

Termovalorizzazione di rifiuti speciali: il caso del FLUFF”

Paolo Viotti, Giuseppe Mancini

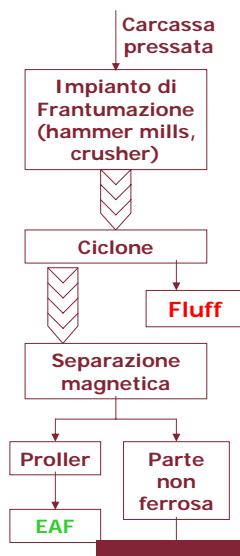
DIPARTIMENTO DI IDRAULICA
TRASPORTI E STRADE



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Processo di eliminazione dei veicoli a fine vita

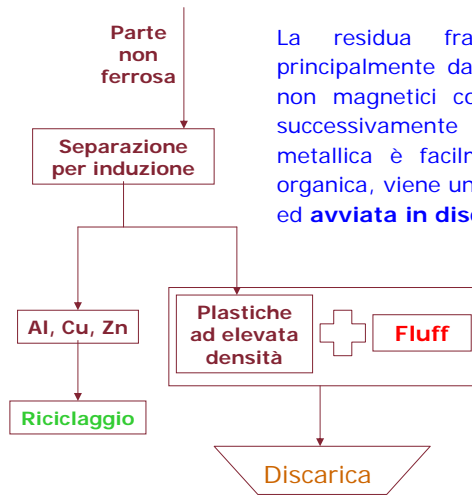


La carcassa pressata viene inviata ad altri impianti specializzati detti "frantumatori" (shredders). La frantumazione si realizza con degli enormi mulini a martelli (hammer mills) o con frantumatori meccanici (crusher).

I pezzi così frantumati sono convogliati, tramite un nastro trasportatore, all'interno di un separatore ad aria che asporta la frazione più leggera degli ASR (Automotive Shredder Residues), principalmente costituita da **pezzi di plastica a bassa densità, imbottiture, rivestimenti, fili di rame, vetro, legno, sabbia, polvere e particelle metalliche fini**. Tale frazione è genericamente denominata **fluff**.

La parte più pesante che non è stata asportata dal ciclone è sottoposta a separazione magnetica dei **metalli ferrosi** dalla restante parte non ferrosa. La frazione ferrosa così ottenuta ("proller") viene utilizzata come materia prima seconda per la produzione di nuovo acciaio in forno ad arco elettrico (EAF).

Processo di eliminazione dei veicoli a fine vita



La residua frazione non magnetica, costituita principalmente da **plastica ad alta densità** e metalli non magnetici come alluminio, rame e zinco, viene successivamente separata per induzione: la parte metallica è facilmente riciclabile, mentre la materia organica, viene unita alla prima frazione di fluff ottenuta ed **avviata in discarica**.

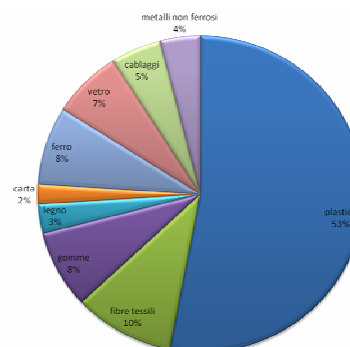
Il residuo prodotto dal processo di demolizione costituisce circa il 25% in peso di un'automobile e stato, fino adesso, smaltito in massima parte in discarica.



Enna 13.06.2009

In generale il fluff si compone in peso, mediamente da:

- plastiche miste per più del 50%
- materiale vario costituito da tessuti, gomma e carta per il 23% circa
- metalli ferrosi e non ferrosi per il 12%
- frammenti di conduttori elettrici per il 5%
- vetro per il 7% circa



Enna 13.06.2009

Il presente dello smaltimento



Enna 13.06.2009

Il presente dello smaltimento



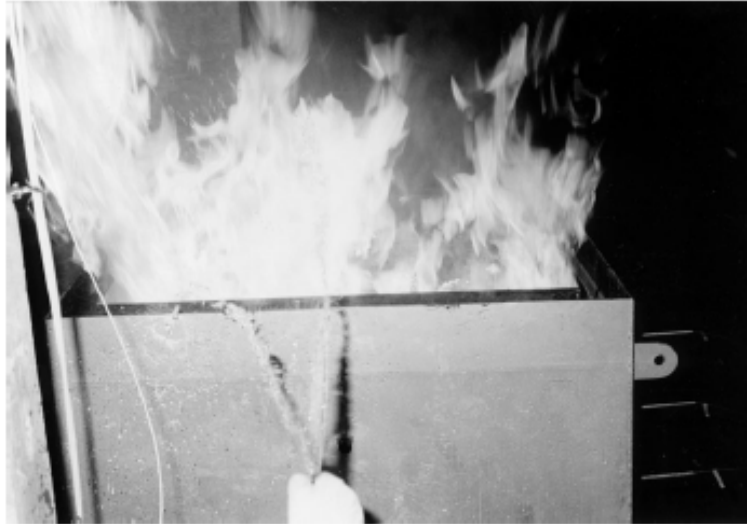
Il presente dello smaltimento



ELSEVIER
www.elsevier.com

Abstract

Accordi
phenomena
thermal
experimen
prevent
Science



ion
the
on
sed
rier

Fig. 4. The scene of a fire on spontaneous combustion test.

Il presente dello smaltimento



Passato

Delibera interministeriale 27 luglio 1984 (5 categorie di discariche): il fluff viene smaltito in discariche di tipo 2b o 2c per rifiuti speciali.



Presente?

Abrogata con decorrenza dal 16 luglio 2005 dal Dlgs n° 36 del 2003:
Quale tipo di discarica per il fluff?

**Grande eterogeneità con presenza di differenti componenti:
difficoltà nella caratterizzazione**



Caratterizzazione del fluff

La decisione della Commissione Europea 2000/532/CE e successive modifiche istituisce il nuovo CER. Ai fini della classificazione del fluff si ha l'attribuzione di due diversi codici CER (Direttiva 09 aprile 2002):

- 19 10 03* pericoloso
- 19 10 04 non pericoloso

In funzione della concentrazione di sostanze pericolose in esso contenute.

Da una caratterizzazione del fluff effettuata dall'**ANPA** in due stadi (**2002 e 2006**) si evince come vengono **rispettati tutti i limiti per rifiuti non pericolosi ad eccezione** di:

- DOC (ca. 160 mg/l >>80 mg/l) che risulta nettamente al di sopra del limite previsto sia per i rifiuti non pericolosi che per rifiuti pericolosi;
- PCB (9 – 91 mg/kg >10 mg/kg)
- Oli minerali (1,54 – 2,37% > 0,1%)

Mentre però i PCB e gli oli possono essere abbattuti operando correttamente la fase di bonifica, per il **DOC** non è possibile risalire ai componenti che ne determinano l'elevata concentrazione vista l'eterogeneità del rifiuto.

Quadro di riferimento normativo

Il decreto 209/2003 di recepimento della direttiva 2000/53/CE sui veicoli fuori uso pone dei precisi obiettivi a determinate scadenze temporali:

- 1° gennaio 2006: reimpiego e recupero = 85%, reimpiego e riciclaggio = 80%
- 1° gennaio 2015: reimpiego e recupero = 95%, reimpiego e riciclaggio = 85%

Quindi solo il 5% in peso di un autoveicolo potrà essere smaltito in discarica.

Si evince inoltre dal decreto 36/2003 sulle discariche di rifiuti che :

- dal 1° gennaio 2007 non potranno essere conferiti in discarica i rifiuti con PCI superiore a 13000 kJ/kg.

Il fluff ha un PCI di 14000 – 20000 kJ/kg.



Per soddisfare gli obiettivi ed i limiti posti dalla normativa vigente è necessario diminuire la quantità di fluff da smaltire in discarica.



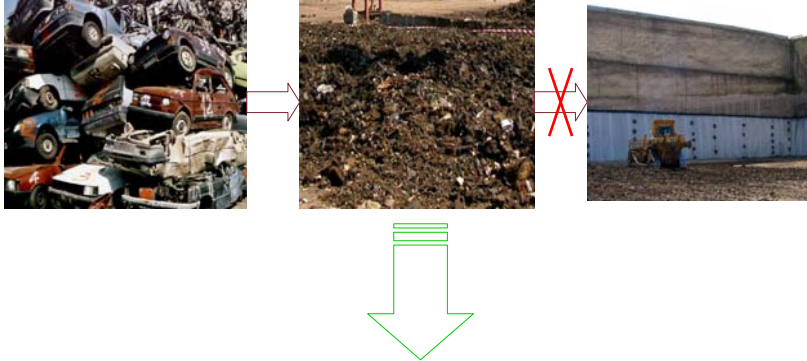
ALTERNATIVE ALLA DISCARICA

Situazione in Italia

“Sono state calcolate, a partire da un monte veicoli pari a quello radiati dal PRA nell’anno 2005, le quantità di materiali che possono essere recuperati dai veicoli per essere avviati a riciclo. L’ aliquota “materiali attualmente recuperati” è ancora esigua poiché è difficile trovare per questi materiali una collocazione, o almeno una collocazione economicamente sostenibile. Il raggiungimento degli obiettivi di legge per l’anno 2006 sarebbe stato a portata di mano se si fosse potuto procedere alla combustione di quella parte del fluff ad alto contenuto energetico. Siamo invece abbastanza lontani dall’obiettivo del 95% fissato per il 2014, oltre che per la mancanza dei già ricordati combustori per il fluff; anche per la mancanza dei mercati di sbocco per i materiali potenzialmente destinabili al riciclo”. (dall’Italia del recupero 2006 7° Edizione FISEUNIRE)

ELV aliquota non avviata in discarica (80% del totale)	
Reimpiego:	componenti venduti come ricambi usati: circa 120.000 tonnellate pari al 10% circa del peso totale.
Riciclo:	a) materie provenienti dalla bonifica (idrocarburi e altri fluidi): circa 14.000 tonnellate pari all’1% circa del peso totale; b) rottami ferrosi e non ferrosi avviati alle fonderie: oltre 800.000 tonnellate pari a circa il 70% del peso totale; c) materiali destinati al riciclo: 9.000 tonnellate.
Recupero energia	nullo

Problematica



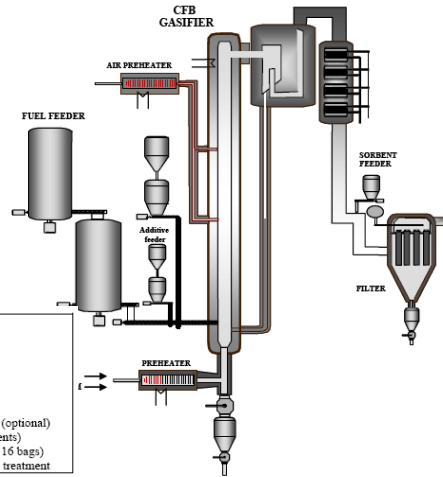
Valutare le tecnologie e le conoscenze oggi disponibili, per il riuso, riciclo, recupero, ed, in generale, **la valorizzazione** della matrice FLUFF, in modo da proporre alternative possibili, ma anche **sostenibili**, allo smaltimento in discarica.

Possibili alternative alla discarica

- **Pirolisi** (fast, flash, convenzionale) → gas, olio (combustibili alternativi), scorie (recupero metalli e smaltimento in discarica)
- **Termovalorizzazione** → calore, energia elettrica, gas (emessi in atmosfera), scorie (smaltite in discarica)
- **Utilizzo in materiali da costruzione** → cemento portland (i metalli vengono immobilizzati, problemi con la frazione organica)
- **Recupero materiali** → polimeri riciclabili (estrazione con solventi, infrarossi, separazione per diversa densità)

Possibili alternative alla discarica

Combustione del fluff su letto fluido di sabbia (25%) e calcare (75%); T=855 °C (Niemen et al 2006)

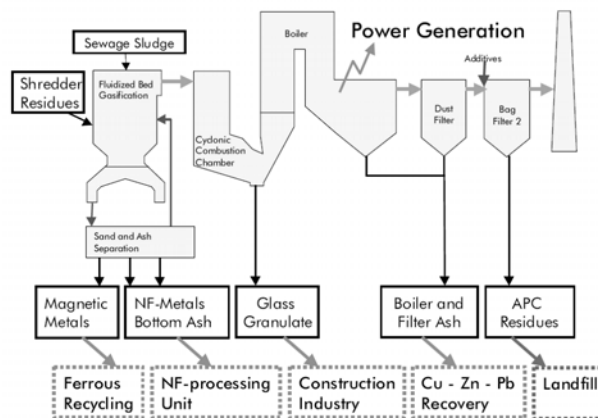


Reactor diameter	154 mm
Reactor height	7.9 m
Operating temperature	600–1 000°C
Superficial gas flow rate in the reactor	1–5 m/s
Operating pressure	1.0–1.3 bar (abs)
Maximum fuel feed rate	80 kg/h
Maximum thermal capacity	about 350 kW
Gas cleaning equipment	recycling cyclone, 2 nd cyclone (optional) ceramic candle filter (12 elements) optional: bag filter (maximum 16 bags)
Research applications	Gasification, combustion, heat treatment

Figure 2. Schematic figure of VTT's Circulating Fluidised-Bed (CFB) gasification test rig (Process Development Unit, PDU).

Possibili alternative alla discarica

In Giappone è in uso già dal 2000 un impianto per il riciclaggio materiale ed energetico del fluff, che include due processi: gasificazione in forno a letto fluido e fusione delle ceneri residue. Tale tecnologia, sviluppata da "EBARA corporation" è chiamata "TwinRec" in Europa.



Obiettivi

Valutare la possibilità di utilizzo di un processo di combustione del fluff su impianto di gassificazione esistente opportunamente modificato

- Parametri ambientali (emissioni, caratteristiche ceneri e scorie)
- Parametri di combustione (potere calorifico, comportamento dell'ASR in fase di combustione)
- Parametri impiantistici (produzione vapore; energia)
- Problematiche gestionali varie
- Bilancio energetico



Il "Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio" e Maind hanno sottoscritto il 21 Aprile 2006 un "Accordo di programma" per "promuovere lo sviluppo di tecniche appropriate e di sistemi di controllo per il recupero, riciclo e termovalorizzazione del car fluff (ASR)". E' stato nominato un organo di controllo composto da Ministero, APAT, Reg. Lazio Università.

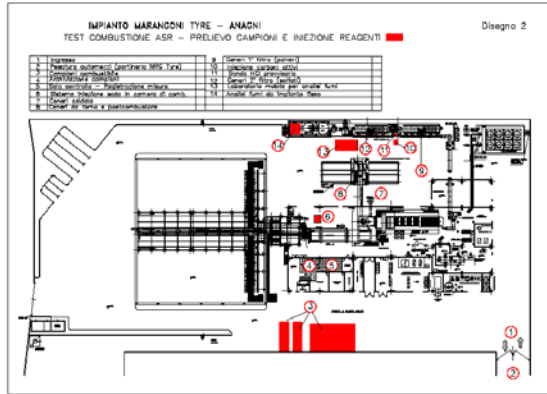
Sulla base di questo accordo si è autorizzato l'impianto di Anagni (FR), nella titolarità di Maind, ad effettuare una serie di test che si sono svolti nel 2007 con tre Fluff provenienti da tre differenti produttori e successivamente sotto il controllo dell'APAT tra il 28 luglio 2008 e il 17 agosto 2008.

I principali obiettivi di questa sperimentazione sono:

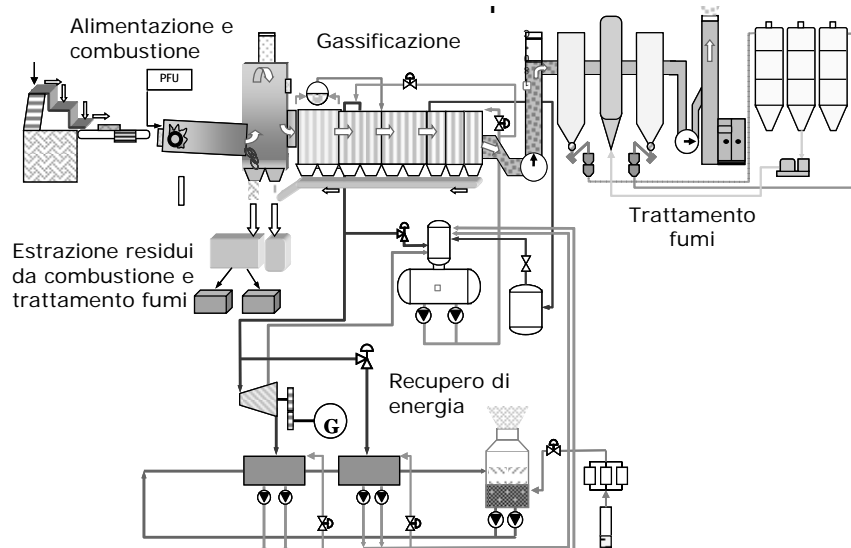
- esercizio dell'impianto con alimentazione a fluff per almeno 8 giorni, consecutivi ed ininterrotti
- controllo delle emissioni gassose a seguito della combustione del suddetto fluff
- definizione di un bilancio energetico e di un bilancio di massa del processo

Inquadramento attività sperimentale

In data 16 luglio 2007 è iniziato presso l'impianto di Anagni (FR) della Maind s.r.l, lo svolgimento di prove di combustione ASR – fluff da frantumazione di autoveicoli e misto



Schema Impianto



Caratterizzazione Fluff

ORIGINE

Fluff 1: - 70% da autoveicoli

- 30% da raccolta

Fluff 2: - 30% da autoveicoli

- 70% da raccolta

Fluff 3: - 100% da autoveicoli



Caratteristiche chimico-fisiche Fluff - 2007

Parametri	U.M.	Valore medio Fluff 1	Dev. st.	Valore medio Fluff 2	Dev. st.	Valore medio Fluff 3	Dev. st.
Materiale metallico grossolano	%	0,96	0,31	1,90	2,1	0,15	0,05
Materiale combustibile non	% s.s.	9,69	0,97	5,28	3,6	7,70	2,28
Residuo a 105°C	%	84,01	0,38	92,85	0,86	84,59	0,89
Residuo a 600°C	% s.s.	54,4	6,9	20,2	15	44,74	4,9
Peso specifico	kg/dm ³	0,247	0,029	0,22	0,017	0,42	0,026
Punto infiammabilità	°C	> 100	n.a.	> 100	n.a.	> 100	n.a.
PCS	kcal/kg s.s.	3.223	104	6.624	266	4.469	303
PCI	kcal/kg s.s.	3.016	98	6.235	252	9.432	1.554
Carbonio	% s.s.	33,65	0,33	64,29	1,12	171,3	20,6
Idrogeno	% s.s.	4,22	0,16	7,91	0,33	2,820	339
Fattore di emissione (CO ₂ massima teorica)	t _{CO2} /TJ	97,8	2,3	90,4	2,4	22,32	3,53
	t _{CO2} /t _{comb}	1,234	0,012	2,357	0,041	36,27	1,26

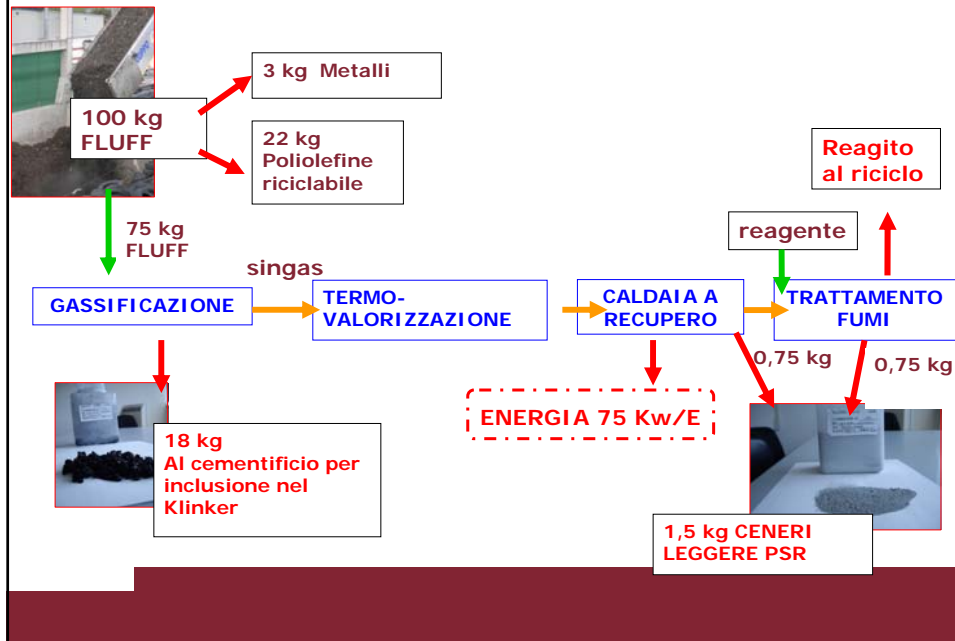
Caratteristiche chimico-fisiche Fluff

Parametri	U.M.	Valore medio Fluff 1	Dev. st.	Valore medio Fluff 2	Dev. st.	Valore medio Fluff 3	Dev. st.
Piombo	mg/kg s.s.	2.458	258	2.167	394	8.831	4.757
Rame	mg/kg s.s.	2.856	2.249	5.747	8.800	12,90	2,8
Cadmio	mg/kg s.s.	22,2	8,5	15,2	2,5	8,42	1,2
Arsenico	mg/kg s.s.	15,9	3,9	4,10	0,52	0,54	0,2
Selenio	mg/kg s.s.	2,2	1,6	2,4	1,8	165,7	27
Nichel	mg/kg s.s.	257	108	33,0	6,1	12.881	5.354
Zinco	mg/kg s.s.	19.439	1.974	6.646	1.195	256,9	14
Cromo totale	mg/kg s.s.	209	38	37,2	1,3	4,07	0,5
CromoVI	mg/kg s.s.	4,9	1,1	1,61	0,67	0,12	0,015
Mercurio	mg/kg s.s.	0,213	0,067	0,113	0,023	5,58	1,6

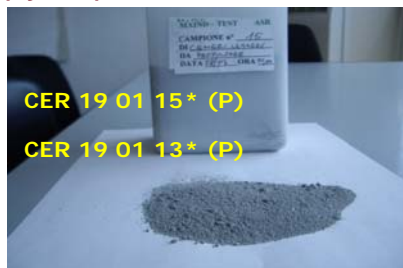
Caratteristiche chimico-fisiche Fluff

Parametri	U.M.	Valore medio Fluff 1	Dev. st.	Valore medio Fluff 2	Dev. st.	Valore medio Fluff 3	Dev. st.
Cloro	mg/kg s.s.	18.223	4.108	46.599	9.778	4,67	0,161
Fluoro	mg/kg s.s.	199	27	1.105	1.752	71,2	2,8
Zolfo	mg/kg s.s.	6.292	1.042	6.200	193	1,330	0,046
Oli minerali	g/kg s.s.	21,5	5,2	20,3	7,1	< 0,5	n.a.
Benzene	mg/kg s.s.	< 0,5	n.a.	< 0,5	n.a.	< 0,5	n.a.
Toluene	mg/kg s.s.	< 0,5	n.a.	< 0,5	n.a.	< 0,5	n.a.
Cilene	mg/kg s.s.	< 0,5	n.a.	< 0,5	n.a.	< 0,5	n.a.
Stirene	mg/kg s.s.	< 0,5	n.a.	< 0,5	n.a.	< 0,5	n.a.
Acetone	mg/kg s.s.	< 0,5	n.a.	< 0,5	n.a.	< 0,5	n.a.
Fenoli	mg/kg s.s.	3,07	0,67	< 0,5	n.a.	2.205	117
IPA	mg/kg s.s.	12,2	1,4	7,3	1,3	7,93	1,7
PCB	mg/kg s.s.	13,2	2,0	24,3	5,7	3,02	0,5
PCDD/PCDF	ngTE/kg s.s.	7,0	2,9	4,7	1,1	0,15	0,05

Bilancio di massa del processo



Caratterizzazione ceneri leggere (fly ash) e scorie

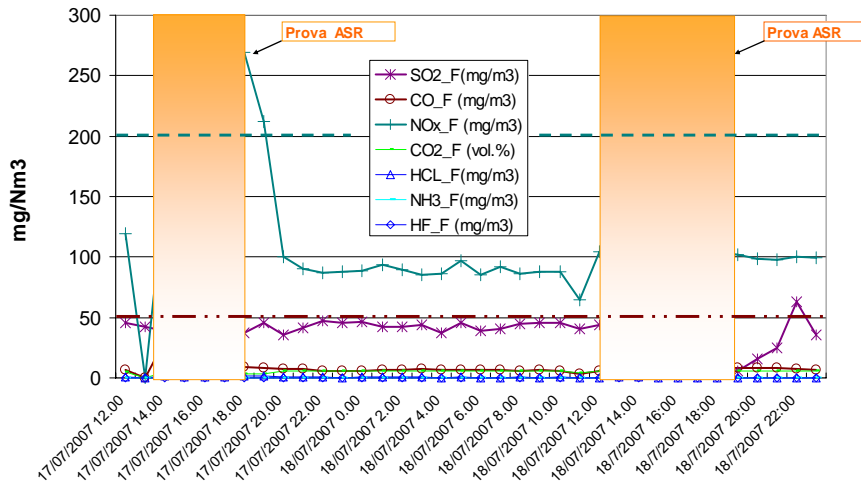


Campione	Codice	Pericoloso
Filtro ceneri	ceneri leggere - 19 01 13*	SI
Cassa ceneri	ceneri di caldaia - 19 01 15*	SI
Ingresso caldaia	polveri di caldaia - 19 01 15*	SI
1° filtro ceneri	1° filtro ceneri - 19 01 13*	SI
Caldaia	ceneri di caldaia - 19 01 15*	SI
Propulsore filtro ceneri	ceneri leggere - 19 01 13*	SI
Nastro ceneri caldaia	ceneri di caldaia - 19 01 15*	SI
Nastro ceneri caldaia	polveri di caldaia - 19 01 16	NO
Cassa lato ceneri	ceneri pesanti e scorie - 19 01 12	NO



Emissioni camino 17-18 luglio 2007

Andamento valori emissione camino - dati da FTIR Orion

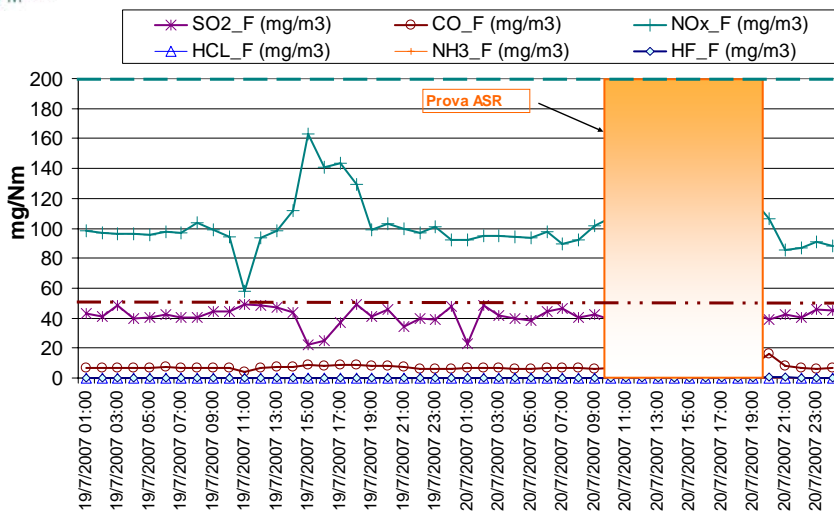


In verde il limite di NO_x – giornaliero (200 mg/Nmc), quello orario è di 400 mg/Nmc



Emissioni camino 19-20 luglio 2007

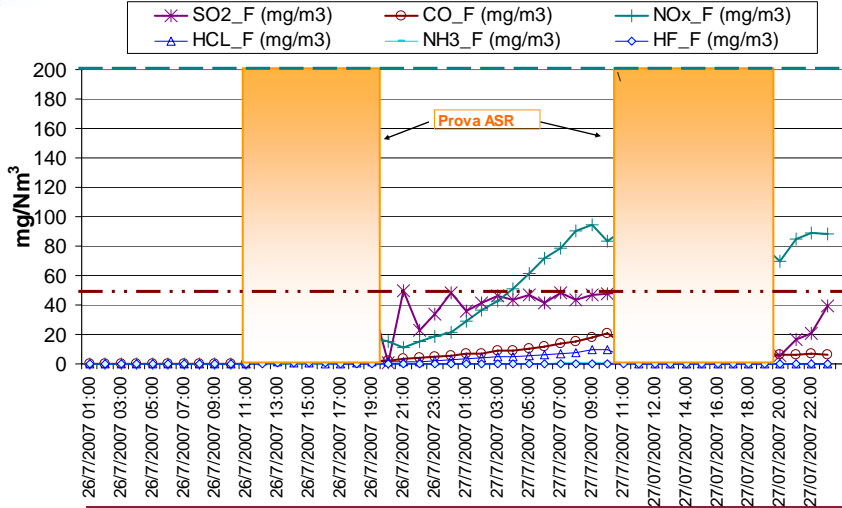
Andamento emissioni camino - dati da FTIR Orion



Emissioni camino 26-27 luglio 2007



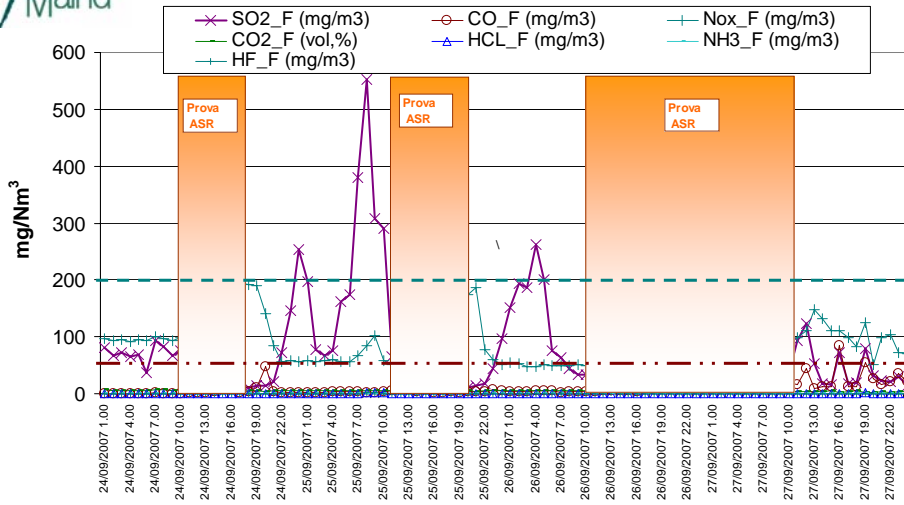
Andamento emissioni camino - dati da FTIR Orion



Emissioni camino 26-27 settembre 2007



Andamento emissioni camino - dati da FTIR Orion,

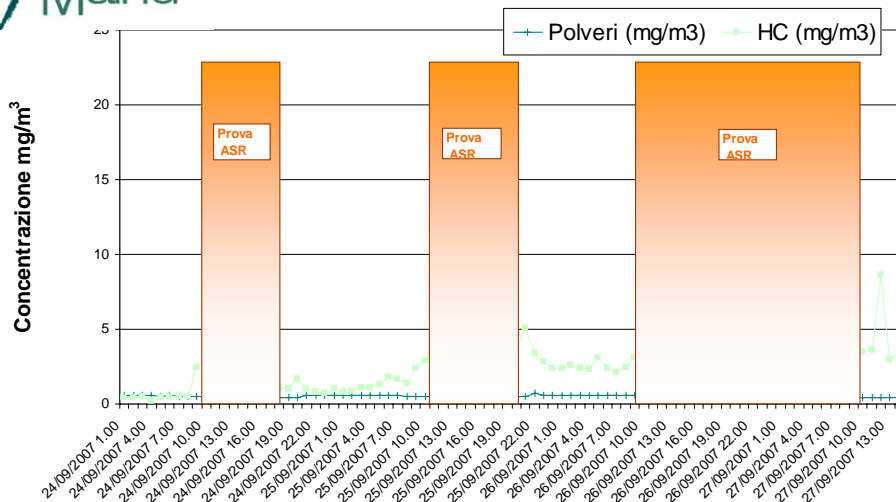


Gasification and thermal valorization of automobile shredder residue in a purposely modified kiln

Emissioni camino 26-27 settembre 2007



Andamento emissioni camino - dati da FTIR Orion



Gasification and thermal valorization of automobile shredder residue in a purposely modified kiln

Confronto con i valori limite di emissione degli impianti di incenerimento (DLgs n. 133/2005)

Sostanza	Emiss. (mg/Nm ³)	Limiti D.Lgs. 133/2005	Supplemento n° 5 a BOLLETTINO UFFIC. n° 28 Regione Lazio del 10 Ottobre 2003
CO	5	50 media g 100 media semi h	50 media g 100 media semi h
Polveri totali	1 - 2	10 media g 30 media semi h	5 media g 20 media semi h
Sostanze organiche	< 10	10 media g 20 media semi h	10 media g 20 media semi h
HCl	< 5	10 media g 60 media semi h	10 media g ay 60 media semi h
HF	< 1	1 media g 4 media semi h	1 media g 4 media semi h
SO ₂	10	50 media g 200 media semi h	40 media g 180 media semi h
NO _x	80 - 100	200 media g 400 media semi h	200 media g (per impianti esistenti) 70 media g 120 media semi h (per impianti nuovi)
Cd+Tl	< 0,01	0,05 media g	0,05 media g
Hg	< 0,02	0,05 media g	0,05 media g
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn	< 0,1	0,5 mg/m ³ media somma oraria	0,5 mg/m ³ media somma oraria
PCDD+PCDF (ng/Nm ³)	< 0,05	0,1 ng/m ³ somma 8h	0,1 ng/m ³ somma 8h
IPA	0,001	0,01 mg/m ³ somma 8h	0,01 mg/m ³ somma 8h

Gasification and thermal valorization of automobile shredder residue in a purposely modified kiln

Le leggi vigenti (D.Lgs 133/2005) impongono la misura di alcune sostanze emesse al camino per la verifica del rispetto dei corrispondenti limiti (orario, giornaliero, mensile ecc.).

Per il caso oggetto di studio sono stati rilevati i seguenti parametri:

Parametri analizzati	Polveri totali (MPT)	Parametri misurati in discontinuo in conformità ai metodi unificati UNI, UNICHIM ed EPA	
	Polveri frazione PM 2,5		
	Polveri frazione PM 10		
	Metalli Pesanti (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Cd, Tl, Hg)		
	PCDD/PCDF IPA		
	Monossido di carbonio (CO)		Parametri misurati in continuo con FTIR – GIGAS 10M
	Anidride carbonica (CO ₂)		
	Ossigeno (O ₂)		
	Monossido di azoto (NO)		
	Biossido di azoto (NO ₂)		
	Biossido di zolfo (SO ₂)		
	Carbonio organico totale (TOC)		
	Acido Cloridrico (HCl)		
	Acido Fluoridrico (HF)		
	Ammoniacca (NH ₃)		

MONITORAGGIO PARAMETRI MISURATI IN DISCONTINUO

Parametro	u.m.	Valore misurato ¹		
		1° prelievo 31/07/2008	2° prelievo 1/08/2008	
Polveri totali (MPT)	mg/Nm ³	0,58	0,79	Limite D.Lgs 133/05 : 0,1 mg/Nm ³
Mercurio (Hg)	mg/Nm ³	0,0431	0,039	
Cadmio (Cd)	mg/Nm ³	< 0,0029	0,0027	
Tallio (Tl)	mg/Nm ³	< 0,0144	< 0,0135	
Antimonio (Sb)	mg/Nm ³	< 0,0144	< 0,0135	
Arsenico (As)	mg/Nm ³	< 0,0014	< 0,0014	
Piombo (Pb)	mg/Nm ³	0,0287	< 0,0135	
Cromo (Cr)	mg/Nm ³	< 0,0144	< 0,0135	
Cobalto (Co)	mg/Nm ³	< 0,0144	< 0,0135	
Rame (Cu)	mg/Nm ³	< 0,0144	0,0162	
Manganese (Mn)	mg/Nm ³	0,0144	0,081	
Nichel (Ni)	mg/Nm ³	< 0,0144	< 0,0135	
Vanadio (V)	mg/Nm ³	< 0,0144	< 0,0135	
Cadmio + Tallio (Cd + Tl)	mg/Nm ³	< 0,0087	0,0095	
Metalli Pesanti, Totale (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn)	mg/Nm ³	0,087	0,1303	Limite D.Lgs 133/05 : 0,5 mg/Nm ³
Polveri frazione PM 2.5	mg/Nm ³	2,41	0,89	
Polveri frazione PM 10	mg/Nm ³	1,44	1,13	
		1° prelievo 30/07/2008	2° prelievo 1/08/2008	
PCDD/PCDF	ng TE/Nm ³	0,0006	0,0039	Limite D.Lgs 133/05 : 0,1 ng/Nm ³
IPA	ng/Nm ³	< 0,0007159	< 0,0007167	Limite D.Lgs 133/05 : 0,01 mg/Nm ³

Le prove non sono state condotte in continuo mentre risulta fondamentale osservare il comportamento in condizioni di normale funzionamento.

Di conseguenza si è impostata una terza campagna di prove con controllo continuo dell'Organo di Controllo attraverso l'APAT.

Questa terza fase realizzata nell'ambito di una concessione temporanea da parte della Regione Lazio si è svolta dal 28/7/08 al 6/8/08.

Si è prelevato fluff da una sola fonte e si sono effettuate le analisi di caratterizzazione sotto il controllo diretto dell'APAT.

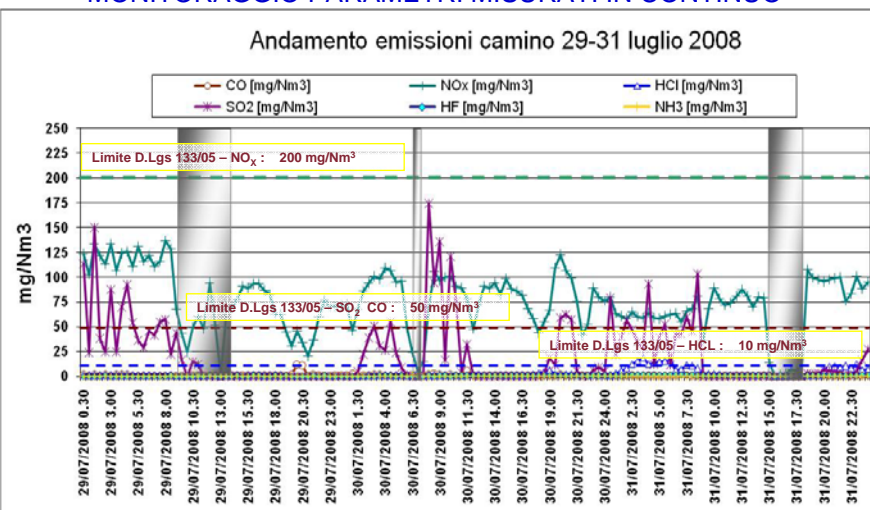
Si è evidenziata oltre alla presenza di olio in percentuali elevate, anche una elevata presenza di materiali di piccole dimensioni (<10 mm) che richiedono quindi opportune tecniche di stoccaggio e movimentazione.

Si è confermata la presenza di sostanze pericolose come Pb, Cd, Ni, Cr ed idrocarburi che quindi richiedono un deciso miglioramento nella filiera per limitarne gli apporti che si ritrovano poi nelle ceneri.

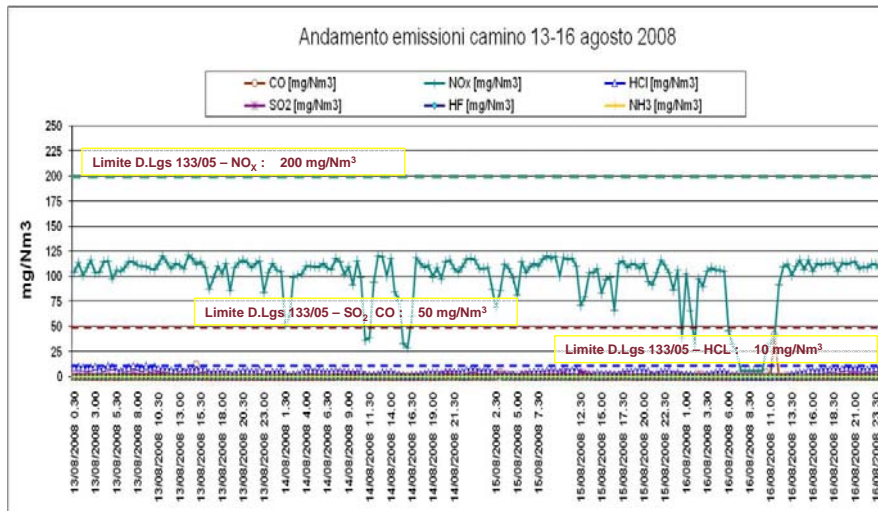
I campioni sono stati inoltre sottoposti a test di cessione (Dm 3/8/05) per verificarne l'ammissibilità in discarica e sono risultati non ammissibili in discarica per rifiuti pericolosi.

MONITORAGGIO PARAMETRI MISURATI IN CONTINUO

Andamento emissioni camino 29-31 luglio 2008



MONITORAGGIO PARAMETRI MISURATI IN CONTINUO



EMISSIONI

In questa prova sono stati monitorati in continuo polveri, TOC, HCl, HF, SO₂, NO_x, CO

Il confronto con il DL 153/05

Non ci sono stati superamenti dei valori limite, metalli, PCDD/PCDF e IPA sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi

durante la prova c'è stato inoltre un miglioramento delle concentrazioni dell'anidride solforosa a seguito dell'aggiunta di reagenti.

Anche per le polveri i valori sono risultati al di sotto del limite

RIFIUTI DAL TRATTAMENTO

Le ceneri (pesanti e leggere) presentano elevate concentrazioni di Pb, Cu e Zn ed in seconda battuta Ni, Cr e TOC.

Questo comporta che i rifiuti del trattamento necessitano particolare attenzione.

I risultati delle analisi condotte sulle ceneri evidenziano l'inammissibilità delle stesse anche in discariche di rifiuti pericolosi a causa dell'elevato contenuto in metalli. Si rende quindi necessario o effettuare ulteriori trattamenti o utilizzarli in condizioni di assoluta sicurezza.

Da tutto questo in ogni caso emerge che la gassificazione del fluff è sicuramente uno dei sistemi di smaltimento finale di questo pericoloso componente, ma che è fortemente necessario intervenire nella filiera per migliorare la qualità del fluff e cercare di stabilizzarne il più possibile la composizione.

Considerazioni sulla produzione di energia

- Nel corso delle prove la produzione di vapore è stata variabile tra le 9 e le 11,5 ton, con una produzione di energia elettrica fino a valori di 2.500 – 2.600 kW. Questi valori sono stati raggiunti con una portata di fluff di circa 2.500 kg/h, integrato sporadicamente con gas metano.
- Le evidenze sperimentali derivanti dai calcoli termici mostrano, malgrado la notevole umidità, un P.C.I. non inferiore a 13.000÷14.000 kJ/kg, in linea con le evidenze analitiche.
- Con riferimento ai valori medi registrati nell'impianto di Anagni si hanno 11 MW termici di ingresso, 3.2 MW elettrici di produzione ed autoconsumi pari 0.5 MW elettrici.
- Le prove hanno dimostrato la possibilità di ottenere circa 0.9 MWh/ton di ASR combusto, valore migliorabile con le previste modifiche impiantistiche; quindi da 40.000 ton di ASR potenzialmente trattabili, si potranno ricavare circa 36 GWh di energia elettrica.

Conclusioni

- il continuo aumento dei costi di conferimento dei rifiuti in discarica, la perenne carenza di siti idonei alla costituzione di nuove discariche ma soprattutto le più recenti restrizioni imposte dalla normativa per questa tipologia di smaltimento richiedono l'impiego di nuove soluzioni tecnologiche per contenere i problemi derivanti da questo rifiuto
- Con il processo proposto viene recuperata un'ulteriore aliquota di metalli e materiali per i quali esiste un mercato e recuperato l'elevato potere calorifico del fluff per la produzione di energia
- Il bilancio di massa evidenzia la grande riduzione in massa (e volume) del rifiuto di cui solo l'1,5 necessita il successivo smaltimento in discarica
- Tutti i valori di emissione al camino rientrano ampiamente nei più restrittivi limiti di legge

Termovalorizzazione di rifiuti speciali: il caso del FLUFF”

Paolo Viotti, Giuseppe Mancini

DIPARTIMENTO DI IDRAULICA
TRASPORTI E STRADE



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Si ringrazia la MAIND S.r.l. per aver messo a disposizione tutti i dati relativi al processo di trattamento e le analisi condotte dai diversi laboratori certificati.

