

Deliberazione n. 117 del 23/06/2009

OGGETTO: DOCUMENTO “PRIME INDICAZIONI SULLE POSSIBILITA’ DI RECUPERO DELLE SCORIE PRODOTTE DAL TERMOVALORIZZATORE DEL GERBIDO”. PRESA D’ATTO.

IL CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

PREMESSO CHE:

- La Provincia di Torino, nell'esercizio dei poteri sostitutivi dell'Associazione d'Ambito, ha affidato, con deliberazione del Consiglio Provinciale n. 279129/2005, alla società TRM la progettazione, realizzazione e gestione dell'impianto di termovalorizzazione della zona Sud della Provincia di Torino e degli impianti strumentali e connessi, fra cui la discarica di servizio.
- La discarica ad oggi non ha ancora avuto da parte di ATO-R una puntuale localizzazione, che potrà essere effettuata solo dopo l'avvio di un procedimento ad hoc nel quale ATO-R dovrà applicare le indicazioni ed i criteri previsti dal Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti (PPGR2006) per la localizzazione di impianti di smaltimento.
- Per la discarica di servizio agli impianti di trattamento termico il Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti 2006 prevede che *‘La stessa sarà dimensionata in funzione del dimensionamento finale degli impianti di trattamento. Le scorie, che residueranno direttamente dalla camera di combustione, costituite principalmente da materiali inerti presenti nei rifiuti, sono, nel caso dei rifiuti urbani, classificabili come rifiuti speciali non pericolosi. Il polverino (ceneri di caldaia e quelli che residuano dai sistemi di trattamento dei fumi) è classificato invece come rifiuto pericoloso. Risulta necessario approfondire nella fase di progettazione esecutiva degli impianti le caratteristiche specifiche dei sovralli prodotti e la valutazione dell'utilizzo di tecniche e tecnologie tali da avviare le stesse a processi di recupero piuttosto che a processi di smaltimento. Il riuso dei residui solidi dalle attività di incenerimento è possibile qualora essi soddisfino una serie di parametri tecnici ed ambientali, quali ad esempio la reattività, la lisciviabilità, il contenuto in sali e la granulometria. Il riuso delle scorie derivante dall'attività di incenerimento dei rifiuti urbani risulta una pratica molto diffusa e consolidata in alcuni paesi europei (Olanda, Danimarca, Germania, Francia Belgio e Gran Bretagna) e già avviata in alcuni impianti in Italia.’*. Pertanto il PPGR considera prioritario avviare le scorie a processi di recupero piuttosto che a processi di smaltimento.
- TRM ha trasmesso all'ATO-R, in data 15 ottobre 2007, uno studio di pre-fattibilità che valuta le possibilità di recupero delle scorie ma non definisce ancora né le quantità né i canali attraverso i quali è possibile avviare a recupero.
- Le indicazioni relative alle quantità risultano dirimenti perché ATO-R possa decidere in merito alla necessità della localizzazione della discarica di servizio ed al suo dimensionamento o, in alternativa autorizzare TRM allo smaltimento delle scorie, per la parte che non può essere avviata a recupero, in altre discariche per RSA già esistenti.
- Peraltro, il costruendo termovalorizzatore del Gerbido, dimensionato per un conferimento annuo di 421.000 t, si prevede produca all'incirca 92.620 t/a di scorie (valore atteso con scorie umide al 20% e al lordo del materiale metallico recuperabile). Il progetto del termovalorizzatore, autorizzato con D.D. 309-557341 del 21/12/2006 aggiornata con D.D.247-54167/2008, prevede già a valle dello spegnimento delle scorie in acqua, uno stadio di separazione magnetica, in grado di effettuare un recupero di materiali ferrosi quantificabile nell'8-9% in peso delle ceneri pesanti. Il cospicuo quantitativo di scorie giustifica l'eventuale investimento necessario per agevolare una sua ricollocazione nel ciclo produttivo, riducendo notevolmente o quasi annullando lo smaltimento in discarica. Il conferimento diretto in discarica comporta, infatti, una serie di costi economici (ingombro, trasporto, smaltimento, ecc.) ed ambientali (saturazione dei siti, contenimento degli eluati e dei metalli in essi contenuti) ma soprattutto una perdita potenziale di risorse legate al non impiego di una materia prima seconda. Infatti, numerose esperienze in ambito italiano ed europeo hanno dimostrato che dal punto di vista tecnologico le ceneri pesanti possono sostituire gli inerti naturali in un vasto ambito di applicazioni, sia come sottofondi, riempimenti e terrazzamenti (in Francia il 2% dei sottofondi stradali sono realizzati con granulati derivanti da scorie di

inceneritori) sia come sostitutivi degli inerti granulari per calcestruzzi e conglomerati bituminosi, sia infine come componente marnosa all'interno di miscela per la produzione di cemento.

- Pertanto ATO-R - considerando le indicazioni di programmazione provinciale in merito al recupero e visto che non è ad oggi possibile individuare la quota ed il tonnellaggio di scorie da avviare a recupero piuttosto che a smaltimento e confermare di conseguenza la necessità della realizzazione della discarica di servizio - ha sospeso, nella Seconda Appendice Integrativa alla Convenzione di affidamento (art. 11), per 360 giorni, l'obbligo di TRM di realizzare la discarica di servizio ed ha promosso la costituzione, in aprile 2008, di un gruppo di lavoro partecipato da Provincia di Torino, TRM e ARPA Piemonte con l'obiettivo di:
 - ☞ Valutare la possibilità di conferimento in discariche pubbliche e private per rifiuti non pericolosi presenti sul territorio della Provincia e porre le basi per un Accordo di Programma tra tutti i soggetti interessati per consentire la sperimentazione delle scorie come materiale di ingegneria o di copertura nelle discariche attive.
 - ☞ Valutare opportunità di recupero delle scorie diverse dalla discarica (come inerti per la produzione di materiali per l'edilizia) e porre le basi per un Accordo di programma tra i soggetti interessati per l'avvio dell'attività di sperimentazione.
- Nel Piano d'Ambito 2008-2014, approvato in dicembre 2008, ATO-R ha evidenziato la necessità di proseguire con gli approfondimenti di tipo tecnico per arrivare a stime puntuali del quantitativo di scorie da avviare a recupero e consentire così una programmazione di dettaglio dei flussi delle stesse.

Visto il documento "Prime indicazioni sulle possibilità di recupero delle scorie prodotte dal termovalorizzatore del Gerbido", ed in particolare le sue conclusioni, allegato al presente atto sotto la lettera A per farne parte integrante e sostanziale, predisposto dagli Uffici di ATO-R e Provincia di Torino – Ufficio discariche e bonifiche – con lo scopo di illustrare lo stato di avanzamento delle attività di approfondimento attualmente in corso.

Visto l'art. 134, comma 4, del citato Testo Unico e ritenuta l'urgenza;

Acquisito il parere favorevole in ordine alla regolarità tecnica ai sensi dell'art. 49 comma 1 del Testo Unico delle leggi sull'Ordinamento degli Enti Locali approvato con D.Lgs. 18/08/2000 n. 267.

Atteso che il numero di voti richiesti per l'adozione della presente deliberazione è stabilito dall'art. 20 dello Statuto Consortile.

Preso atto della seguente votazione:

	Presenti	Assenti
Paolo Foietta	X	
Caltagirone Diego		X
Trovato Francesco	X	
Sobrino Enzo	X	
Ferrara Franco	X	
Carrera Ernesto	X	
Magala Antonio	X	
Radonicich Andrea Bruno		X
Vico Luigi	X	

Presenti n. 7

Assenti n. 2

Non partecipanti al voto n. 0

Votanti n. 7

Astenuti n. 0

Favorevoli n. 7

Contrari n. 0

Il Consiglio di Amministrazione all'unanimità dei presenti

DELIBERA

- 1) Di prendere atto del documento "*Prime indicazioni sulle possibilita' di recupero delle scorie prodotte dal termovalorizzatore del Gerbido*" ed in particolare delle sue conclusioni, allegato al presente atto sotto la lettera A per farne parte integrante e sostanziale, predisposto dagli Uffici di ATO-R e Provincia di Torino – Ufficio discariche e bonifiche – con lo scopo di illustrare lo stato di avanzamento delle attività di approfondimento attualmente in corso.
- 2) Di dichiarare immediatamente eseguibile il presente provvedimento con successiva votazione, separata, espressa e favorevole di tutti gli intervenuti.

Il Segretario
Dott. Adolfo REPICE
(f.to in originale)

Il Presidente
Dott. Paolo FOIETTA
(f.to in originale)

Si esprime parere favorevole in ordine alla regolarità tecnica, ai sensi dell'art. 49 comma 1 del Testo Unico delle leggi sull'Ordinamento degli Enti Locali approvato con D.Lgs. 18/08/2000 n. 267.

Il Direttore Tecnico
Dott. Riccardo CIVERA
(f.to in originale)



**PRIME INDICAZIONI SULLE POSSIBILITA' DI RECUPERO
DELLE SCORIE PRODOTTE DAL TERMOVALORIZZATORE
DEL GERBIDO**

Giugno 2009

Redazione del documento a cura di:

Dott. Gian Luigi Soldi - Responsabile Ufficio Discariche e bonifiche - Servizio Gestione Rifiuti e Bonifiche Provincia di Torino - Area Sviluppo Sostenibile e Pianificazione Ambientale

Ing. Vita Tedesco - Area Tecnica ATO-R

Ing. Palma Urso - Area Tecnica ATO-R

Con la collaborazione dell'*Ing. Silvia Onidi, stagista presso l'Ufficio Discariche e bonifiche nell'anno 2009*

Coordinamento e supervisione a cura di:

Dott. Riccardo Civera - Direttore Tecnico di ATO-R

Dott. Gian Luigi Soldi - Responsabile Ufficio Discariche e bonifiche - Servizio Gestione Rifiuti e Bonifiche Provincia di Torino - Area Sviluppo Sostenibile e Pianificazione Ambientale

INDICE

1	Il contesto di riferimento.....	1
2	Inquadramento normativo.....	3
3	Caratteristiche, possibili destini e pretrattamenti delle ceneri pesanti.....	5
3.1	Caratterizzazione delle ceneri pesanti.....	6
3.2	Pre-trattamenti delle ceneri pesanti.....	7
3.2.1	Trattamenti fisici di separazione.....	9
3.2.2	Trattamenti chimici di separazione.....	10
3.2.3	Stabilizzazione chimica.....	10
3.2.4	Trattamento termico.....	11
3.2.5	Schema tecnologico di pretrattamento delle scorie.....	12
3.2.5.1	Pretrattamento finalizzato al conferimento in discarica.....	12
3.2.5.2	Pretrattamento finalizzato al conferimento in cementificio come rifiuto.....	12
3.2.5.3	Pretrattamento finalizzato al conferimento in cementificio come materia prima secondaria.....	13
3.2.5.4	Alcuni impianti di recupero delle scorie presenti in Italia.....	13
4	Il progetto di recupero delle scorie di ato-r e provincia di torino.....	17
4.1	Possibilità di Utilizzo delle scorie come materiale di ingegneria nelle discariche.....	17
4.1.1	Analisi della documentazione bibliografica.....	18
4.1.2	Visite tecniche presso gli impianti.....	21
4.1.3	Sperimentazione su campo.....	25
4.2	Possibilità di Utilizzo delle scorie come inerte per la produzione di materiale per l'edilizia.....	26
4.2.1	Produzione di aggregati per cementi.....	26
4.2.2	Utilizzo nella realizzazione di sottofondi stradali e rilevati.....	27
5	Conclusioni.....	28

1 IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

La Provincia di Torino, nell'esercizio dei poteri sostitutivi dell'Associazione d'Ambito, ha affidato con deliberazione del Consiglio Provinciale n. 279129/2005 alla società TRM la progettazione, realizzazione e gestione dell'impianto di termovalorizzazione della zona Sud della Provincia di Torino e degli impianti strumentali e connessi, fra cui la discarica di servizio.

La discarica ad oggi non ha ancora avuto da parte di ATO-R una puntuale localizzazione, che potrà essere effettuata solo dopo l'avvio di un procedimento ad hoc nel quale ATO-R dovrà applicare le indicazioni ed i criteri previsti dal Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti (PPGR2006) per la localizzazione di impianti di smaltimento.

Il costruendo termovalorizzatore del Gerbido, dimensionato per un conferimento annuo di 421.000 t, si prevede produca all'incirca 92.620 t/a di scorie (valore atteso con scorie umide al 20% e al lordo del materiale metallico recuperabile). Il progetto del termovalorizzatore, autorizzato con D.D. 309-557341 del 21/12/2006 aggiornata con D.D.247-54167/2008, prevede già a valle dello spegnimento delle scorie in acqua, uno stadio di separazione magnetica, in grado di effettuare un recupero di materiali ferrosi quantificabile nell'8-9% in peso delle ceneri pesanti.

Il cospicuo quantitativo di scorie giustifica l'eventuale investimento necessario per agevolare una sua ricollocazione nel ciclo produttivo, riducendo notevolmente o quasi annullando lo smaltimento in discarica.

Il conferimento diretto in discarica comporta, infatti, una serie di costi economici (ingombro, trasporto, smaltimento, ecc.) ed ambientali (saturazione dei siti, contenimento degli eluati e dei metalli in essi contenuti) ma soprattutto una perdita potenziale di risorse legate al non impiego di una materia prima seconda. Infatti numerose esperienze in ambito italiano ed europeo hanno dimostrato che dal punto di vista tecnologico le ceneri pesanti possono sostituire gli inerti naturali in un vasto ambito di applicazioni, sia come sottofondi, riempimenti e terrazzamenti (in Francia il 2% dei sottofondi stradali sono realizzati con granulati derivanti da scorie di inceneritori) sia come sostitutivi degli inerti granulari per calcestruzzi e conglomerati bituminosi, sia infine come componente marnosa all'interno di miscela per la produzione di cemento.

Peraltro, per la discarica di servizio agli impianti di trattamento termico il Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti 2006 prevede che *“La stessa sarà dimensionata in funzione del dimensionamento finale degli impianti di trattamento. Le scorie, che residueranno direttamente dalla camera di combustione, costituite principalmente da materiali inerti presenti nei rifiuti, sono, nel caso dei rifiuti urbani, classificabili come rifiuti speciali non pericolosi. Il polverino (ceneri di caldaia e quelli che residuano dai sistemi di trattamento dei fumi) è classificato invece come rifiuto pericoloso. Risulta necessario approfondire nella fase di progettazione esecutiva degli impianti le caratteristiche specifiche dei sovralli prodotti e la valutazione dell'utilizzo di tecniche e tecnologie tali da avviare le stesse a processi di recupero piuttosto che a processi di smaltimento. Il riuso dei residui solidi dalle attività di incenerimento è possibile qualora essi soddisfino una serie di parametri tecnici ed ambientali, quali ad esempio la reattività, la lisciviabilità, il contenuto in sali e la granulometria. Il riuso delle scorie derivante dall'attività di incenerimento dei rifiuti urbani risulta una pratica molto diffusa e consolidata in alcuni paesi europei (Olanda, Danimarca, Germania, Francia, Belgio e Gran Bretagna) e già avviata in alcuni impianti in Italia.”*

Pertanto il PPGR considera prioritario avviare le scorie a processi di recupero piuttosto che a processi di smaltimento.

ATO-R, considerando le indicazioni di programmazione provinciale in merito al recupero e visto che non è ad oggi possibile individuare la quota ed il tonnellaggio di scorie da avviare a recupero piuttosto che a smaltimento e confermare di conseguenza la necessità della realizzazione della discarica di servizio, ha sospeso, nella Seconda e Terza Appendice Integrative alla Convenzione di affidamento (art. 11), per 360 giorni, l'obbligo di TRM di realizzare la discarica di servizio, prevedendo, ai fini della determinazione della tariffa di conferimento che, TRM smaltisca le scorie prodotte dall'impianto in discariche alternative, individuate dalla società stessa.

La società TRM aveva trasmesso all'ATO-R, in data 15 ottobre 2007, uno studio di pre-fattibilità che per valutare le possibilità di recupero delle scorie di termovalorizzazione alternative allo smaltimento in discarica.

Successivamente, ATO-R e la Provincia di Torino hanno promosso la costituzione, nell'aprile 2008, di un gruppo di lavoro a cui partecipano anche TRM e ARPA con l'obiettivo di:

- ⌘ Valutare la possibilità di conferimento in discariche pubbliche e private per rifiuti non pericolosi presenti sul territorio della Provincia e porre le basi per un Accordo di Programma tra tutti i soggetti interessati per consentire la sperimentazione delle scorie come materiale di ingegneria o di copertura nelle discariche attive.
- ⌘ Valutare opportunità di recupero delle scorie diverse dalla discarica (come inerti per la produzione di materiali per l'edilizia) e porre le basi per un Accordo di programma tra i soggetti interessati per l'avvio dell'attività di sperimentazione.

Nel Piano d'Ambito 2008-2014 approvato in dicembre 2008, ATO-R ha evidenziato la necessità di proseguire con gli approfondimenti di tipo tecnico per arrivare a stime puntuali del quantitativo di scorie da avviare a recupero e consentire così una programmazione di dettaglio dei flussi delle stesse.

La presente relazione ha lo scopo di illustrare lo stato di avanzamento delle attività di approfondimento attualmente in corso.

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La normativa italiana in materia di rifiuti (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) classifica le scorie da termovalorizzatore con il codice CER 19 01 12 (“ceneri pesanti e scorie, diverse da quelle di cui alla voce 19 01 11”).

Ad oggi in Italia il destino principale di questa tipologia di rifiuti è lo smaltimento in discarica. Il DM 5/2/1998 (“Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli artt. 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997 n. 22”) come modificato dal DM 5 aprile 2006 n.186 prevede come attività di recupero delle ceneri pesanti da incenerimento di rifiuti solidi urbani e assimilati e da CDR, soltanto quella dei cementifici [R5]. Tuttavia, a livello sperimentale, si stanno studiando altre possibilità di recupero quali l’impiego in pavimentazioni stradali e massicciate ferroviarie, la fabbricazione di ceramiche e fibre vetrose, l’impiego nell’industria delle costruzioni e nei riempimenti per aree degradate (come cave, miniere, sbancamenti, aree franose, paludi, erosioni) (Ferreira et al., 2003).

È da precisare comunque che, per i rifiuti sottoposti alle procedure ordinarie (non semplificate) di recupero, sono consentite ulteriori attività di recupero oltre a quella dei cementifici.

Il crescente interesse per il riciclaggio dei rifiuti in Italia è dimostrato dall’attenzione sempre maggiore delle aziende intorno a questa tematica, anche a seguito dell’emanazione del DM 203/2003 e successiva circolare ministeriale attuativa n. 5205/05 che sanciscono l’obbligo, per gli appalti della pubblica amministrazione e per le società a capitale pubblico operanti nel settore edile e stradale, dell’utilizzo di materiali riciclati nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno. Tale decreto e la successiva circolare riguardano in particolare gli utilizzi di aggregati riciclati da costruzione e demolizione, ma permettono di prendere in considerazione anche inerti ottenibili da altre tipologie di rifiuti, quali ad esempio le scorie pesanti provenienti dal processo di combustione dei rifiuti urbani dotate di spiccate proprietà idrauliche e litoidi. Tali caratteristiche hanno infatti già permesso in molti paesi dell’Unione Europea il riutilizzo delle ceneri pesanti (in percentuali differenti) nella formazione di conglomerati bituminosi o nell’industria cementiera, come seria alternativa ai comuni filler e aggregati (Plescia, 2006). D’altra parte, mentre le scorie da demolizione e costruzione sono rapidamente utilizzabili (a parte le procedure di deferrizzazione e di frantumazione e vagliatura), le scorie di termodistruzione devono essere sottoposte a trattamenti di raffinazione, che permettano la separazione delle frazioni metalliche ferrose e non ferrose e la stabilizzazione o eliminazione delle frazioni inquinanti (organici ed inorganici).

Di seguito vengono analizzate da un punto di vista normativo le soluzioni normalmente praticate in Italia come possibile destino delle scorie:

- ✍ Smaltimento in discarica
- ✍ Recupero nei cementifici in regime semplificato (ex art. 214 del D. Lgs 152/06)
- ✍ Recupero delle scorie in impianti autorizzati in procedura ordinaria (ex art. 208 del D. Lgs 152/06).

SMALTIMENTO IN DISCARICA

Ferma restando l’esigenza di caratterizzazione chimica del rifiuto prima del suo smaltimento in discarica, le scorie pesanti dell’inceneritore risultano di norma smaltibili in discariche per rifiuti non pericolosi in quanto conformi ai parametri previsti dall’art. 6 del **DM 3/8/2005** (“Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica”). I criteri costruttivi e gestionali di tale tipologia di discarica sono illustrati al punto 2 dell’Allegato 1 del **D. Lgs 36/2003** (Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti).

L’impianto di incenerimento si configura come produttore del rifiuto speciale che viene conferito in discarica. Le operazioni di pretrattamento delle scorie all’uscita dell’inceneritore (eventuale lavaggio, deferrizzazione primaria e maturazione in piazzale), se non sono già comprese nel ciclo di funzionamento dell’inceneritore ed autorizzate con esso, sono soggette a procedura semplificata.

RECUPERO NEI CEMENTIFICI

Le scorie derivanti dai processi di incenerimento dei rifiuti urbani, secondo il **D.M. 5 febbraio 1998** modificato e integrato dal D.M. n. 186 del 3 aprile 2006, possono essere recuperate nei cementifici [R5] in regime semplificato. L'utilizzo in cementificio è l'unica possibilità di riutilizzo delle ceneri pesanti degli impianti di termovalorizzazione esplicitamente prevista dalla normativa italiana in alternativa al loro smaltimento in discarica (DM 5/2/1998, Allegato 1, Suballegato 1, punto 13.3). Tale attività rappresenta una valorizzazione del rifiuto e il cementificio stesso può rappresentare l'impianto di trattamento al quale è demandato l'onere di ottenere l'autorizzazione in regime di procedura semplificata (ex D.Lgs 152/06 art. 214 - "Determinazione delle attività e delle caratteristiche dei rifiuti per l'ammissione alle procedure semplificate" e art. 216- "Operazioni di recupero").

Le operazioni di pretrattamento delle scorie possono essere conglobate nell'autorizzazione del termovalorizzatore oppure essere oggetto di un'autorizzazione separata presumibilmente con procedura semplificata.

TRATTAMENTO IN IMPIANTI DI RECUPERO DEDICATI ALLO SCOPO DI OTTENERE MATERIE PRIME SECONDARIE

Il recupero delle scorie può avvenire in un impianto dedicato allo scopo di ottenere in uscita:

- ≠ una vera e propria materia prima per cementeria non più classificata come rifiuto (arricchimento della matrice minerale delle scorie con calcare da cemento ed eventualmente con marna naturale);
- ≠ oppure inerti granulari da utilizzare in sostituzione degli inerti naturali per usi poco pregiati (sottofondi stradali) o in utilizzi pregiati (calcestruzzi e asfalti).

In questo caso non si tratta più di una forma di recupero di materia prima secondaria secondo la procedura semplificata, ma di un impianto di trattamento e recupero di rifiuti speciali non pericolosi da autorizzare con procedura ordinaria ex D.Lgs 152/06 (art. 208 - "Autorizzazione unica per i nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti").

Tale tipologia di impianto non rientra nella casistica sottoposta ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) di cui al D. Lgs. 59/2005 in quanto questa non si applica agli impianti che effettuano operazioni di recupero (R5) di rifiuti NON pericolosi, ma solo operazioni di recupero di rifiuti PERICOLOSI con potenzialità > di 10 t/giorno. Resta invece soggetta a procedura di VIA ai sensi del medesimo D.Lgs 152/06, in particolare a verifica (screening) rientrando normalmente nella tipologia di impianti che fanno recupero (R5) di rifiuti non pericolosi con potenzialità maggiore di 10 t/giorno.

Il materiale in uscita dalla suddetta tipologia di impianto non è più un rifiuto, ma una materia prima liberamente commercializzabile; nessun onere formale è dunque richiesto agli acquirenti del materiale.

3 CARATTERISTICHE, POSSIBILI DESTINI E PRETRATTAMENTI DELLE CENERI PESANTI

Le *scorie* (dette anche *ceneri pesanti* o *bottom ash*) sono costituite da residui di combustione raccolti principalmente sullo scarico della griglia e in parte al di sotto di essa, da non confondere con le *ceneri volanti* (dette anche *ceneri volanti* o *fly ash*) costituite dalle polveri captate dal generatore di vapore e dal sistema di depolverazione classificate come rifiuti pericolosi per presenza in particolare di cadmio e piombo (Fig. 3.1). Quantitativamente occupano un volume che varia dall'8% al 10% del corrispondente rifiuto incenerito, indicativamente dal 20% al 25% in peso. Sono classificate come rifiuto speciale non pericoloso con il codice CER 19 01 12 ("ceneri pesanti o scorie").

Al fine di individuare la forma di gestione più corretta dal punto di vista ambientale, le scorie vanno caratterizzate analiticamente (caratteristiche fisiche e chimiche) riguardo in particolare al contenuto di sostanze pericolose e successivamente va individuato il sistema di gestione più appropriato in accordo con la normativa vigente.

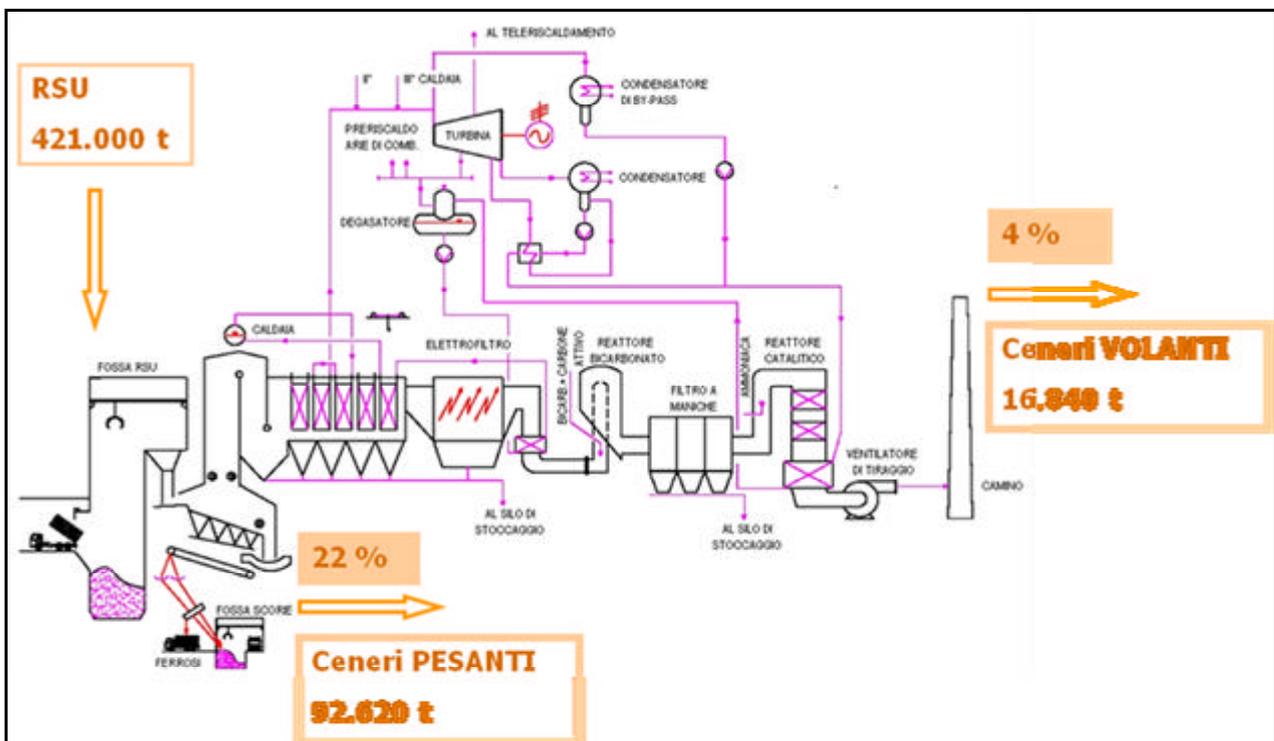


Fig. 3-1- Produzione di scorie dal termovalorizzatore del Gerbido



Fig. 3-2- Scorie da termovalorizzazione di rifiuti solidi urbani

In Italia il destino principale delle scorie è rappresentato dallo smaltimento in discarica (Rapporto APAT, 2006), mentre il recupero nei cementifici o l'utilizzo come copertura giornaliera delle discariche rappresenta una quota pari al 20%.

In molti Stati Europei la situazione è decisamente differente ed alcune tipologie di recupero vengono già ampiamente praticate. In Olanda l'87% delle ceneri pesanti è utilizzato principalmente come aggregato per pavimentazioni e sottofondi stradali (Traina e Bonoli, 2006 e Baun et al., 2007); in Germania circa il 72% delle scorie pesanti è impiegato per le pavimentazioni ed il recupero ambientale di miniere e cave (Baun et al., 2007); in Danimarca la quasi totalità delle ceneri pesanti prodotte (98%) è utilizzato nel settore stradale e nella realizzazione di massicciate (Baun et al., 2007), mentre in Francia il 77% della produzione è destinata alla costruzione di strade (Tab. 3-1).

Tab. 3-1 – Destino delle scorie da termovalorizzatore in Europa [fonte: D.L. Baun et al., 2007]

Country	Major type of utilisation	Reused bottom ash	
		tonnes	%
Belgium	Construction material	No data	-
Denmark	Building / road construction, embankments	752,100	98 %
France	Road construction	2,367,000	77 %
Germany	Civil works	2,232,500	72 %
Italy	Cement additive, daily cover material for landfill	150,700	20 %
Netherlands	Road construction and embankments	1,003,800	87 %
Switzerland	Landfill	0	0 %
Spain	Road construction	No data	-
Sweden	Civil works and landfill construction	No data	-
U.K.	Road construction, concrete aggregate	No data	-

3.1 CARATTERIZZAZIONE DELLE CENERI PESANTI

La caratterizzazione chimica mostra che le ceneri pesanti sono costituite in gran parte dal materiale inerte contenuto nei RSU oltre che da una piccola percentuale (circa 2%) di sostanza organica incombusta, e sono caratterizzate da un elevato tasso di umidità derivante dal raffreddamento con acqua delle ceneri in uscita dall'inceneritore (all'incirca il 20%). La composizione delle ceneri pesanti varia a seconda della composizione del rifiuto in ingresso all'inceneritore.

Gli elementi presenti in concentrazioni maggiori sono generalmente rappresentati da: silicio, alluminio, ferro, calcio e sodio (Tab. 3-2).

Tab. 3-2- Caratterizzazione chimica delle ceneri pesanti [M. Ferraris et al.]

	Concentrazione (% in peso)	
	Bergamo	Vercelli
Si	19,9	19,1
Al	9,3	4,9
Fe	4,0	4,0
Cu	0,2	0,2
Mn	0,1	0,1
Pb	0,2	0,3
Cr	0,03	0,05
Ni	0,02	0,05
Zn	0,9	0,30
Ca	11,7	8,70
Mg	1,4	1,90
Na	9,6	8,10
K	1,5	1,50
Ti	1,5	0,70

Da un punto di vista fisico le ceneri pesanti sono caratterizzate da una composizione granulometrica in prevalenza rappresentata da quella di sabbie e ghiaie (Fig. 3-3).

La frazione grossolana è essenzialmente costituita da frammenti solidi e sostanza organica incombusta, mentre la frazione fine contiene metalli pesanti, ossidi e idrossidi.

La densità varia tra 500 e 1300 kg/m³ in funzione del contenuto d'acqua e della presenza di materiali ferrosi, con valori tipici di 1000 -1200 kg/m³.

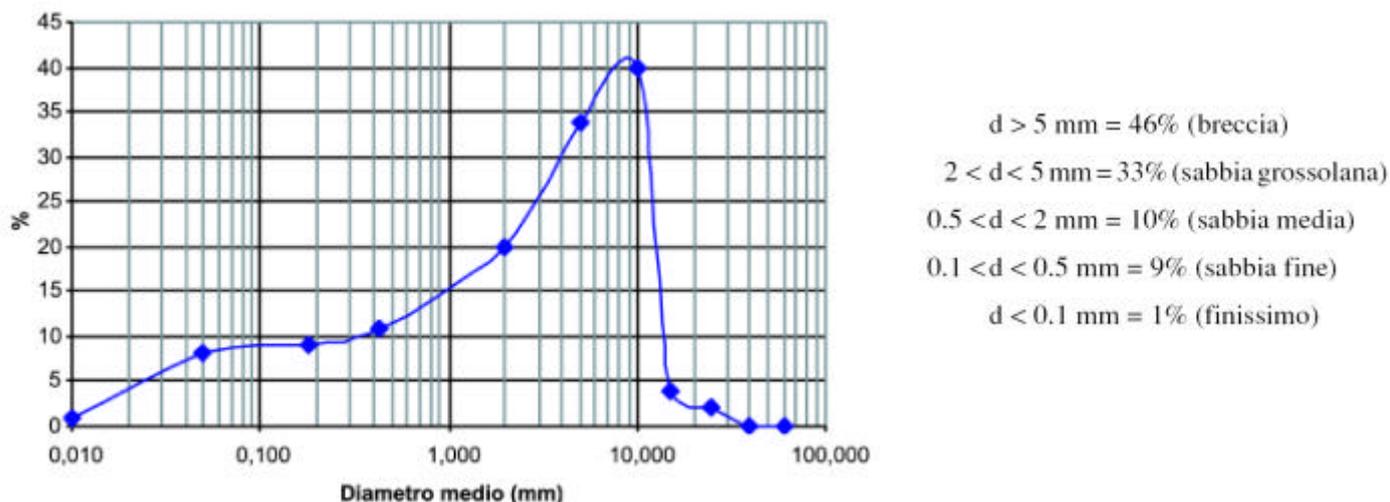


Fig. 3-3- Caratterizzazione granulometrica delle ceneri pesanti [Da P. Plescia et al.,2006]

3.2 PRE-TRATTAMENTI DELLE CENERI PESANTI

Al fine di consentirne il riutilizzo le scorie di termodistruzione devono essere preventivamente sottoposte a trattamenti di raffinazione, che permettano la separazione delle frazioni metalliche ferrose e non ferrose e la stabilizzazione o eliminazione delle frazioni inquinanti (organici ed inorganici).

I pretrattamenti delle ceneri pesanti vengono effettuati per migliorare le caratteristiche di lisciviabilità a breve e lungo termine e altre proprietà tecniche relative all'uso specifico cui sono destinate. Alcune sostanze presenti nelle scorie sono identificate come agenti contaminanti (Mo, Pb, Sb, Zn, cloruri e solfati). Quando il riutilizzo delle scorie non è praticabile per via di vincoli normativi o per ragioni economiche, il trattamento può essere utile per eliminare i contaminanti e

per migliorare il comportamento ambientale. In tali casi lo scopo del trattamento è quello di accelerare il processo chimico e le trasformazioni mineralogiche che avvengono in discarica, al fine di favorire la formazione di un prodotto solido con un rilascio minimo di agenti inquinanti.

La scelta delle tecnologie di trattamento dovrebbe tener conto di tutti gli agenti contaminanti presenti e delle condizioni ambientali in cui andranno ad essere utilizzate o smaltite le scorie, in modo da evitare situazioni per cui viene ridotta la lisciviazione di alcuni elementi ed aumentata quella di altri.

A seconda del tipo di destinazione finale, le scorie sono sottoposte a trattamenti più o meno spinti sia di tipo meccanico (frantumazione e selezione granulometrica), sia di tipo fisico (separazione elettromagnetica o ad induzione o più raramente separazione gravimetrica in mezzo denso) sia di tipo chimico (lavaggio con acqua o neutralizzazione con acidi o basi). Il trattamento risulta particolarmente spinto nel caso di produzione di inerti granulari per calcestruzzo dovendosi ottenere un sostituto della sabbia naturale chimicamente inerte.

Le possibili operazioni di pretrattamento realizzabili sulle scorie sono riportate nella Tabella che segue: alcune di esse sono comunemente applicate, altre invece sono più innovative e sono ancora in fase di studio.

Tab. 3-3- Principali pretrattamenti delle ceneri pesanti [Sabbas et al. 2003]

Separazione fisica	Separazione chimica	Stabilizzazione chimica	Trattamento termico
Selezione granulometrica	Lavaggio con acqua	Stagionatura	Sinterizzazione
Riduzione granulometrica	Estrazione chimica	Carbonatazione	Vetrificazione
Separazione magnetica		Stabilizzazione con agenti chimici	
Separazione dei metalli con corrente indotta		Stabilizzazione con cemento	

La tabella di seguito (Poletti, 2007) riporta la produzione annua di scorie in alcuni Paesi europei, le percentuali di recupero e i trattamenti che vengono praticati (vagliatura, recupero dei metalli ferrosi, recupero dei metalli non ferrosi, stagionatura).

Tab. 3-4- Pretrattamenti effettuati sulle ceneri pesanti nei vari Paesi d'Europa e percentuali di recupero [Poletti,2007]

Country	BA production (t/y)	BA utilization (t/y - %)	Type of processing			Ageing
			Screening	Ferrous metal recov.	Non-ferrous metal recov.	
Austria	232 000	n.a.	×	×		
Belgium	590 000	n.a.	×	×	some	×
Denmark	645 000	630 000 (98%)	×	×	×	×
Finland	9 781	---				
France	2995 000	2366 000 (79%)	×	×	often	×
Germany	3140 000	2025 000 (65%)	×	×	some	×
Hungary	53 000	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Italy	750 000	150 000 (20%)	×	×	some	
The Netherlands	1075 000	950 000 (88%)	×	×	×	×
Norway	197 000	102 000 (52%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Portugal	178 000	---				
Sweden	450 000	40 000 (9%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Switzerland	640 000	---				
Spain	250 000	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
United Kingdom	725 000	410 000 (56%)	×	×	some	
USA	9000 000	500 000 (5%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

n.a. = data not available

3.2.1 Trattamenti fisici di separazione

Tra i trattamenti fisico-meccanici si distinguono:

- ✗ Selezione e riduzione granulometrica
- ✗ Separazione dei metalli ferrosi e non ferrosi

SELEZIONE E RIDUZIONE GRANULOMETRICA

Attraverso frantumazione e vagliatura è possibile suddividere le scorie in più classi granulometriche, da destinare a differenti utilizzi.

La selezione granulometrica ha lo scopo di rimuovere dalle scorie specifici contaminanti (sali quali cloruri e solfati, metalli) che si concentrano nella frazione più fine e che possono precludere il riutilizzo del materiale.

La selezione granulometrica può avvenire sia con processi a secco che con processi ad umido. I vagli possono essere rotativi o piani ed in genere hanno una maglia di 20- 50 millimetri e 2- 10 millimetri.

I sistemi ad umido combinano il principio della separazione fisica con quello dell'estrazione delle componenti solubili in funzione del tempo di permanenza nel sistema di separazione. Va ovviamente considerata la gestione dell'acqua che deve essere sottoposta a trattamento.

È stato evidenziato il ruolo della vagliatura nel determinare l'aumento della velocità di carbonatazione sia nel caso che venga effettuata sulla scoria fresca o sia nel caso dell'applicazione sulla scoria dopo maturazione; parallelamente all'aumento della carbonatazione, la vagliatura determina un aumento della capacità di ritenzione dell'acqua della scoria.

SEPARAZIONE DEI METALLI FERROSI E NON FERROSI

I metalli ferrosi e non ferrosi nelle scorie di incenerimento di rifiuti solidi urbani ammontano rispettivamente al 7-15% e al 1-2% in peso, sebbene ciò dipenda fortemente dalle tecniche di selezione del rifiuto a monte del processo di combustione.

Gli obiettivi principali della separazione di metalli ferrosi e non ferrosi dalle scorie sono:

- ✗ recuperare gli scarti di metallo ai fini del riciclo di materia
- ✗ limitare gli effetti negativi dei metalli come Al, Fe e Zn, che possono creare problemi di corrosione e rigonfiamento in alcune applicazioni quali la costruzione di strade e la produzione di cemento o di conglomerati.

La separazione di metalli ferrosi avviene attraverso l'impiego di magneti deferrizzatori, tecnologia semplice e poco costosa che consente un'efficienza di recupero del 55-60% del contenuto iniziale.

La separazione di metalli non ferrosi avviene attraverso l'impiego di separatori ad induzione, che risultano efficaci su materiali con granulometria 4-30 mm; va effettuata dopo la separazione del ferro, la classificazione dimensionale e, meglio ancora, dopo triturazione e consente un'efficienza di recupero pari a circa il 50% del contenuto iniziale.



Fig. 3-4- Processo fisico-meccanico basato sulla separazione mediante vagliatura e deferrizzazione

3.2.2 Trattamenti chimici di separazione

LAVAGGIO CON ACQUA

Dopo il raffreddamento in acqua (*quenching*) a valle della camera di combustione, le scorie contengono ancora residui solubili che possono essere estratti attraverso il lavaggio con acqua, che appare il processo più semplice che può essere applicato per rimuovere i composti solubili dalle scorie.

A causa della natura alcalina del materiale la sospensione in acqua di scorie fresche presenta un pH compreso tra 9.5 e 12; con valori di pH così alti risulta minima la solubilità della maggior parte dei metalli, pertanto l'efficienza di rimozione dei metalli dalle scorie attraverso lavaggio è in generale bassa e il trattamento è utilizzato per rimuovere componenti più solubili quali cloruri, sodio e solfati (tuttavia per alcuni solfati il lavaggio potrebbe non essere sufficiente a garantire il rispetto dei limiti di legge).

Miglioramenti nella separazione dei solfati sono stati ottenuti utilizzando soluzioni acquose di NaHCO_3 o CO_2 , per via della precipitazione del calcio come carbonato piuttosto che come solfato.

Il lavaggio con acqua e insufflazione di CO_2 per abbassare il pH consente l'estrazione di alcuni metalli in tracce; d'altra parte alcuni studi hanno evidenziato l'effetto negativo di questo trattamento sulla lisciviabilità di metalli quali Cr, Cu, Mo e Ni; nessun effetto negativo è stato invece riscontrato per Pb e Zn.

ESTRAZIONE CON SOLVENTE

Sono stati proposti processi di estrazione con diversi acidi inorganici (ad esempio acido cloridrico, nitrico e solfidrico); tali processi trovano applicazione prevalentemente per le ceneri volanti.

3.2.3 Stabilizzazione chimica

I processi di stabilizzazione chimica che trovano applicazione sulle scorie da termovalorizzazione sono:

- ✍ Maturazione
- ✍ Carbonatazione
- ✍ Stabilizzazione con agenti chimici
- ✍ Stabilizzazione con cemento

MATURAZIONE O INVECCHIAMENTO NATURALE

Tra i trattamenti di stabilizzazione chimica delle scorie, la stagionatura o maturazione o "ageing" è uno dei processi più semplici ed economici da applicare, anche in combinazione con altri processi, ed è finalizzato alla riduzione della reattività residua e della lisciviabilità dei metalli (in particolare Pb).

Consiste nell'esposizione delle scorie in cumuli ad agenti atmosferici per 6-20 settimane; si possono prevedere rivoltamenti periodici ed eventualmente irrigazione periodica con acqua; si rende necessario il collettamento e il trattamento dell'acqua di percolazione

Il contatto delle scorie con gli agenti atmosferici (acqua, ossigeno, anidride carbonica) porta ad una serie di trasformazioni chimiche e mineralogiche che somigliano ai processi di alterazione mineralogica che avvengono nei suoli di origine vulcanica.

Sebbene il processo di stabilizzazione impieghi centinaia, se non migliaia di anni, per raggiungere l'equilibrio, le modifiche più significative di composizione, caratteristiche geotecniche e comportamento alla lisciviazione avvengono nei primi 5 mesi [Marchese, 2005]. In tale fase si opera l'ossidazione biologica, della sostanza organica solubile residua, vengono dilavati i cloruri, si osserva la diminuzione del pH determinato soprattutto dalla precipitazione dei carbonati.

Le alterazioni mineralogiche e le variazioni di pH che si verificano in tale periodo possono modificare i meccanismi di rilascio dei contaminanti. È stato dimostrato che i cloruri, Cu e Mo

potrebbero essere dimezzati dopo 8 settimane. Un altro effetto importante della stagionatura è la degradazione della sostanza organica (riduzione del DOC).

Altri studi hanno tuttavia dimostrato che l'esposizione delle scorie agli agenti atmosferici, pur diminuendo il contenuto di acqua e riducendo la lisciviabilità dei metalli, non è sufficiente per garantire standard di qualità che consentano il riutilizzo delle scorie; ulteriori trattamenti si rendono necessari per la rimozione di specifici contaminanti quali Cu, Cr and Mo, Pb e Sb.

È stato verificato che la maturazione delle scorie facilita la successiva rimozione dei metalli mediante deferrizzatore.

CARBONATAZIONE ACCELERATA

Attraverso la stagionatura delle scorie accoppiata con l'insufflazione di anidride carbonica è possibile ottenere gli stessi vantaggi ottenibili attraverso la stabilizzazione delle scorie in un periodo di tempo molto inferiore rispetto a quello richiesto con la sola stagionatura (1-2 settimane invece che 6-20).

STABILIZZAZIONE CON AGENTI CHIMICI

Altri processi di stabilizzazione chimica consistono nell'utilizzo di agenti chimici che incrementino le proprietà adsorbenti del materiale, con effetti positivi quali l'immobilizzazione dei metalli.

L'utilizzo di Sali di Al(III) e Fe(III) e di altri composti adsorbenti quali scorie di fonderia, apatite, bauxite migliora le proprietà delle scorie attraverso la precipitazione di idrossidi di alluminio e ferro, sebbene la percolazione dei cloruri e dei solfati potrebbe costituire un problema.

Sono stati osservati effetti di immobilizzazione su Cu, Mo, Cr e Sb, mentre è stata riscontrata la mobilizzazione di Ni, Zn e dei principali cationi (Ca, Mg e Na).

STABILIZZAZIONE CON CEMENTO

La stabilizzazione delle scorie può avvenire attraverso l'aggiunta di cemento o di agglomeranti (quali ad esempio il bitume per la produzione di asfalti). Tali trattamenti di stabilizzazione – solidificazione con agenti leganti risultano economicamente poco proponibili nel caso di smaltimento in discarica.

3.2.4 Trattamento termico

La vetrificazione e la sinterizzazione sono processi termici che possono essere applicati alle scorie da termovalorizzazione per ridurre i volumi e ottenere una matrice solida stabile.

La vetrificazione consiste nella fusione del materiale a temperature di 1.000 – 1.500 °C con produzione di una fase liquida omogenea che viene rapidamente raffreddata in modo da ottenere un prodotto vetroso amorfo. La sinterizzazione avviene a temperature inferiori a quelle di fusione dei principali composti e porta ad una "ristrutturazione" delle fasi chimiche e ad un inglobamento dei contaminanti nella matrice solida.

Il materiale ottenuto attraverso il trattamento termico risulta completamente stabilizzato e può essere utilizzato come materiale inerte per la produzione di vetri, fibre vetrose, composti a matrice vetroso e conglomerati cementizi, sottofondi stradali, etc.

Con l'aggiunta, al momento della fusione, di scorie provenienti da industrie della produzione di materiale ceramico, è possibile produrre piastrelle ceramiche.

Sono state presentate negli ultimi anni diverse metodologie di trattamento termico (ad esempio la fusione/vetrificazione in impianto con torcia al plasma, con combustibili solidi, con arco elettrico, in particolare in Giappone) per inertizzare sia le scorie pesanti sia le ceneri volanti, rendendole maggiormente adatte ad applicazioni particolari quali la creazione di materiali vetroceramici.

Tali tecnologie, non soggette a procedura semplificata, determinano l'eliminazione dei metalli bassofondenti come Pb e Cd che si concentrano nella frazione volatile, ottenendo così materiali inerti, ma il vantaggio viene però vanificato dagli onerosi costi di trasformazione.

3.2.5 Schema tecnologico di pretrattamento delle scorie

L'aspetto più problematico del recupero delle scorie di termovalorizzazione è legato al rilascio di metalli pesanti, in particolare di piombo, verso la fase acquosa, nel breve, medio e lungo periodo, sia nel caso in cui le scorie entrino nella preparazione di manufatti, sia nel caso in cui vengano utilizzate direttamente nell'ambiente. Le tecnologie di trattamento sono finalizzate a rendere le scorie compatibili con l'uso finale e la scelta del tipo di trattamento e riutilizzo è dettata, non solo dalle condizioni tecniche ma anche da quelle economiche, legislative, di contesto geografico o sociale.

I costi dei sistemi di trattamento sono funzione delle tecnologie, più o meno avanzate, utilizzate (Baun 07). Il costo di trattamento è compreso in un range di 4-32 €/tonnellata di scorie.

Occorre considerare poi il costo di trasporto e smaltimento (10-15 €/tonnellata di scorie), ma anche i possibili introiti per la vendita di materiali ferrosi e non ferrosi (15-20 €/tonnellata di scorie) e di alcune frazioni specifiche (caratterizzate da una determinata granulometria).

Il riuso delle scorie di fondo o di specifiche frazioni delle scorie di fondo può essere preso in considerazione solo se economicamente conveniente rispetto allo smaltimento in discarica.

3.2.5.1 Pretrattamento finalizzato al conferimento in discarica

Le ceneri pesanti possono essere smaltite in discarica dedicata oppure, previa caratterizzazione, in discariche per rifiuti non pericolosi unitamente ad altre tipologie di rifiuti (*co-disposita*). In ogni caso, necessitano di alcuni pre-trattamenti mirati ad ottenere la diminuzione del peso dei rifiuti, il recupero delle frazioni metalliche, e rispettare i criteri di ammissibilità in discarica per rifiuti non pericolosi ai sensi del D.M. 3 agosto 2005.

I trattamenti preliminari allo smaltimento in discarica comprendono in genere:

- ✗ Separazione dei metalli ferrosi (con elettromagnete o vaglio rotante con diametro dei fori di 60-80 cm) che determina una diminuzione dell' 8-9 % in peso (riduzione in volume del 2-2.5%) .
- ✗ Successiva stagionatura (stazionamento in cumulo su piazzale) che provoca una riduzione di peso quantificabile nel 10-15 % dovuta alla perdita di umidità: si tratta, almeno in parte di un fenomeno che avverrebbe spontaneamente anche in discarica, ma con tempi più lunghi (per via della minore aerazione) e con la conseguenza di cedimenti progressivi per la compattazione del materiale deposto. La stagionatura in piazzale delle scorie prima del loro conferimento, oltre a ridurre i costi di trasporto, consente di raggiungere già all'atto della deposizione una adeguata compattazione del materiale in discarica.

Se lo smaltimento in discarica si presenta come la soluzione più semplice da un punto di vista impiantistico comporta per contro il mancato recupero delle scorie, che avrebbe invece l'indubbio vantaggio di ridurre l'impiego di aggregati naturali.

3.2.5.2 Pretrattamento finalizzato al conferimento in cementificio come rifiuto

Le ceneri pesanti possono essere utilizzate nei cementifici in sostituzione della componente marnosa della miscela, in sostituzione parziale di argille o marne naturali. In questo caso sono necessari alcuni pre-trattamenti allo scopo di non compromettere la qualità del prodotto finale. Adottando questa soluzione le scorie trattate vengono inviate come rifiuto al cementificio, il quale si configurerebbe come impianto di trattamento e recupero dei rifiuti prodotti dall'inceneritore. Un possibile schema di processo può essere il seguente:

- ✗ stagionatura mediante stazionamento in cumulo su piazzale: l'evaporazione genera una diminuzione di peso del 10-15%.
- ✗ Frantumazione, vagliatura e cernita: i materiali fini (dimensioni inferiori a 30 mm) vengono separati ed inviati direttamente alle successive fasi di trattamento; quelli grossolani vengono frantumati e ritornano al vaglio insieme al materiale grezzo.
- ✗ deferrizzazione con elettromagnete: consente di separare un ulteriore 4-5% di ferro, oltre all'8-9% già separato all'uscita dall'inceneritore.

☞ separazione metalli non ferrosi (con separatore ad induzione): i materiali separati rappresentano il 2 - 3 % in peso e sono costituiti per i 2/3 circa da Alluminio e per il resto da ottone, rame e altri metalli).

Questa soluzione, piuttosto semplice da un punto di vista impiantistico comporta per contro la necessità, da parte dei cementifici, di richiedere un'autorizzazione come impianto di trattamento dei rifiuti, sebbene in procedura semplificata ex art. 214 D.Lgs 152/06, opzione verso la quale i cementifici mostrano una scarsa disponibilità.

3.2.5.3 Pretrattamento finalizzato al conferimento in cementificio come materia prima secondaria

Le ceneri pesanti trattate possono essere additate con calcare per ottenere una materia prima secondaria per cementificio. Adottando questa soluzione le scorie vengono inviate al cementificio non come rifiuto ma come prodotto liberamente commercializzabile e il cementificio non si configura, a differenza del caso precedente, come impianto di trattamento dei rifiuti.

Il ciclo di trattamento è analogo a quello del caso precedente (stagionatura, frantumazione, vagliatura, deferrizzazione), ma al termine delle fasi di separazione le scorie sono soggette ad un'ulteriore fase di riduzione granulometrica, mediante un mulino, all'aggiunta di calcare sfuso ed, eventualmente, alla pellettizzazione così da ottenere un materiale omogeneo, con tenore costante di carbonati e facilmente lavorabile.

In alternativa, piuttosto che orientare l'impianto alla produzione di un ingrediente per la miscela cementizia, si può puntare alla produzione di granulati in sostituzione degli inerti naturali (sabbia e ghiaietto); lo schema di processo è sostanzialmente analogo al precedente (stagionatura, frantumazione, vagliatura, deferrizzazione) con l'aggiunta di un lavaggio con acqua, avente lo scopo di asportare la frazione limosa. I fanghi sono recuperati con una scolatrice a tazze ed una filtropressa e le acque di processo sono poi riciclate nell'impianto. A valle della separazione dei metalli sono introdotte ulteriori fasi di frantumazione e vagliatura (mediante vaglio multiplo), destinate a selezionare le granulometrie commerciali richieste. Nelle fasi finali è inserita una fase di trattamento chimico con appositi reagenti per abbattere l'eventuale reattività chimica residua del materiale.

Adottando gli schemi sopra descritti si ottiene in uscita dall'impianto di trattamento, da autorizzarsi in procedura ordinaria, un prodotto liberamente commercializzabile e non più un rifiuto. In particolare, il mercato degli inerti granulari è molto dinamico e caratterizzato, soprattutto negli ultimi tempi, da una notevole carenza di materia prima; la sabbia ottenuta dalle scorie di inceneritore è in grado di sostituire gli inerti naturali in utilizzi pregiati (calcestruzzi o asfalti) in percentuali variabili dal 5% al 50% a seconda della resistenza specifica richiesta per il calcestruzzo.

3.2.5.4 Alcuni impianti di recupero delle scorie presenti in Italia

L'IMPIANTO BSB DI NOCETO (PARMA)

Un esempio di riciclaggio delle scorie è l'impianto BSB di Noceto (Parma) nato dalla collaborazione fra CIAI (Consorzio Imballaggi Alluminio) e BSB Prefabbricati che tratta ad oggi 30.000 tonnellate di scorie l'anno provenienti dai termovalorizzatori della zona. È stato recentemente presentato all'autorità competente in materia di valutazione di impatto ambientale un progetto di ampliamento che prevede l'aumento della quantità di rifiuti da trattare da 30.000 a 50.000 ton/anno, oltre alla possibilità di trattare tutti i rifiuti di cui al codice CER 19.01.12 e non solo quelli derivanti da R.S.U.

Dal rifiuto in ingresso si ricavano:

- ☞ 25000 tonnellate (83%) di materiale destinato alla produzione di calcestruzzo per l'edilizia pubblica e privata;
- ☞ 1500 tonnellate (5%) di materiali ferrosi;

- ≈ 300 tonnellate (1%) di materiali non ferrosi di cui 200 sono di alluminio da riciclare. Le fasi salienti del processo sono le seguenti:
- ≈ **Scarico:** gli automezzi che arrivano all'impianto con il carico di scorie provenienti direttamente dagli inceneritori, dopo una verifica della regolarità del materiale e del peso, vengono accompagnati nella zona adibita allo scarico, dove il contenuto viene immesso nelle tramogge di carico.
- ≈ **Vagliatura e deferrizzazione:** le scorie vengono caricate su un nastro trasportatore, dove in una prima fase di lavorazione, vengono rimossi i rottami metallici di grosse dimensioni. Tutto il materiale viene successivamente indirizzato ad un vaglio rotativo con lavaggio dotato di separatore magnetico per la separazione dei materiali ferrosi, che vengono convogliati con un nastro trasportatore all'esterno dello stabilimento presso l'area di stoccaggio in attesa di essere avviati a riciclo. Le acque di processo provenienti dalle operazioni di vaglio con lavaggio vengono trattate all'interno dell'impianto aziendale di depurazione delle acque reflue.
- ≈ **Recupero non metalli:** le scorie vengono ulteriormente trattate mediante una sezione d'impianto dedicata all'estrazione di tutti i metalli a-magnetici presenti. Il materiale estratto, ricco di alluminio, viene selezionato per incrementare la qualità ed eliminare altre impurità. Si ottiene in tal modo alluminio pronto per essere avviato a riciclo in fonderia, dove viene fuso ad una temperatura di circa 750° e colato in stampi, sottoforma di lingotti o placche di grandi dimensioni.
- ≈ **Omogeneizzazione e maturazione:** Il materiale deferrizzato viene opportunamente omogeneizzato, impastato e additivato di un primo prodotto inertizzante, direttamente all'interno dell'impianto di omogeneizzazione. Il materiale uscente viene quindi rilasciato su di un nastro trasportatore a bandiera che convoglia il materiale nell'area di stoccaggio dove viene lasciato maturare per un periodo minimo di 24 ore. Da questa operazione vengono originati due sottoprodotti: un sabbione e un ghiaietto che verranno utilizzati nei successivi cicli di produzione.
- ≈ **Prodotti finali:** Dopo una opportuna maturazione il materiale viene rimosso mediante un carro ponte elettrico avente una benna bivalve e un successivo nastro trasportatore per essere rimesso in ciclo e convogliato all'interno di un'altra impastatrice (autobetoniera), al cui interno si trovano già acqua, inerti, cemento ed eventuali additivi. Il prodotto ottenuto mediante impastatrice (autobetoniera) viene denominato "Ecocal® calcestruzzo" e viene utilizzato in edilizia come aggregato per calcestruzzo per la preparazione di calcestruzzo ad elevata resistenza (miscelazione con sabbie e ghiaie), oppure viene stoccato in un'apposita area esterna dell'impianto e lasciato maturare. Una volta maturato, il materiale viene frantumato per dare origine al materiale denominato "Ecocal® aggregato, che può essere commercializzato come aggregato per sottfondi stradali norma UN13242).



Carico scorie



Tramogge e vaglio rotante



Selezione metalli



Scorie



Stoccaggio materiali selezionati



Materiale pronto per calcestruzzo

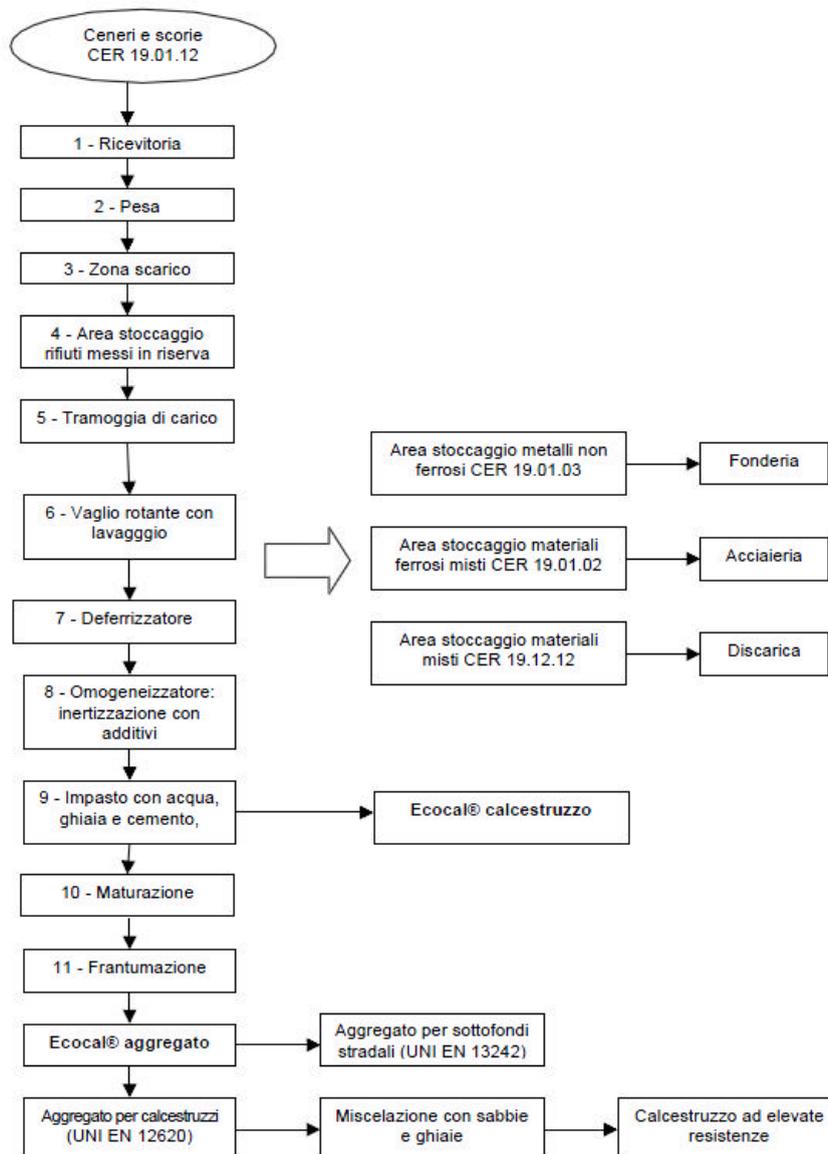


Fig. 3-5- Diagramma di flusso del ciclo produttivo

L'IMPIANTO ITALCIC DI MODENA

A livello europeo un altro tipo di gestione largamente utilizzato è quello di selezionare dalla scorie una frazione di inerte di granulometria e caratteristiche meccaniche tali da essere utilizzato come sottofondo stradale.

L'impianto realizzato a Modena dalla società Italcic è in grado di recuperare sia le frazioni ferrose e metalliche (alluminio), contenute nelle scorie, sia di creare un prodotto dalle caratteristiche idrauliche tali da poter essere utilizzato come sottofondo stradale.

Le scorie da trattare sono conferite presso l'impianto e stoccate in un apposito magazzino. Il processo di produzione del CIC prevede un trattamento di vagliatura e demetallizzazione (I fase) e successivamente un processo in cui le scorie deferrizzate subiscono la miscelazione e il dosaggio di reagenti (loppa da altoforno, inerti e specifici catalizzatori) per ottenere il prodotto finito CIC (Conglomerato Idraulico Catalizzato, Fig. 36), da utilizzare come sottofondo per infrastrutture stradali.

In particolare il CIC verrà utilizzato come sottofondo stradale, posto al di sotto del manto di asfalto, e pertanto non sottoposto a usura, in quanto isolato dall'azione diretta degli pneumatici e degli agenti atmosferici.

Nel 2008 sono state ottenute le autorizzazioni all'esercizio dell'impianto che quindi ha iniziato a trattare le scorie di combustione.

Nel 2009 verranno attivate le autorizzazioni per portare la potenzialità di impianto (oggi di 30.400 t/anno di scorie in ingresso) a una potenzialità tale da potere trattare tutte le scorie di combustione prodotte dall'impianto di termovalorizzazione di Modena nella sua configurazione finale dopo ampliamento e *revamping* (potenzialità attuale di 140.000 t/anno, a regime, nel 2010, di 240.000 t/anno).

Il trattamento delle ceneri con catalizzatori, per ottenere un materiale utilizzabile per rilevati e sottofondi stradali, permette un effettivo recupero della totalità delle scorie, ma non è soggetto a procedura semplificata e necessita di un monitoraggio delle opere realizzate con l'utilizzo del CIC.



Fig. 3-6- CIC-conglomerato idraulico catalizzato

4 IL PROGETTO DI RECUPERO DELLE SCORIE DI ATO-R E PROVINCIA DI TORINO

Il gruppo di lavoro, composto da Provincia di Torino, ATO Rifiuti, TRM e ARPA, è stato costituito in aprile 2008 allo scopo di indagare la possibilità di recupero delle scorie prodotte dal termovalorizzatore del Gerbido e ridurre il conferimento in discarica.

Il gruppo di lavoro ha indirizzato la sua attività di ricerca e approfondimento principalmente su due fronti:

1. Utilizzo delle scorie come materiale di ingegneria nelle discariche
2. Utilizzo delle scorie come inerte per la produzione di materiale per l'edilizia

In relazione alla possibilità di utilizzo delle scorie come materiale di ingegneria nelle discariche, il gruppo di lavoro ha portato a termine al momento le seguenti attività:

- ✍ raccolta ed analisi della documentazione bibliografica tecnica ed autorizzativa e valutazione delle problematiche relative allo smaltimento/recupero in discarica;
- ✍ Visite tecniche presso impianti di termovalorizzazione simili al futuro impianto del Gerbido e presso discariche di rifiuti che ricevono scorie;
- ✍ Caratterizzazione analitica, a cura di ARPA, dei campioni di scorie prelevati durante le visite tecniche;
- ✍ Illustrazione delle attività svolte ai Gestori di discariche pubbliche e private, allo scopo di individuare soggetti disponibili ad avviare sperimentazioni su campo.

Riguardo alla possibilità di utilizzo delle scorie come inerte per la produzione di materiale per l'edilizia sono attualmente in corso le seguenti attività:

- ✍ valutazione del possibile reimpiego delle stesse come materiale inerte nella produzione di aggregati per cemento;
- ✍ valutazione del possibile utilizzo delle scorie come materiale di recupero per la realizzazione di sottofondi stradali e rilevati.

4.1 POSSIBILITÀ DI UTILIZZO DELLE SCORIE COME MATERIALE DI INGEGNERIA NELLE DISCARICHE

Le scorie pesanti dell'inceneritore risultano di norma smaltibili in discariche per rifiuti non pericolosi in quanto conformi ai parametri previsti dall'art.6 del DM 3/8/2005 ("Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica").

Alla scopo di trovare un'alternativa allo smaltimento che permetta nel contempo di ridurre l'utilizzo di materia prima, si sta valutando la possibilità di impiegare le scorie da termovalorizzazione come materiale di ingegneria in un ambito confinato e sottoposto ad un continuo monitoraggio ambientale quale la discarica.

In particolare è stato preso in considerazione l'utilizzo delle scorie:

- ✍ per la copertura giornaliera;
- ✍ per la realizzazione di strade interne e rilevati;
- ✍ per la copertura definitiva in sostituzione o in aggiunta all'argilla.

Da una prima analisi bibliografica è emerso che l'utilizzo delle scorie come copertura giornaliera in discarica (soluzione semplice e senza dubbio economica) potrebbe portare alla formazione di orizzonti cementati impermeabili con conseguenti problemi sulla gestione del percolato, pertanto l'utilizzo in tal senso va subordinato ad ulteriori approfondite valutazioni.

4.1.1 Analisi della documentazione bibliografica

Alcuni esperimenti su campo riportati in letteratura, hanno mostrato che la deposizione delle scorie in discarica contestualmente ai rifiuti solidi urbani, provoca, oltre alla formazione di possibili orizzonti cementati, i seguenti effetti:

- ✗ Incremento della temperatura all'interno del corpo discarica a causa di reazioni esotermiche (la temperatura nel corpo discarica può raggiungere i 90°C) con conseguenze sulla barriera impermeabile (Johnson, 1995; Dugenes, 1999; Rendek et al., 2006; Klein et al. 2003);
- ✗ un possibile abbattimento degli odori [Courant, 2007]
- ✗ l'abbattimento dell'ammoniaca e l'arricchimento in VOC nel flusso di gas in uscita [Courant, 2007]
- ✗ l'adsorbimento di CO₂ e H₂S contenuti nel gas di discarica con conseguente arricchimento dello stesso in metano [Mostbauer, 2007]
- ✗ variazione della qualità del percolato nel corso degli anni: il percolato, inizialmente basico e caratterizzato da elevati valori di salinità, successivamente per effetto della carbonatazione (formazione di carbonati ad opera della CO₂ presente nel biogas) può assumere valori di pH acido (5.7- 6.5), con conseguente solubilizzazione dei metalli (Zn, Cd, Cu, Ni). [Mostbauer, 2007]
- ✗ lo smaltimento contemporaneo di rifiuti urbani e di ceneri pesanti non sembra portare nell'immediato ad un incremento della lisciviazione dei metalli pesanti rispetto allo smaltimento di soli rifiuti urbani (Joar Karsten Oygard, 2005), sebbene alcuni autori ritengano che a lungo termine (10- 20 anni) si possa assistere ad un consistente incremento delle concentrazioni di Pb.

La letteratura riporta alcuni casi di utilizzo delle scorie da incenerimento in discariche esistenti per la realizzazione del capping, modalità di recupero ampiamente sperimentata in Svezia.

Fin dal 2001 un gruppo di lavoro svedese costituito da Aziende di depurazione acque reflue, impianti di produzione energia e gestori di discariche ha studiato la possibilità dell'utilizzo di **scorie** (bottom ashes), **ceneri** (fly ashes) e **fanghi** nella realizzazione della copertura definitiva di discariche.

La normativa svedese prevede che la copertura definitiva di discariche sia costituita da 5 strati diversi tali da garantire una produzione massima di percolato di 50 l/m²/y nel caso di rifiuti non pericolosi e 5 l/m²/y nel caso di rifiuti pericolosi.

In Italia il D. Lgs 36/2003 non impone un limite sulla produzione massima di percolato prevedendo solo che la copertura delle discariche di rifiuti non pericolosi e pericolosi venga realizzata mediante una struttura multistrato costituita, dall'alto verso il basso, almeno dai seguenti strati:

1. strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale a 1 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione proteggendo le barriere sottostanti dalle escursioni termiche;
2. strato drenante protetto da eventuali intasamenti con spessore maggiore o uguale a 0,5 m in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra le barriere di cui ai successivi punti 3) e 4);
3. strato minerale compattato dello spessore maggiore o uguale a 0,5 m e di conducibilità idraulica di maggiore o uguale a 10⁻⁸ m/s o di caratteristiche equivalenti, integrato da un rivestimento impermeabile superficiale per gli impianti di discarica di rifiuti pericolosi;
4. strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, protetto da eventuali intasamenti, con spessore maggiore o uguale a 0.5 m;
5. strato di regolarizzazione con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti.

Numerose discariche svedesi (si veda Tab.4-1) sono state oggetto di sperimentazione al fine di valutare la possibilità di utilizzo come materiale di copertura di diverse tipologie di materie prime secondarie (ceneri da termovalorizzazione, scorie vetrificate, scorie di fonderia, fanghi, suoli contaminati, etc); in particolare dal 2003 al 2005 è stato predisposto, presso la discarica di Tveta, a sud-est di Stoccolma, un campo prove di 4 ettari utilizzando per la copertura diversi materiali tra cui anche ceneri pesanti e leggere da termovalorizzazione (Fig. 4-1 e segg.) [Travar 2007].

Tab. 4-1- Sperimentazioni in corso presso alcune discariche svedesi.

LANDFILL	SECONDARY MATERIALS USED	YEAR
Tveta MSW and ash landfill, Södertälje	Biofuel ashes, MSWI bottom ash , vitrified slag, bed sand, LD slag, composted sewage sludge, compost	2001
Holkesmossen MSW landfill, Hagfors	Electric arc furnace and ladle slag from steel production, biofuel ash, composted sewage sludge, compost	2004
Dragmossens landfill, Älvkarleby	Fly ash-sludge mixture, vitrified slag, composted sewage or paper mill sludge, recycled soil	2004
Gryta landfill, Västerås	Ash, composted sludge, recycled soil	2003-04
Gärstad landfill, Linköping	Coal and rubber fly and bottom ash, vitrified slag, treated soil	2004
Härlöv landfill, Kristianstad	Sludge-ash-gravel mixture	2000-02
Kikås landfill, Mölndal	Fly ash & filler wastes from paper	-



Fig. 4-1-Tveta Landfill: perimetrato in giallo il campo prove

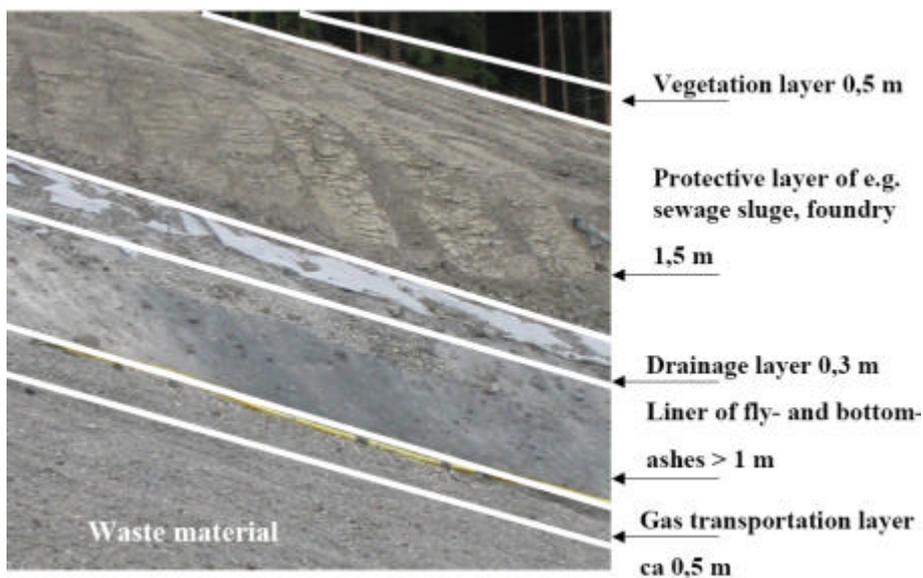


Fig. 4-2 - Tveta Landfill: esempio di capping realizzato nel corso della sperimentazione.

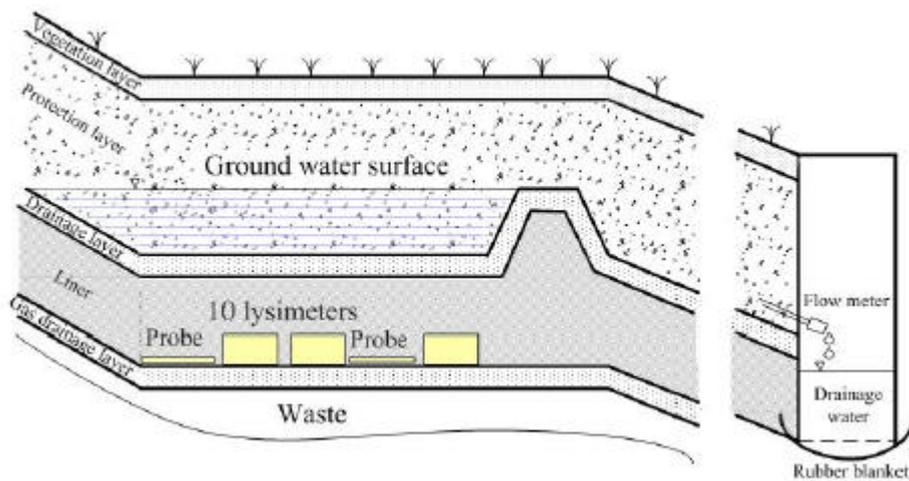


Fig. 4-3 - Tveta Landfill: sezione del cap0ping



Fig. 4-4 - Tveta Landfill: lisimetri installati nel campo prove.

I vantaggi tecnici ed economici dell'uso di scorie/ceneri/fanghi come **strato impermeabile** sono emersi fin dalle prime fasi dello Studio: le proprietà idrauliche degli strati di ceneri compattate soddisfano i requisiti di legge determinando addirittura una riduzione del 90% dei volumi di percolato (pari allo 0.2-5% della precipitazione).

Le analisi sull'acqua di drenaggio hanno evidenziato concentrazioni elevate di Ni, Cl e N, ma anche di As, Cu, Mo, Pb e Zn nelle aree in cui sono state utilizzate scorie di fondo come materiale di copertura. Le analisi sul percolato hanno evidenziato presenza di As, Mo, Cl e N; occorre pertanto prevedere un sistema di trattamento sia per il percolato sia per le acque di drenaggio, entrambi caratterizzati da elevata salinità.

Ci si può attendere l'azzeramento dei contaminanti nelle acque di drenaggio nel corso di qualche decina di anni, mentre il percolato si stima conterrà sali ed altri inquinanti in tracce per un centinaio di anni; va tuttavia ricordato che i quantitativi di percolato stimati sono estremamente ridotti per via delle ottime proprietà idrauliche del materiale.

Ulteriori studi sono oggi in corso per valutare il comportamento a lungo termine dei diversi materiali (principali inquinanti rilasciati, variazione nelle caratteristiche del percolato, caratteristiche idrauliche, etc) e le necessità di trattamento delle acque di drenaggio e del percolato.

4.1.2 Visite tecniche presso gli impianti

Sono stati visitati i seguenti impianti:

- ✗ Termovalorizzatore FEA (gruppo HERA) di Granarolo dell'Emilia (BO)
- ✗ Termovalorizzatore TECNOBORGO S.p.a (gruppo VEOLIA), Comune di Piacenza
- ✗ Termovalorizzatore Silla 2 (Gruppo Amsa), Comune di Milano
- ✗ Discarica per rifiuti non pericolosi ASA S.p.a, Loc. Casalona, Comune di Castel Maggiore (BO), adibita prevalentemente allo smaltimento di scorie da incenerimento rivenienti dal termovalorizzatore di Granarolo.

Tab. 4-2 - Principali caratteristiche dei due impianti di termovalorizzazione presso cui sono stati prelevati i campioni di scorie

	Termovalorizzatore di Granarolo	Termovalorizzatore di Piacenza
Potenzialità [t/giorno]	600-700	360
Tipologia rifiuti	RSU,RSA, rifiuti ospedalieri	RSU,RSA, rifiuti ospedalieri, fanghi
PCI [kcal/kg]	2800	-
RD [%]	23,6%	35,8%
Pretrattamento rifiuto in ingresso	No	No
Tecnologia forno	Griglia raffreddata ad acqua/aria (2 linee)	Griglia raffreddata ad aria (2 linee)
Deferrizzazione delle scorie	No	Si
Destino delle scorie	Discarica per rifiuti non pericolosi	Cementifici

Tab. 4-3 - Principali caratteristiche della discarica ASA per rifiuti non pericolosi del comune di Castel Maggiore (BO).

Tipologia	Discarica per rifiuti non pericolosi (ex cat. II B da DPR 915/82)
Autorizzazione	21/5/2001
Adeguamento D.Lgs 36/2003	9/11/2004
Capacità autorizzata [m ³]	936.000
Densità del rifiuto [t/m ³]	1,3
Superficie [m ²]	80.300



Fig. 4-5- Termovalorizzatore FEA di Granarolo dell'Emilia (BO)



Fig. 4-6- Termovalorizzatore TECNOBORGO di Piacenza



Fig. 4-7- Termovalorizzatore SILLA 2 di Milano



Fig. 4-8- Discarica per rifiuti non pericolosi ASA S.p.a, Comune di Castel Maggiore (BO)

E' stato possibile prelevare campioni di scorie presso gli impianti di Granarolo e di Piacenza, che successivamente analizzati da ARPA, hanno confermato la compatibilità delle scorie con il conferimento presso le discariche di rifiuti non pericolosi, ai sensi del DM 3/8/05.

I risultati della caratterizzazione analitica delle scorie ed il confronto con i limiti di accettabilità in discarica fissati dal DM 3/8/05 sono riportati nella tabella che segue.

Tab. 4-4- Caratterizzazione analitica delle scorie e dell'eluato (analisi ARPA e analisi gestore)

	TMV 1			TMV 2	Limiti accettabilità in discarica (D.M. 03/08/2005)
	ARPA	Analisi gestore	Analisi gestore	ARPA	Rifiuti Non pericolosi
Contenuto d'acqua (%)	15,9			13,5	
pH	10,4			10,2	
Cd (mg/kg)	< 10	1,9	3	< 10	100
Co (mg/kg)	21,0		18	21	
Cr (mg/kg)	210,0	79,0	44	230	
Cr VI (mg/kg)	< 5	< 0,5	< 5	< 5	100
Mo (mg/kg)	< 42		4	< 41	
Ni (mg/kg)	100,0	79,0	28	170	
Pb (mg/kg)	2300,0	700,0	174	1160	5.000
Cu (mg/kg)	2600,0	1260,0	1452	2200	
Zn (mg/kg)	3100,0	880,0	1611	2000	
Al (mg/kg)	-	16000,0	11790	-	
Sb (mg/kg)	-	76,0	22	-	50.000
As (mg/kg)	-	2,5	3	-	100
Mg (mg/kg)	-	7600,0	4370	-	
Hg (mg/kg)	-	< 0,1	< 1	-	100
Se (mg/kg)	-	< 0,5	< 1	-	100
Sn (mg/kg)	-	46,0	112	-	
Tl (mg/kg)	-	< 0,5	< 1	-	100
Te (mg/kg)	-	< 0,5	< 1	-	100
Be (mg/kg)	-	-	< 1	-	
2,3,7,8-tetracdd (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	1
1,2,3,7,8-pentacdd (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	1
1,2,3,4,7,8-esacdd (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
1,2,3,6,7,8-esacdd (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	1
1,2,3,7,8,9-esacdd (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	1
1,2,3,4,6,7,8-eptacdd (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
octacdd (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
2,3,7,8-tetracdf (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	1
1,2,3,7,8-pentacdf (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
2,3,4,7,8-pentacdf (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
1,2,3,4,7,8-esacdf (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
1,2,3,6,7,8-esacdf (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
2,3,4,6,7,8-esacdf (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
1,2,3,7,8,9-esacdf (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
1,2,3,4,6,7,8-eptacdf (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
1,2,3,4,7,8,9-eptacdf (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
octacdf (?q/kg)	-	< 0,1	< 1	-	
Cl - (mg/l)	275,0	260,0	161	210	1.500
F - (mg/l)	< 0,2	1,0	0,6	< 0,2	15
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	175,0	110,0	31,7	260	2.000
CN- (mg/l)	< 0,001	< 0,01	< 0,02	0,001	0,5
Sb (mg/l)	0,1	< 0,0005	< 0,001	0,11	0,07
As (mg/l)	< 0,05	< 0,0005	< 0,01	< 0,05	0,2
Ba (mg/l)	0,6	0,6	0,66	< 0,04	10
Cd (mg/l)	< 0,01	< 0,0005	< 0,001	< 0,01	0,02
Cr (mg/l)	< 0,1	0,0	< 0,01	< 0,1	1
Hg (mg/l)	< 0,0005	0,0	< 0,0002	< 0,0005	0,005
Mo (mg/l)	< 0,1	0,0	0,03	0,13	1
Ni (mg/l)	< 0,040	0,0	0,002	< 0,04	1
Pb (mg/l)	0,1	0,0	0,17	< 0,04	1
Cu (mg/l)	0,3	0,2	< 0,09	0,78	5
Se (mg/l)	< 0,02	0,0	0,009	< 0,02	0,05
Zn (mg/l)	< 0,10	0,1	0,14	< 0,1	5
DOC	-	26,0	15,6	-	80
solidi disciolti totali	-	4700,0	2710	-	6.000

4.1.3 Sperimentazione su campo

Dalla ricerca bibliografica è emerso che le scorie sono caratterizzate da una densità di 1-1,2 t/m³ e da una bassa permeabilità; potrebbero quindi essere utilizzate in discarica come materiale compattato per la realizzazione della barriera di copertura definitiva, in sostituzione del materiale naturale (limo-argilloso) normalmente impiegato, nei rimodellamenti superficiali e nella costruzione di strade e rilevati.

Sono necessari tuttavia ulteriori approfondimenti di tipo tecnico in relazione a:

- ✍ pretrattamenti da effettuare sulle scorie (deferrizzazione, tempi di maturazione, riduzione granulometrica ecc.),
- ✍ caratteristiche di permeabilità ed eventuale necessità di miscelazione con altri materiali;
- ✍ quantitativi di scorie che potrebbero trovare utilizzo come materie prime secondarie.

Quest'ultima valutazione, in particolare, richiede delle circostanziate stime da parte dei Gestori che, sulla base delle caratteristiche costruttive e gestionali della discarica, devono quantificare il fabbisogno di materiale a bassa permeabilità nelle fasi di esercizio dell'impianto (viabilità di servizio, impermeabilizzazione di rilevati) e di ripristino ambientale (rimodellamenti superficiali e barriera di copertura definitiva).

Una prima stima del quantitativo minimo di scorie che potrebbero essere utilizzate per la realizzazione della sola barriera impermeabile di copertura definitiva, in sostituzione dello strato di argilla di 50 cm previsto dalla normativa, e considerando peraltro solo alcuni lotti delle discariche di rifiuti urbani e speciali per le quali è prevista la chiusura a cavallo degli anni 2012-2013, ha evidenziato che almeno il 50% delle scorie prodotte nei primi due anni di funzionamento dell'impianto potrebbe essere recuperato come materiale di ingegneria.

Si ritiene tuttavia che i fabbisogni di materiale a bassa permeabilità degli impianti di discarica della Provincia siano notevolmente maggiori e che una programmazione di dettaglio dei flussi delle scorie (possibile solo con l'apporto dei gestori) potrebbe consentire il recupero di considerevoli quantitativi con significativi vantaggi economici e ambientali (risparmio di materie prime).

La Provincia di Torino – Servizio Gestione Rifiuti e Bonifiche, sta attualmente valutando, con alcuni titolari, pubblici e soprattutto privati, di autorizzazioni di discariche per rifiuti non pericolosi e pericolosi, le modalità per una modifica delle autorizzazioni in essere, allo scopo di avviare alcuni campi di sperimentazione presso le discariche stesse, finalizzati a valutare le possibilità di recupero delle scorie come materiale di ingegneria.

Per le sperimentazioni suddette verranno utilizzate scorie provenienti da alcuni termovalorizzatori già in esercizio nel Nord Italia appositamente selezionati, che hanno caratteristiche simili al futuro termovalorizzatore del Gerbido.

Le sperimentazioni prevedono l'impiego delle scorie in discarica nei vari impieghi potenziali e con gli eventuali pretrattamenti necessari, mediante la realizzazione di appositi campi prova a scala reale.

Nello specifico la società titolare dell'autorizzazione della discarica di Barricalla, per rifiuti pericolosi, ha commissionato al Politecnico di Torino uno studio finalizzato a valutare le performances tecnico-ambientali delle ceneri di fondo come materiale di impermeabilizzazione e di copertura definitiva della discarica. Lo studio si basa sulla effettuazione di prove su campo con scorie prelevate da termovalorizzatori attualmente in esercizio, da svolgersi all'interno di una struttura appositamente allestita, in aree non interferenti con le attività della discarica stessa.

Il campo prove comprenderà:

- ✍ platea di fondazione per gli allestimenti della prova
- ✍ copertura della platea realizzata con teli o mediante struttura mobile
- ✍ materiali di allestimento
- ✍ strumentazione di monitoraggio
- ✍ attrezzature per movimento terre e compattazione

La cella di prova sulla quale sarà disposto il materiale oggetto di studio sarà caratterizzata da un'impermeabilizzazione di base, sormontata da uno strato drenante per la raccolta del percolato. La cella sarà a sua volta suddivisa in sottocelle attrezzate per la raccolta puntuale del percolato. La cella di prova avrà inizialmente le dimensioni minime tali da consentire la realizzazione delle prove su scala reale, eventualmente replicabile per creare un campo prove più ampio qualora se ne rilevasse la necessità.

Le prove che verranno eseguite saranno finalizzate allo studio del comportamento delle scorie nelle diverse condizioni al contorno in cui potrebbero trovarsi in discarica, con differenti miscele con altri materiali.

Saranno analizzati i possibili trattamenti da effettuarsi al fine di ottenere la migliore qualità delle scorie in termini di caratteristiche meccaniche e di rilascio di inquinanti (quali ad esempio vagliatura, maturazione).

La ricerca potrà essere eventualmente estesa allo studio delle possibilità di recupero delle ceneri pesanti anche in altri campi, quali il campo edilizio o la realizzazione di sottofondi stradali, e eventualmente allo studio delle possibilità di trattamento e/o riutilizzo anche di altri rifiuti quali ad esempio le ceneri leggere.

Un'manifestazione di interesse nei confronti dell'iniziativa promossa da Provincia di Torino ed ATO-R è giunta anche dal Soggetto Gestore della discarica La Torrazza S.r.l., per rifiuti non pericolosi, oggi peraltro non ancora entrata in esercizio, ma già comunque autorizzata per lo smaltimento delle ceneri pesanti come rifiuto. Il Gestore intenderebbe avviare un programma di sperimentazione con la realizzazione di prove in situ, allo scopo di valutare la possibilità di utilizzo delle scorie come materiale per la copertura giornaliera dei rifiuti e come materiale di ingegneria per la costruzione delle piste di accesso interne alla discarica.

E' previsto che le prime istanze finalizzate all'attivazione delle attività di sperimentazione suddette pervengano alla Provincia da parte dei titolari delle autorizzazioni nel mese di luglio c.a.

L'obiettivo di ATO-R e della Provincia di Torino è quello di proporre la sottoscrizione entro la fine dell'anno in corso di un **Accordo di Programma** con i tutti i Soggetti interessati per l'avvio delle attività di sperimentazione dell'utilizzo delle scorie come materiale di ingegneria e di copertura nelle discariche in esercizio.

4.2 POSSIBILITÀ DI UTILIZZO DELLE SCORIE COME INERTE PER LA PRODUZIONE DI MATERIALE PER L'EDILIZIA

4.2.1 Produzione di aggregati per cementi

Parallelamente alle attività di sperimentazione al recupero delle scorie in discarica come materiale di ingegneria, è in corso la valutazione del possibile reimpiego delle stesse come materiale inerte nella produzione di aggregati per cemento.

Nello scorso mese di febbraio si è svolta presso l'ATO R, con la partecipazione della Provincia di Torino e della Soc. TRM, una riunione con tecnici del gruppo Italcementi, leader a livello nazionale nel confezionamento di calcestruzzi e che possiede alcuni impianti sul territorio piemontese, al fine di avviare una sperimentazione finalizzata all'utilizzo di scorie da termovalorizzatore per la produzione di aggregati per cemento.

I rappresentanti del settore scientifico e controllo qualità dell'Italcementi hanno infatti evidenziato la necessità di effettuare, in prima istanza, alcune sperimentazioni relative alla valutazione delle caratteristiche fisiche e chimiche delle scorie al fine del loro possibile impiego nella produzione di aggregati.

L'Azienda ha iniziato ad acquisire alcuni campioni di scorie in quantità rappresentativa da termovalorizzatori in esercizio per l'esecuzione dei vari test necessari alla fase di pre-valutazione.

Sono in corso le valutazioni sui risultati delle analisi effettuate, che si prevede possano essere rese disponibili nel mese di luglio p.v..

Qualora l'esito dei primi test si dimostri incoraggiante, anche in questo caso l'obiettivo di ATO-R e della Provincia di Torino, sarebbe di aggiungere, entro la fine del corrente anno, il gruppo Italcementi all'Accordo di Programma sopra citato, per l'avvio di una attività di sperimentazione alla scala di impianto, finalizzato a verificare l'utilizzo delle scorie come inerti nella produzione di calcestruzzi.

4.2.2 Utilizzo nella realizzazione di sottofondi stradali e rilevati

Per quanto riguarda l'utilizzo delle scorie come materiale di recupero per la realizzazione di sottofondi stradali e rilevati, sono attualmente in corso alcuni contatti con aziende della Provincia di Torino, titolari di autorizzazioni di impianti per il recupero dei materiali da demolizione, per l'avvio delle necessarie attività di valutazione tecnico-economica e di sperimentazione preliminare.

Si ritiene che molte informazioni tecniche utili alla verifica di questa possibilità di reimpiego delle scorie potranno anche scaturire dai risultati ottenuti presso i campi prova previsti nelle sperimentazioni per l'utilizzo delle scorie come materiale di ingegneria nelle discariche di rifiuti, già descritte al paragrafo precedente.

5 CONCLUSIONI

Le valutazioni in corso da parte di ATO-R e della Provincia di Torino sulle possibilità di recupero delle scorie di termovalorizzazione, in alternativa allo smaltimento in discarica, incoraggiano a perseguire con convinzione una organica attività di sperimentazione mirata al loro utilizzo sia come materiale di ingegneria o di copertura nelle discariche attive, sia come inerte per la produzione di materiali per l'edilizia e per la costruzione di strade.

In riferimento al quantitativo di scorie prodotto dal termovalorizzatore del Gerbido, appaiono concrete le ipotesi di potere avviarne al recupero almeno una quota significativa, fin dall'avvio dell'attività del termovalorizzatore.

L'attività di sperimentazione dovrà essere definita e gestita all'interno di Accordi di Programma che coinvolgano i diversi soggetti (pubblici e privati) potenzialmente interessati a vario titolo alla soluzione del problema della collocazione delle scorie.

Sulla base degli esiti delle sperimentazioni sarà possibile, a ragion veduta, definire un **Piano di gestione delle scorie** che individui, per l'avviamento al recupero, modalità, tempistiche e quantitativi di scorie coinvolti, nonché l'eventuale esigenza di una discarica di servizio al termovalorizzatore con il relativo dimensionamento.

BIBLIOGRAFIA

- P. Plescia, G. Paoloni, M. Amor Tocino, G. Furia, *Scorie pesanti da incenerimento dei rifiuti solidi urbani*, Recycling novembre 2006
- D.L. Baun et al., *Treatment of bottom ash from waste to energy plants: overview and experiences*, Proceedings Sardinia 2007
- P. Courant et al., *Use of bottom ashes as intermediate cover in MSW landfills in order to reduce emissions of odorous compounds*, Proceedings Sardinia 2007
- Y. Dote e T. Sehito, *Evaluation of elusion rate of alkalinity from bottom ash for a long term period*, Proceedings Sardinia 2007
- O. Hjelm et al., *Environmental impacts of MSWI bottom ash utilisation in road construction – results from a large scale demonstration site*, Proceedings Sardinia 2007
- Y. Hu et al., *Metal distribution in Los Angeles `MSWI bottom ash*, Proceedings Sardinia 2007
- E. Lategano et al., *Characterization of the bottom ash produced in a sanitary waste incineration facility and influence of the operating conditions aimed at material recovery or safe disposal*, Proceedings Sardinia 2007
- P. Mostbauer and S. Lenz, *Upgrading of lean landfill gas using MSWI bottom ash*, Proceedings Sardinia 2007
- A. Poletti et al., *State-of-the-art and outlook on management of waste-to-energy bottom ashes. part 1: treatment*, Proceedings Sardinia 2007
- T. Astrup et al., *State-of-the-art and outlook on management of waste-to-energy bottom ashes. part 2: utilization*, Proceedings Sardinia 2007
- H. Sawamura et al., *Fermentative hydrogen production from mixture of organic wastes and incineration ash*, Proceedings Sardinia 2007
- I. Travar et al., *Environmental impact of ashes used in a landfill cover construction*, Proceedings Sardinia 2007
- M. Ferraris, *Vetrificazione e riutilizzo di ceneri provenienti da inceneritori di rifiuti solidi urbani*
TRM, *Studio di prefattibilità sulle possibilità di recupero di materie prime secondarie dalle scorie del costruendo termovalorizzatore in Torino, località Gerbido*, ottobre 2007
- Plescia et al, *Scorie pesanti da incenerimento dei rifiuti solidi urbani*, Recycling novembre 2006
- Provincia di Modena, Deliberazione n. 64 del 21/02/2006 della Provincia di Modena
- F. Marchese, M. Poggio, G. Giusti, *Maturazione in cumulo all'aperto di scorie pesanti derivanti dall'incenerimento di RSU, Rifiuti Solidi*, 2005
- F. Marchese, M. Poggio, G. Giusti, *Maturazione in cumulo all'aperto di scorie pesanti derivanti dall'incenerimento di RSU, Rifiuti Solidi*, settembre-ottobre 2005
- F. Marchese, M. Poggio, D. Quaranta, G. Giusti *Caratterizzazione del rilascio delle scorie pesanti derivanti dall'incenerimento di RSU, Rifiuti Solidi*, marzo-aprile 2004