiale molto minore al carbone attivo e coke (dell'ordine di $300 \text{ m}^2/\text{g}$), svolge la propria funzione di adsorbimento attraverso la sua diversa distribuzione dei raggi dei pori. Considerando, ad esempio, che le diossine hanno un diametro molecolare variabile a seconda del grado di clorurazione tra $0.4-1 \text{ nm}$ ed una lunghezza tra $1-2 \text{ nm}$ è evidente che la struttura più pronunciata della frazione submicronica dei pori del carbone attivo e coke risulta poco utilizzabile per l'adsorbimento. Nel meccanismo di separazione degli inquinanti all'interno del granulo di materiale adsorbente è il trasporto di massa nei pori che gioca un ruolo fondamentale. Facendo un paragone stradale i macro e meso pori possono essere descritti come una autostrada, mentre i micro pori come isole pedonali. Questo fa sì che nella cinetica di adsorbimento le dimensioni reciproche tra molecole e pori favoriscono cineticamente l'adsorbimento delle diossine sulla lignite rispetto al caso dei carboni attivi e coke ad alta area superficiale.

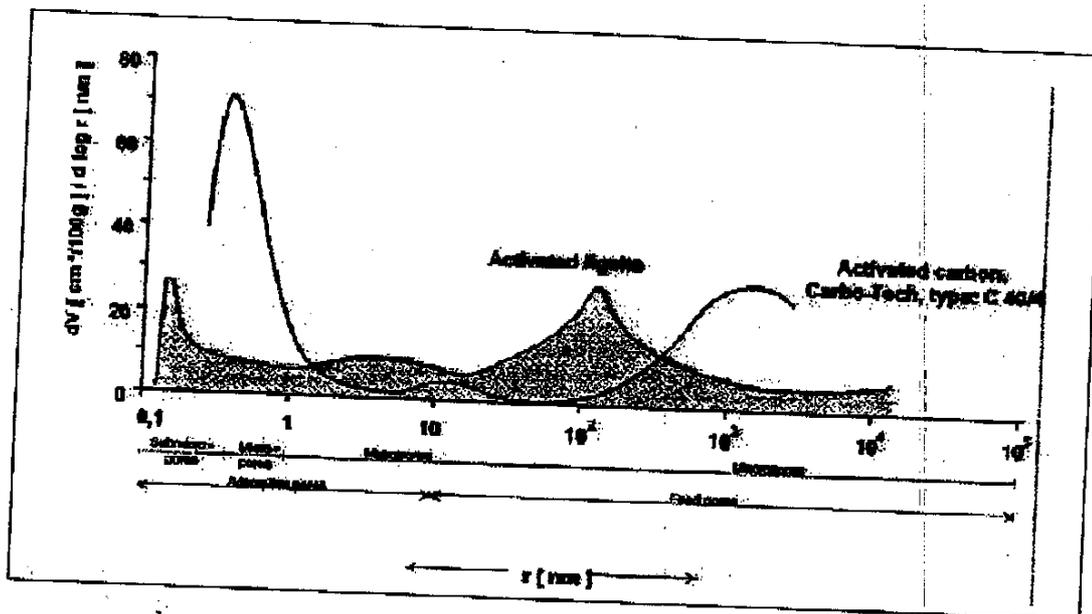


Figura 7

Le considerazioni svolte mettono in evidenza che è possibile, a seconda delle condizioni operative, utilizzare i diversi materiali citati per la separazione delle diossine del flusso gassoso.

In Figura 8 sono riportate alcuni dati di confronto, seppur relativi ad inceneritori di rifiuti solidi, che evidenziano la possibilità di utilizzo dei materiali adsorbenti citati e le prestazioni raggiungibili.

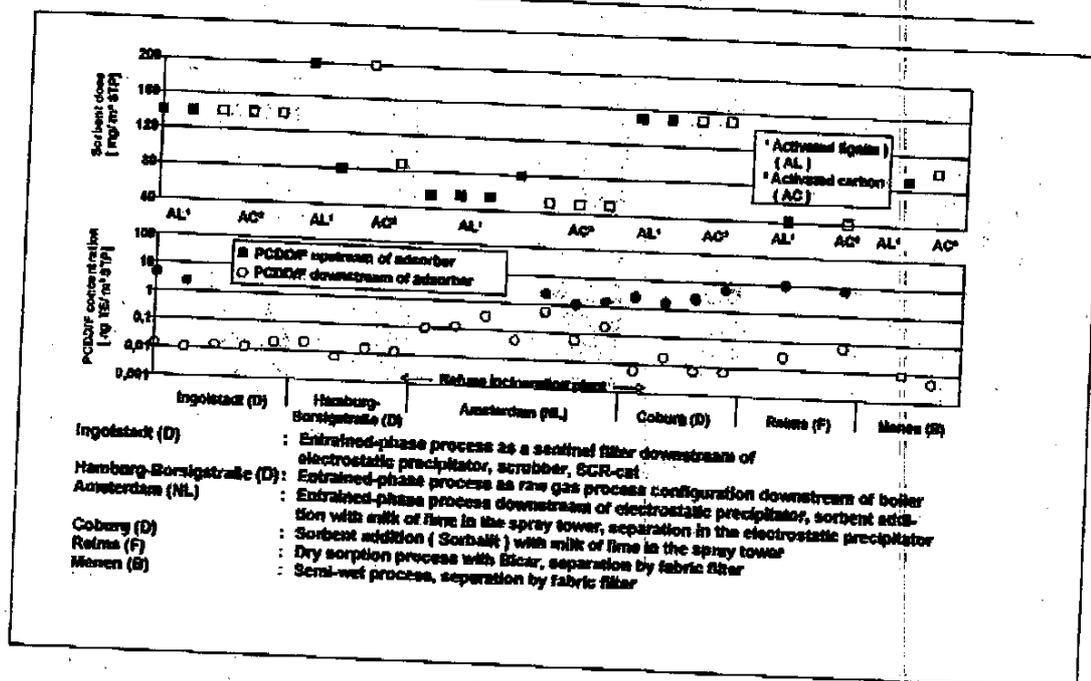


Figura 8

Concludendo, l'efficacia del processo chimico-fisico di adsorbimento dipende dai fattori di seguito riportati.

- Area superficiale dell'adsorbente.
- Distribuzione dei pori dell'adsorbente, che deve essere adeguata alle molecole da bloccare.
- Selettività dell'adsorbente, che deve essere idonea soprattutto in presenza di acqua o vapore.
- Temperatura, che deve essere la minima compatibile con le possibili interferenze da condensazione di acqua.
- Tempo di contatto, che deve essere sperimentalmente determinato per il raggiungimento delle condizioni di massimo adsorbimento.
- Pre-trattamenti, che determinino un minor carico di sostanze in ingresso al reattore favorendo la rimozione degli inquinanti (possibilità di saturazione).
- Ottima distribuzione del materiale adsorbente nel flusso di gas o, per sistemi rigenerativi (RAC), ottimizzazione del contatto evitando percorsi preferenziali del gas.
- Per sistemi rigenerativi deve essere tecnicamente possibile la rigenerazione in sito.
- Per sistemi rigenerativi sono necessari reattori multipli per mantenere condizioni di continuità di trattamento.

Un altro aspetto di rilevante importanza è quello connesso alla sicurezza.

Tutti i materiali adsorbenti contenenti carbonio sono combustibili, sotto particolari condizioni, auto-infiammabili e potenzialmente esplosivi.

La seguente Tabella 11 riassume alcune caratteristiche proprie dei materiali citati.

Ricognizione ed analisi delle tecniche di abbattimento di PCDD/F dalle emissioni degli impianti di sinterizzazione degli stabilimenti siderurgici - RAPPORTO INTERMEDIO



Tabella 11 - Caratteristiche dei materiali adsorbenti

Characteristic	Granules	Pulverised coals		
	Activated lignite	Activated lignite		Activated carbon Noct GL 50
	HOK grained	HOK pulverised	HOK super	
Moisture	0.5 % wt.	0.5 % wt.	0.5 % wt.	1.0 % wt.
Grain size	1.25 - 5 mm	0 - 0.4 mm	0 - 0.1 mm	0 - 0.2 mm
Median	2,000 µm	63 µm	28 µm	22 µm
Combustibility (20°C)	2	2	3	2
Self-ignition temperature	280 °C	250 °C	250 °C	250 °C
Smouldering temperature	> 450 °C	> 450 °C	> 450 °C	> 450 °C
Ignition temperature		560 °C	590 °C	700 °C
Lower explosion limit (20 °C) 21%vol. O ₂ (200 °C)	non-explosible	60 g/m ³ 30 g/m ³	60 g/m ³	125 g/m ³ 30 g/m ³
Max. explosion overpressure		7.6 bar	8.6 bar	8.1 bar
K _{St} value		96 bar · m/s	92 bar · m/s	78 bar · m/s
Dust explosion class		St I	St I	St I
Min. ignition energy (20 °C)		200 - 500 J	300 - 500 J	200 - 500 J

Per il mantenimento delle condizioni di sicurezza sull'impianto dovrebbero essere accuratamente analizzati punti di seguito riportati.

➤ **SICUREZZA NELLA FASE DI DOSAGGIO.**

Il materiale adsorbente, come indicato dalle schede di sicurezza, è un prodotto che rientra nel rischio ATEX ma, se non subisce alcun trattamento di macinazione sul posto, che ne potrebbe provocare l'innesco, è sufficiente, per mantenere in sicurezza l'impianto, prevenire le restanti sorgenti di accensione, affinché non diventino attive. Tra queste, sono da considerare tutti gli organi in movimento che non devono causare scintille, anche in modo casuale, per evitare la possibilità di innesco.

Un accorgimento adottabile per evitare la formazione di scintille nei sistemi di dosaggio ed omogeneizzazione è il posizionamento esterno dei cuscinetti di trasmissione senza, quindi, contatto con il prodotto da dosare. Per prevenire fonti di innesco durante il trasporto è altresì possibile utilizzare un sistema di trasporto pneumatico in atmosfera inerte di azoto.



➤ **SICUREZZA NELLA FASE DI INIEZIONE**

Per evitare che durante la fase di trasporto del carbone attivo dosato si creino nubi esplosive, può essere utilizzato azoto gassoso per spingere il prodotto fino al punto di iniezione mantenendo una percentuale di ossigeno nel gas di trasporto inferiore al 5%.

Per fare questo dovrà essere posizionato, a monte del sistema di dosaggio, un generatore di azoto per poter produrre direttamente in loco i quantitativi necessari.

➤ **SICUREZZA NELLA FASE DI CARICO**

Nel caso in cui l'installazione preveda un silo di stoccaggio del carbone attivo da dosare, l'impianto si dovrà equipaggiare con un sistema che permetta al trasportatore di collegare la pompa di carico del camion cisterna al distributore di azoto gas in modo da effettuare il carico in atmosfera inerte. Il sistema potrà prevedere sia l'alimentazione dell'azoto da una bombola di stoccaggio che direttamente da un generatore di azoto.

➤ **SICUREZZA NELLA FASE DI STOCCAGGIO**

Quando è previsto l'utilizzo di un silo di stoccaggio del carbone attivo da dosare è possibile utilizzare l'azoto gassoso per mettere sotto costante controllo il tenore di ossigeno presente all'interno del silo stesso mantenendolo al di sotto della soglia di pericolo. Questo potrà essere fatto analizzando l'atmosfera interna al silo, con un sistema che, dal valore misurato, regoli l'apertura e la chiusura delle valvole di iniezione dell'azoto all'interno del serbatoio. Potrà, in alternativa, essere previsto l'impiego di un pannello di sfogo, anch'esso posizionato sulla sommità del silo, e di sonde di temperatura posizionate ad altezze differenti ed in modo circolare a 120° l'una dall'altra. Il sistema potrà funzionare sia alimentato da una bombola di stoccaggio che direttamente da un generatore di azoto.

➤ **SICUREZZA NELLA FASE DI ABBATTIMENTO ED ALLONTANAMENTO PARTICELLE PRECIPITATE AGLI ELETTROFILTRI**

Per prevenire la possibilità di innesco all'interno degli elettrofiltri e nelle tramogge di scarico è possibile dosare insieme al materiale adsorbente opportune quantità di inerte. Il materiale utilizzabile a tal fine potrebbe essere il carbonato di calcio o le zeoliti che abbassando la concentrazione del carbone sotto ad una soglia di garanzia (intorno al 20% massimo in carbone) determina una migliore condizione di sicurezza. Il processo di adsorbimento è esotermico e nelle tramogge o sugli elettrodi possono verificarsi condizioni di auto-innesco.



7 CONCLUSIONI PRELIMINARI

Sulla base delle informazioni sinora acquisite si ritiene che la prestazione dell'impianto di sinterizzazione dello stabilimento ILVA di Taranto possa conformarsi al VLE di 0.4 ng TEQ/Nm³ previsto dalla L.R. 8/09 adottando una opportuna combinazione di misure primarie e secondarie di contenimento delle emissioni di PCDD/F.

In particolare, tra le misure secondarie, una combinazione potenzialmente applicabile al caso in esame è l'utilizzo di un materiale adsorbente associato ad un sistema di depolverazione ad alta efficienza. Tale soluzione, solo di recente proposta dal Gestore, è in corso di sperimentazione preliminare al fine di individuarne le migliori modalità applicative e verificarne l'idoneità al raggiungimento degli obiettivi.

Si evidenzia, che il presente studio è tuttora in corso e, al fine di pervenire a conclusioni definitive, sono necessari ulteriori approfondimenti.



BIBLIOGRAFIA

- [1] APAT – Diossine Furani e PCB – Febbraio 2006 (ISBN 88-448-0173-6).
- [2] “Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel” Bref, ed. Dicembre 2001”.
- [3] “Production of Iron and Steel” Draft ed. Febbraio 2008.
- [4] “Production of Iron and Steel” Draft ed. Luglio 2009.
- [5] “Background Paper” 25 Jan 2010” of BREF “Production of Iron and Steel”.
- [6] Preparatory work for new dioxin measurement requirements for the European metal industry Final Report Reference ENV.G.2/ATA/2004/0070.
- [7] “Steel Industry Sintering Plant Dioxin Control and Emission Standards”, promulgated by Environmental Protection Administration of Taiwan, order on June 16, 2004.
- [8] EUROFER – Comments to the proposals for the revision of Annexes IV and V to the Protocol on POPs, 06.03.2009
- [9] ARPA Puglia – Rilevazione di PCDD/Fs e PCBs “diossina simili” nei fumi di processo emessi dal camino E 312 dell’impianto di agglomerazione AGL/2 dello stabilimento siderurgico ILVA S.p.A. di Taranto – Campagna di monitoraggio 11-16 giugno 2007 – Relazione del 17/09/2007
- [10] ARPA Puglia – Rilevazione di PCDD/Fs e PCBs “diossina simili” nei fumi di processo emessi dal camino E 312 dell’impianto di agglomerazione AGL/2 dello stabilimento siderurgico ILVA S.p.A. di Taranto – 2a Campagna di monitoraggio 26, 27 e 28 febbraio 2008 – Relazione del 12/05/2008
- [11] ARPA Puglia – Rilevazione di PCDD/Fs e PCBs “diossina simili” nei fumi di processo emessi dal camino E 312 dell’impianto di agglomerazione AGL/2 dello stabilimento siderurgico ILVA S.p.A. di Taranto – 3a Campagna di monitoraggio 23, 24 e 26 giugno 2008 – Relazione del 29/07/2008

Siti internet consultati

- [1] www.isprambiente.it
- [2] www.minambiente.it
- [3] www.ene.gov.on.ca
- [4] eippcb.jrc.es/
- [5] www.arcelormittal.com
- [6] www.duferco.be
- [7] www.rautaruukki.fi
- [8] www.euro-fer.eu
- [9] www.federacciai.it
- [10] www.asser.nl/default.aspx?site_id=7