



STABILIMENTO DI TARANTO

***STUDIO DI FATTIBILITA' IMPIANTO DI  
ABBATTIMENTO PCDD/F  
(INTEGRATO)***

**IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE  
AGL/2 – ILVA S.P.A. TARANTO**

*Dicembre 2008*





STABILIMENTO DI TARANTO

## **INDICE**

- 1 - Premessa
- 2 - Descrizione impianto di agglomerazione
- 3 - Studio di fattibilità impianto di abbattimento PCDD/F
  - 3.1 - Analisi della formazione di PCDD/F su impianti di agglomerazione
  - 3.2 - Tecniche per la riduzione delle emissioni di PCDD/F
    - 3.2.1 – Tecniche di processo
      - 3.2.1.1 – Prove con utilizzo di urea e risultati ottenuti
      - 3.2.1.2 – Eventuali problemi connessi con l’utilizzo di urea
      - 3.2.1.3 – Descrizione e caratteristiche progettuali dell’impianto di additivazione urea
    - 3.2.2 – Tecniche “process integrated”
    - 3.2.3 – Tecniche “end of pipe”
- 4 - Considerazioni

Allegato - 1: SCHEMA DI FLUSSO IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE

Allegato - 2: PLANIMETRIA DELL’IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE

Allegato - 3: PASSERELLA PER CAMPIONAMENTO PCDD/F AL CAMINO E312

Allegato - 4: SINTESI RISULTATI RILEVAZIONI PCDD/F CON E SENZA UTILIZZO DI UREA

Allegato - 5: ANDAMENTO PCDD/F AL CAMINO E312 AGL/2 CON E SENZA UTILIZZO DI UREA

Allegato - 6: PLANIMETRIA CON LA LOCALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI ADDITIVAZIONE UREA





STABILIMENTO DI TARANTO

- Allegato - 7: VISTA IN SEZIONE DEL SISTEMA DI ADDITIVAZIONE UREA
- Allegato - 8: SISTEMA DI CARICAMENTO DEL SILO UREA
- Allegato - 9: IMPIANTI DI AGGLOMERAZIONE EUROPEI
- Allegato - 10: IMPIANTO DI FILTRAZIONE A TESSUTO SU UNO DEI DUE COLLETTORI FUMI DELL'IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE DI FOS SUR MER (FRANCIA)
- Allegato - 11: CAMINO IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE DI FOS SUR MER
- Allegato - 12: IMPIANTO DI FILTRAZIONE A TESSUTO SULL'IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE DI LINZ (AUSTRIA)
- Allegato - 13: CAMINO IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE DI LINZ
- Allegato - 14: CAMINI DELLE DULE LINEE DI AGGLOMERAZIONE DI DILLINGEN (GERMANIA)
- Allegato - 15: IMPIANTO DI FILTRAZIONE A TESSUTO SULL'IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE DI DILLINGEN (GERMANIA)
- Allegato - 16: MANICHE DETERIORATE ALL'IMPIANTO DI ABBATTIMENTO A TESSUTO DI DILLINGEN
- Allegato - 17: CAMINO DELLA LINEA DI AGGLOMERAZIONE PIU' GRANDE DI DILLINGEN (GERMANIA) AL SUO RIAVVIAMENTO
- Allegato - 18: SCHEMA DI FLUSSO DEL PROCESSO DI TRATTAMENTO A CARBONI ATTIVI
- Allegato - 19: SCHEMA DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DI UN IMPIANTO A CARBONI ATTIVI





STABILIMENTO DI TARANTO

Allegato - 20: IMPIANTO A CARBONI ATTIVI SU IMPIANTO DI  
AGGLOMERAZIONE DELLA DELLA BLUESCOPE STEEL  
(AUSTRALIA)

Allegato - 21: PLANIMETRIA ZONA ELETTROFILTRI MEEP DELL'IMPIANTI  
DI AGGLOMERAZIONE DI TARANTO





STABILIMENTO DI TARANTO

## 1 Premessa

I minerali di ferro fini, per il loro impiego nel processo di produzione della ghisa in altoforno, vengono avviati a un processo di sinterizzazione per la produzione dell'agglomerato con caratteristiche chimico-fisiche idonee per l'impiego ottimale in altoforno. Peraltro, in uno stabilimento siderurgico a ciclo integrale, qual'è quello ILVA di Taranto, tale impianto è di primaria ed essenziale importanza.

Gli impianti di agglomerazione sono regolati, come limiti emissivi, dal D.Lgs. 152/06, ma già lo erano con il corrispondente paragrafo 1.2 dell'allegato I, parte I, dell'abrogato D.M.12/7/1990, concernente le *“Linee guida per il contenimento delle emissioni degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione”*.

Inoltre, ai fini dell'Autorizzazione Integrata Ambientale, ai sensi del D.Lgs. 59/05, concernente la *“Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento”*, ILVA ha previsto, in allegato all'istanza per l'ottenimento dell'AIA, specifici interventi atti a ridurre gli attuali livelli di emissioni convogliate dal camino E312, in aderenza con il DM 31/1/2005, pubblicato sulla G.U. n. 135 del 13/6/2005, concernente la *“Emanazione delle linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, per le attività elencate nell'allegato I del Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 372”*.

A tal riguardo, relativamente all'impianto di agglomerazione, sono stati già realizzati interventi sugli elettrofiltri E81, E91, D81 e D91 che hanno determinato una riduzione delle polveri totali sospese emesse dal camino E312 di oltre il 40% rispetto al limite autorizzato di 80 mg/Nm<sup>3</sup>, con un livello medio di emissione misurato nel 2007 pari a 47 mg/Nm<sup>3</sup>, sensibilmente inferiore alla media degli anni 2005 e 2006.

Tali interventi hanno fatto seguito alle precedenti modifiche all'impianto di agglomerazione AGL/2, mediante l'installazione degli elettrofiltri MEEP (Moving Electrode Electrostatic Precipitators), entrati in funzione nel 1999, in adempimento a quanto indicato nel *“Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio della provincia di Taranto”*, approvato con D.P.R. 23/4/1998 (G.U. S.U. n. 196, del 30/11/1998). Con tale configurazione, l'impianto di agglomerazione di Taranto, sin dal 1999, ha già raggiunto la configurazione





STABILIMENTO DI TARANTO

impiantistica migliore dal punto di vista di sistemi di abbattimento sui fumi di processo rispetto a tutte le altre linee di agglomerazione europee.

Anche attualmente la situazione non è molto cambiata, infatti in Europa 25 linee di agglomerazione su 34 esistenti, sono solo dotati di sistema di abbattimento con elettrofiltro primario, a differenza di Taranto che, come sopra specificato, oltre all'elettrofiltro primario è anche installato l'elettrofiltro MEEP che è un ulteriore barriera di contenimento alle emissioni di polvere e diossina.

Di seguito viene riportato l'elenco dei 25 impianti europei di cui sopra:

- **Belgio** (Carsid/Marcinelle; Arcelor/Gent – 2 linee; Arcelor/Ougrèe);
- **Finlandia** (Rautaruukki/Raahe);
- **Francia** (Arcelor/Dunkerque – 2 linee; Arcelor/Rombas – 2 linee; Sait Gobain Pam/Pont A. Musson);
- **Germania** (Thyssen Krupp/Schwelgen – 3 linee; HKM/Huckingen; Saltzgitter; Rogesa/Dillingen – linea n.3; Arcelor Ecostahl – Eisehüttenestadt);
- **Spagna** (Arcelor/Gijón – 2 linee)
- **Inghilterra** (Corus/Scunthorpe – 2 linee, Corus/Port Talbot, Corus/Redcar)
- **Italia** (Ilva/Taranto – 2 linee)

Che la quasi totalità degli impianti europei è dotata solo di elettrofiltri e che la tecnologia MEEP è una tecnica BAT, peraltro applicata a Taranto in maniera ancora più sostanziale e non limitata al solo ultimo campo di un elettrofiltro ESP tradizionale, trova anche riscontro in quanto riportato **al punto 2, paragrafo 5.2.2, allegato III del DM 31/01/2005** relativo alle linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili (a stralcio di seguito riportato).



STABILIMENTO DI TARANTO

Nella quasi totalità degli impianti di agglomerazione europei l'abbattimento delle emissioni è realizzato con precipitatori elettrostatici.

I precipitatori tecnologicamente avanzati possono essere sostitutivi degli elettrofiltri tradizionali, oppure essere installati, ove possibile, a valle di questi ultimi, ottenendo in quest'ultimo caso un più elevato rendimento di abbattimento complessivo. In alternativa, nel caso di impianti esistenti, la tecnica MEEP può essere installata sull'ultimo campo di un elettrofiltro tradizionale. Il tipo di soluzione che può essere adottata dipende dalla situazione impiantistica e di lay-out specifica del sito.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso dell'adozione della tecnica di iniezione di polvere di carbone e/o altri additivi per la riduzione delle emissioni di PCDD/F, per evitare rischi di incendio.

*Stralcio punto 2, paragrafo 5.2.2, allegato III del DM 31/01/2005*

A completamento della panoramica delle installazioni, si ha che:

- l'adozione di filtri ad umido ha riguardato solo 4 linee di agglomerazione in Europa e con una portata fumi notevolmente ridotta come ad esempio l'impianto di Servola (Trieste). In tali impianti più piccoli si ha infatti un più ridotto fabbisogno di acqua per l'abbattimento ed i necessari impianti di trattamento acque di dimensioni comuni. Dal punto di vista dimensionale infatti è da considerare che l'impianto di agglomerazione di Servola ha una macchina di agglomerazione di 42 m<sup>2</sup> mentre l'impianto di Taranto è oltre 20 volte più grande.
- l'adozione di filtri a tessuto per l'abbattimento delle emissioni di processo degli impianti di agglomerazione non ha trovato una diffusa applicazione sugli impianti di agglomerazione per le seguenti principali motivazioni:



STABILIMENTO DI TARANTO

- elevata temperatura dei fumi;
- particolari caratteristiche di abrasività e coesività delle polveri presenti nei fumi di processo;
- elevata perdita di carico indotta dai filtri a tessuto che richiede l'introduzione di booster aggiuntivi con notevoli consumi energetici;
- dimensioni notevoli non compatibili in molti casi con l'impiantistica esistente.

Tale aspetto è peraltro evidenziato **al punto 2, paragrafo 5.2.2, allegato III del DM 31/01/2005** relativo alle linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili (a stralcio di seguito riportato).

L'applicazione di filtri a tessuto per la depolverazione dei fumi di agglomerazione è una tecnica raramente applicata per l'elevata abrasività delle polveri, per effetti di impaccamento delle maniche filtranti per la presenza di alcali, per l'elevata perdita di carico che i filtri a tessuto determinano con conseguente significativo aumento dei consumi energetici anche in relazione agli elevati volumi di gas da trattare, per problemi di lay-out particolarmente rilevanti nel caso di impianti esistenti. I filtri a tessuto necessitano di essere esclusi dalla filtrazione in fase di avviamento e fermate impianti, ove in particolare la temperatura fumi è più bassa del dew-point. Particolare attenzione deve essere posta nel caso di adozione della tecnica di iniezione di polvere di carbone e/o altri additivi per la riduzione delle emissioni di PCDD/F, per evitare rischi di incendio.

*Stralcio punto 2, paragrafo 5.2.2, allegato III del DM 31/01/2005*

Attualmente vi sono solo cinque realizzazioni, su impianti di piccole dimensioni che non superano ¼ di quello di Taranto, di cui tre realizzazioni sono entrati in esercizio nel 2006÷2008.





STABILIMENTO DI TARANTO

Il presente Studio, oltre alla verifica di fattibilità dell'impianto urea, finalizzato alla riduzione degli attuali livelli di PCDD/F presenti nei fumi primari del processo di sinterizzazione, contempla anche le attività svolte per l'analisi delle ulteriori tecniche di abbattimento dei fumi di processo, così come richiesto dal Gruppo Istruttore (GI) della Commissione Istruttoria AIA-IPPC nominato per l'istruttoria di Autorizzazione Integrata Ambientale relativa all'impianto "ILVA S.p.A. di Taranto", nell'ambito della riunione del 19-11-2008.





STABILIMENTO DI TARANTO

## 2 Descrizione impianto di agglomerazione

Il processo di sinterizzazione dei minerali di ferro viene effettuato negli impianti di agglomerazione, in cui avvengono tre fasi di lavorazione principali: preparazione della miscela di agglomerazione, produzione agglomerato, trattamento agglomerato.

Nello stabilimento di Taranto vi è un impianto di agglomerazione (AGL/2) dotato di due linee di sinterizzazione minerali denominate linea D e linea E.

I minerali di ferro ripresi da parco per singola qualità e tipo, vengono inviati alla fase di omogeneizzazione in cui si ha la formazione di una miscela omogenea di minerali, fondenti e recuperi, idonea alla carica sulla macchina di agglomerazione. Tale miscela va a costituire i cumuli di omogeneizzato, localizzati in prossimità dell'impianto, dai quali la miscela viene ripresa con apposite macchine e inviata all'impianto di agglomerazione. All'impianto di agglomerazione i materiali in carica vengono miscelati in opportuni tamburi mescolatori dove avviene la nodulazione della miscela da agglomerare. Tale miscela viene quindi 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 e il raggiungimento delle temperature di rammollimento del materiale in modo tale che le particelle fini si agglomerino tra di loro. L'aria che permea attraverso il letto di agglomerazione prima di essere convogliata in atmosfera viene depolverata attraverso un primo sistema di elettrofiltri e successivamente attraverso un sistema di elettrofiltri avanzati MEEP (Moving Electrode Electrostatic Precipitator).

I fumi di processo dopo abbattimento vengono quindi convogliati in atmosfera mediante un camino in muratura, dotato di intercapedine, avente un'altezza di 210 metri dal piano campagna, il cui codice emissione è identificato con la sigla E312.





STABILIMENTO DI TARANTO

L'agglomerato, prodotto dalla macchina di agglomerazione, viene quindi scaricato in un rompizolle costituito da un dispositivo rotante dotato di elementi stellari frantumatori, dove si ha la frantumazione dei grossi blocchi di agglomerato. L'agglomerato caldo perviene in un raffreddatore rotante di tipo circolare in cui, a mezzo di insufflaggio di aria, viene raffreddato.

L' agglomerato, in uscita dal raffreddatore rotante, viene frantumato e vagliato a freddo per ottenere la pezzatura idonea alla carica in altoforno.

In allegato-1 è riportato lo schema di flusso ed in allegato-2 la planimetria dell' impianto di agglomerazione, nella quale sono chiaramente identificati gli elettrofiltri ESP preesistenti e gli elettrofiltri MEEP di nuova installazione.



STABILIMENTO DI TARANTO

### 3 Studio di fattibilità impianto di abbattimento PCDD/F

L'analisi della formazione di diossine e furani sull'impianto di agglomerazione è stata condotta:

- con il supporto del prof. Gudenau dell'università di Aachen in Germania al fine di poter analizzare i meccanismi di formazione di PCDD/F sugli impianti di agglomerazione e inquadrare le tecniche applicabili per la riduzione del contenuto di tale inquinante nei fumi di processo dell'impianto di agglomerazione.
- con le ditte detentrici delle ultime di esperienze in sistemi di abbattimento di PCDD/F con filtri a tessuto su impianti di agglomerazione, sono stati effettuati dei confronti sul tipo di processo di abbattimento adottato, nonché dei sopralluoghi presso gli impianti europei in cui sono state effettuate le loro realizzazioni.

Di seguito vengono quindi riportati le risultanze di tale attività di analisi.

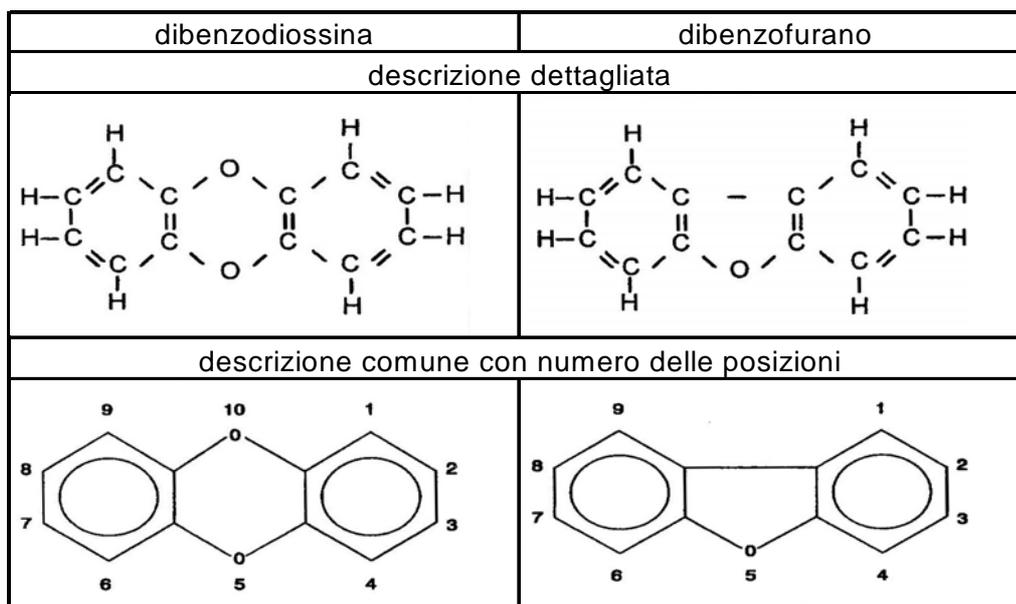
#### 3.1 Analisi della formazione di PCDD/F su impianti di agglomerazione

Le policlorodibenzo-diossine (PCDD) e i policlorodibenzo-furani (PCDF) in genere sono erroneamente riassunti con il termine di diossine. La chimica assegna le diossine al gruppo dell'etere aromatico ciclico alogenato. Una caratteristica tipica dei composti a base di diossina è l'unione di due atomi di carbonio attraverso un atomo di ossigeno. Nel caso dei PCDD, gli atomi di carbonio si uniscono tramite una coppia di atomi di ossigeno, mentre i PCDF si uniscono tramite un unico atomo di ossigeno.

La struttura alla base di dibenzodiossine e di dibenzofurani consta di due anelli di benzene. Agli anelli di benzene mancano due atomi di idrogeno ciascuno, quindi gli atomi di carbonio si possono unire l'un l'altro direttamente tramite un atomo di ossigeno (furani) o due atomi di ossigeno (diossine).

Mono o policlorodibenzo-diossine (PCDD) e furani (PCDF) nascono dalla sostituzione dell'atomo di idrogeno nelle posizioni 1,2,3,4,5,6,7,8 e/o 9 con gli atomi di cloro.

Il numero degli atomi di cloro nella molecola è indicato con i prefissi da mono (1) a octa (8). Oltre al numero, è determinante anche la posizione degli atomi di cloro rispetto agli altri isomeri.



Struttura della formula di dibenzodiossine e dibenzofurani

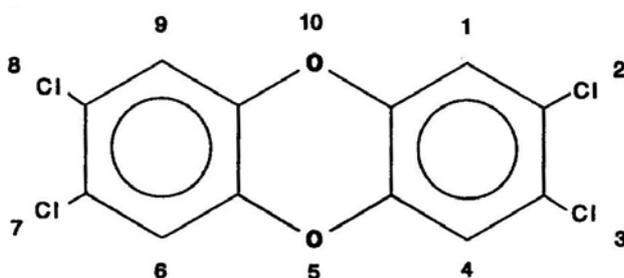
I composti con differenti gradi di clorurazione sono chiamati congeneri. Esistono 210 differenti congeneri in totale, di cui 75 di dibenzodiossine e 135 di dibenzofurani, come riportato nella seguente tabella.

Atomicità cloro	Serie omologhe	Breve descrizione	Numero di diossine e furani	
1	Mono	---	2	2
2	Bi	---	10	16
3	Tri	---	14	28
4	Tetra	TCDD/F	22	38
5	Penta	PCDD/F	14	28
6	Esa	HxCDD/F	10	16
7	Etta	HpCDD/F	2	4
8	Octa	OCDD/F	1	1
Congeneri totali			75	135

Composizione di cloro- dibenzodiossine e dibenzofurani.

Le proprietà tossicologiche dai mono ai tri - CDD/F sono “sotto dose”, quindi il termine “policlorodibenzodiossine - furani” riguarda per lo più solo le serie omologhe da tetra a octa.

I congeneri con sostituenti di cloro in posizione 2,3,7,8 sono chiamati “*classe 2,3,7,8*”, di cui sono note le proprietà tossicologiche.



*Struttura della formula della tetraclorodibenzodiossina 2,3,7,8.*

Le osservazioni più classiche della letteratura tecnica sulle dibenzo-p-diossine o dibenzoparadiossine riguardano principalmente la posizione simmetrica degli atomi di ossigeno nella struttura delle dibenzodiossine.

Gli studi sulle proprietà chimiche e fisiche delle diossine non sono completi e si hanno informazioni di dettaglio solo di alcuni composti. Gli isomeri di diverse serie omologhe hanno proprietà molto differenti. Il punto di fusione della diclorodibenzodiossina è di circa 89°C mentre è di 332°C per l’octadibenzodiossina. Anche nelle stesse serie omologhe con simili proprietà chimiche e fisiche esistono notevoli varietà tossiche.

PCDD e PCDF hanno percolati e base quasi insolubili ed hanno una bassa volatilità in condizioni di pressione atmosferica normale. D’altro canto, sono lipofilici e si concentrano nei tessuti adiposi animali ed umani. La solubilità in acqua, nei grassi e nel vapore in pressione, a seconda della percentuale di clorurazione, hanno i seguenti comportamenti:



STABILIMENTO DI TARANTO

- la solubilità in acqua diminuisce in modo strettamente logaritmico quando la percentuale di clorurazione aumenta, ed è generalmente molto bassa tra 1 µg/l e  $7,4 \cdot 10^{-5} \mu\text{g/l}$ ;
- la solubilità nei grassi aumenta con percentuali maggiori di clorurazione ed è circa 4 volte maggiore rispetto alla solubilità in acqua;
- la pressione di vapore di PCDD e PCDF mostra uno spostamento verso il basso con percentuali maggiori di clorurazione e diminuisce di circa un fattore di 8 per ogni cloro sostituito.

Le principali caratteristiche fisiche delle tetraclorodibenzodiossine 2,3,7,8 sono riportate nella tabella seguente:

Proprietà fisiche	Valore	Unità
Peso molecolare	321,97	
Punto di fusione	303 – 305	g/mol
Pressione di vapore	4,5	°C
Pressione critica	23,42	MPa (25° C)
Temperatura critica	661,3	atm
Volume critico	763	°C
Punto di ebollizione	440	cm <sup>3</sup> /g mol
Solubilità in:		°C
acqua	0,2	
metanolo	10	µg/l
xilolo	3580	mg/l
clorobenzene	720	mg/l
coefficiente di partizione:		mg/l
n-ottanolo/ acqua	$1,4 \cdot 10^7$	
suolo/ acqua	$1,0 \cdot 10^7$	
biota/ acqua	2000-3000	

*Proprietà fisiche del TCDD 2,3,7,8*





STABILIMENTO DI TARANTO

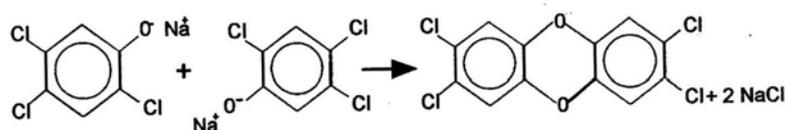
Il cambiamento dello stato di aggregazione del PCDD/F a seconda della temperatura è molto importante per la depurazione (abbattimento). I PCDD/F hanno un'emissione differente in base al tipo di impianto, all'utilizzo di calore in uscita e alla purificazione dei gas di scarico con temperature tra 60° C e 400° C. Lungo il camino il gas di scarico si raffredda, si condensa e viene assorbito da polvere e particelle sottili. Gli studi hanno dimostrato che con gas di scarico a temperature oltre i 300° C i PCDD/F sono perlopiù gassosi, ma se la temperatura è inferiore ai 70°C, sono assorbiti dalle particelle di polvere.

Policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani sono sostanze create da attività antropica ed il meccanismo di formazione di PCDD e PCDF può essere suddiviso in:

- reazione di condensazione
- reazione di sostituzione
- reazione dei radicali
- sintesi “*de novo*”

La reazione di condensazione è uno dei meccanismi di formazione “classici”. Si tratta della condensazione di due molecole di clorofenolo. I composti fenolici assorbiti dalla superficie della cenere volatile vengono clorurati per formare il precursore della diossina, mentre la diossina si forma come prodotto della rottura e successiva risistemazione del precursore.

La seguente figura mostra la formazione del TCDD 2,3,7,8 dal sale di sodio del triclorofenolo 2,4,5, come esempio di reazione di condensazione. Questo tipo di reazione preferisce una temperatura inferiore a 350° C.



Reazione di condensazione.



STABILIMENTO DI TARANTO

La sostituzione dell'idrogeno proveniente da dibenzodiossine e furani non alogenati o con un alogeno da parte del cloro forma le dibenzodiossine policlorurate. La sostituzione preferisce le posizioni 2,3,7,8 nella clorurazione con la presenza di un catalizzatore sotto forma di cloruro di metallo.

Anche la declorurazione dell'OCDD con la presenza di metallo nel TCDD ad alte temperature e la declorurazione con raggi UV vengono considerate reazioni di sostituzione.

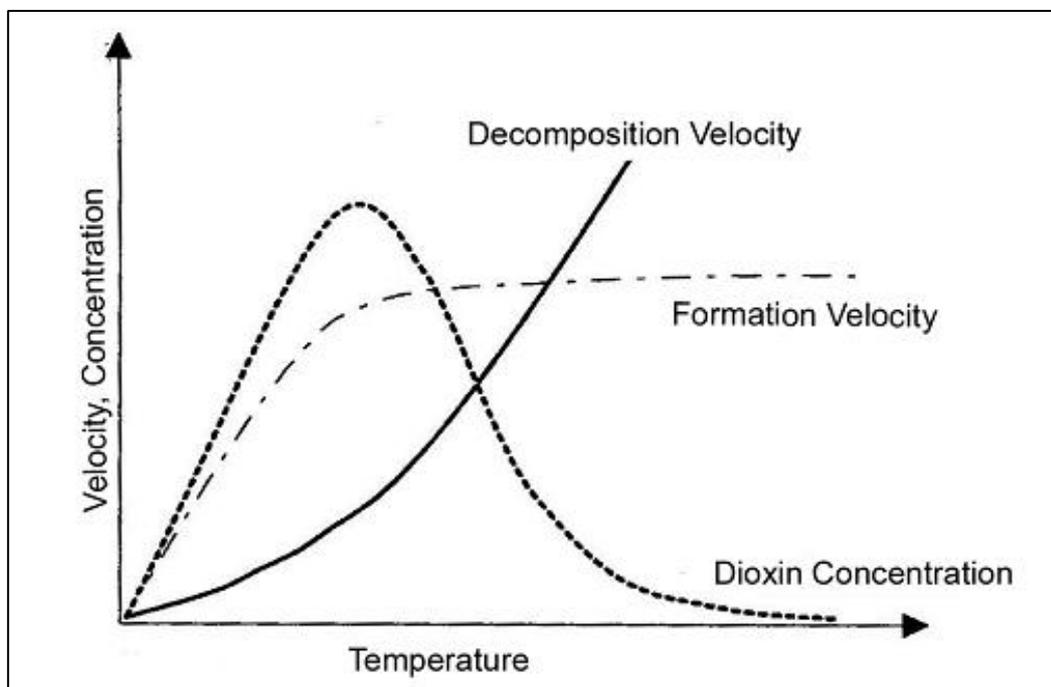
Le reazioni dei radicali sono un altro importante meccanismo di formazione di PCDD e PCDF. In questa reazione il precursore organico viene combusto con i composti del cloro ad una temperatura tra 300 e 600° C.

La sintesi “*de novo*” avviene ad una temperatura di 300 – 450° C formando composti di diossina e furano da materiali non clorurati, con presenza di composti di cloro e carbonio supportata da reazioni catalitiche con il metallo. Tale reazione è caratterizzata da un lungo tempo di reazione.

La formazione standard della diossina ha luogo tra 400 e 800° C. Oltre tale temperatura hanno inizio la pirolisi (decomposizione termica) e la reazione con l'ossigeno. Durante il processo di raffreddamento, la formazione delle diossine è possibile attraverso la reazione “*de novo*”. Queste reazioni opposte portano alla tipica dipendenza della diossina dalla temperatura, come rappresentato nella seguente figura.

La velocità di formazione mostra una curva di saturazione ed una velocità di decomposizione proporzionali alla temperatura.





*Concentrazione della diossina*

Esistono diverse teorie sul meccanismo di formazione di PCDD/F e molti aspetti sono ancora sconosciuti. In particolare non è chiaro quando il cloro e l'ossigeno entrino nella molecola o quanto importanti siano gli effetti catalitici.

Per stabilire il potenziale tossico di PCDD e PCDF sono stati introdotti i fattori di tossicità equivalente. Questi mostrano la tossicità di un determinato composto in relazione alla sostanza più tossica, il TCDD 2,3,7,8.

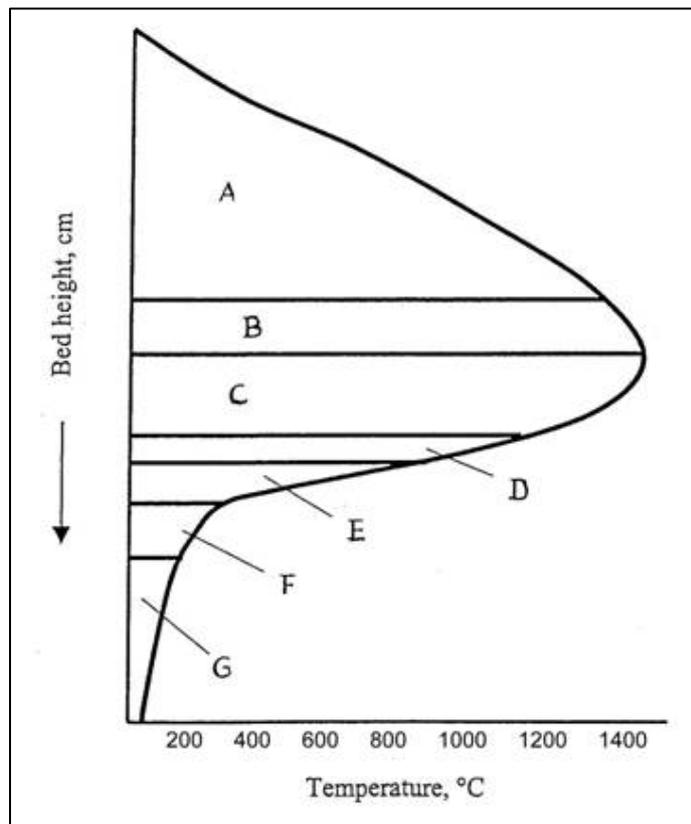
Dioxin congeners	TEF	Furan congeners	TEF
2,3,7,8-TCDD	1	2,3,7,8-TCDF	0.1
1,2,3,7,8-PeCDD	0.5	1,2,3,7,8-PeCDF	0.05
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	2,3,4,7,8-PeCDF	0.5
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1
OCDD	0.001	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1
		1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01
		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01
		OCDF	0.001

*Fattori internazionali di tossicità equivalente.*

Il TEF suddivide tutti i congeneri di PCDD/PCDF nei rispettivi gruppi omologhi ed assegna a ciascun gruppo un fattore di tossicità relativo al TCDD.

Questi fattori numerici possono essere quindi applicati nella trasformazione di varie concentrazioni di PCDD e PCDF nelle equivalenti concentrazioni di TCDD 2,3,7,8. La concentrazione di PCDD e PCDF è determinata analiticamente, mentre la concentrazione di ciascun cogenere viene moltiplicata al suo rispettivo valore TEF, quindi tutti i prodotti vengono sommati per dare un unico equivalente di TCDD 2,3,7,8.

Il processo di sinterizzazione può essere descritto come un reattore a letto non stazionario. La seguente figura mostra le più importanti reazioni chimiche e termiche nel letto di agglomerazione.



*Processi termici e chimici del letto di agglomerazione.*

Lo strato inferiore del letto di agglomerazione (G) viene portato ad una temperatura di 100° C attraverso il gas di processo degli altri strati. Questa zona è seguita da una zona di essiccazione (F). Dopo l'essiccazione della miscela disidratata (E), che avviene ad una temperatura tra 300 e 800° C, seguono l'espulsione dell'anidride carbonica e la riduzione (D). A partire da 900° C, inizia l'accensione del combustibile. La combustione porta il letto di agglomerazione tra 1250 e 1350° C. Il range di temperatura tra l'accensione del combustibile e la temperatura massima viene chiamato fronte di fiamma e zona di sinterizzazione (C). La temperatura massima dipende dalla composizione della miscela e dal contenuto di combustibile solido ivi presente. Dopo la combustione e la zona di sinterizzazione, l'agglomerato viene riossidato (B) e raffreddato dal flusso di gas (A).

Nella miscela della linea di agglomerazione, la reazione avverrà dalla parte superiore (accensione) alla parte inferiore del letto di agglomerazione come rappresentato nella seguente figura.

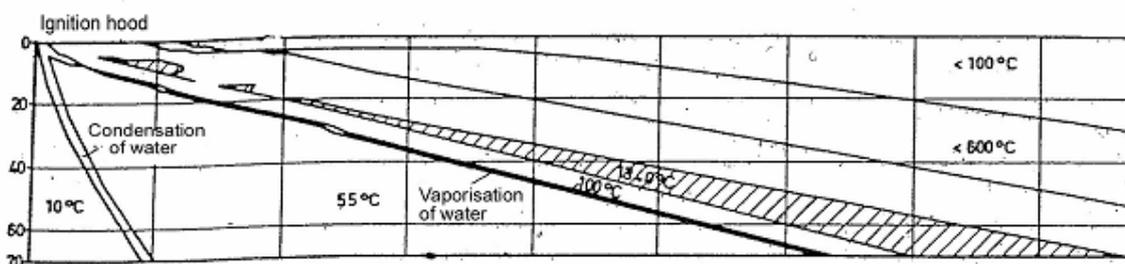
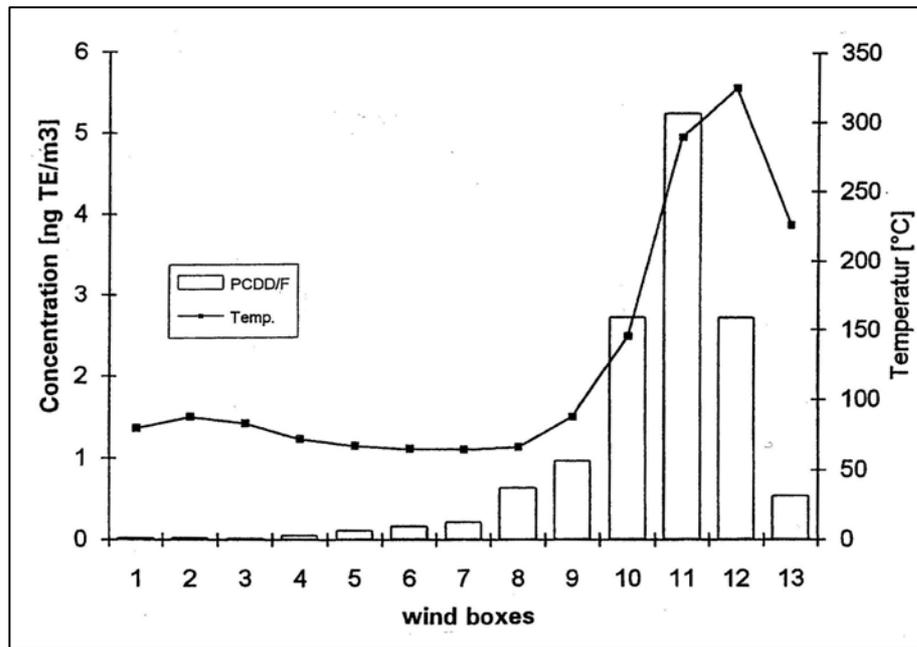


Fig. 11: Temperatura di reazione dell'agglomerato (1340° C)

Nel processo di agglomerazione per la presenza della matrice organica, dell'ossigeno, dei composti clorurati, di metalli che possono svolgere attività catalitica e delle condizioni di temperatura si può avere la formazione di PCDD/F, la cui distribuzione lungo il profilo della macchina di agglomerazione assume l'andamento tipico riportato nella seguente figura.



*Andamento tipico di PCDD/F e temperature alle wind boxes*



STABILIMENTO DI TARANTO

### 3.2 Tecniche per la riduzione delle emissioni di PCDD/F

Le tecniche di abbattimento per la riduzione delle emissioni di PCDD/F possono essere suddivise in:

- tecniche di processo;
- tecniche “*process integrated*” ossia integrate con il processo;
- tecniche “end of pipe” ossia di abbattimento a valle.

#### 3.2.1 Tecniche di processo

La formazione delle emissioni di diossine e furani sugli impianti di agglomerazione può dipendere da diversi fattori ed in molti casi non esistono delle correlazioni dirette, ma solo delle tendenze di massima. Per tale ragione il livello di diossine e furani in emissione in relazione all’applicazione di una o più tecniche di processo deve essere considerato solo come un risultato atteso e non come un dato certo.

Le tecniche di processo non permettono di ottenere livelli di emissione di PCDD/F  $\leq 0,4 \text{ ng TEQ/Nm}^3$ .

Le tecniche di processo che possono portare ad una riduzione del livello di diossine in emissione sono le seguenti:

➤ Apertura del circuito delle polveri captate dagli elettrofiltri

Le polveri captate dagli elettrofiltri presentano una significativa concentrazione di composti clorurati. Essendo le diossine e i furani delle molecole clorate, la loro formazione è anche influenzata dalla presenza di cloro. Per tale ragione l’apertura del circuito delle polveri captate dagli elettrofiltri, evitando quindi il loro riciclo nella miscela di agglomerazione, permette una riduzione della formazione di PCDD/F.

Tale tipo di tecnica viene generalmente applicata sugli impianti di agglomerazione dotati di elettrofiltri con apertura del circuito polveri relativamente all'ultimo campo degli elettrofiltri. Sull'impianto di agglomerazione di Taranto è stata realizzata l'apertura completa del circuito polveri captate dagli elettrofiltri MEEP, che è stata estesa anche agli elettrofiltri ESP.

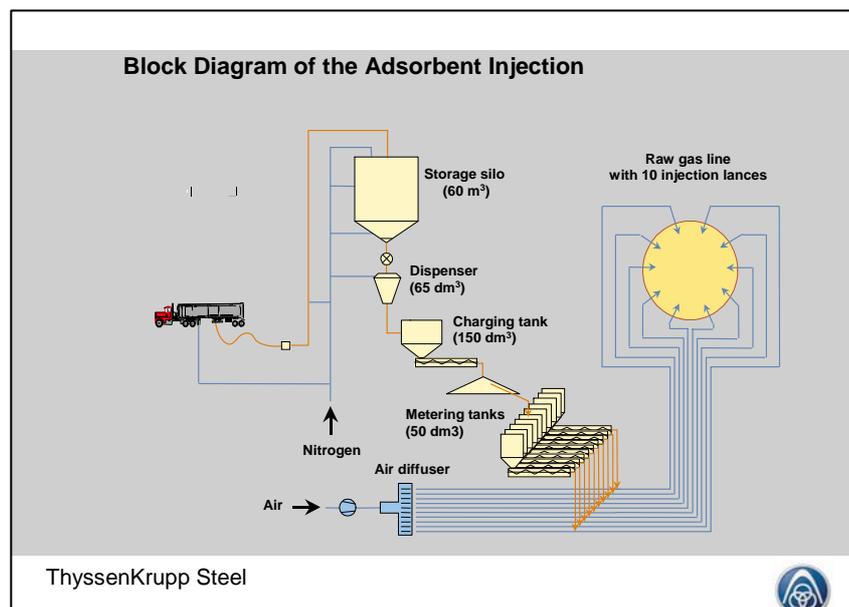
➤ Iniezione di polvere di carbone a monte degli elettrofiltri

Tale tecnica consiste nella iniezione di polvere di carbone a monte degli elettrofiltri che esercita un'azione adsorbente delle diossine e furani.

La polvere di carbone unitamente alle polveri dei fumi di processo di agglomerazione vengono poi abbattute nell'elettrofiltro ed il livello totale di diossine e furani emessi ne risulterebbe conseguentemente ridotto.

Tale tipo di sistema, in particolare, è stato oggetto di realizzazione nel 2004 sulle tre linee di agglomerazione dello stabilimento siderurgico di Duisburg della Thyssen Krupp, che è stato oggetto di visita da parte di tecnici ILVA.

Il sistema di iniezione nel condotto fumi a monte dell'elettrofiltro è rappresentato dalla seguente figura.



*Sistema di iniezione assorbenti a monte elettrofiltri*



STABILIMENTO DI TARANTO

L'iniezione deve essere effettuata in modo tale che vi sia un tempo di permanenza sufficiente a consentire l'azione di assorbimento delle diossine e furani sulla polvere di lignite che viene poi ad essere abbattuta nell'elettrofiltro.

Ciò implica la necessità di una sufficiente distanza tra il punto di iniezione e l'ingresso negli elettrofiltri. Nel caso dell'impianto di agglomerazione di Taranto tale distanza risulta essere molto limitata come riscontrabile dalla vista in pianta riportata in allegato-2 (vedere condotti di uscita linea – ingresso elettrofiltri ESP), per cui l'implementazione di un tale tipo di sistema risulterebbe essere del tutto inefficace.

In aggiunta tale tecnica comporta significativi rischi di incendio dei precipitatori elettrostatici in quanto le scariche elettriche, che si generano all'interno degli elettrofiltri, determinano le condizioni per l'accensione della polvere di carbone iniettata. Rischio di incendio peraltro evidenziato **al punto 2, paragrafo 5.2.2, allegato III del DM 31/01/2005** relativo alle linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili (a stralcio di seguito riportato).

Nella quasi totalità degli impianti di agglomerazione europei l'abbattimento delle emissioni è realizzato con precipitatori elettrostatici.

I precipitatori tecnologicamente avanzati possono essere sostitutivi degli elettrofiltri tradizionali, oppure essere installati, ove possibile, a valle di questi ultimi, ottenendo in quest'ultimo caso un più elevato rendimento di abbattimento complessivo. In alternativa, nel caso di impianti esistenti, la tecnica MEEP può essere installata sull'ultimo campo di un elettrofiltro tradizionale. Il tipo di soluzione che può essere adottata dipende dalla situazione impiantistica e di lay-out specifica del sito.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso dell'adozione della tecnica di iniezione di polvere di carbone e/o altri additivi per la riduzione delle emissioni di PCDD/F, per evitare rischi di incendio.

*Stralcio punto 2, paragrafo 5.2.2, allegato III del DM 31/01/2005*





STABILIMENTO DI TARANTO

Inoltre tale tecnica comporta incremento della polverosità in uscita dagli elettrofiltri per effetto del carico aggiuntivo di polvere di carbone e inerti iniettati a monte degli elettrofiltri che conseguentemente non vengono completamente abbattuti.

Per il complesso delle suddette ragioni tale tecnica non risulta essere applicabile all'impianto di agglomerazione di Taranto.

➤ Additivazione di urea nella miscela di agglomerazione

Tale tecnica consiste nell'additivare urea nella miscela di agglomerazione. L'effetto di riduzione delle emissioni di diossina e furani con l'utilizzo di urea viene spiegato in relazione al potere riducente dell'urea e alla sua capacità di formare complessi stabili con metalli catalizzanti la formazione delle diossine, riducendone quindi il potere catalitico, ossigenante e clorurante. Inoltre la natura alcalina dell'additivo tende a neutralizzare l'acidità di Cl<sub>2</sub> e di HCl che prendono parte alle reazioni di formazione delle diossine e furani.

Al termine degli studi di R. Pütz, nel 1996 e di A. Köfler, nel 1999, i risultati ottenuti con l'aggiunta di urea sono stati pubblicati nel 2000 nel Regno Unito.

La Corus (UK) ha reso noto che l'emissione di PCDD/F potrebbe essere ridotta di una quantità pari quasi la metà del valore iniziale, aggiungendo solo una piccola quantità di urea nella miscela di agglomerazione.

Nel 2002 sono stati effettuati degli esperimenti con un simulatore pilota della IRSID in cui, con l'aggiunta di urea, si è ridotta l'emissione del PCCD/F di circa il 50%; è stata sufficiente una piccola quantità (0,03% circa), oltre la quale non si è avuto alcun ulteriore miglioramento di performance. Nella stessa ricerca è stato riportato che, in alcuni test sulla linea di Charleroi, l'aggiunta di urea ha potuto ridurre l'emissioni di PCDD/F del camino principale dell'impianto di agglomerazione con risultati soddisfacenti.



#### STABILIMENTO DI TARANTO

Il comitato giapponese composto da università e stabilimenti siderurgici (progetto SDD, avviato nel 1997) ha classificato i diversi meccanismi di formazione della diossina nel processo di agglomerazione; i test con simulatore hanno dimostrato l'importanza di Cl e Cu. Sono stati discussi gli inibitori di reazione contenenti azoto come l'ammoniaca, l'urea, l'ammina, in quanto capaci di sopprimere la formazione di diossina durante il processo di sinterizzazione; due possibili meccanismi consistono nel fatto che gli inibitori rilasciano  $\text{NH}_3$ , che si combina a Cl per ridurre il potenziale di clorurazione, e poi vengono adsorbite su Cu attraverso la formazione di composti di N-Cu, inibendo in tal modo l'effetto catalizzatore di Cu.

Tenendo conto delle possibilità di riduzione delle emissioni di PCDD/F attraverso l'utilizzo di urea e della concreta possibilità di implementazione sull'impianto di agglomerazione di Taranto, è stato condotto un ulteriore approfondimento da parte dei tecnici ILVA presso alcuni impianti di agglomerazione in cui viene utilizzata tale tipo di tecnica. Gli impianti visitati sono stati i seguenti:

- Servola (Lucchini - Italia)
- Chalreroi (Duferco - Belgio)
- Redcar (Corus – Inghilterra)

L'impianto di agglomerazione di Servola è un impianto molto piccolo, la cui realtà non può essere presa a riferimento per nessun impianto di agglomerazione europeo, infatti è da considerare che la superficie della macchina di agglomerazione è di soli  $42 \text{ m}^2$ . L'impianto di agglomerazione di Taranto ha invece una superficie totale di  $944 \text{ m}^2$  (2 linee x  $472 \text{ m}^2$ ) e quelle delle linee di agglomerazione degli altri due impianti oggetto di visita sono rispettivamente di  $230 \text{ m}^2$  (Charleroi) e  $336 \text{ m}^2$  (Redcar).



STABILIMENTO DI TARANTO

L'impianto di abbattimento dei fumi di processo di Servola è costituito da un elettrofiltro a secco tradizionale seguito da un elettrofiltro ad umido denominato WetFine, mentre gli impianti di agglomerazione di Charleroi e di Redcar sono dotati di soli elettrofiltri a secco tradizionali.

Su tutti e tre gli impianti visitati l'urea utilizzata è di tipo solido approvvigionata in sacchi. Il sistema di additivazione nella miscela di agglomerazione è costituito da un silo di polmonazione e da un sistema di distribuzione e dosaggio. In tutti i siti visitati particolare importanza è stata data all'esame delle soluzioni più idonee atte ad evitare fenomeni di impiccamento dell'urea essendo un materiale igroscopico.

La percentuale di urea utilizzata non supera lo 0,05% della carica di omogeneizzato, con valori mediamente utilizzati dello 0,03%.

Tenendo conto delle possibilità di riduzione delle emissioni di PCDD/F attraverso l'utilizzo di urea e della concreta possibilità di implementazione di tale tipo di tecnica sull'impianto di agglomerazione di Taranto sono state programmate delle prove di additivazione urea per verificare il relativo effetto di abbattimento.

Le prove effettuate e i risultati conseguiti sono di seguito riportati.



STABILIMENTO DI TARANTO

### 3.2.1.1 Prove con utilizzo di urea e risultati ottenuti

L'urea utilizzata durante le prove è quella solida, dello stesso tipo utilizzata negli altri impianti di agglomerazione oggetto di visita.

Le misurazioni sono state effettuate al camino E 312 dove le prese per il campionamento dell'effluente gassoso sono collocate ad un'altezza di 53 metri dal piano campagna.

In tale sezione di campionamento è stata appositamente realizzata una passerella, come rappresentato in allegato-3, per consentire l'effettuazione delle rilevazioni di PCDD/F secondo la norma EN 1948 1-2-3:2006.

Il valore di diossine e furani viene calcolato effettuando la somma dei congeneri previamente moltiplicati per il rispettivo fattore di tossicità equivalente relativo alla 2,3,7,8-TetraCDD (I-TEF) di seguito riportati:

CONGENERI	NATO TEF	CONGENERI	NATO TEF
2,3,7,8-TetraCDD	1	1,2,3,7,8-PentaCDF	0,05
1,2,3,7,8-PentaCDD	0,5	1,2,3,4,7,8-EsaCDF	0,1
1,2,3,4,7,8-EsaCDD	0,1	1,2,3,6,7,8-EsaCDF	0,1
1,2,3,6,7,8-EsaCDD	0,1	2,3,4,6,7,8-EsaCDF	0,1
1,2,3,7,8,9-EsaCDD	0,1	1,2,3,7,8,9-EsaCDF	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,01	1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,01
OctaCDD	0,001	1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0,01
2,3,7,8-TetraCDF	0,1	OctaCDF	0,001
2,3,4,7,8-PentaCDF	0,5		

Sono sintetizzati in allegato-4 risultati delle prove senza l'utilizzo di urea (comprensivi dei valori rilevati da Arpa Puglia nel febbraio 2008) e i risultati delle prove con utilizzo di urea (comprensivi dei valori rilevati da Arpa Puglia e CNR nel giugno 2008) con una additivazione di urea mediamente dello 0,05% in peso sull'omogeneizzato.



STABILIMENTO DI TARANTO

Tali risultati, come rappresentati nel grafico in allegato-5, mostrano un chiaro effetto dell'urea sulla riduzione delle emissioni di PCDD/F dall'impianto di agglomerazione.

In sintesi si riporta di seguito la media dei valori di concentrazione rilevati senza e con utilizzo di urea, dai quali deriva un abbattimento medio di ca. il 52 %:

- Concentrazione media PCDD/F (*senza urea*) : 6,91 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>
- Concentrazione media PCDD/F (*con urea*) : 3,32 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>
  
- Riduzione percentuale : 51,9 %

Conseguentemente alla verifica dell'efficacia dell'urea sulla riduzione delle emissioni di PCDD/F, si è dato seguito alle attività per la progettazione e realizzazione dell'impianto industriale di additivazione urea descritto nel paragrafo seguente.

### 3.2.1.2 Eventuali problemi connessi con l'utilizzo di urea

Dal punto di vista tecnico sono stati riscontrati effetti di sporco delle condotte e degli elettrofiltri in caso di eccessivo dosaggio dell'urea, condizione che si è verificata sull'impianto di Servola dove nelle prove erano partiti con un dosaggio ca. 10 volte superiore a quello realizzato in altri impianti. Con il ridimensionamento del dosaggio di urea tale tipo di problematica non si è più verificata.

Dal punto di vista emissivo, essendo l'urea un composto di natura ammoniacale avente la seguente formula chimica  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , in fase di decomposizione si potrebbe avere formazione di ammoniaca che potrebbe essere presente nei fumi di processo di agglomerazione. Tuttavia rilevazioni effettuate dal CNR e dalla stessa Arpa Puglia





STABILIMENTO DI TARANTO

nella campagna di rilevamento di giugno 2008, in cui si è utilizzata urea, sono stati rilevati valori di  $\text{NH}_3$  praticamente trascurabili.

Di seguito sono riportati i valori rilevati dal CNR e quelli rilevati da Arpa Puglia.

□ Dati rilevati dal CNR-IIA

6.2.1. CERTIFICATO ANALITICO N° D475, D476, D477 AMMONIACA			
(pagina 1 di 1)			
Informazioni generali			
Punto di emissione	E312		
Reparto	Impianto di agglomerazione AGL2		
Modalità di prelievo ed Analisi	Effettuato da tecnici del CNR-IIA secondo Metodica Unichim n°632		
Nome Campione	<b>D475</b>	<b>D476</b>	<b>D477</b>
Data del prelievo	25/06/2008	25/06/2008	25/06/2008
Ora del prelievo	15.11+16.11	16.20+17.20	17.32+18.32
Volume campionato	0.05088 Nm <sup>3</sup>	0.05351 Nm <sup>3</sup>	0.05090 Nm <sup>3</sup>
Volume campionato Umido	0.05405	0.05684	0.05407
Concentrazione mg/Nm <sup>3</sup> Secchi	1.89	0.71	0.81
Concentrazione mg/Nm <sup>3</sup> Umidi	<b>1.78</b>	<b>0.67</b>	<b>0.76</b>



STABILIMENTO DI TARANTO

□ **Dati rilevati da Arpa Puglia (da Stralcio relazione tecnica 3° campagna di monitoraggio)**

In tale rapporto viene specificato che:

“Nel corso dei campionamenti al camino dei giorni 23, 24 e 26 giugno 2008, sono stati effettuati rilevamenti per determinare il contenuto di ammoniaca nei fumi emessi, in seguito all’aggiunta di urea nel materiale alimentato alle due linee di agglomerazione.

In Tab. 8 sono riportati i risultati ottenuti dalle rilevazioni.

**Tab. 8 – Ammoniaca nei fumi emessi dal camino E312**

<b>Data</b>	<b>NH<sub>3</sub> mg/Nm<sup>3</sup></b>
<b>23/6/08</b>	<b>2,3</b>
<b>24/6/08</b>	<b>1,8</b>
<b>26/6/08</b>	<b>1,9</b>

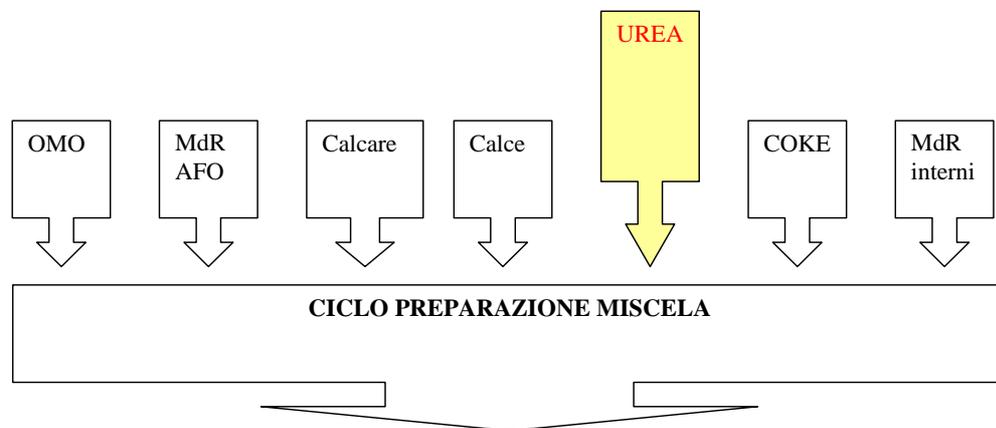
Le concentrazioni di ammoniaca rilevate sono tutte notevolmente inferiori rispetto al valore limite riportato dal D.Lgs. 152/06 per l’ammoniaca (Allegato I alla parte Quinta del Decreto 152/06, Parte II, Tab. B, Classe IV: 300 mg/Nm<sup>3</sup>).”



STABILIMENTO DI TARANTO

### 3.2.1.3 Descrizione e caratteristiche progettuali dell'impianto di additivazione urea

L'urea, dovendo svolgere la sua azione inibente durante la fase di sinterizzazione, deve essere inserita nel ciclo produttivo nella fase di preparazione della miscela e pertanto lo schema di flusso impiantistico sarà quella di seguito riportata.



A tale scopo è stata prevista la realizzazione di due silo di stoccaggio, uno per ogni linea di agglomerazione, con caratteristiche tali da evitare fenomeni di impaccamento conseguenti a umidità incontrollate del prodotto. Ogni silo, che avrà una capacità di 100 mc, sarà installato nei pressi del nastro trasportatore sul quale confluiscono i vari componenti della miscela. Il caricamento dei silo potrà avvenire tramite big bags, con l'ausilio di paranco che solleverà i big bags dal piano di calpestio fino alla sommità del silo stesso, o tramite un sistema di carico pneumatico per poter consentire lo scarico di autocisterne. Il fondo del silo sarà del tipo vibrante ed in acciaio inox per poter garantire l'evacuazione del prodotto e la continuità di utilizzo dello stesso in miscela. Il sistema di dosaggio sarà costituito da una coclea estrattrice in acciaio inox anti-aderente e con elica riportata con materiale anti-usura su tutta la lunghezza per il dosaggio continuo del prodotto (portata 0÷1500 Kg/h).





STABILIMENTO DI TARANTO

L'impianto sarà interfacciato con i cicli esistenti con centralina di regolazione e PLC comandabile dalla attuale sala di controllo della linea di agglomerazione.

In allegato-6 è riportata la planimetria con la localizzazione del sistema di additivazione urea. In allegato-7 è riportata la relativa vista in sezione ed in allegato-8 è riportato il sistema di caricamento del silo.



STABILIMENTO DI TARANTO

### 3.2.2 Tecniche “process integrated”

Alla categoria di tecniche “*process integrated*” fa parte la tecnologia di ricircolo dei fumi sulla macchina di agglomerazione, nelle varianti di riciclo totale o ricircolo parziale.

Tali tecniche, che nascono per un contenimento dei consumi energetici, porterebbero anche ad una riduzione del livello di diossine e furani in quanto le diossine e furani presenti nei fumi ricircolati sulla macchina di agglomerazione, venendo a contatto con gli strati di materiale ad elevata temperatura, dovrebbero demolirsi determinando complessivamente un effetto di riduzione alle emissioni.

Tuttavia la termodemolizione non è un effetto certo in quanto nel letto di agglomerazione vengono ad instaurarsi fenomeni di permeazione dei fumi senza che essi siano sottoposti all'effetto dell'elevata temperatura, facendo venir meno quindi l'effetto di termodemolizione delle diossine e furani.

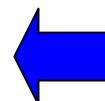
Non sono inoltre trascurabili i problemi di sicurezza legati alla presenza di monossido di carbonio nei fumi, i quali ricircolati sulla macchina di agglomerazione possono diffondersi nell'ambiente di lavoro con evidenti rischi di avvelenamento del personale operativo, così come anche evidenziato al **punto 2, paragrafo 5.2.2, allegato III del DM 31/01/2005** relativo alle linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili (a stralcio di seguito riportato).



STABILIMENTO DI TARANTO

Il ricircolo dei fumi di processo può essere adottato su nuovi impianti dove, in fase progettuale, potrebbe essere possibile:

- superare i problemi di lay-out;
- ottimizzare il sistema di recupero in modo da rendere apprezzabile l'entità del recupero energetico;
- adottare le più idonee misure di contenimento atte a limitare la possibile dispersione di fumi contenenti monossido di carbonio nell'ambiente di lavoro con rischi di avvelenamento del personale addetto, cosa che invece non è possibile assicurare nel caso di impianti esistenti;
- contenere i costi realizzativi che per un sistema di tale tipo risulterebbero proibitivi in particolar modo per gli impianti esistenti.



*Stralcio punto 2, paragrafo 5.2.2, allegato III del DM 31/01/2005*

L'utilizzazione di tale tecnica è stata oggetto di verifica, nel corso del 2007, da parte dei tecnici ILVA sugli impianti di agglomerazione di:

- Jimuiden della Corus in Olanda (Sistema a ricircolo totale dei fumi);
- Linz della Voest Alpine in Austria (Sistema a ricircolo parziale dei fumi).

Tali impianti sono gli unici impianti europei in cui è installata tale tipo di tecnica.

Nell'ambito di tali visite è stata riscontrata:

- l'effettiva esistenza dei suddetti rischi legati alla presenza del monossido di carbonio, tant'è che gli impianti erano particolarmente accessoriati di sistemi di controllo e allarmistica;
- la sussistenza di notevoli problemi di corrosione per effetto della presenza nei fumi di ossidi di zolfo che portano alla formazione di condense acide in particolar modo nei punti del circuito a più bassa temperatura.
- la complessità impiantistica che determina notevoli problemi di inserimento nel contesto del lay-out esistente, tanto è vero che tali sistemi non sono stati realizzati in altri impianti di agglomerazione europei esistenti. E' una tecnologia che può essere presa in considerazione nel caso di realizzazione di nuovi impianti di agglomerazione.



STABILIMENTO DI TARANTO

### 3.2.3 Tecniche “end of pipe”

Alla categoria di tecniche “end of pipe” fa parte, oltre alla tecnologia degli stessi elettrofiltri, la tecnologia di abbattimento che utilizza:

- filtri ad umido
- filtri a tessuto con iniezione di polvere di carbone e calce idrata
- filtri a carbone attivo (Dry FGCS)

L’adozione di **filtri ad umido**, come già evidenziato in premessa, ha riguardato solo 4 linee di agglomerazione in Europa e con una portata fumi notevolmente ridotta come ad esempio l’impianto di Servola (Trieste). In tali impianti più piccoli si ha infatti:

- un più ridotto fabbisogno di acqua per l’abbattimento;
- impianti di trattamento delle acque di dimensioni comuni.

Dal punto di vista dimensionale infatti è da considerare che l’impianto di agglomerazione di Servola ha una macchina di agglomerazione di soli 42 m<sup>2</sup> mentre l’impianto di Taranto è oltre 20 volte più grande.

L’altro impianto europeo che ha un sistema di abbattimento ad umido è quello presente sulle tre linee di Jimuiden, dove appunto la portata fumi è ridotta avendo realizzato il sistema di ricircolo fumi come specificato al punto precedente.

Il sistema di abbattimento ad umido che invece era stato installato alla Voest Alpine di Linz, primo esempio di impianto ad umido realizzato su un impianto di agglomerazione, è stato eliminato, rendendo evidente come tale tipo di tecnologia non sia risultata soddisfacente sia sotto il profilo delle reali performance di abbattimento che sotto il profilo gestionale.





STABILIMENTO DI TARANTO

L'adozione di **filtri a tessuto** per l'abbattimento delle emissioni di processo degli impianti di agglomerazione non ha trovato una diffusa applicazione sugli impianti di agglomerazione per le seguenti principali motivazioni:

- elevata temperatura dei fumi;
- particolari caratteristiche di abrasività e coesività delle polveri presenti nei fumi di processo;
- elevata perdita di carico indotta dai filtri a tessuto che richiede l'introduzione di booster aggiuntivi con notevoli consumi energetici;
- dimensioni notevoli non compatibili in molti casi con l'impiantistica esistente.

Le suddette problematiche sono anche evidenziate al punto 2, paragrafo 5.2.2, allegato III del DM 31/01/2005 relativo alle linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili (a stralcio di seguito riportato), dove inoltre sono specificatamente riportate le problematiche relative:

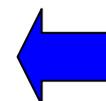
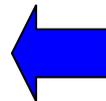
- alla necessità di escludere i filtri a tessuto dal circuito, mediante appositi by-pass, durante le fasi di avviamento e fermate impianto con evidenti riflessi in termini di aumento di polveri e di altri inquinanti ad esse associate;
- ai rischi di incendio connessi all'iniezione di polvere di carbone a monte dei filtri a tessuto per l'abbattimento di diossine e furani.



STABILIMENTO DI TARANTO

L'applicazione di filtri a tessuto per la depolverazione dei fumi di agglomerazione è una tecnica raramente applicata per l'elevata abrasività delle polveri, per effetti di impaccamento delle maniche filtranti per la presenza di alcali, per l'elevata perdita di carico che i filtri a tessuto determinano con conseguente significativo aumento dei consumi energetici anche in relazione agli elevati volumi di gas da trattare, per problemi di lay-out particolarmente rilevanti nel caso di impianti esistenti. I filtri a tessuto necessitano di essere esclusi dalla filtrazione in fase di avviamento e fermate impianti, ove in particolare la temperatura fumi è più bassa del dew-point.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso di adozione della tecnica di iniezione di polvere di carbone e/o altri additivi per la riduzione delle emissioni di PCDD/F, per evitare rischi di incendio.



*Stralcio punto 2, paragrafo 5.2.2, allegato III del DM 31/01/2005*

Inoltre non è da sottovalutare il problema dei residui che, oltre ai maggiori volumi prodotti, per la presenza di sostanze pericolose potranno non essere smaltiti in discarica.

Solo negli ultimi anni, lo sviluppo di maniche filtranti in grado di resistere a più elevate temperature, ha permesso di sperimentare l'introduzione di filtri a tessuto nella depurazione dei fumi primari di agglomerazione e per i quali si stanno facendo le prime esperienze europee su dimensioni impiantistiche pari a 1/4 dell'impianto di agglomerazione di Taranto. Allo stato attuale però non esiste un' adeguata garanzia di affidabilità nel tempo dei pochi impianti di abbattimento a tessuto installati ed esercizio da soli 1-2 anni, anche perchè dai sopralluoghi effettuati sono emerse una serie di problematiche (ad es.: rotture maniche, necessità di by-pass impianto, ecc...).

E' da tener presente che l'impianto di agglomerazione di Taranto nel suo complesso è il più grande in Europa così come si evince dalla tabella riportata in allegato-9 in cui è indicata la superficie di ogni macchina di agglomerazione. La maggior parte





STABILIMENTO DI TARANTO

degli impianti europei è dotata solo di elettrofiltri installati sui seguenti impianti di agglomerazione:

- **Belgio** (Carsid/Marcinelle; Arcelor/Gent – 2 linee; Arcelor/Ougrè);
- **Finlandia** (Rautaruukki/Raahe);
- **Francia** (Arcelor/Dunkerque – 2 linee; Arcelor/Rombas – 2 linee; Sait Gobain Pam/Pont A. Musson);
- **Germania** (Thyssen Krupp/Schwelgen – 3 linee; HKM/Huckingen; Saltzgitter; Rogesa/Dillingen – linea n.3; Arcelor Ecostahl – Eisehüttenestadt);
- **Spagna** (Arcelor/Gijon – 2 linee)
- **Inghilterra** (Corus/Scunthrope – 2 linee, Corus/Port Talbot, Corus/Redcar)
- **Italia** (Ilva/Taranto – 2 linee)

Solo l'impianto di agglomerazione di Taranto è dotato di elettrofiltri MEEP (**M**oving **E**lectrode **E**lectrostatic **P**recipitator) installati a valle degli elettrofiltri ESP di tipo tradizionale a placche fisse, che nel complesso determina incontrovertibilmente un più elevato livello di abbattimento delle polveri e di altri inquinanti ad esse associati (tra cui le diossine e furani), rispetto agli altri impianti europei che sono solo dotati di elettrofiltri ESP.

Efficienza di abbattimento che è stata ulteriormente migliorata a seguito degli interventi di rifacimento sugli elettrofiltri ESP: E81, E91, D81 e D91 previsti nel piano di adeguamento BAT.

Nella tabella in allegato-9 relativa agli impianti europei è riportata l'indicazione dei pochi impianti con realizzazioni di “filtri ad umido” e di “filtri a tessuto”.

Le realizzazioni di filtri a tessuto riguardano impianti di piccole dimensioni. Solo la linea di agglomerazione di Fos Sur Mer dell'Arcelor Mittal è paragonabile ad una delle due linee di Taranto, ma anche qui la realizzazione sperimentale, con sostegno finanziario anche della comunità europea, è stata realizzata solo sul 50% dei fumi.





STABILIMENTO DI TARANTO

Tale tecnologia quindi non è ancora consolidata tenendo anche presente che le ultime realizzazioni riguardano ben tre dei cinque siti europei, con entrata in esercizio nel periodo 2006÷2008. Tali realizzazioni riguardano i siti di :

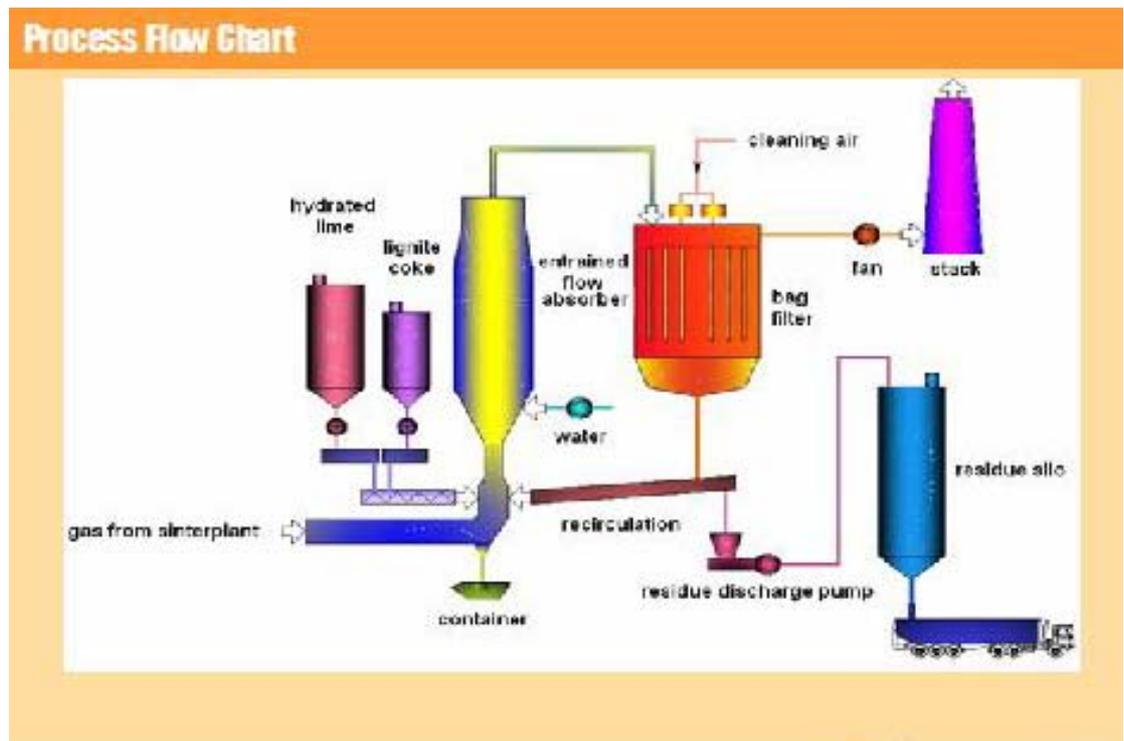
- Fos Sur Mer dell'Arcelor Mittal in Francia (realizzazione di Alstom Power);
- Linz della Voest Alpine in Austria (realizzazione di Siemens VAI);
- Dillingen della Rogesa in Germania (realizzazione Paul Wurth).

Per l'approfondimento della tecnologia di filtri a tessuto applicata ai fumi di processo di agglomerazione e per l'analisi delle relative problematiche sono state quindi interessate, dall'ultimo trimestre 2007, le società (Alstom Power – Siemens VAI - Paul Wurth), ognuna delle quali ha recentemente realizzato nei suddetti siti europei un sistema di abbattimento a tessuto su fumi di processo di agglomerazione con relativa iniezione di polvere di carbone a monte del filtro per la riduzione delle emissioni di PCDD/F.

E' stata altresì contattata la società Kuttner che ha realizzato un sistema di filtrazione a tessuto sull'impianto di agglomerazione di Donawitz della Voest Alpine che è di piccole dimensioni, con una linea di agglomerazione che è ¼ di una delle due linee di agglomerazione di Taranto. Tuttavia non sono stati condotti ulteriori approfondimenti su tale impianto sia per le piccole dimensioni, ma anche in considerazione del fatto che la stessa Voest Alpine non ha preso in considerazione tale tipo di tecnologia per l'impianto di Linz.

Non è stato altresì preso in considerazione la realizzazione di filtro a tessuto sull'impianto di agglomerazione di Bremen in Germania, sia per le piccole dimensioni dell'impianto ma anche perché trattasi del primo impianto prototipo in Europa, realizzato dalla Paul Wurth e che la stessa società realizzatrice non riconosce più come proprio impianto dal momento in cui, a seguito di notevoli problemi riscontratisi durante il suo esercizio, sono stati apportati una serie di adattamenti da parte di altre società che hanno cambiato la configurazione originaria.

Il principio di funzionamento dei sistemi di filtrazione a tessuto sugli impianti di agglomerazione è simile a tutte le realizzazioni ed è di seguito schematizzato.



In particolare i fumi provenienti dall'impianto di agglomerazione attraversano un reattore dove vengono a contatto con la polvere di coke di lignite e calce idrata iniettati a monte del reattore. Il carbone attivo esercita l'azione di adsorbimento della diossina mentre la calce ha sia la funzione di pre-coating delle maniche che di parziale assorbimento degli ossidi di zolfo con formazione di solfato di calcio.

In uscita dal reattore i fumi vengono inviati al filtro a tessuto dove sulle maniche filtranti si ha la separazione della polvere dall'aeriforme. L'aeriforme depolverato, dopo aver attraversato il ventilatore di aspirazione necessario per superare tutte le perdite di carico del circuito, viene convogliato al camino.



STABILIMENTO DI TARANTO

La polvere separata dal filtro in parte viene fatta ricircolare nel reattore ed in parte viene evacuata andando a costituire il materiale da dover smaltire. Per effetto di tale ricircolo la concentrazione della polvere in ingresso al filtro è dell'ordine di  $1000 \text{ g/Nm}^3$  (ossia  $1.000.000 \text{ mg/Nm}^3$ ) per cui l'integrità delle maniche filtranti è un elemento basilare per evitare fenomeni emissivi ancor più elevati rispetto ad un sistema di abbattimento con elettrofiltri.

In particolare l'integrità delle maniche filtranti non è assicurata dalle condizioni severe di esercizio per l'elevata temperatura fumi, dal notevole carico di polvere a monte del filtro e dalle stesse caratteristiche di abrasività e coesività delle polveri.

Per la verifica delle suddette tre realizzazioni europee, sono stati effettuati da parte dei tecnici ILVA, congiuntamente con le ditte realizzatrici dei sopralluoghi sulle suddette ultime tre realizzazioni europee.

Elemento comune alle suddette realizzazioni era la disponibilità di spazi per cui è stato possibile realizzare gli impianti off-line, senza interazione con l'esercizio dell'impianto di agglomerazione, effettuando a fine realizzazione il solo collegamento del condotto fumi.

Di seguito vengono riportati i principali aspetti sui sopralluoghi effettuati agli impianti di:

- Fos Sur Mer dell'Arcelor Mittal in Francia;
- Linz della Voest Alpine in Austria;
- Dillingen della Rogesa in Germania.



STABILIMENTO DI TARANTO

➤ **Sopralluogo all'impianto di Fos Sur Mer di Arcelor/Mittal (Francia)**

Il sistema di filtrazione a tessuto sull'impianto di Fos Sur Mer, che opera sul 50% dei fumi prodotti dall'impianto di agglomerazione, è stato realizzato dall'Alstom Power.

L'impianto di agglomerazione di Fos Sur Mer è costituito da una linea di dimensioni poco più grande di una delle due linee esistenti a Taranto, per cui dimensionalmente la realizzazione di Fos è grossomodo quanto quella che necessiterebbe sui uno dei quattro collettori di Taranto.

L'impianto di filtrazione a tessuto è entrato in esercizio nel 2006 ed è stato oggetto di visita da parte dei tecnici Ilva nel gennaio 2008. All'atto della visita, l'impianto di abbattimento a tessuto non era funzionante, in quanto a detta dei tecnici dell'impianto, vi erano dei problemi legati alla marcia dell'impianto di sinterizzazione.

L'impianto, costituito da sistema di filtrazione a tessuto, reattore e stazione di additivazione di polvere di carbone e calce a monte del filtro, si presentava di notevoli dimensioni, che porrebbero significativi problemi di inserimento nel contesto impiantistico di Taranto caratterizzato da limitati spazi.

L'impianto è dotato di by-pass in modo da by-passare i fumi al camino senza l'abbattimento con il filtro a tessuto, per la salvaguardia delle maniche filtranti, con evidenti riflessi dal punto di vista emissivo in tali circostanze.

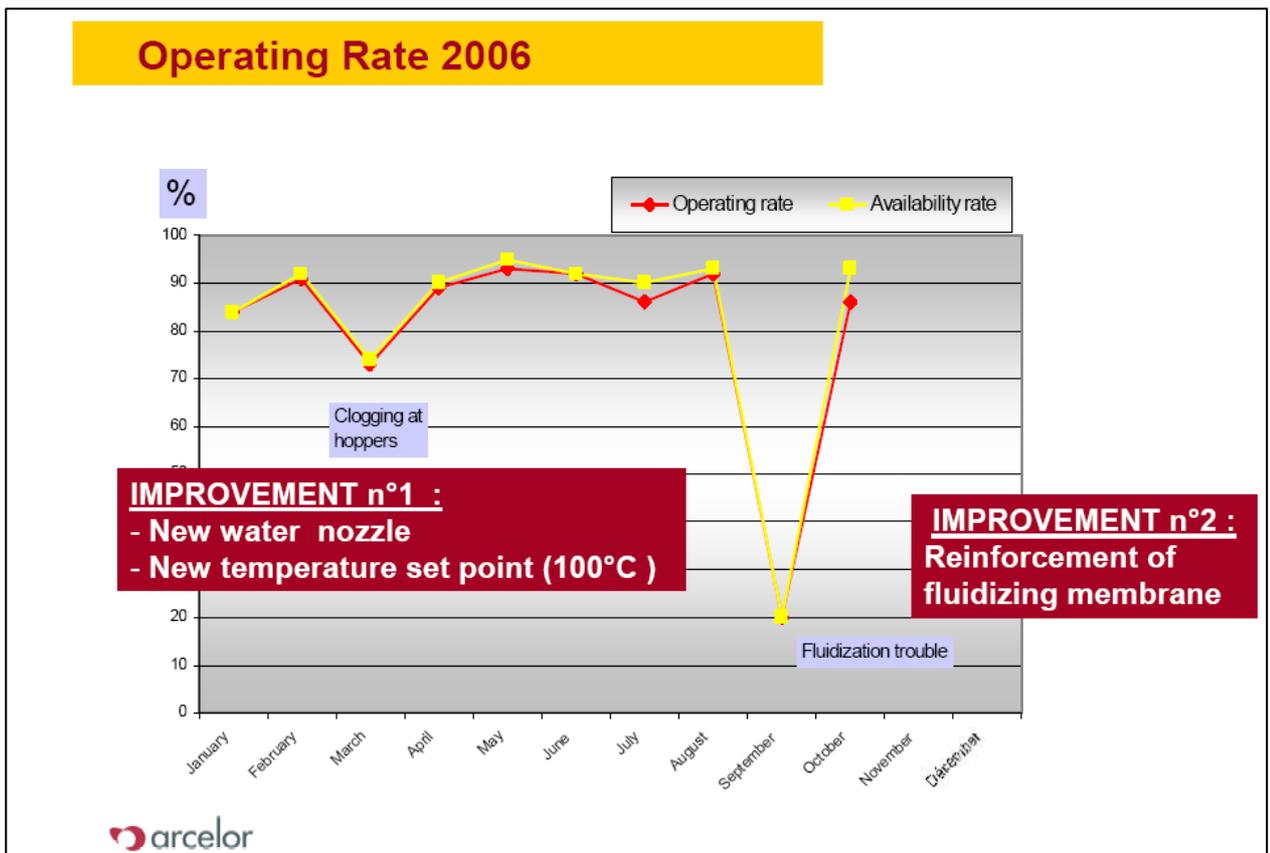
In allegato-10 è riportata la foto che dà un'indicazione delle notevoli dimensioni dell'impianto e la vista aerea dalla quale è evidente la notevole disponibilità di spazi che hanno consentito la realizzazione sperimentale del sistema di filtrazione a tessuto su uno dei due collettori fumi.



STABILIMENTO DI TARANTO

In allegato-11 è riportata la foto del camino di evacuazione fumi che è simile a quello di Taranto, dove le misurazioni di PCDD/F vengono effettuate manualmente in quota, in modo simile a quanto effettuato sull'impianto di Taranto. La fumosità al camino non era visibile in quanto l'impianto di agglomerazione durante la visita era fermo.

Come riportato dalla stessa Arcelor/Mittal nel grafico di seguito riportato, l'operatività del nuovo impianto di filtrazione a tessuto non è molto elevata (ca. 90%), con punte che in alcuni mesi sono state notevolmente più basse (20% - 70%), a seguito di problemi sull'impianto





STABILIMENTO DI TARANTO

➤ **Sopralluogo all'impianto di Linz della Voest Alpine (Austria)**

Il sistema di filtrazione a tessuto sull'impianto di agglomerazione di Linz della Voest Alpine è stato realizzato dalla Siemens VAI.

Tale sistema è andato a sostituire l'impianto di abbattimento ad umido (denominato AirFine) precedentemente realizzato dalla Voest Alpine.

Il sistema realizzato dalla Voest Alpine a Linz con la Siemens VAI, entrato in esercizio nel 2007, è il cosiddetto impianto Meros che è sempre costituito da un sistema di filtrazione a tessuto con relativo reattore e stazione di additivazione di polvere di carbone e calce a monte del filtro.

L'impianto di agglomerazione di Linz è costituito da una linea di agglomerazione che è ca. la metà di una delle due linee dell'impianto di Taranto per cui dimensionalmente la realizzazione di Linz è poco inferiore a quanto quella che necessiterebbe sui uno dei quattro collettori di Taranto.

Anche in tal caso l'impianto si presentava di notevoli dimensioni che porrebbero significativi problemi di inserimento nel contesto impiantistico di Taranto caratterizzato da limitati spazi.

L'impianto di Linz è dotato di by-pass in modo da by-passare i fumi al camino senza l'abbattimento con il filtro a tessuto, per la salvaguardia delle maniche filtranti, con evidenti riflessi dal punto di vista emissivo in tali circostanze.

In allegato-12 viene riportata la foto che da un'indicazione delle notevoli dimensioni dell'impianto Meros realizzato a Linz ed in allegato-13 una foto del camino di evacuazione fumi dove le misurazioni di PCDD/F vengono effettuate manualmente in quota. Nel corso della visita nonostante l'esercizio dell'impianto Meros, l'emissione al camino era visibile come si può notare dalla foto, giustificato dai tecnici di Linz per prove di regolazione all'impianto.



STABILIMENTO DI TARANTO

➤ ***Sopralluogo all'impianto di Dillingen della Rogesa (Germania)***

Il sistema di filtrazione a tessuto è stato realizzato dalla Paul Wurth su una delle due linee di agglomerazione di Dillingen della Rogesa.

Ognuno delle due linee è dotata di camino indipendente di evacuazione dei fumi di processo come rappresentato nella foto in allegato-14.

Rispetto ad una delle due linee dell'impianto di agglomerazione di Taranto, la linea più grossa di Dillingen è circa la metà mentre quella più piccola è poco più di un quarto.

In origine la realizzazione del sistema di abbattimento con filtro a tessuto era prevista per l'impianto di agglomerazione più grande, dove però a causa di un cattivo dimensionamento, si sono verificati notevoli problemi che hanno indotto la società a scollegare l'impianto da quello più grande e collegarlo nel 2008 all'impianto di agglomerazione più piccolo. Per cui allo stato attuale l'impianto di agglomerazione più piccolo risulta dotato di sistema di abbattimento a tessuto con convogliamento dei fumi ad un nuovo camino.

L'impianto di agglomerazione più grande continua ad essere esercito con i soli elettrofiltri ESP di tipo tradizionale, con evidenti valori di PCDD/F al camino superiori al limite di 0,4 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> previsto in Germania.

Anche in tal caso tutto il sistema di abbattimento con filtro a tessuto, ancorché più piccolo degli altri oggetto di visita, si presentava comunque di notevoli dimensioni come rappresentato nella foto in allegato-15.

Anche in tal caso, in occasione della visita effettuata in ottobre 2008 da tecnici Ilva, l'impianto di abbattimento a tessuto non era funzionante, in quanto a detta dei tecnici dell'impianto, vi erano dei problemi legati alla marcia dell'impianto di sinterizzazione.



STABILIMENTO DI TARANTO

Contestualmente si è assistito all'operazione di sostituzione di alcune maniche filtranti che presentavano delle rotture (come si può evincere dalle foto riportata in allegato-16) nonostante che l'intero pacco di maniche filtranti era stato sostituito solamente da ca. sei mesi.

Tale aspetto avvalorava ancora di più le perplessità sulla reale capacità delle maniche filtranti di resistere allo stress termico e meccanico in cui si trovano ad operare nel caso di trattamento dei fumi di processo di un impianto di agglomerazione.

I tecnici di Dillingen hanno evidenziato inoltre che le misurazioni di PCDD/F sono effettuate manualmente al camino con frequenza biennale.

Dal camino dell'impianto di agglomerazione più grande (ossia quello dotato di solo abbattimento con elettrofiltri tradizionali ESP), al riavviamento dello stesso avvenuto a fine visita, vi erano delle emissioni visibili come rappresentato nella foto in allegato-17.

L'adozione di **filtri a carbone attivo** (Dry FGCS) per l'abbattimento delle emissioni di processo degli impianti di agglomerazione **non ha trovato applicazioni in Europa**. E' una tecnologia sviluppata in Giappone ed utilizzata su alcuni impianti in Giappone, Korea e Australia.

Per l'esame anche di tale tipo di tecnologia vi sono stati incontri presso lo stabilimento di Taranto nel corso del 2008 tra Ilva e tecnici Sumitomo, detentori di tale tipo di tecnologia.

Lo schema del processo è riportato in allegato-18 e la rappresentazione schematica delle principali apparecchiature è riportata in allegato 19 dal quale risulta già evidente la complessità dell' impianto.

In particolare i fumi di agglomerazione, attraverso ventilatori aggiuntivi per sopperire alle nuove perdite di carico introdotte dall'impianto, vengono convogliati in assorbitori contenenti carboni attivi. In tali assorbitori avviene l'abbattimento degli





#### STABILIMENTO DI TARANTO

inquinanti: polveri, ossidi di zolfo, ossidi di azoto (solo in caso di iniezione  $\text{NH}_3$ ) e micronquinanti tra cui PCDD/F.

Il carbone attivo viene a sua volta fatto ricircolare in un sistema di rigenerazione dove si ha la separazione delle polveri captate, la decomposizione delle diossine, il rilascio di un gas ricco di  $\text{SO}_2$  da destinare ad ulteriori fasi di trattamento con produzione di gesso, oppure di zolfo o acido solforico.

L'impianto è di notevoli dimensioni come si può evincere dalla foto riportata in allegato-20 relativa all'impianto di Port Kembla della Blue Scope Steel in Australia, dimensionato per il trattamento di ca. 1.500.000  $\text{Nm}^3/\text{h}$ ; portata fumi che è solamente la metà di quella dell'impianto di agglomerazione di Taranto.

L'impianto presenta rischi di incendio ed esplosione per via della notevole presenza di carbone nel circuito (assorbitore-rigeneratore) che viene ad essere sottoposto ad elevata temperatura nel rigeneratore per consentire la decomposizione dei microinquinanti organici (tra cui PCDD/F) nonché il desorbimento degli ossidi di zolfo. La reazione di decomposizione degli inquinanti organici è proporzionale alla temperatura (più alta è la temperatura più elevata è la reazione di decomposizione), nonché al tempo di permanenza nel rigeneratore. Per cui il mantenimento di temperature inferiori atte a limitare i rischi di incendio/esplosione determinano un minor rendimento di abbattimento di PCDD/F vanificando l'obiettivo di riduzione.

Infatti gli stessi tecnici della Sumitomo, hanno confermato che vi è stato un caso di incendio al sistema di rigenerazione dell'impianto avviato nel 2004 a Pohang della Posco in Korea della capacità di ca. 1.350.000  $\text{Nm}^3/\text{h}$ .

I tecnici della Sumitomo hanno evidenziato che tale tipo di tecnologia è stata sviluppata per consentire l'abbattimento di ossidi di zolfo e ossidi di azoto a concentrazioni elevate e che la presenza del carbone indirettamente permette anche l'abbattimento di PCDD/F. Per cui tale tipologia di impianto di notevole complessità risulta giustificata solo nel caso in cui vi sia la necessità di contenere le emissioni di  $\text{SO}_2$  ed  $\text{NO}_x$ .



#### 4 Considerazioni

Il comportamento dei vari Paesi europei rispetto alla limitazione delle emissioni di PCDD/F agli impianti di agglomerazione è molto diversificato come riportato nella seguente tabella elaborata dall'Arpa Puglia. Da essa, altresì, si riscontra che tra gli Stati membri della cosiddetta Europa dei quindici non sono indicati la Francia e la Spagna in quanto non avrebbero adottato valori limite di emissione.

<b>Paese</b>	<b>Limite di Emissione PCDD/F</b>	<b>Commento</b>
Austria	0,4 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Applicabile ai nuovi impianti, costruiti dopo il 2001
Belgio	2,5 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Per impianti esistenti
Canada	0,2 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Per i nuovi impianti
	<1,35 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Per impianti esistenti, da conseguirsi entro il 2002
	<0,5 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Per impianti esistenti, da conseguirsi entro il 2005
	0,2 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Per impianti esistenti, da conseguirsi entro il 2010
Germania	0,1 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Obiettivo
	0,4 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Limite superiore
Giappone	0,1 ng WHO-TEQ/m <sup>3</sup>	Per nuovi impianti
	1 ng WHO-TEQ/m <sup>3</sup>	Per impianti esistenti
Paesi Bassi	0,4 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Per impianti esistenti
	0,1 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Desiderabile
UK	2 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Per impianti esistenti
	0,1- 0,5 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>	Benchmark

Peraltro, relativamente agli impianti di agglomerazione esistenti nella cosiddetta Europa dei quindici, su n. 34 linee di agglomerazione in esercizio, solo n. 5 sono dotate, attualmente, di sistemi finalizzati all'abbattimento di PCDD/F, tutte messe in servizio nel periodo 2006÷2008. Di queste ultime l'affidabilità non è ancora né dimostrata né consolidata.

Inoltre è da tener presente che i camini di convogliamento in atmosfera dei fumi rappresentano di per sé un sistema di mitigazione dell'inquinamento. Infatti è noto che la dispersione dei fumi e dei relativi inquinanti è notevolmente favorita quando questa avviene a quote più alte come nel caso dell'impianto di agglomerazione di Taranto dove il camino di convogliamento in



STABILIMENTO DI TARANTO

atmosfera dei fumi di processo è di notevole altezza (210m). A tal proposito è da considerare che le altezze dei camini degli altri impianti di agglomerazione europei visitati, non supera i 100 m (100 m solo nel caso di linee più grandi come ad esempio quella di Fos Sur Mer le cui linea è poco più grande di una delle due linee di agglomerazione di Taranto). A tal riguardo, i rilievi di PCDD/F effettuati da Arpa Puglia in aria ambiente di Taranto in occasione sia della 1° campagna di rilevamento (giugno 2007) che della 2° campagna (Febbraio 2008) hanno evidenziato valori che sono inferiori o si attestano intorno al valore caratteristico per aree urbane di 100 fg TEQ/m<sup>3</sup> indicato nel documento "Air quality guidelines for Europe" del WHO Regional Office for Europe (Second Edition, 2000), e che non è stato rilevato alcun valore superiore a 300 fg TEQ/m<sup>3</sup>, valore che indicherebbe la presenza di sorgenti di emissioni locali di PCDD/F che necessiterebbero di essere identificate e controllate. A sostegno di quanto sopra esposto viene di seguito riportato lo stralcio del documento "Air quality guidelines for Europe" e la sintesi dei dati di PCDD/F in aria ambiente riportati da Arpa Puglia nei rispettivi rapporti.

**Guidelines**  
An air quality guideline for PCDDs and PCDFs is not proposed because direct inhalation exposures constitute only a small proportion of the total exposure, generally less than 5% of the daily intake from food.

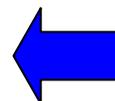
Urban ambient toxic equivalent air concentrations of PCDDs and PCDFs are estimated to be about 0.1 pg/m<sup>3</sup>. However, large variations have been measured. Although such an air concentration is only a minor contributor to direct human exposure, it is a major contributor to contamination of the food chain. It is difficult, however, to calculate indirect exposure from contamination of food via deposition from ambient air. Mathematical models are being used in the absence of experimental data, but these models require validation. Air concentrations of 0.3 pg/m<sup>3</sup> or higher are indications of local emission sources that need to be identified and controlled.

Although indoor air levels of PCDDs and PCDFs are generally very low, in certain instances, toxic equivalent levels of up to 3 pg/m<sup>3</sup> have been detected. Such levels will constitute an exposure ranging from 25% up to 100% of the current TDI of 1–4 pg toxic equivalent per kg BW (corresponding to 60–240 pg toxic equivalent per day for a 60-kg person).

Owing to the potential importance of the indirect contribution of PCDDs and PCDFs in air to the total human exposure to these compounds through deposition and uptake in the food chain, measures should be undertaken to further reduce emissions to air from known sources. For risk reduction, it is important to control known sources as well as to identify new sources.

**References**

1. BECK, H. ET AL. PCDD and PCDF body burden from food intake in the Federal Republic of Germany. *Chemosphere*, 18: 417–424 (1989).
2. MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES AND FOOD, *Dioxins in food*, London, H. M. Stationery Office, 1992 (Food Surveillance Paper, No. 31).



Stralcio "Air quality guidelines for Europe"





STABILIMENTO DI TARANTO

I dati di PCDD/F rilevati da Arpa Puglia e riportati nei rispettivi rapporti sono di seguito sintetizzati:

Siti	Concentrazione di PCDD/F in aria ambiente (fg I-TEQ/m <sup>3</sup> )
Taranto - Machiavelli	0,0583 - 0,0623
Taranto - CISI	0,068
Statte	0,0384

*Allegato-9 al Rapporto Arpa Puglia relativo alla campagna di rilevazioni di PCDD/F di giugno 2007*

Siti	Concentrazione di PCDD/F in aria ambiente (fg I-TEQ/m <sup>3</sup> )
Taranto - Machiavelli	22,42
Taranto - CISI	112,83
Taranto - Talsano	104,01
Statte	53,64

*Rapporto Arpa Puglia relativo alla campagna di rilevamento di PCDD/F di febbraio 2008*

La localizzazione dei siti è riportata nella figura di seguito riportata.





STABILIMENTO DI TARANTO

Inoltre nella relazione di Arpa Puglia alla V Commissione della Regione Puglia, Arpa Puglia fa riferimento a dati rilevati in aria ambiente dal CNR-IIA nel 2000 nell'ambito del Progetto Finalizzato "Impatto sulla salute di particolari condizioni ambientali e di lavoro, di provvedimenti di pianificazione territoriale".

Anche i valori di PCDD/F in aria ambiente rilevati dal CNR (di seguito sintetizzati) in tutti i siti oggetto di indagine in prossimità dell'area di Taranto risultano essere significativamente inferiori al valore caratteristico per aree urbane di 100 fg TEQ/m<sup>3</sup> indicato nel documento "Air quality guidelines for Europe"

Siti	Concentrazione di PCDD/F in aria ambiente (Inverno) (fg I-TEQ/m <sup>3</sup> )	Concentrazione di PCDD/F in aria ambiente (Estate) (fg I-TEQ/m <sup>3</sup> )
Orsini	79,4	3,1
Statte	1,3	0,8
Palagiano	0,8	1,1

**In definitiva nell'aria ambiente di Taranto, anche in prossimità dell'area industrializzata, sono stati rilevati valori di PCDD/F in aria ambiente simili, se non addirittura inferiori, a concentrazioni riscontrabili in una qualsiasi area urbana che non giustifica quindi l'applicazione di misure restrittive di contenimento delle emissioni di PCDD/F.**

Fermo quanto sopra riportato, l'implementazione di sistemi "end of pipe" di abbattimento sull'impianto di agglomerazione di Taranto **non è attualmente possibile** per le seguenti motivazioni:

- non esiste una adeguata garanzia di affidabilità nel tempo dei pochi impianti di abbattimento a tessuto installati nelle altre realtà europee in esercizio da soli 1-2 anni e che dai sopralluoghi effettuati sono emerse una serie di problematiche (ad es.: rotture maniche, necessità di by-pass impianto, ecc...).

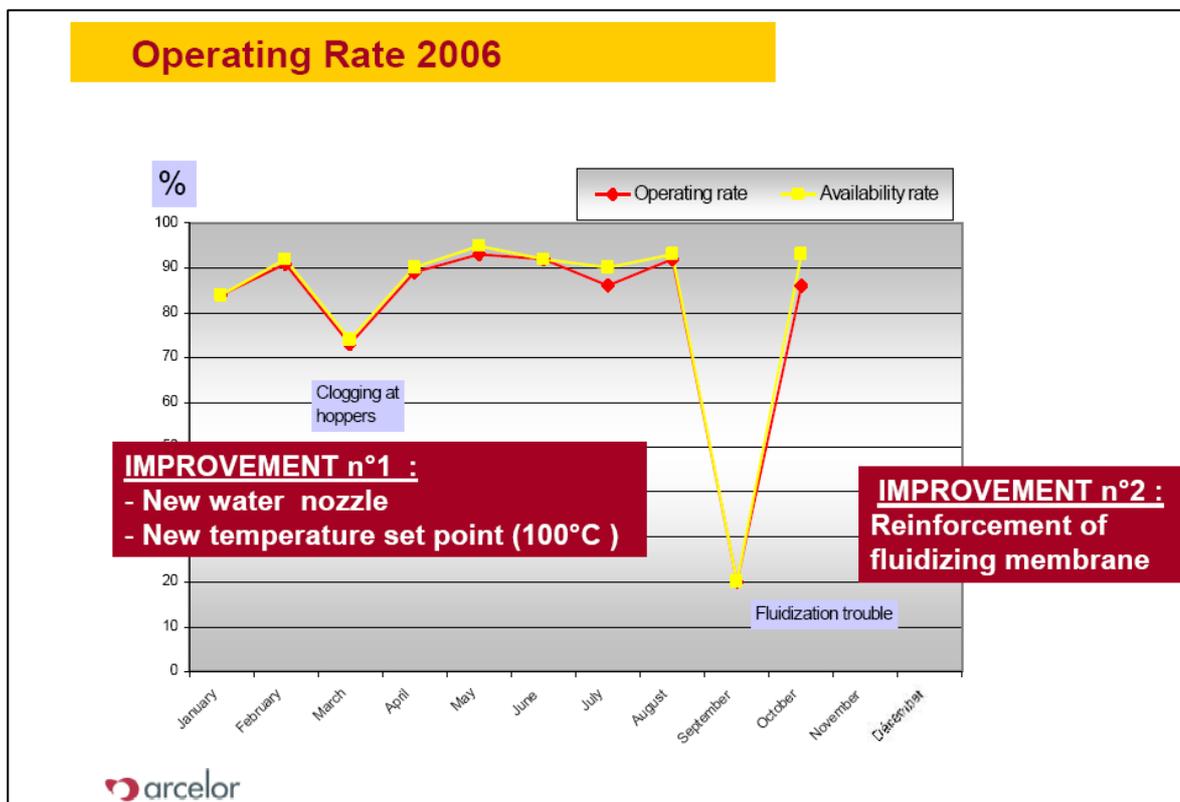
Tale affidabilità si potrà dimostrare solo nel momento in cui vi sarà un significativo numero di impianti di agglomerazione europei che installeranno tale tipo di tecnologia. Infatti, in base ai dati attualmente disponibili, su n° 34 linee di agglomerazione solo su 5



STABILIMENTO DI TARANTO

linee sono stati installati filtri a tessuto (di cui uno che tratta solo il 50% dei fumi). Inoltre è da considerare che gli impianti realizzati hanno una capacità di trattamento significativamente inferiore (meno di 1/4) a quella eventualmente necessaria per Taranto;

- il lay-out disponibile sull'impianto di agglomerazione di Taranto, come riportato nella planimetria in allegato-18, rende impossibile l'installazione sia della tecnologia con filtri a tessuto che di quella a carboni attivi (FGCS);
- la necessità di by-pass del sistema di filtrazione a tessuto per la salvaguardia delle maniche filtranti, determina un'emissione di polveri e di altri inquinanti ad esse associate (tra cui anche PCDD/F) superiore a 3-4 volte quella attualmente realizzata. A tal proposito, con riferimento alla situazione di Fos Sur Mer di Arcelor Mittal, la condizione di by-pass si è verificata per ca. il 10% del tempo nelle normali condizioni arrivando sino al caso estremo dell'80% per problematiche specifiche come di seguito rappresentato.





#### STABILIMENTO DI TARANTO

Inoltre la necessità del by-pass dei fumi al camino è determinato anche da ragioni di sicurezza dei lavoratori in quanto in qualsiasi condizione di marcia deve essere assicurata la depressione al di sotto della macchina di agglomerazione per evitare che fumi ricchi in monossido di carbonio possano diffondersi nell'ambiente di lavoro con problemi di avvelenamento del personale addetto. Condizione che non si verifica con gli elettrofiltri in quanto essi non determinano un ostacolo fisico al libero passaggio dei fumi e loro veicolamento verso il camino;

- sia la tecnologia di filtri a tessuto con iniezione di carbone a monte, che la tecnologia giapponese con filtri a carbone attivo (FGCS) presenta rischi di incendio/esplosione. Tale rischio è ancora più marcato nel caso della tecnologia FGCS per la notevole presenza di carbone nel circuito che viene a trovarsi a contatto con l'elevata temperatura. Infatti gli stessi tecnici della Sumitomo, hanno confermato che vi è stato un caso di incendio al sistema di rigenerazione dell'impianto a carboni attivi (FGCS) avviato nel 2004 a Pohang della Posco in Korea;
- i sistemi di trattamento "end of pipe" necessitano di ventilatori aggiuntivi di notevole potenza elettrica per sopperire alle nuove perdite di carico introdotte dal circuito. Un evidente impatto ambientale aggiuntivo deriva dalla produzione di energia elettrica necessaria a soddisfare tale fabbisogno.

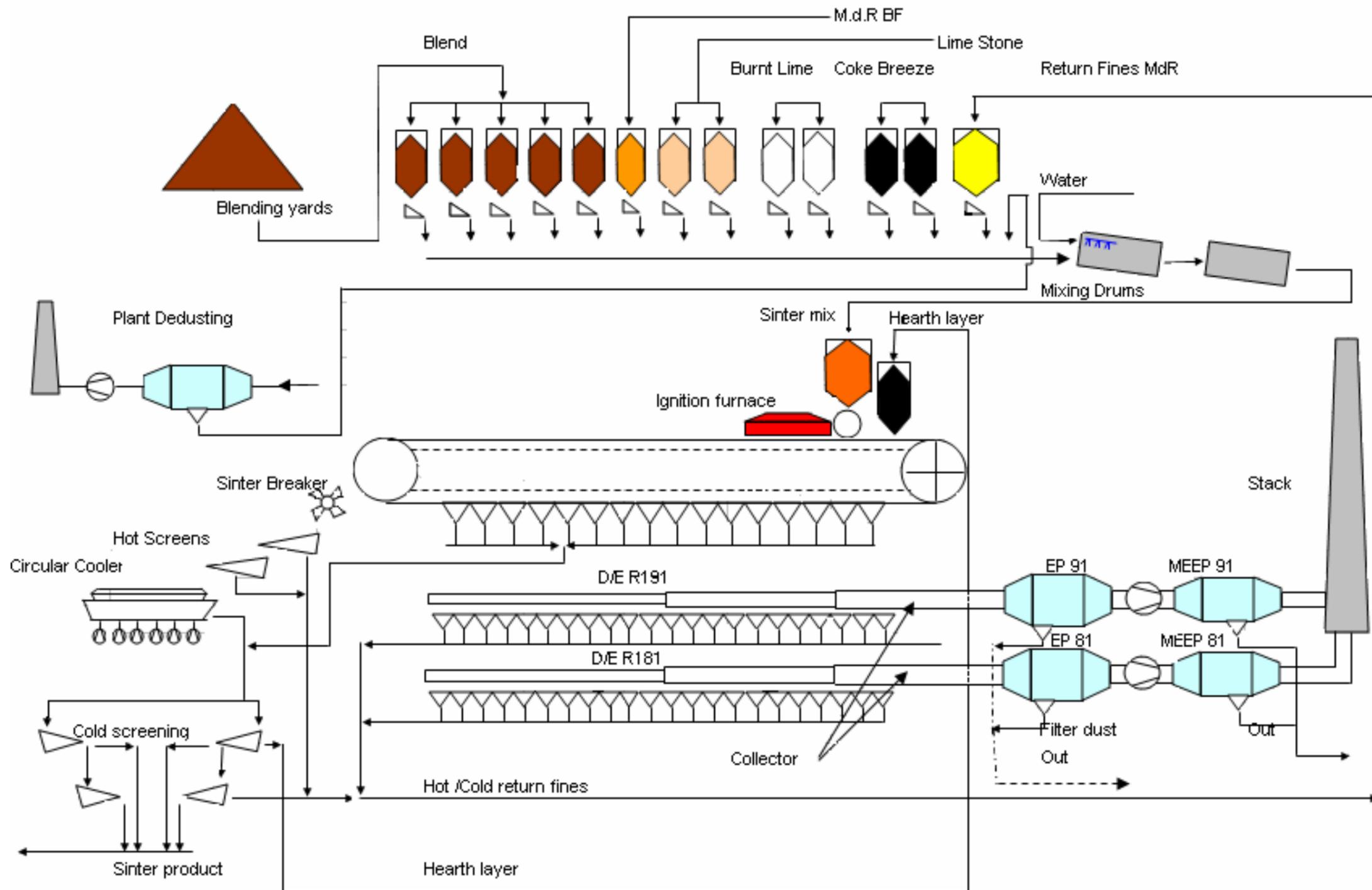


STABILIMENTO DI TARANTO

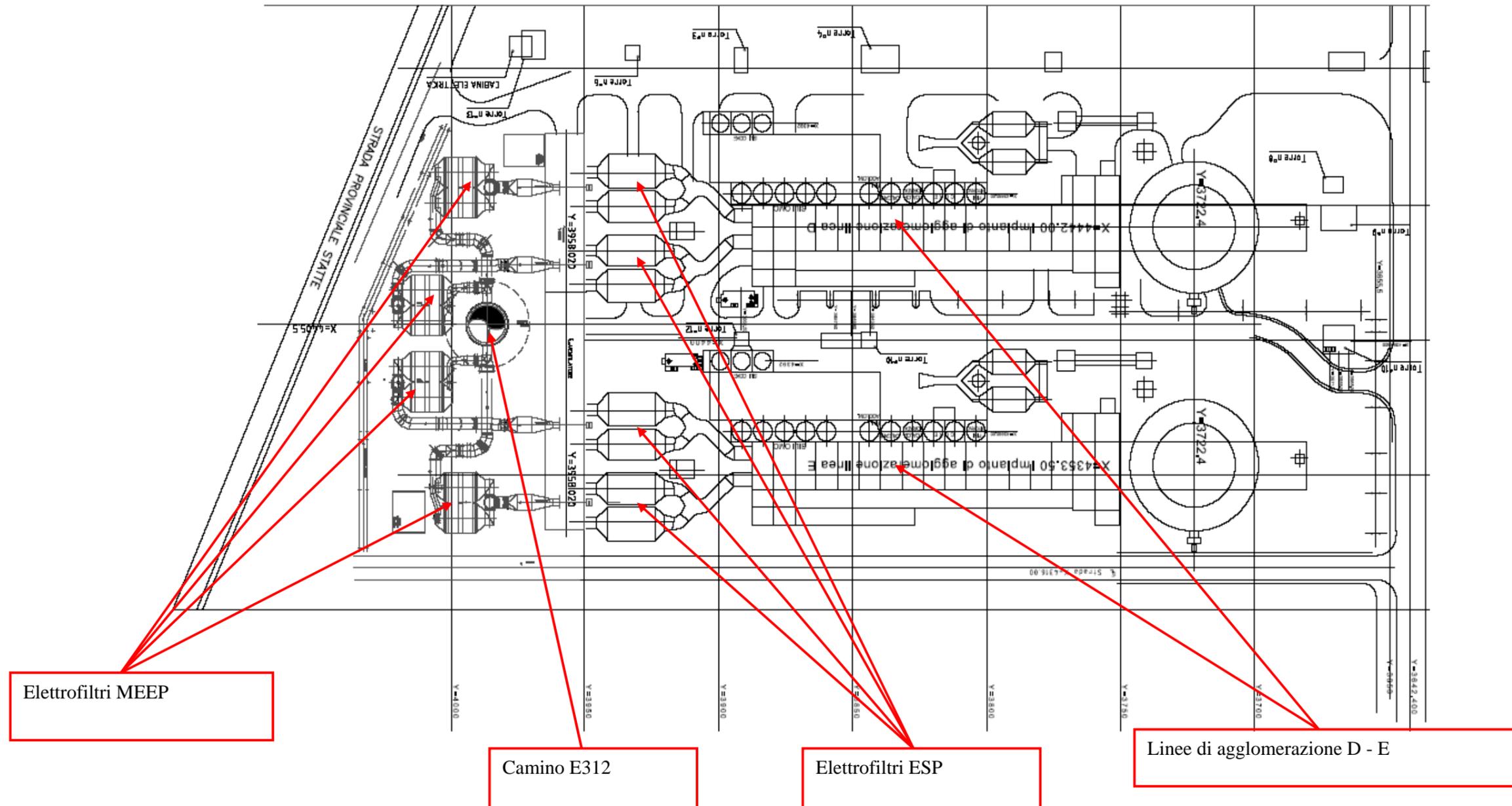
# *ALLEGATI*



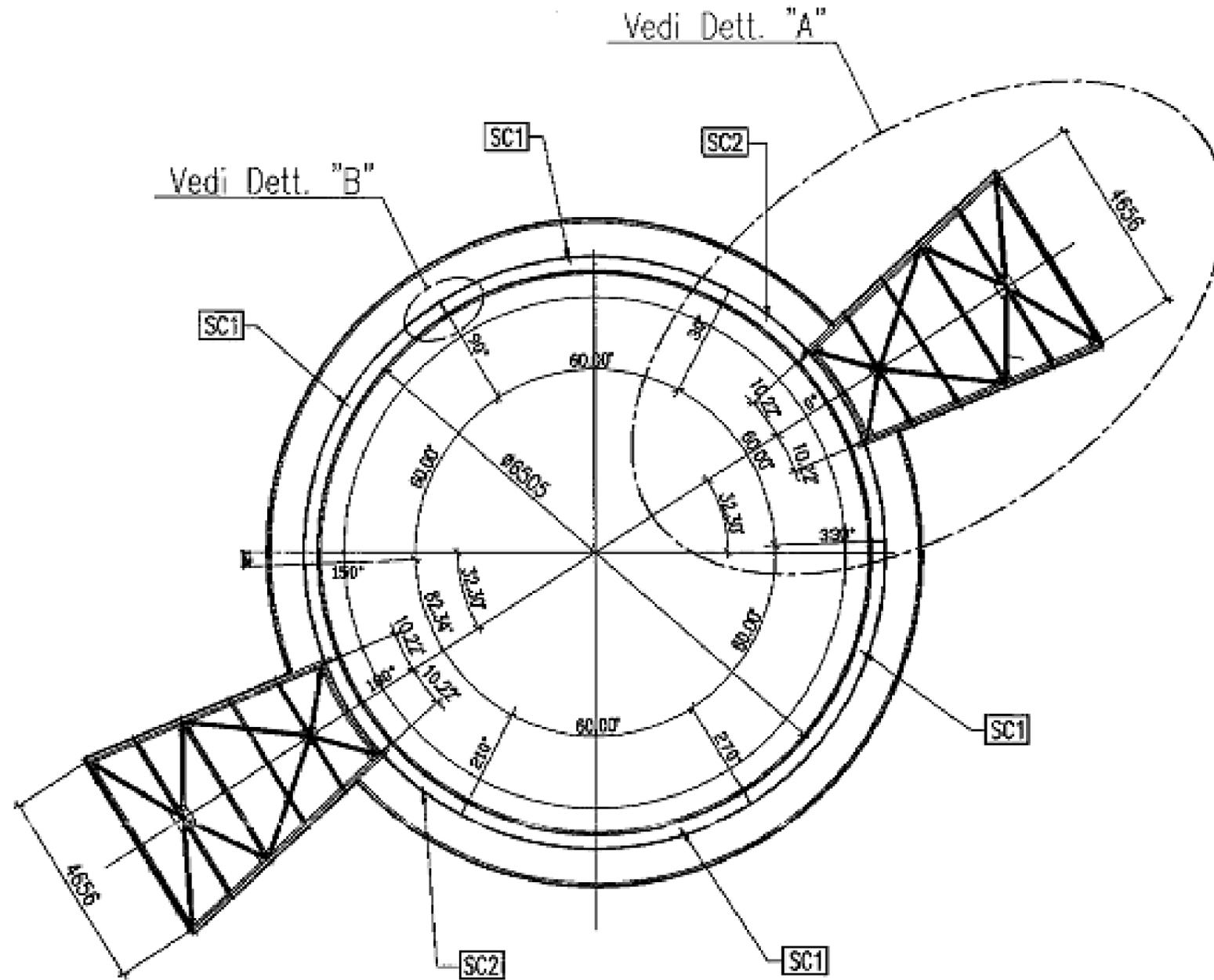
**SCHEMA DI FLUSSO IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE**



**PLANIMETRIA DELL' IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE**



**PASSERELLA PER CAMPIONAMENTO PCDD/F AL CAMINO E312**





STABILIMENTO DI TARANTO

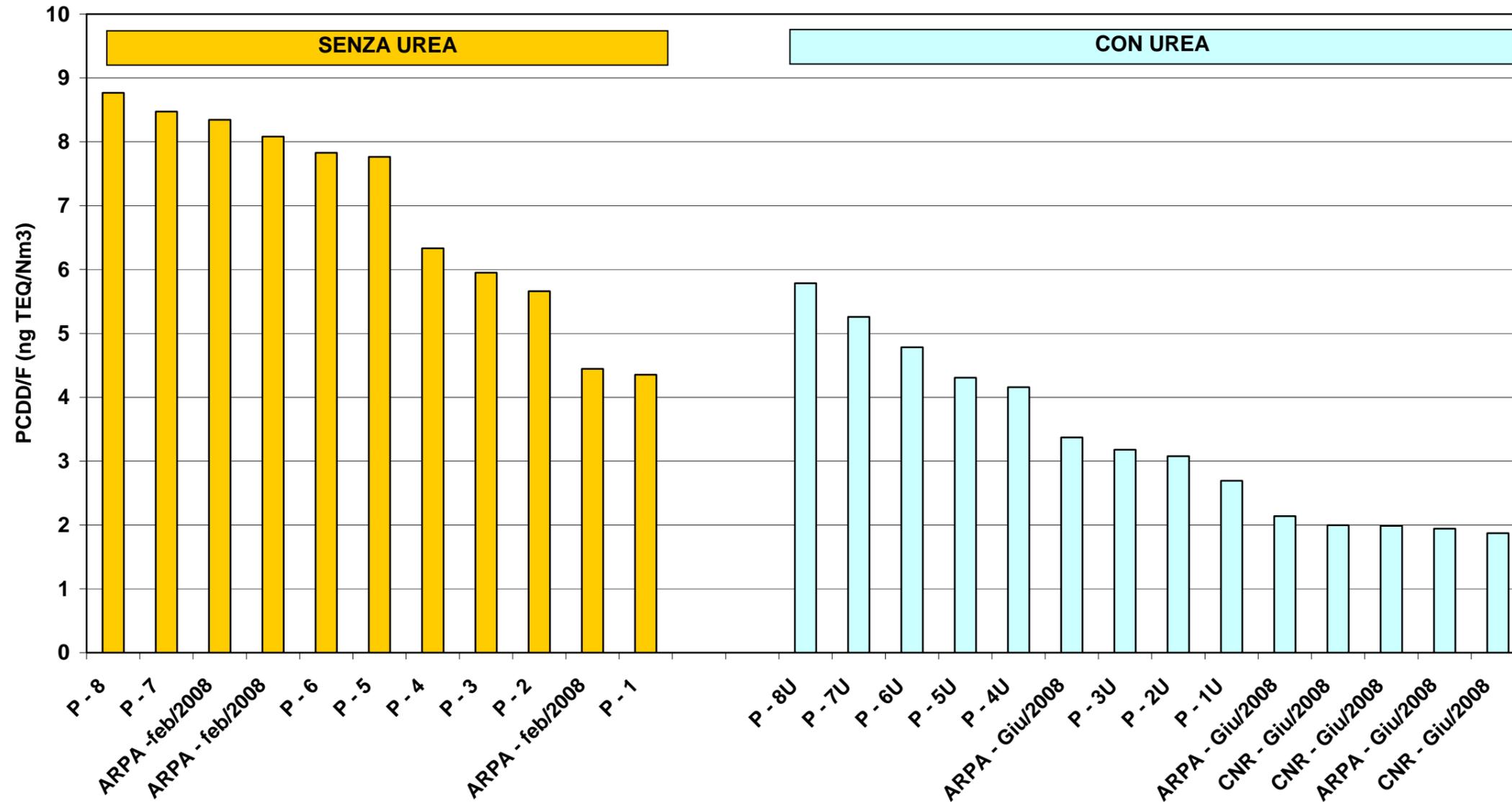
ALLEGATO-4

**SINTESI RILIEVI PCDD/F CON E SENZA UREA  
IN ORDINE DI VALORI DECRESCENTI**

	CONDIZIONE	DATA	TOTALE PCDD/F
			ng TEQ/Nm <sup>3</sup> secco
P - 8	Senza urea	29-mar-08	<b>8,77</b>
P - 7	Senza urea	24-feb-08	<b>8,47</b>
ARPA -feb/2008	Senza urea	27-feb-08	<b>8,34</b>
ARPA - feb/2008	Senza urea	28-feb-08	<b>8,08</b>
P - 6	Senza urea	2-apr-08	<b>7,83</b>
P - 5	Senza urea	23-feb-08	<b>7,76</b>
P - 4	Senza urea	2-apr-08	<b>6,33</b>
P - 3	Senza urea	1-apr-08	<b>5,95</b>
P - 2	Senza urea	31-mar-08	<b>5,66</b>
ARPA - feb/2008	Senza urea	26-feb-08	<b>4,44</b>
P - 1	Senza urea	1-apr-08	<b>4,35</b>
P - 8U	Con urea	18-mar-08	<b>5,79</b>
P - 7U	Con urea	17-mar-08	<b>5,26</b>
P - 6U	Con urea	5-mar-08	<b>4,78</b>
P - 5U	Con urea	13-mar-08	<b>4,31</b>
P - 4U	Con urea	9-mar-08	<b>4,16</b>
ARPA - Giu/2008	Con urea	24-giu-08	<b>3,37</b>
P - 3U	Con urea	3-mar-08	<b>3,18</b>
P - 2U	Con urea	10-mar-08	<b>3,08</b>
P - 1U	Con urea	12-mar-08	<b>2,69</b>
ARPA - Giu/2008	Con urea	23-giu-08	<b>2,14</b>
CNR - Giu/2008	Con urea	27-giu-08	<b>2,00</b>
CNR - Giu/2008	Con urea	25-giu-08	<b>1,98</b>
ARPA - Giu/2008	Con urea	26-giu-08	<b>1,94</b>
CNR - Giu/2008	Con urea	28-giu-08	<b>1,87</b>



**ANDAMENTO PCDD/F AL CAMINO E 312 CON E SENZA UTILIZZO DI UREA**

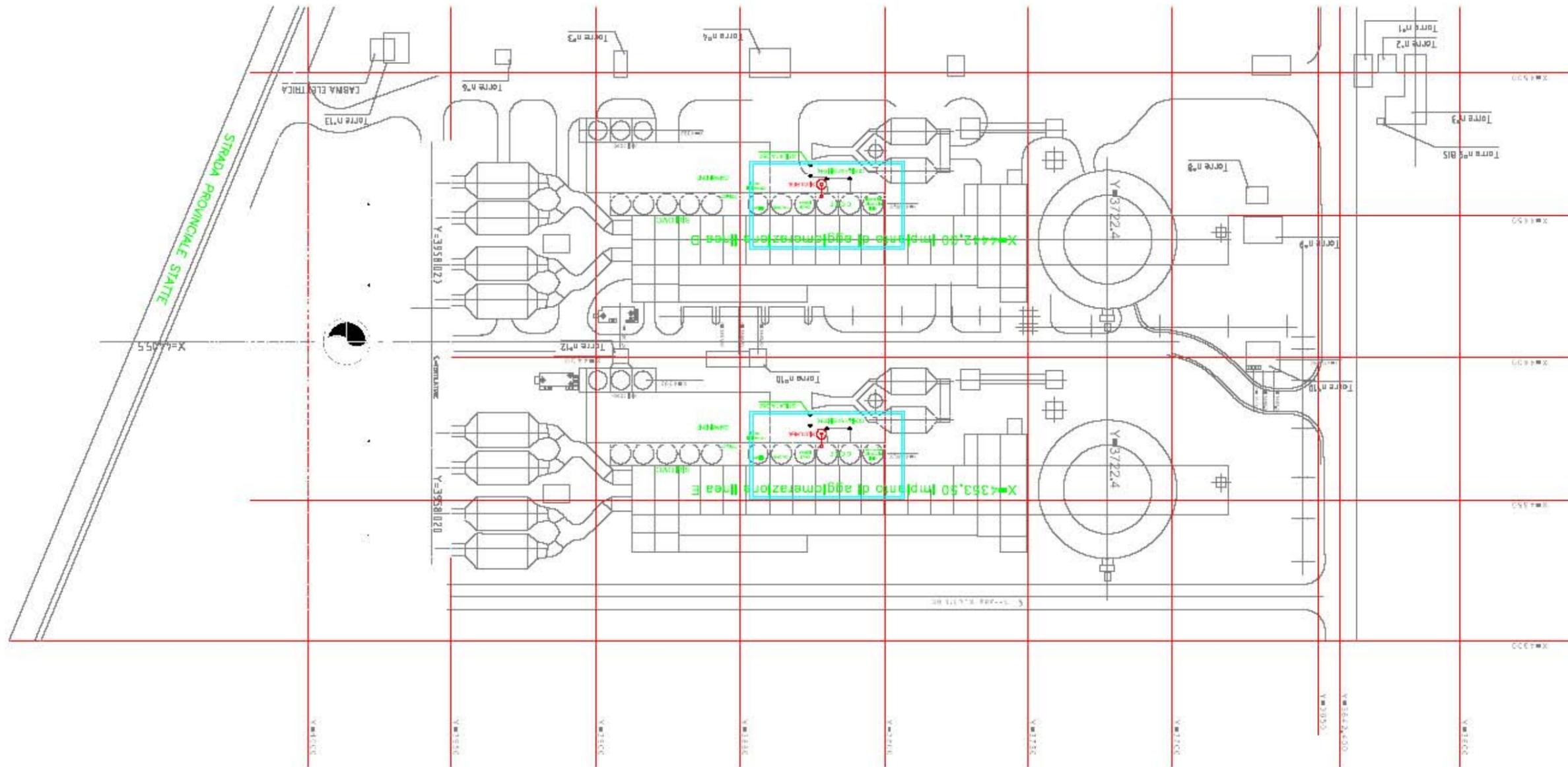




STABILIMENTO DI TARANTO

ALLEGATO-6

**PLANIMETRIA CON LA LOCALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI ADDITIVAZIONE UREA**

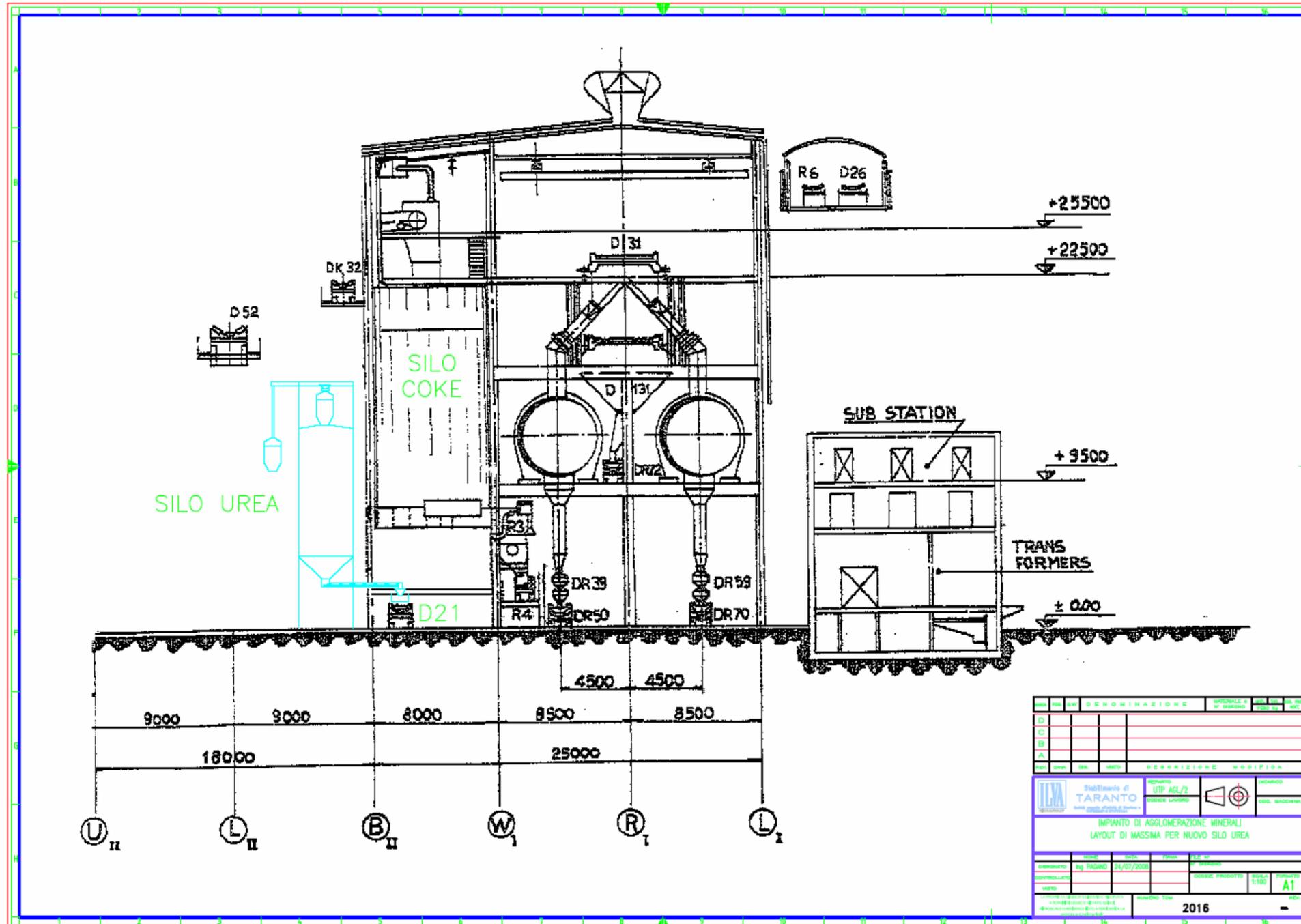




STABILIMENTO DI TARANTO

ALLEGATO-7

**VISTA IN SEZIONE DEL SISTEMA DI ADDITIVAZIONE UREA**







STABILIMENTO DI TARANTO

ALLEGATO-9

**IMPIANTI DI AGGLOMERAZIONE EUROPEI**

Nazione	Società	Stabilimento	Linee di agglomerazione	Superficie macchina di agglomerazione m <sup>2</sup>	
Austria	Voestalpine	Linz	SB5	190	*
	Voestalpine	Donawitz	1	120	*
Belgio	Carsid	Marcinelle	2	230	
	<b>Arcelor</b>	<b>Ougrèe</b>	<b>5</b>	<b>516</b>	
	Arcelor	Gent	1	175	
	<b>Arcelor</b>	<b>Gent</b>	<b>2</b>	<b>484</b>	
Finlandia	Rautaruukki	Raahe	1+2+3	225	
Francia	Arcelor	Dunkerque	2	160	
	<b>Arcelor</b>	<b>Dunkerque</b>	<b>3</b>	<b>525</b>	
	Arcelor	Rombas	1	193	
	<b>Arcelor</b>	<b>Rombas</b>	<b>2</b>	<b>395</b>	
	<b>Arcelor</b>	<b>Fos</b>	<b>1</b>	<b>572</b>	* (al 50%)
Germania	Saint-Gobain Pam	Pont-A-Musson	Agglomeration	163	
	ThyssenKrupp	Schwelgen	2	150	
	<b>ThyssenKrupp</b>	<b>Schwelgen</b>	<b>3</b>	<b>444</b>	
	ThyssenKrupp	Schwelgen	4	250	
	<b>HKM</b>	<b>Huckingen</b>	<b>1</b>	<b>420</b>	
	Salzgitter Flachst.	Salzgitter	1	180	
	Arcelor StW Bremen	Bremen	1	150	*
	Rogesa	Dillingen	2	180	*
	Rogesa	Dillingen	3	258	
Arcelor Eko Stahl	Eisenhüttenstadt	1	190		
Italia	<b>Ilva</b>	<b>Taranto</b>	<b>D</b>	<b>472</b>	
	<b>Ilva</b>	<b>Taranto</b>	<b>E</b>	<b>472</b>	
	Servola	Trieste	1	42	**
Olanda	Corus	IJmuiden	11	90	**
	Corus	IJmuiden	21	132	**
	Corus	IJmuiden	31	132	**
Spagna	Arcelor	Gijón - A	1	200	
	Arcelor	Gijón - B	1	278	
Inghilterra	Corus	Scunthrope	1	291	
	Corus	Scunthrope	2	291	
	Corus	Port Talbot	5	336	
	Corus	Redcar	1	336	

(\*) Linee con filtro a tessuto  
(\*\*) Linee con sistema ad umido



**IMPIANTO DI FILTRAZIONE A TESSUTO SU UNO DEI DUE COLLETTORI FUMI DELL'IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE DI FOS SUR MER (FRANCIA)**



**Cartello che evidenzia il sostegno finanziario della UE**



**Impianto di abbattimento con filtro a tessuto realizzato su uno dei due collettori**

**Elettrofiltri ESP**



STABILIMENTO DI TARANTO

ALLEGATO-11

**CAMINO IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE DI FOS SUR MER**





STABILIMENTO DI TARANTO

ALLEGATO-12

**IMPIANTO DI FILTRAZIONE A TESSUTO SULL'IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE DI LINZ (AUSTRIA)**





STABILIMENTO DI TARANTO

ALLEGATO-13

**CAMINO IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE DI LINZ**





STABILIMENTO DI TARANTO

ALLEGATO-14

**CAMINI DELLE DUE LINEE DI AGGLOMERAZIONE DI DILLINGEN (GERMANIA)**





STABILIMENTO DI TARANTO

ALLEGATO-15

**IMPIANTO DI FILTRAZIONE A TESSUTO SULL'IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE DI DILLINGEN (GERMANIA)**





STABILIMENTO DI TARANTO

ALLEGATO-16

**MANICHE DETERIORATE ALL'IMPIANTO DI ABBATTIMENTO A TESSUTO DI DILLINGEN**

Polverosità in  
prossimità  
delle maniche  
danneggiate



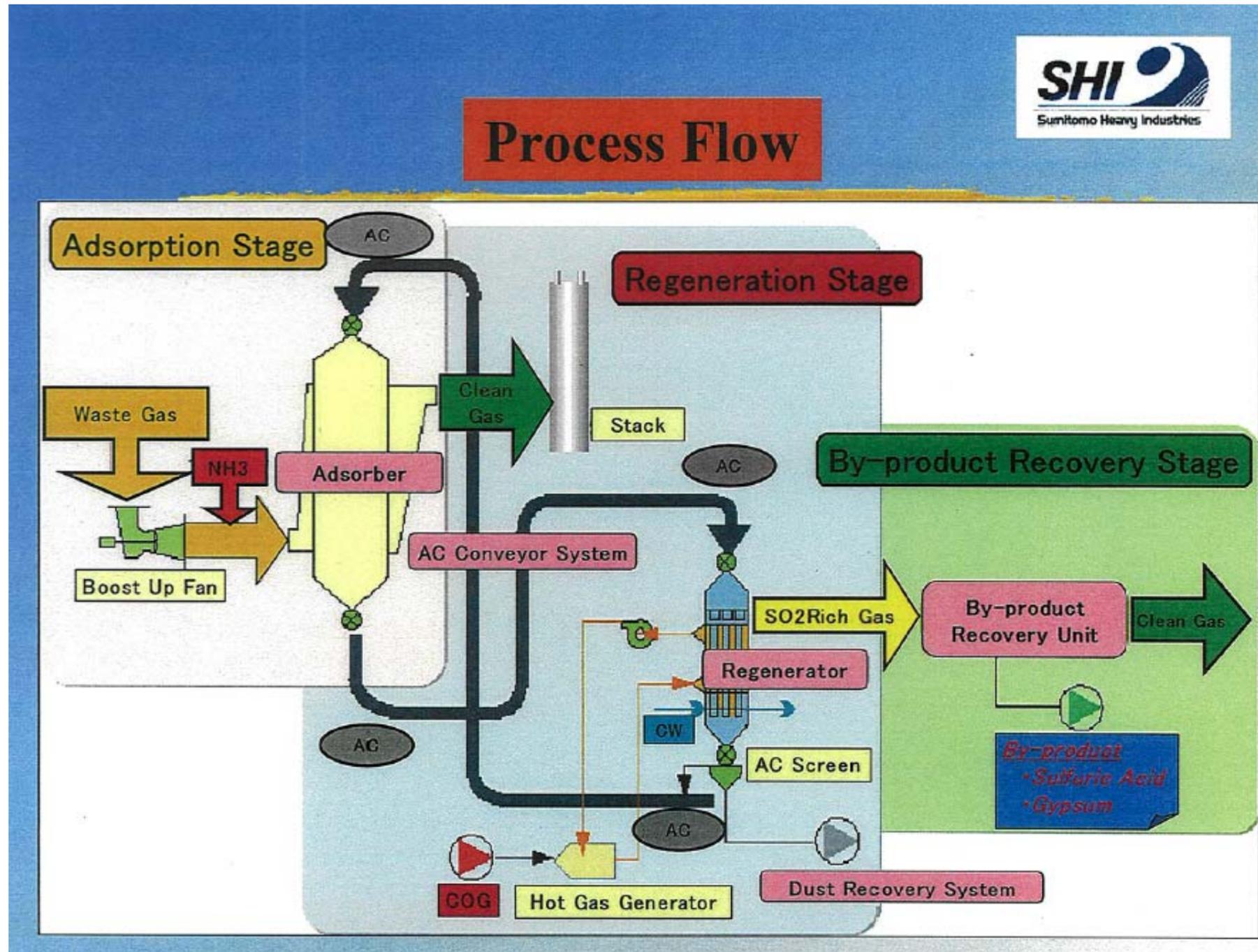


STABILIMENTO DI TARANTO

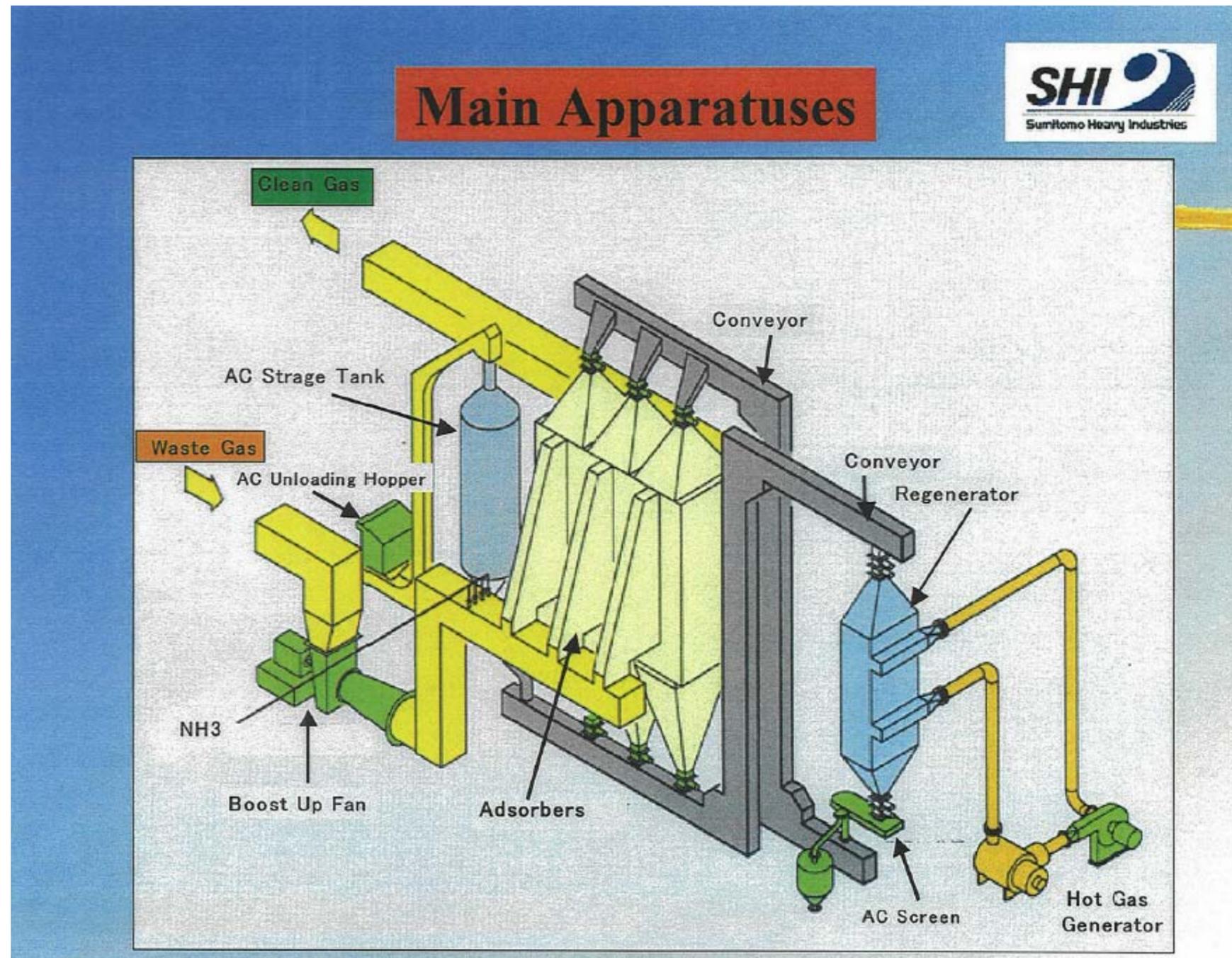
**CAMINO DELLA LINEA DI AGGLOMERAZIONE PIU' GRANDE DI DILLINGEN (GERMANIA) AL SUO RIAVVIAMENTO**



**SCHEMA DI FLUSSO DEL PROCESSO DI TRATTAMENTO A CARBONI ATTIVI**



**SCHEMA DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DI UN IMPIANTO A CARBONI ATTIVI**





STABILIMENTO DI TARANTO

ALLEGATO-20

**IMPIANTO A CARBONI ATTIVI SU IMPIANTO DI AGGLOMERAZIONE DELLA DELLA BLUESCOPE STEEL (AUSTRALIA)**



**PLANIMETRIA ZONA ELETTROFILTRI MEEP DELL'IMPIANTI DI AGGLOMERAZIONE DI TARANTO**

