

La tecnologia del recupero polveri degli impianti metallurgici: una panoramica sui processi

C. Raggio

Le polveri provenienti dagli impianti siderurgici ed accumulate negli impianti di depolverazione fumi pur essendo catalogate come rifiuto pericoloso hanno ancora un valore intrinseco di mercato, dovuto principalmente al loro contenuto residuo di Ferro, Zinco e Piombo. Tali polveri si caratterizzano per la presenza anche di metalli pesanti e, nel caso di acciaierie elettriche per acciaio inossidabile, di Cromo e Nichel. Nel tempo sono stati studiati innumerevoli modi per trattare queste polveri al fine di recuperarne il loro valore in termini di prodotti vendibili (Zn, Fe, Pb etc.) e minimizzare l'impatto economico della messa a discarica. Questo articolo ha lo scopo di fare una panoramica sulla situazione di questi processi, focalizzando maggiormente l'attenzione su quelli che trattano polveri da forno elettrico e che hanno raggiunto una maturità industriale.

Parole chiave: ecologia, metalli, acciaieria

POLVERI DA FORNO ELETTRICO AD ARCO (FEA)

Il processo al Forno Elettrico ad Arco (FEA) produce in totale 10-20 kg/t di polveri.

La dispersione dei valori di produzione è dovuta sia alle differenze nel ciclo di produzione (acciai al carbonio, inossidabili, ecc) che alla qualità del rottame, alle modalità operative di introduzione dei materiali in forno ed alle pratiche operative di gestione dell'impianto.

Dalla qualità della carica dipende la presenza nelle polveri e nelle emissioni gassose di metalli, quali zinco, piombo, cadmio e mercurio, che hanno alta tensione di vapore alle temperature dell'acciaio liquido.

Questi metalli vaporizzano completamente, passando nel gas di processo, e sono raccolti come polveri all'impianto di depolverazione.

Una parte delle polveri deriva dal particolato che si genera nell'introduzione della carica in forno e che viene trascinato fuori dal forno dal gas di processo; in particolare le modalità di introduzione dei fondenti in forno condizionano la presenza di CaO e di MgO nelle polveri.

Per quanto riguarda l'analisi chimica, le polveri raccolte agli impianti di depolverazione possono essere raggruppate in polveri provenienti dalla produzione di acciaio al carbonio o basso legati ed acciai alto legati o inossidabili; le relative analisi delle polveri sono riportate nella tabella 1.

Lo smaltimento in discarica è reso problematico dalla presenza di metalli pesanti: cadmio, cromo VI, rame, mercurio, nichel, etc. mentre la presenza di zinco e ferro e per le polveri di acciaio inossidabile anche di cromo e nichel ne rende interessante il riutilizzo.

Attualmente, in Italia, meno del 50% delle polveri è trattata con il processo Waelz per il recupero dello zinco mentre la maggior parte è inviata in discarica.

In Europa la situazione indicata nelle BAT è quella della tabella 2.

Componente	Polveri da acciaio al carbonio o basso legato (% in peso)	Polveri da acciaio alto legato o inossidabile (% in peso)
Fe	25-50	25-40
CaO	4-15	5-17
MgO	1-5	1-5
Al ₂ O ₃	0.3-0.7	1-4
SiO ₂	1.5-5	7-10
P ₂ O ₅	0.2-0.6	0.01-0.1
MnO	2.5-5.5	3-6
Cr ₂ O ₃	0.2-1	10-20
Na ₂ O	1.5-1.9	-
K ₂ O	1.2-1.5	-
Zn	10-35	2-20
Pb	0.8-6	0.5-2
Cd	0.02-0.1	0.01-0.08
Cu	0.15-0.4	0.01-0.3
Ni	0.02-0.04	2-4
V	0.02-0.05	0.1-0.3
Hg	0.0001-0.001	-
Cl	1.5-4	-
F	0.02-0.09	0.01-0.05
S	0.5-1	0.1-0.3
C	0.5-2	0.5-1

Tabella 1 – Analisi delle polveri di processo FEA.

Table 1 – EAF dust analysis.

SUDDIVISIONE DEI PROCESSI DI TRATTAMENTO POLVERI

I processi di trattamento polveri possono essere grossolanamente suddivisi in 4 categorie:

- Stabilizzazione/Vetrificazione
- Riciclo nel forno elettrico
- Pirometallurgia
- Piro-Idrometallurgia.

Carlo Raggio
Direttore R&S Techint Technologies

Memoria presentata alla giornata di studio "Emissioni di Polveri e Fumi",
Brescia, 27 giugno 2004

Nazioni	Polveri prodotte t/a	Polveri processate con tecnologia Waelz t/a	%	Polveri residue
Austria e Svizzera	30.000	25.000	83	discarica
Benelux	65.000	55.000	85	discarica
Danimarca	12.000	12.000	100	
Francia	90.000	30.000	33	discarica
Germania	150.000	105.000	70	discarica e/o riempimenti miniere
Italia	180.000	80000	44	discarica e/o trattamento in Umicore ISP Plant
Scandinavia	30.000	10000	33	discarica
Spagna e Portogallo	120.000	25000	20	discarica
Inghilterra	65.000	0		discarica
Totale	730.000	330.000	45	

Tabella 2 – Situazione in Europa delle polveri da FEA.

Table 2 – EAF dust: European situation.

Stabilizzazione/Vetrificazione

Super Detox

Si tratta di una stabilizzazione ottenuta mescolando le polveri di forno elettrico con reagenti chimici, che, attraverso complesse reazioni di ossidazione/riduzione e desolubilizzazione, fanno diventare il prodotto classificabile come non contaminante da USEPA (United States Environmental Protection Agency). Il prodotto mostra caratteristiche di bassa permeabilità ed alta resistenza.

Il primo impianto Super Detox è stato installato presso Northwestern Steel and Wire Co. A Sterling.

Riciclo nel Forno Elettrico

Il riciclo delle polveri in forno (mediante iniezione pneumatica o dopo brichettazione/pelletizzazione) consente il recupero nell'acciaio dei metalli riducibili (Fe Ni Cr ecc.) e la concentrazione dei componenti volatili nelle polveri (Zn Pb Cd alcali ecc.) che a causa del loro maggiore contenuto in zinco possono essere utilizzate come materia prima per l'industria dello Zn. Le polveri sono riciclate insieme con il carbone, in modo da avere una miscela autoriducente. Questa tecnologia può essere utilizzata anche su impianti già in esercizio.

Il quantitativo di polvere da ricircolare ed il corrispondente contenuto in zinco delle polveri residue è da valutare in fun-

zione dei costi di ricircolo, che tengono conto anche delle nuove condizioni operative del forno elettrico, e del minore costo di invio a discarica, oltre che della vendita delle polveri arricchite in zinco.

Il ricircolo delle polveri aumenta i consumi di energia elettrica (ca 1600 kWh/ton di polvere ricircolata).

Gli ossidi di zinco come gli altri materiali volatili presenti nelle polveri subiscono una reazione di riduzione ad opera del carbonio con assorbimento di calore (questo aumenta il consumo specifico di energia elettrica nel forno). I metalli vaporizzano alle alte temperature dell'ambiente forno e reagendo con l'ossigeno che incontrano (in questo caso la reazione è esotermica) formano di nuovo ossidi di zinco che si ritrovano nelle polveri.

Pirometallurgia

Waelz

Oggi la tecnologia più usata è quella "Waelz" (Fig. 1) con forno a tamburo rotante.

Questo processo che fu sviluppato originariamente in Germania nel 1923 per trattare minerali di ossido di zinco si è via via trasformato per processare residui ferrosi ricchi di zinco.

Nel 1970 ha iniziato ad essere impiegato per il recupero dello zinco dalle polveri di forno elettrico.

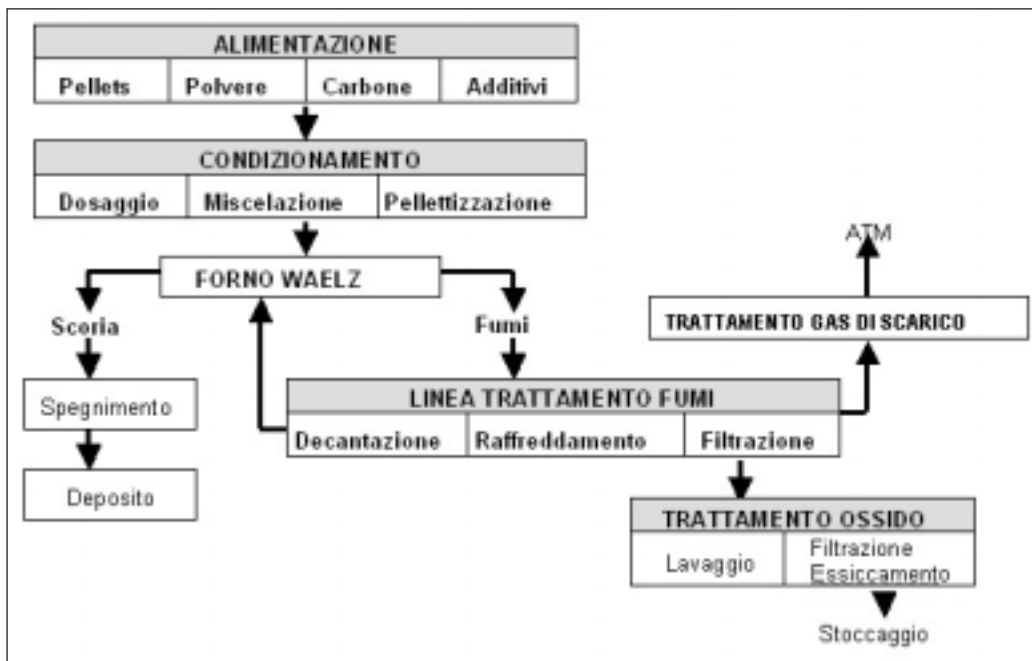
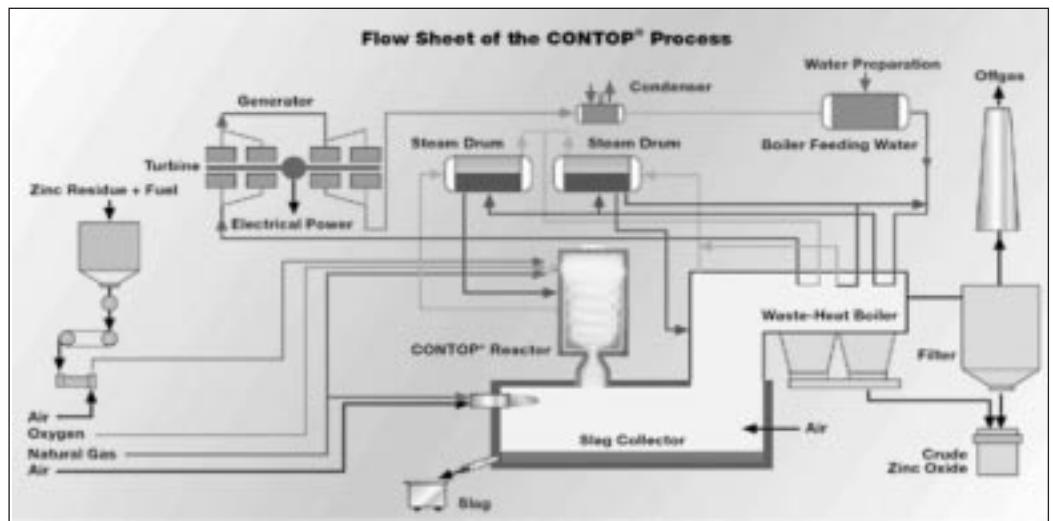


Fig. 1 – Schema della tecnologia Waelz.

Fig. 1 – Flowsheet of Waelz technology.

Fig. 2 – Schema della tecnologia Contop.

Fig. 2 – Flow diagram of the Contop technology.



Attualmente più di 1,2 Mt/a di polveri da forno elettrico sono trattate nel mondo in 15 impianti Waelz, ad uno o due stadi.

In questo processo le polveri, mescolate con carbone e fondenti, subiscono un trattamento pirometallurgico in forno a tamburo rotante per consentire la separazione dei componenti volatili (zinco, piombo, cadmio, etc.) da recuperare come ceneri ricche in zinco (circa 60% ZnO) dai fumi in uscita forno.

I metalli e gli ossidi non volatili, presenti nella polvere, non sono recuperati ma rimangono nella scoria in uscita dal processo.

Il Serv

E' il processo utilizzato attualmente a Terni di proprietà della Soc. Multiserv che tratta in un forno ad arco plasma (c.c.) le polveri da forno elettrico insieme con le scaglie di laminazione e produce ferrolega che viene rimandata ad AST per il suo reimpiego nel forno elettrico. La capacità produttiva è di circa 20.000 t/a.

Smelting Reduction

In questa categoria sono stati inseriti i processi che in un solo reattore fanno avvenire la fase di pre-riduzione e quella di riduzione finale in bagno metallico basandosi tutti sull'iniezione di carbone, ossigeno, minerale di ferro e/o wastes, additivi. Sono caratterizzati dal produrre ghisa e sviluppano molto gas ad alta temperatura il cui contenuto energetico deve essere recuperato per rendere i processi economici. Molti di questi processi si sono fermati allo stadio pilota (CCF/Cleamsmelt-Dios-AISI-Ausmelt -Tecnored).

Contop

L'impianto Contop (Fig. 2) è costituito da un reattore "ciclone-fusore" raffreddato ad acqua. Il materiale da trattare, opportunamente pretrattato, viene trasportato pneumaticamente ed iniettato tangenzialmente nel ciclone, insieme con il combustibile e l'ossigeno comburente. Il materiale fonde rapidamente a causa dell'alta temperatura (> 1800° C) che si crea nella zona di combustione del carbone con ossigeno e ossidi e si ha la vaporizzazione dei metalli ed ossidi volatili. Il moto ciclonico fa sì che il materiale fuso si riunisca in gocce, si raccolga lungo le pareti del ciclone e per gravità scenda verso il basso, uscendo dal ciclone insieme al gas di processo. Il gas di processo porta con sé i metalli/ossidi volatili alle temperature di processo; tali materiali successivamente vengono recuperati come polveri all'impianto di depurazione gas.

La scoria si separa dal gas in una camera di separazione (setter) sottostante il ciclone e da questa viene periodicamente

estratta e colata in paiola.

Il gas di processo lascia la camera di sedimentazione dopo essere stato post combusto dall'aria che viene immessa nella camera stessa.

Il regime termico della camera di sedimentazione viene controllato mediante l'esercizio di due lance raffreddate ad acqua che iniettano ossigeno e gas naturale.

L'energia termica del gas di export viene recuperata come vapore surriscaldato a 280° C ed a 25 bar.

Il ciclo Contop prevede quindi:

- impianto di preparazione materiali per renderli iniettabili (granulometria < 2 mm ; umidità <2%)
- reattore Contop
- impianto di trattamento del gas di export

Romelt

Sviluppato in Russia alla fine degli anni '70.

E' stata annunciata una prima realizzazione industriale, dopo l'impianto in Russia di Novolipetsk, in India presso la National Mineral Development Corporation. L'impianto dovrebbe produrre 300.000 t/a di ghisa con start up previsto nel 2005 ma sarà alimentato con residui di minerale da miniera e non con waste siderurgici.

Il reattore ha sezione rettangolare; l'aria e l'ossigeno vengono introdotti mediante due file di tubiere poste a differenti livelli: quella inferiore inietta aria arricchita d'ossigeno dentro la scoria mentre quella superiore introduce ossigeno per la postcombustione dei gas.

Oxicup

Sviluppato da Thyssen, si basa su un cubilotto che viene alimentato con mattoncini esagonali (size 110 mm) formati a freddo da miscele di polveri / fanghi da convertitori, scaglie di laminazione, 15% di coke breeze e leganti. Insieme con questi mattoncini vengono anche introdotti residui di colata, incrostazioni di siviere con il limite della dimensione che deve essere nel range 10- 600 mm.

Dopo un periodo di sperimentazione nell'impianto pilota di Duisburg, Thyssen ha affermato di voler realizzare un impianto industriale alimentato da circa 250.000 t/a di wastes per produrre 165.000 t/a di ghisa.

Oxyfines

Sviluppato in Svezia da AGD e Linde; trattasi di iniezione polveri utilizzando la tecnologia Oxyfuel.

Un impianto da 3t/h è stato realizzato in Finlandia presso la Fundia Wire e tratta wastes da altoforno e LD.

Hismelt

Sviluppato a Kwinana in Australia, si basa su un reattore di

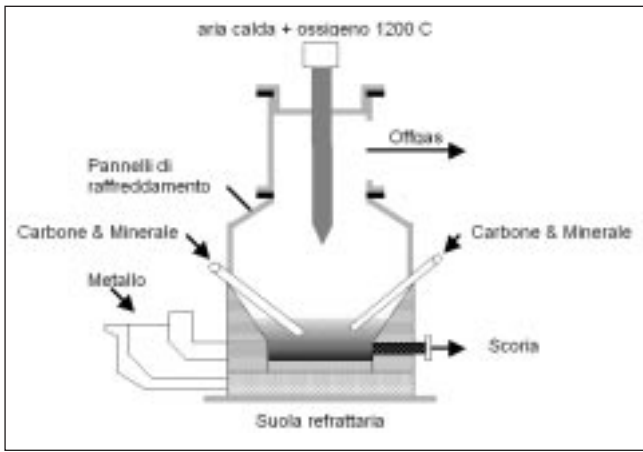


Fig. 3 - Schema della tecnologia Hismelt.

Fig. 3 - Flow diagram of the Hismelt technology.

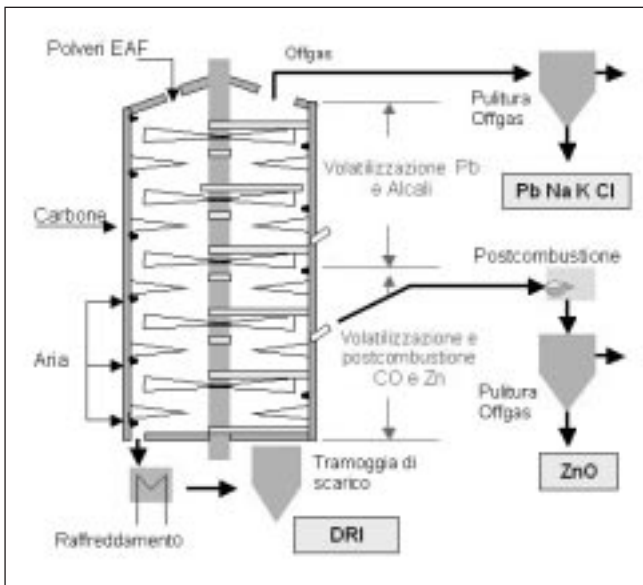


Fig. 4 - Schema del processo Primus.

Fig. 4 - Flow diagram of the Primus technology.

6m di diametro ma che non prevede il recupero waste ma solo l'utilizzo di minerale come materia prima, anche se viene affermato che il processo è in grado di recuperare polveri da EAF iniettandoli nel bagno metallico (Fig. 3).

Primus

Tra i processi pirometallurgici di recupero wastes è da citare il Primus (Fig. 4) sviluppato da Paul Wurth che ha realizzato un primo impianto industriale presso Primorec S.A. (Differdange-Lussemburgo) per trattare circa 80.000 t/a di polveri da forno elettrico e scaglie di laminazione. Tale impianto, avviato nel 2003, si basa su un'unità di riduzione che si sviluppa verticalmente detta "Multiple-Hearth Furnace" (MHF) che utilizza come riducente il carbone ed è alimentata dai pellets prodotti con un tamburo pellettizzatore. Il carbone viene introdotto separatamente nella parte alta del MHF, che è costituito da una serie di piani, collegati mediante aperture nella suola/volta che vengono attraversati dalle pellets e dal carbone per caduta dall'alto verso il basso con un'azione di trascinamento provocata da bracci mescolatori che sono fatti ruotare da una colonna rotante cui sono collegati.

Il materiale si muove in successione nei vari livelli una volta verso la periferia ed una volta verso il centro.

Le pellets ridotte in uscita del MHF sono introdotte sempre

per gravità in un forno elettrico a corrente alternata sottostante in cui viene prodotta ghisa.

Nella fase di messa a punto l'impianto è stato alimentato con minerale di ferro raggiungendo una produttività di 15 t/h corrispondenti a 10 t/h di ghisa.

La possibilità di trattare wastes siderurgici con recupero di zinco e piombo è stata dimostrata dalle prove effettuate nell'impianto pilota di Belval da 1-2t/h.

Forni a Suola Rotante

Questi processi attuano la riduzione di ossidi metallici in un forno rotante alimentato da pellets/bricchette ottenute mescolando carbone alla materia prima.

Sono applicati industrialmente: in Giappone oggi esistono, in differenti siti, molte realizzazioni basate su questa tecnologia:

- Hirohata e Kakogawa: impianti Fastmet sviluppati da Kobe Midrex
- Kimitsu: DryIron sviluppato da Maumee e Daido sviluppato da Inmetco.

Altre realizzazioni sono presenti in USA (Inmetco Ellwood City) e Taiwan (Inmetco Yieh United).

SMS Demag, che ha un accordo con Inmetco, ha sviluppato il processo Redsmelt basato su riduzione in forno rotante e fusione in SAF.

Techint ha un accordo con Kobe Midrex per la commercializzazione dei processi Fastmet® - Fastmelt®.

Fastmet®

Il tempo necessario per la riduzione varia da 6 a 12 minuti per arrivare ad un preridotto con un grado di metallizzazione di 85÷92%. Le pellets/bricchette raggiungono la temperatura massima di processo di 1400 °C per poi essere raffreddate in una zona dedicata del forno rotante prima dello sfornamento. L'ossido di carbonio che si genera dalla carboriduzione dell'ossido di ferro è utilizzato come principale combustibile nel forno rotante ed il combustibile ausiliario è aggiunto solo in misura complementare. La ghisa può essere prodotta fondendo il preridotto Fastmet come successivamente indicato.

Fastmet (Fig. 5) ha delle particolari caratteristiche che si possono così sintetizzare:

- utilizzo come materia prima di una vasta gamma di qualità di minerale di ferro e carbone, così pure come polveri d'acciaieria, o in generale rifiuti siderurgici quali fanghi e scaglie di laminazione;
- si può usare come riducente il carbon fossile senza necessità di ricorrere a coke metallurgico (è più importante la reattività chimica della resistenza meccanica);
- il tenore di carbonio nel prodotto può essere controllato agevolmente;
- il forno può essere alimentato da: gas naturale, gasolio, carbone polverizzato o gas di cokeria, oli esausti;
- la minimizzazione del tempo necessario per la riduzione, inferiore ai 12 minuti, che dipende dall'elevato flusso termico, semplifica le operazioni di start up e shut down e permette il corretto adeguamento alla produttività richiesta.

Fastmelt®

Il Fastmelt è l'unione del Fastmet con un forno fusorio elettrico speciale (EIF®) per produrre ghisa. Il collegamento avviene mediante uno o più condotti a gravità che garantiscono la tenuta e la corretta alimentazione del forno elettrico con dispositivi brevettati.

Fasteel™

Fasteel (Fig. 6) nasce come un processo studiato per minimizzare i costi di produzione dell'acciaio, migliorare la qualità del prodotto e andare incontro alle sempre più vincolanti

Fig. 5 – Schema del processo Fastmet.

Fig. 5 – Fastmet process flow.

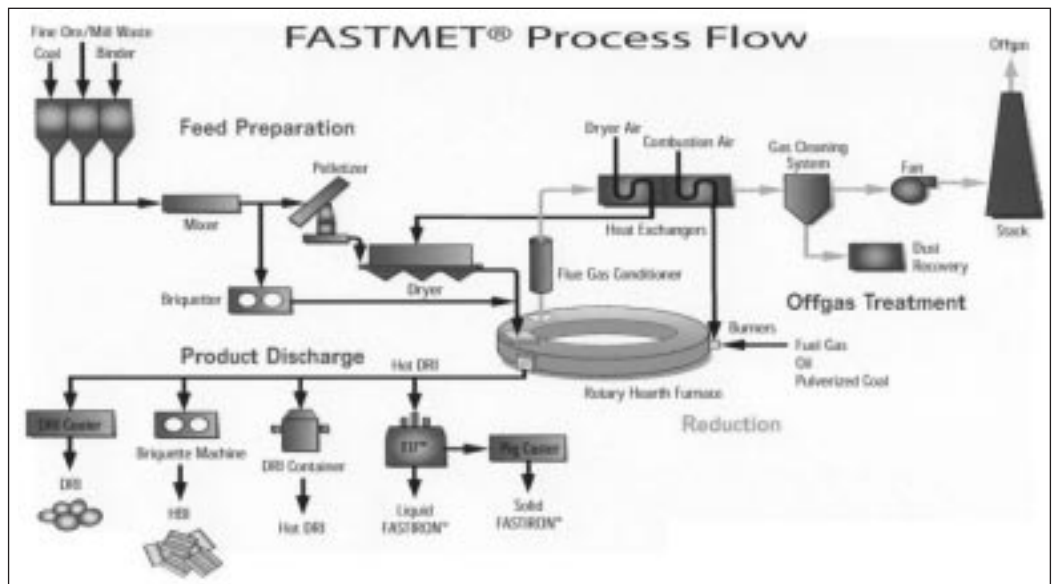
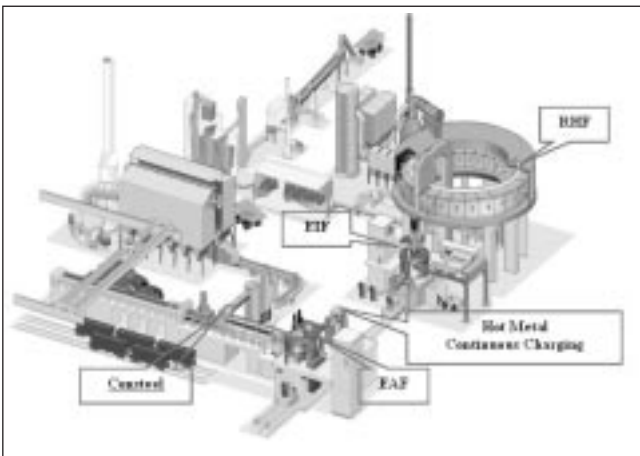


Fig. 6 – Schema del processo Fasteel™.

Fig. 6 – Fasteel™ process flow.



	Feed Materials	DRI
Ferro Totale	58.1	75.8
Ferro Metallico	21.3	69.7
C	11.6	3.1
Zn	1.0	0.1
Metallizzazione	-	91.9

Tabella 3 – Composizione chimica Feed Materials e DRI.

Table 3 – Feed material and DRI chemical composition.

esigenze ambientali. E' frutto della cooperazione di Kobe/Midrex con Techint Technologies e combina i vantaggi della produzione ghisa Fastmelt con quelli dell'alimentazione continua e preriscaldamento Constee® ottimizzando il consumo energetico, l'impatto ambientale e la produttività.

Il Fasteel risponde alla possibile richiesta delle siderurgie integrali di sostituire, anche parzialmente, la produzione di acciaio via altoforno-convertitore con quella via forno elettrico.

Ad oggi, in Giappone, sono in attività due impianti Fastmet: il primo è entrato in esercizio nell'aprile del 2000 a Hirohata e tratta 190.000 t/a di wastes.

La tab. 3 mostra la composizione chimica di Feed Materials e DRI.

Il secondo impianto industriale è entrato in esercizio a maggio 2001 nello stabilimento di Kakogawa che, grazie a Fastmet, ha raggiunto l'obiettivo "zero wastes". L'impianto trat-

	TFe	Metallic Fe	C	S	CaO	SiO ₂	ZnO
Feed pellet	39.8	0.0	13.3	0.4	4.6	4.0	3.6
DRI	73.8	61.2	2.0	0.8	8.3	6.0	0.3

Tabella 4 – Composizione chimica pellets e DRI (% in peso) impianto Kakogawa.

Tabella 4 – Kakogawa plant: pellets and DRI chemical composition (% weight).

ta 16000 t/a di wastes costituiti da polveri di altoforno, polveri d'acciaieria LD e polveri di forno elettrico.

La tipica composizione chimica delle pellets del preprodotto e delle polveri viene indicata in Tabella 4. La polvere recuperata dall'impianto di trattamento fumi è venduta come ossido di zinco ad un impianto di raffinazione.

E' stato anche installato un sistema di alimentazione e distribuzione di oli di recupero che vengono utilizzati come combustibile. La combustione degli oli di recupero è iniziata nell'ottobre del 2001, e l'utilizzo dell'olio di recupero è cresciuto gradualmente sino a raggiungere approssimativamente il 40% di tutto il combustibile bruciato.

Piro-idrometallurgia

Appartengono a questa categoria i processi che dissolvono per lisciviazione gli ossidi di zinco presenti nelle polveri ed inviano la soluzione prodotta ricca in zinco ad un trattamento elettrolitico per la produzione di zinco metallico (Fig. 7).

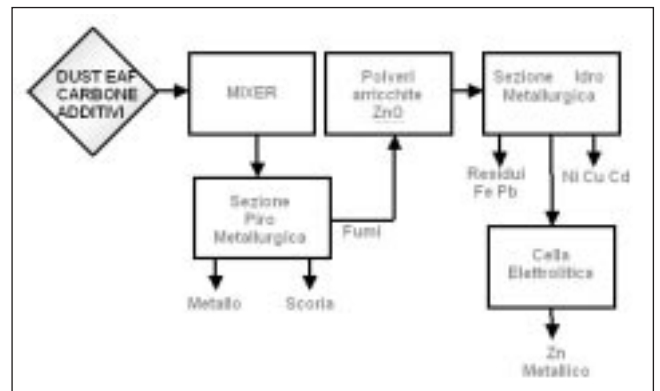


Fig. 7 – Schema del processo di idro-metallurgia.

Fig. 7 – Hydrometallurgy process flow.

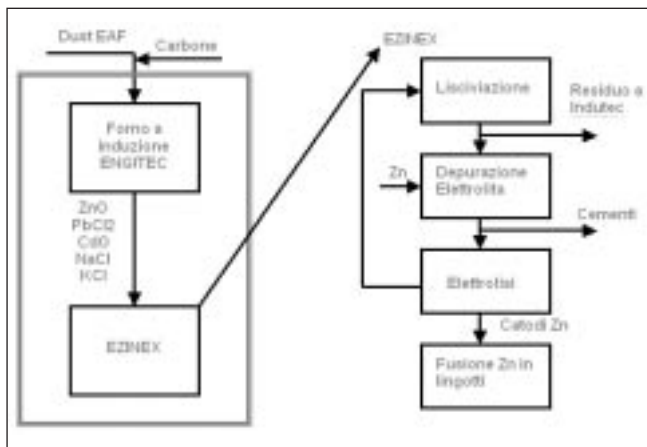


Fig. 8 - Schema a blocchi del processo Ezinex.

Fig. 8 - Flowsheet of the Ezinex technology.

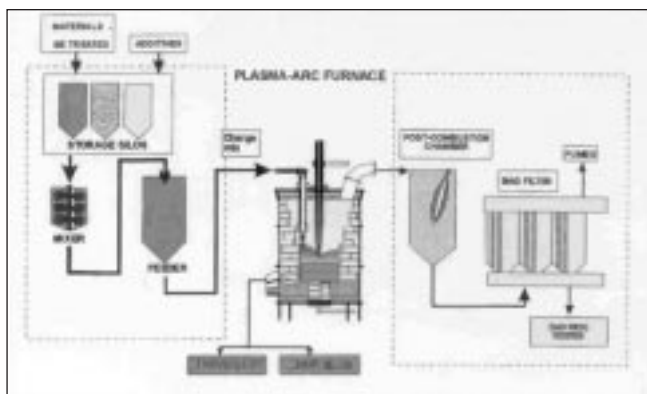


Fig. 9 - Schema di processo sezione trattamento pirometallurgico.

Fig. 9 - Flow diagram of pyrometallurgical treatment.

I più importanti tra questi sono l'Indutec-Ezinex, sviluppato da Engitec S.p.A, ed il Full-Rec che è oggetto di una ricerca finanziata dalla Comunità europea.

Entrambi i processi si basano a monte sulla pirometallurgia effettuata o in un forno elettrico (Full-Rec) o in un forno ad induzione (Indutec-Ezinex).

Ezinex

Il processo Ezinex è stato sviluppato da Engitec Impianti ed è stato realizzato (start up aprile 1996) un impianto industriale presso Ferriere Nord ad Osoppo per il trattamento di 10.000/15.000 t/a di polveri.

L'impianto è oggi fermo presumibilmente per ragioni di mercato: una possibile evoluzione di questo processo è l'Ezinex-Indutec che introduce tra il forno elettrico ed il trattamento idrometallurgico un forno ad induzione (pirometallurgia) che produce ghisa, scoria inerte e recupera nelle polveri della bag house gli ossidi di zinco.

Mentre nell'Ezinex gli ossidi di ferro che sono insolubili vengono separati dalla soluzione nel trattamento di lisciviazione ed inviati nuovamente al forno elettrico, nell'Ezinex-Indutec il recupero del ferro metallico avviene nel forno ad induzione.

Lo schema a blocchi del processo è indicato in figura 8. Per purificare la soluzione nella fase di lisciviazione al fine di rendere possibile la produzione per via elettrochimica di zinco ad alta purezza (>99%) viene aggiunta nei bagni polvere di zinco che fa precipitare i metalli pesanti (principalmente piombo) sostituendoli con ioni di zinco. La separazione del precipitato è attuata con un impianto di filtrazione che invia il residuo ad un raffinatore per il recupero del piombo.

Le celle elettrochimiche sono costituite da catodi al titanio ed anodi in grafite.

Full-Rec

Il Full-Rec (figg. 9, 10, 11 e 12) è oggetto di una ricerca finanziata dalla Comunità Europea che coinvolge CSM, AST, Techint, ASO. Il processo prevede un trattamento pirometallurgico delle polveri da EAF con un forno elettrico ad arco e una sezione di idrometallurgia per il trattamento delle polveri arricchite di ossidi di Zn e Pb.

Il progetto, che dopo un primo step ha portato alla validazione del processo, sta procedendo verso una fase di improvement per arrivare ad un trattamento idro continuo e non batch delle polveri provenienti dalla sezione piro.

La sezione piro si effettua in un forno elettrico ad arco plasma (il forno dimostrativo di Terni è da 1,5 MW) con la possibilità di introdurre delle polveri con diverse tecnologie:

- iniezione delle polveri e del carbone con lancia sotto battente di scoria,
- caricamento in forno, dall'alto, della miscela polveri/carbone mediante uno speciale sistema (SNORKEL) brevettato dal CSM
- alimentazione del forno con bricchette di polvere e carbone.

Il trattamento piro produce metallo, scoria inerte e polveri arricchite di Zinco.

Le polveri ottenute dal trattamento piro hanno un contenuto di ossidi di Zn e Pb molto elevato ($ZnO + PbO > 84\%$).

Le polveri arricchite, vengono inviate al trattamento idrometallurgico che si differenzia dall'Ezinex per l'utilizzo di soluzioni a base di acido solforico anziché cloridrico.

La sezione di idrometallurgia ha la funzione di produrre Zn metallico ad elevata purezza mediante deposizione elettrochimica. Il processo prevede i seguenti step:

- lavaggio con acqua delle polveri provenienti dalla sezione di pirometallurgia per l'eliminazione di cloruri e fluoruri
- lisciviazione solforica delle polveri per la solubilizzazione dello Zn e la precipitazione di: Cr, Mn, Fe^{+++} , Ca, Mg, Al, Si
- coagulazione ossidante per eliminare Fe^{++} e i rimanenti fluoruri
- trattamento di purificazione per eliminare Cu, Cd, Ni
- elettrolisi della soluzione purificata per il recupero dello Zn metallico.

Lo Zn ottenuto da questo trattamento ha una purezza del 99.95%.



Fig. 10 - Impianto pilota processo pirometallurgico c/o AST.

Fig. 10 - Pilot plant of pyrometallurgical process c/o AST, Terni.



Fig. 11 – Impianto pilota processo pirometallurgico c/o AST.
Fig. 11 – Pilot plant of pyrometallurgical process c/o AST, Terni.



Fig. 12 – Impianto pilota processo pirometallurgico c/o AST.
Fig. 12 – Pilot plant of pyrometallurgical process c/o AST, Terni.

CONCLUSIONI

Dalla panoramica emerge che i processi di stabilizzazione/ vetrificazione sono gli unici che non contemplano recuperi, avendo solo lo scopo di rendere le polveri inerti con possibilità di smaltimento in discarica al minimo costo.

Nelle altre categorie si vuole aumentare la concentrazione dei componenti volatili nelle polveri per il recupero dello zinco e recuperare i metalli riducibili (Fe, Ni, Cr).

Tra questi il più economico dal punto di vista dell'investimento è il riciclo nel forno elettrico: tale pratica però si scontra con i gravosi aumenti di consumo elettrico nel forno (circa 1600 kWh/t di polvere riciclata).

Gli impianti di smelting reduction sono quasi tutti nati come alternativa al tradizionale ciclo integrale per la produzione di ghisa: nessuno finora ha raggiunto una maturità industriale e necessitano di un economico recupero dell'energia presente nei gas di scarico.

Il processo Waelz è il più affermato industrialmente con i

suoi 15 impianti worldwide ma ha il suo limite nel non recuperare il ferro presente nella scoria in uscita dal tamburo rotante che viene oggi inviata in discarica.

I forni a suola ruotante sono attualmente l'applicazione più matura per riciclare wastes siderurgici: specialmente in Giappone vi sono molti impianti in esercizio da alcuni anni senza problemi.

La soluzione ideale, dal punto di vista del recupero, è rappresentata dai processi piro-idrometallurgici che arrivano alla produzione di Zinco ad elevata purezza vendibile direttamente sul mercato: tali processi sono però ancora in fase di miglioramenti tecnologici e deve esserne dimostrata la validità industriale.

In prospettiva l'elevato costo delle materie prime, cui abbiamo assistito in quest'ultimo periodo, ed il sempre più sentito obiettivo "Zero Waste" delle industrie siderurgiche fanno pensare ad un futuro affermarsi di tutti quei processi che recuperano oltre allo zinco anche le iron units presenti nelle polveri.

A B S T R A C T

THE PROGRESS OF COMMERCIAL PROCESSES FOR EAF DUST TREATMENT

KEY WORDS:
environment, metals, steelmaking

In all the ironmaking processes most of the wastes keep a market value due to their residual content of Iron, Zinc and Lead.

Facilities producing materials like stainless steel with lower zinc content can also recover chromium and nickel from the dust. Increased landfill costs for residues, stricter environmental regulations and high costs of raw materials are driving the Steelmakers to apply different solutions for waste recovery and many plant suppliers have been developing new processes.

This paper would like to summarize the progress of commercial processes for EAF dust treatment.