

RECUPERO/SMALTIMENTO DELLE CENERI DI FONDO DALL'INCENERITORE PER RIFIUTI SOLIDI URBANI DI TORINO

P. Urso*, V. Tedesco*, M. Sunseri**

Sommario – L'entrata in esercizio dell'inceneritore di Torino, basato sulla tecnologia della griglia mobile e autorizzato a smaltire 421.000 tonnellate l'anno di rifiuti urbani, è prevista per l'inizio del 2013. L'impianto produrrà circa il 27% di residui solidi costituiti per il 22-23% da ceneri di fondo (circa 95.000 t/anno), in generale classificate come rifiuto non pericoloso (CER 19 01 01), e per il 4-5% circa da ceneri volanti, classificate come rifiuto pericoloso (CER 19 01 03). Gli strumenti di programmazione vigenti prevedono la realizzazione di una discarica di servizio per le ceneri di fondo, pertanto nell'autunno 2011 l'Associazione d'Ambito Torinese per il Governo dei Rifiuti (ATO-R), in collaborazione con Labelab, ha condotto uno studio finalizzato a verificare la reale necessità di tale discarica e valutare le possibilità di recupero delle scorie. Il presente articolo riporta le principali risultanze di tale studio: il contesto normativo, le principali caratteristiche delle scorie da incenerimento di rifiuti urbani, i possibili sistemi di trattamento finalizzati al riciclo di materia, le modalità di recupero a livello europeo e nazionale, le possibilità di smaltimento, nel breve periodo, nelle discariche dell'Ambito.

RECYCLING AND DISPOSAL OPPORTUNITIES OF BOTTOM ASHES FROM TURIN MSW INCINERATOR

Summary – Turin incinerator, designed to burn as-received MSW on moving grates at a capacity of 421.000 t/y, will start its activity at the beginning of new year. The plant will produce approximately 27% of unburned residual materials, made up of 22-23% of heavy bottom ashes (BA, 95.000 t/y) mostly classified as non-hazardous waste (CER 190101) and 4-5% of light ashes (FA), classified as hazardous waste (CER 190103). As for bottom ashes disposal, current local environment plans prescribe to create a specific landfill for an exclusive incinerator usage, therefore in autumn 2011, ATO-R, the Provincial Authority for waste governance in Turin carried out, in cooperation with Labelab, a study to verify the real necessity for the previously mentioned landfill and to assess the opportunities for BA recycling. The present paper is a summary of the study; the main matters are: the legal framework, the main characteristics of MSWI ashes, the possible methods to improve the quality of waste ashes and to enhance their utilization, the recycling opportunities in Europe and in Italy, the disposal possibilities in the local landfills in the short term.

* Ing. Palma Urso, ing. Vita Tedesco, ingegneri ambientali, Area Tecnica ATO-R – Associazione d'Ambito Torinese per il Governo dei rifiuti – Via Pio VII, 9 – 10135, Torino – www.atorifiutitorinese.it.

** Ing. Mario Sunseri, ingegnere gestionale – Labelab srl – e-mail: direttore@www.rifiutilab.it

Parole chiave: ceneri di fondo, rifiuti solidi urbani, inceneritore, recupero, discarica.

Keywords: bottom ashes, MSW, incinerator, recycling, landfill

1. IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

L'8 febbraio 2010 è stato avviato il cantiere per la realizzazione del termovalorizzatore di Torino località Gerbido, autorizzato a smaltire 421.000 t/a di rifiuti urbani residui alla raccolta differenziata (Tabella 1). L'impianto dovrebbe entrare in esercizio nei primi mesi del 2013. In settembre 2011 ATO-R (Associazione d'ambito torinese per il governo dei rifiuti) ha predisposto un Piano di Gestione delle Scorie (PGS), il cui obiettivo è quello di definire le strategie operative per il recupero e lo smaltimento delle ceneri di fondo che saranno prodotte dal termovalorizzatore (circa 95.000 tonnellate l'anno) nei primi anni di attività e di verificare la necessità di realizzare una specifica discarica di servizio.

Al fine di acquisire gli elementi conoscitivi essenziali per redigere tale Piano, gli Uffici dell'Associazione d'Ambito hanno predisposto, in collaborazione con Labelab srl, uno Studio dal titolo "Analisi delle possibilità di recupero/smaltimento delle ceneri di fondo prodotte dal termovalorizzatore del Gerbido" i cui contenuti principali sono sintetizzati nel presente articolo.

2. IL QUADRO NORMATIVO

La normativa di riferimento per la gestione delle ceneri pesanti è il D.Lgs 152/06 e s.m.i, parte IV, che 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*), ossia come rifiuti non pericolosi. Il recepimento della Direttiva 2008/98/CE avvenuto con D.Lgs 3 dicembre 2010 n. 205, ha modificato e integrato la parte IV del D.Lgs n. 152/2006 ed ha portato all'introduzione di alcune novità in grado di incidere sui criteri di classificazione dei rifiuti. In particolare viene

Tab. 1 – Principali caratteristiche del termovalorizzatore del Gerbido

Principali tecnologie	
Tipo di tecnologia	Forno a griglia mobile
Sistema di triturazione ingombranti	Tranciatrice a ghigliottina idraulica
Tipo di griglia	Griglia raffreddata ad aria con ricircolo fumi
Caldaia	Caldaia con canale convettivo orizzontale
Trattamento fumi	Elettrofiltro – Iniezione reagenti (bicarbonato di sodio e carbone attivo) – Filtro a maniche – Denox catalitico (SCR)
Trattamento residui solidi	Recupero metalli dalle ceneri pesanti conferimento delle ceneri leggere ad impianti dedicati per inertizzazione
Carico rifiuti totale (RUR e RSA)	421.000 t/a
Principali dati	
Numero linee	3 (gemelle)
PCI nominale	11 MJ/Kg
Carico termico nominale totale	206 MWt
Energia elettrica prodotta	350.000 MWh
Fornitura di energia elettrica	175.000 utenze medie *
Energia termica prodotta	170.000 MWh
Unità abitative riscaldabili	17.000 utenze medie **
* Stima per famiglia composta da 3 persone.	
** Stima per unità abitativa di 100 m ² .	

introdotta la definizione di rifiuto pericoloso (art. 183 comma 1, lettera b: “*rifiuto che presenta una o più caratteristiche di cui all’Allegato I della parte IV del presente decreto*”) e sostituisce l’Allegato I “Caratteristiche di pericolo dei rifiuti” alla parte IV del Testo Unico Ambientale.

Il nuovo *Allegato I* introduce il concetto di rifiuto “ecotossico” (indicato con il codice H14 e mutuato dall’allegato III della direttiva 91/689/CEE relativa ai rifiuti pericolosi), quale rifiuto che “*presenta o può presentare rischi immediati o differiti per uno o più comparti ambientali*”.

Nasce quindi la necessità di valutare la pericolosità di un rifiuto anche agli effetti della classe di pericolosità H14. Il problema dell’attribuzione della classe H14 riguarda molte tipologie di rifiuti tra cui le scorie da termodistruzione di rifiuti urbani, le scorie da acciaieria, alcuni fanghi di depurazione di acque miste civili e industriali, il car fluff. La caratteristica di pericolo “ecotossico” delle scorie da incenerimento di rifiuti urbani deriverebbe principalmente dagli elevati contenuti di metalli pesanti.

I criteri per l’attribuzione di questa caratteristica, indicati nelle due note in calce all’elenco delle caratteristiche di pericolo di cui all’Allegato I, rimandano a quanto previsto dalla normativa europea in materia di classificazione, etichettatura e imballaggio di sostanze e preparati pericolosi¹.

L’ecotossicità di un rifiuto deve essere valutata mediante un metodo convenzionale, basato sulla determinazione analitica (metodo semplificato delle sommatorie), oppure sperimentale, fondato su una batteria di saggi ecotossicologici indicati. Tuttavia, il rinvio ai criteri previsti dalla normativa europea per la classificazione di sostanze e preparati ha creato rilevanti difficoltà applicative, dovute alla necessità di applicare al settore dei rifiuti una normativa predisposta con riferimento a un settore del tutto distinto.

L’Istituto Superiore della Sanità e l’ISPRA hanno espresso a fine settembre 2011 un parere sull’argomento [4], proponendo una procedura operativa ai fini dell’attribuzione della caratteristica di pericolo ecotossico ad un rifiuto identificato da voci a specchio (cfr par. 3.2).

La Legge 24 marzo 2012, n. 28 «Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 25 gennaio 2012, n. 2, recante misure straordinarie e urgenti in materia ambientale», ha introdotto nuove rilevanti disposizioni in materia di classificazione dei rifiuti, modificando il punto 5 dell’Allegato D alla Parte IV del D.Lgs n. 152/2006. Rispetto al quadro previgente, la novità è rappresentata dalla previsione secondo la quale la caratteristica di pericolo H14 (ecotossico) deve essere attribuita ai rifiuti in conformità a quanto stabilito dall’accordo ADR per la classe 9 M6 e M7.

¹ «1. L’attribuzione delle caratteristiche di pericolo “tossico” (e “molto tossico”), “nocivo”, “corrosivo” e “irritante”, “cancerogeno”, “tossico per la riproduzione”, “mutageno” ed “ecotossico” è effettuata secondo i criteri stabiliti nell’allegato VI della direttiva 67/548/CEE del Consiglio, del 27 giugno 1967 e successive modifiche e integrazioni, concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative relative alla classificazione, all’imballaggio e all’etichettatura delle sostanze pericolose.

2. Ove pertinente si applicano i valori limite di cui agli Allegati II e III della direttiva 1999/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 31 maggio 1999 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri relative alla classificazione, all’imballaggio e all’etichettatura dei preparati pericolosi».

L'Accordo ADR sul trasporto di merci pericolose, in vigore dal 1968, è un accordo internazionale tra paesi dell'ONU la cui finalità è quella di armonizzare le norme di sicurezza attinenti i trasporti internazionali di merci su strada, nonché di garantire per tali trasporti un livello accettabile di sicurezza. I nuovi valori limite oltre i quali una merce (rifiuto) viene classificata come ecotossica per l'accordo ADR risultano più elevati rispetto a quanto proposto nel parere ISPRA/ISS, con una conseguente riduzione della probabilità che alcune tipologie di rifiuti (tra questi le scorie da incenerimento di rifiuti urbani) vengano classificate, a seguito di analisi di laboratorio, come pericolose.

3. LA CARATTERIZZAZIONE DELLE CENERI PESANTI

L'incenerimento dei rifiuti produce, oltre alle emissioni gassose, residui solidi che si differenziano in:

- *scorie o ceneri pesanti*, costituite dal residuo non combustibile dei rifiuti, residui metallici e non metallici e da materiale organico incombusto; rappresentano la frazione più rilevante degli scarti prodotti dal processo di incenerimento (da 200 a 300 kg per ogni tonnellata di rifiuto, in funzione della composizione dello stesso);
- *ceneri leggere o volanti*, derivanti dai trattamenti di depurazione dei reflui gassosi e ceneri di caldaia, costituite dai sali di metalli condensati sulle pareti della caldaia di recupero energia; sono prodotte in quantità variabili tra 30 e 60 kg per tonnellata di rifiuto, sono classificate come rifiuti pericolosi e vengono generalmente smaltite in discarica previa inertizzazione.

3.1 Caratteristiche delle ceneri di fondo

Le ceneri di fondo di un inceneritore si presentano sotto forma di miscuglio eterogeneo grigio scuro di frammenti di metalli ferrosi e non ferrosi, ceramiche, vetri e altri materiali incombusti; da un punto di vista fisico sono caratterizzate da una composizione granulometrica in prevalenza rappresentata da sabbie e ghiaie; da un punto di vista mineralogico la loro composizione, pur essendo variabile in relazione alle caratteristiche del rifiuto incenerito, è riconducibile ad una matrice costituita

prevalentemente da silicoalluminati di calcio, magnesio e ferro, molto simile a quella di rocce eruttive come basalti e graniti, ma con concentrazioni decisamente superiori di metalli pesanti. Rispetto ai granulati naturali, però, le scorie d'incenerimento hanno una maggiore capacità di assorbire acqua.

La massa volumica apparente delle scorie da rifiuto urbano deferrizzate e frantumate è compresa tra 1.100 e 1.200 kg/m³, la massa volumica reale può raggiungere 2.500 kg/m³. Si tratta quindi di un materiale molto leggero in rapporto ai granulati naturali.

La frazione organica incombusta è concentrata principalmente nelle frazioni più fini ed è costituita per il 95% da lignina e cellulosa e per il restante 5% da composti solubili in solventi o in acqua quali acidi carbossilici, alcani, steroidi, ftalati (Marchese *et al.*, 2005).

Il grado di umidità delle scorie è compreso in un intervallo molto ampio che va dal 10 al 60% ed è influenzato dalle modalità di gestione della fase di stoccaggio delle scorie dopo lo spegnimento con acqua.

In generale la caratterizzazione fisica e chimica della scoria è funzione, oltre che delle caratteristiche del rifiuto in ingresso al forno, delle condizioni operative, del tipo di inceneritore [1].

Per ciò che concerne la composizione chimica, gli elementi presenti in quantità maggiori sono: Si, Al, Fe, Mg, Ca, K, Na e Cl. SiO₂, Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, Na₂O, K₂O sono gli ossidi maggiormente presenti nelle ceneri di fondo, in particolare SiO₂ è il composto più abbondante, raggiungendo una percentuale in peso di oltre il 49% [1].

L'analisi volta alla determinazione delle specie chimiche e della loro quantità è in genere mirata all'individuazione dei metalli pesanti e degli elementi alogeni, responsabili della pericolosità del residuo solido della combustione di RSU. Cr, Cu, Hg, Ni, Cd, Zn e Pb sono i metalli pesanti più frequentemente trovati nelle ceneri di fondo e Zn e Pb quelli che presentano le concentrazioni maggiori [2].

Per ciò che riguarda la distribuzione in funzione delle diverse classi dimensionali (Tabella 2), dalle analisi condotte su scorie provenienti da inceneritori del Nord Italia [2] si evince che:

- il ferro è presente in tutte le frazioni, anche se la presenza diventa meno significativa per scorie di diametro inferiore ad 1 mm (frazione fine e finissima);

Tab. 2 – Composizione chimica delle varie frazioni granulometriche [2]

Elemento (ppm)	>5	1-5	0.1-1	<0.1	Solubile	Media elemento
P	14.312	48.623	32.901	74.123	61.300	31.905
S	4.136	21.921	26.081	57.744	46.600	15.119
Cl	6.550	6.578	4.438	15.913	66.000	7.132
K	3.347	8.905	11.460	14.420	19.700	6.822
Ti	7.064	6.967	6.039	10.282	0	6.915
Cr	1.763	2.141	1.725	940	0	1.880
Mn	1.338	1.212	1.465	903	0	1.277
Fe	87.939	71.427	76.411	16.582	1.400	77.724
Ni	370	403	0	138	0	338
Cu	1.740	1.365	2.810	2.227	550	1.692
Zn	1.197	1.398	2.663	3011	770	1.458
Pb	637	1.237	571	825	280	877
Br	54	0	0	0	370	29
Sr	264	405	385	548	480	342
Ca%	11,2	14,1	16,2	26,2	48,9	14
% delle frazioni	46	41	10	2	1	

- le concentrazioni dei metalli bivalenti e trivalenti (Cr, Mn, Cu, Zn, Pb) non variano particolarmente tra i vari tagli, salvo scomparire nella fase surnatante;
- la presenza dei solfati, fosfati e cloruri cresce rapidamente man mano che ci sposta dalle frazioni grossolane verso quelle via via più fini;
- il bromo è presente nella sola fase surnatante;
- i metalli pesanti quali Cu, Zn, Pb sono meno rappresentati nelle frazioni più fini.

I test di cessione in acqua condotti dal Politecnico di Torino su 6 campioni di scorie provenienti da inceneritori del Nord Italia [3] evidenziano un comportamento piuttosto diverso dei campioni e soprattutto una grande variabilità delle concentrazioni di piombo, di particolare interesse ai fini di un possibile smaltimento delle scorie in discariche per rifiuti non pericolosi: in due casi la concentrazione nell'eluato risulta superiore al valore limite di 1 mg/l (Tab. 3).

3.2 Classificazione delle scorie in termini di pericolosità

Il D.Lgs 205/2010 ha portato alla ribalta la questione della possibile classificazione delle scorie come rifiuto pericoloso, tema ancora oggi controverso e molto dibattuto.

La classificazione del rifiuto come pericoloso o non pericoloso, indispensabile ai fini del corretto recupero/smaltimento, si basa sulla sua

origine o sul contenuto di sostanze pericolose. L'analisi di laboratorio risulta indispensabile per l'attribuzione dei codici *a specchio* per cui si richiede di confrontare i dati di laboratorio con i valori limite imposti dalla normativa.

Le ceneri di fondo di impianti di incenerimento di RSU potrebbero risultare pericolose sostanzialmente per due ragioni:

- per via del *pH estremamente basico* che fa loro attribuire la classe di pericolosità H8 (corrosivo) e/o H4 (irritante);
- per via delle concentrazioni elevate di metalli pesanti che farebbe attribuire alle scorie da incenerimento la caratteristica di *pericolo "eco-tossico"* (H14).

Nel caso di rifiuti con concentrazione di sostanze pericolose presenti inferiore alle concentrazioni limite previste nell'Allegato D – parte IV del D.Lgs 152/2006, ma caratterizzati da pH estremo, l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) ritiene che non sia possibile classificare detti rifiuti come non pericolosi ma occorra procedere alla determinazione della riserva acida/alcalina ed, eventualmente, ai test in vitro. Qualora il calcolo della riserva acida/alcalina faccia escludere il potere corrosivo, ma faccia supporre un potere irritante, in base al pH estremo esibito, si ritiene opportuna la classificazione come irritante (H4) in via cautelativa, con frasi di rischio R36 "irritante per gli occhi" e R38 "irritante per la pelle" (parere espresso dall'ISS in data 16/05/2008 avente per oggetto "D.Lgs

Tab. 3 – Caratterizzazione degli eluati di scorie provenienti da sei termovalorizzatori del Nord Italia [3]

	u.m.	S1	S2	S3	S4	S5	S6
pH	-	11.85	10.87	11.70	12.08	11.38	12.20
conducibilità	mS/cm	1870	2802	1419	3760	1732	7175
Cloruri	mg/l	218	650	101	290	299	211
CO₃²⁻	mg/l	108	198	164	105	145	96
Calcio	mg/l	172	61	101	218	41	555
Rame	mg/l	0.49	0.25	0.07	0.42	0.16	1.56
Piombo	mg/l	2.00	0.06	0.69	0.80	0.40	3.64

152/2006, parte IV – *Richiesta parere sulla classificazione dei rifiuti pericolosi corrosivi e irritanti*”).

La direttiva 2008/98/CE, recepita in Italia con il D.Lgs n. 205/2010, fa riferimento, per l'attribuzione della caratteristica di pericolo *ecotossico*, alle sostanze classificate come tali e riportate all'Allegato VI della direttiva 67/548/CEE e s.m.i (oggi sostituito dall'allegato I del Regolamento 1272/2008, il cosiddetto CLP – Classification, labelling and packaging); per l'attribuzione della classe di pericolo H14 (sostanze classificate con frasi di rischio R50, R51, R52 singole o combinate ciascuna con R53) si fa riferimento ai criteri riportati nella parte A dell'allegato III della direttiva 1999/45/CE.

Le direttive n. 67/548/CEE e n. 1999/45/CE, che verranno abrogate a partire dal 1 giugno 2015, e il Regolamento Comunitario n. 1272/2008 stabiliscono che la classificazione del pericolo ambientale avvenga sulla base di test indicati, idonei alla classificazione di una materia prima e/o di un preparato, ma che potrebbero non essere tali per un rifiuto; pertanto, in attesa dell'uscita delle linee guida comunitarie, i soggetti interessati al problema della possibile attribuzione ad alcune tipologie di rifiuti della classe di pericolosità H14 (Enti pubblici, gestori di impianti di trattamento/smaltimento, etc.) si sono impegnati ad individuare un metodo condiviso e praticabile di attribuzione di tale caratteristica.

L'Istituto Superiore della Sanità e l'ISPRA hanno espresso a fine settembre 2011 un parere sull'argomento [4], proponendo una procedura operativa ai fini della attribuzione della caratteristica di pericolo *ecotossico* ad un rifiuto identificato da voci a specchio:

1. se il rifiuto ha composizione nota (o questa può essere determinata), allora si procede con il metodo convenzionale che prevede la determinazione delle concentrazioni e l'applicazione dei metodi di calcolo, utilizzando la classificazione delle sostanze prevista dalla direttiva 1967/548/CEE e dal regolamento 2008/1272/CE (CLP);
2. qualora il rifiuto contenga una sola sostanza riconosciuta come pericolosa per l'ambiente ma non sia possibile determinare le effettive tipologie di composti formati da tale sostanza si dovrà prendere in considerazione, tra i possibili composti potenzialmente presenti sulla base del ciclo produttivo e dei trattamenti che generano il rifiuto, quello contraddistinto dal valore limite di concentrazione più basso. Nel caso in cui la composizione del rifiuto non possa essere determinata, neanche sulla base delle informazioni relative al ciclo produttivo ed ai trattamenti che generano il rifiuto, si dovrà procedere all'effettuazione dei test ecotossicologici. Vengono indicati i seguenti biotest da effettuare sull'eluato:

- saggio di tossicità acuta con vibrio fischeri (UNI EN ISO 11348/2009);
- saggio di tossicità acuta con *Daphnia magna* (UNI EN ISO 6341/1999);
- saggio di tossicità cronica, inibizione della crescita algale con *Pseudokirchneriella subcapitata* (UNI EN ISO 8692/2005).

In merito alla determinazione dell'ecotossicità del rifiuto il Working Group "European list of waste"[5] individua nell'applicazione del Regolamento 1272/2008 l'opzione da preferire in quanto, rispetto ai test ecotossicologici, presenta il vantaggio di una maggiore rapidità dei risultati e di costi minori. Test ecotossicologici devono essere condotti solo in casi eccezionali, in linea con l'obiettivo dell'art. 7 del regolamento CLP di evitare il più possibile i test con organismi animali. Nel caso in cui siano disponibili sia i risultati dell'applicazione delle formule contenute nel Regolamento CLP sia i test ecotossicologici, questi ultimi prevalgono ai fini della caratterizzazione del rifiuto.

Importanti novità sono state introdotte dalla Legge n. 28/2012 che prevede, in attesa di linee guida ministeriali, che l'attribuzione della caratteristica H14 ai rifiuti avvenga secondo le modalità dell'Accordo Europeo relativo ai tra-

Tab. 4 – Trattamenti cui possono essere sottoposte le ceneri di fondo da termovalorizzazione

Tipo di trattamento		Descrizione	
Fisico	Classificazione granulometrica	può essere realizzata a secco, finalizzata alla rimozione della frazione fine più contaminata, o ad umido; in questo caso si combina la separazione fisica con l'estrazione in acqua.	
	Separazione dei metalli	I metalli ferrosi vengono rimossi con separatori magnetici, quelli non ferrosi con separatori a correnti indotte.	
Chimico	Separazione	Lavaggio	Viene impiegato per rimuovere le componenti solubili come cloruri e solfati. Il limite di tale strategia è dato dalla complessa gestione del percolato a fronte di un ridotto miglioramento della qualità delle scorie.
		Estrazione chimica	Processo di estrazione con sostanze chimiche quali ad esempio acidi inorganici (acido cloridrico, nitrico e solfidrico)
	Stabilizzazione	Invecchiamento/ carbonatazione	le scorie vengono lasciate riposare all'aperto per un periodo che va da alcune settimane ad alcuni mesi, a contatto con gli agenti atmosferici quali pioggia, ossigeno, CO ₂ .
		Inertizzazione	Le scorie vengono miscelate con reagenti specifici (cemento, calce, sostanze termoplastiche, ecc), che ne immobilizzano la componente metallica arrivando ad una stabilizzazione/solidificazione del rifiuto.
Termico		Heating	Le ceneri pesanti vengono sottoposte ad un trattamento termico con temperature intorno ai 400-500 °C, che mira principalmente alla distruzione della sostanza organica alla quale sono legati alcuni metalli attraverso complessi organo-metallici.
		Vettrificazione/sinterizzazione	Processo ad alta temperatura (1.000-1.500 °C) che porta alla riduzione della frazione organica e all'inglobamento di buona parte degli inquinanti nella matrice solida. I limiti sono legati agli elevati costi di esercizio.

sporti internazionali di merci pericolose su strada (ADR).

Il riferimento, per la definizione dell'ecotossicità (H14) dei rifiuti, alle norme sul trasporto di merci pericolose su strada porta ad incrementare di un ordine di grandezza i limiti utilizzati nel metodo di calcolo definito dalla direttiva 1999/45/CEE, con una significativa riduzione della possibilità che le scorie da incenerimento di rifiuti urbani possano essere catalogate, a seguito di analisi di laboratorio, come pericolose.

La questione dell'attribuzione dell'ecotossicità risulta ancora non ben delineata e gli organi tecnici competenti a livello europeo stanno valutando diverse metodiche applicative della determinazione dell'H14 in attesa di linee guida unitarie in materia.

3.3 Effetti dei pretrattamenti sulle caratteristiche delle scorie

Alla luce delle ultime modifiche normative (D. Lgs 205/2010), la scoria fresca (ossia prodotta da pochi giorni o al massimo qualche settimana) potrebbe presentare una serie di criticità tali da precluderne il recupero o, addirittura, lo smaltimento in discariche per rifiuti non pericolosi, salvo il ricorso a trattamenti preliminari di raffinazione che permettano la separazione delle frazioni metalliche ferrose e

non ferrose e la stabilizzazione o eliminazione delle frazioni inquinanti.

A seconda del tipo di destinazione finale, le scorie possono essere sottoposte a trattamenti più o meno spinti di tipo fisico, chimico e termico (Tabella 4). Alcuni trattamenti (in particolare quelli di inertizzazione termica) sono piuttosto costosi ed economicamente non proponibili nel caso in cui le scorie debbano essere collocate in discarica.

Uno dei trattamenti proponibili anche nel caso in cui si opti per lo smaltimento è la carbonatazione (o invecchiamento o ageing o maturazione) che può essere sostanzialmente di due tipi:

- carbonatazione *naturale*: esposizione delle scorie in cumulo all'aria ed alle precipitazioni meteoriche per un periodo variabile tra i 3 e i 12 mesi [9]. La CO₂, presente naturalmente nell'aria, reagisce con gli ossidi e gli idrossidi presenti nella scoria dando origine a carbonati ed acqua.

- carbonatazione *accelerata*: utilizzo di un flusso di gas ad alta concentrazione di anidride carbonica immesso sul fondo dei cumuli di scorie da trattare oppure in controcorrente sopra un sottile strato di scorie distese su un nastro trasportatore.

La maturazione delle scorie è il risultato di più processi chimici interconnessi: idrolisi, idratazione, dissoluzione/precipitazione, neutralizzazione, ossido-riduzione, carbonatazione. La

lenta trasformazione mineralogica della massa prosegue nel lungo periodo verso l'equilibrio chimico, tuttavia le modificazioni più significative di composizione, caratteristiche geotecniche e comportamento alla lisciviazione avvengono nei primi cinque mesi [8]. In tale periodo si opera l'ossidazione biologica della sostanza organica solubile residua, vengono dilavati i cloruri, si osserva la diminuzione del pH determinata soprattutto dalla precipitazione dei carbonati. Diversi studi hanno evidenziato che la maturazione non è sufficiente a raggiungere gli standard di qualità per il recupero; ulteriori trattamenti si rendono necessari per specifici contaminanti quali Cu, Cr, Mo, Pb e Sb [9]. Un trattamento più spinto quale ad esempio la combinazione di carbonatazione e lavaggio permetterebbe di superare le criticità evidenziate, ed in particolare abbasserebbe il pH da circa 11 a 9, determinerebbe la conversione degli ossidi in carbonati, porterebbe ad una sensibile riduzione del contenuto di sali e delle concentrazioni di metalli riscontrate nei test di cessione.

4. IL DESTINO DELLE CENERI DI FONDO DEI TERMOVALORIZZATORI

Gli inceneritori di rifiuti solidi urbani producono annualmente in Europa circa 20 milioni di tonnellate di scorie che in diversi paesi (Germania, Olanda, Francia, Danimarca) vengono in larga parte riutilizzate (Tabella 5).

I rifiuti complessivamente inceneriti in Italia negli impianti dedicati al trattamento dei rifiuti urbani ammontavano a circa 4,5 milioni di tonnellate nel 2007, di cui 3 milioni di tonnellate rifiuti indifferenziati, 319 mila tonnellate frazione secca da trattamento meccanico-biologico, 661 mila tonnellate CDR, 489 mila tonnellate rifiuti speciali e 36 mila tonnellate rifiuti sanitari.

La 2^a Edizione del *Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia*, pubblicata da ENEA e Federambiente nel febbraio 2009, riporta i dati relativi al 2007 ed in particolare un quantitativo di scorie prodotte dalla termovalorizzazione dei rifiuti pari a circa 800.000 tonnellate (Tabella 6). Si ritiene che tale produ-

Tab. 5 – Utilizzi delle ceneri pesanti nel 2003 [11]

Paese	Produzione [t]	Recupero		Principali utilizzi
		[t]	%	
Austria	225.000	n.d.	n.d.	
Belgio	~ 500.000	n.d.	n.d.	Materiale da costruzione
Danimarca	644.626	629.278	98%	Costruzione edifici, strade, massicciate
Francia	2.995.000	2.366.000	79%	Costruzione strade
Germania	3.140.000	2.025.700	65%	Opere civili
Italia	753.390	151.180	20%	Additivo nel cemento, copertura giornaliera di discariche
Norvegia	197.000	102.000	52%	
Olanda	1.075.000	950.000	88%	Costruzione strade, massicciate
Portogallo	177.918	-	-	
Regno Unito	725.000	410.000	57%	Costruzione strade, aggregate cementizi
Repubblica Ceca	118.000	105.000	89%	
Spagna	250.000	n.d.	n.d.	Costruzione strade
Svezia	446.478	40.000	9%	Opere civili e costruzione discariche
Svizzera	640.000	-	-	discarica
Ungheria	53.000	n.d.	n.d.	

Tab. 6 – Produzione e gestione dei residui di trattamento (2007) [12]

Area geografica	Scorie						Residui trattamento fumi					
	Produzione		Smaltimento		Recupero		Produzione		Smaltimento		Recupero	
	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%
Nord	635,6	79,7	258,6	65,9	377,1	93,1	148,6	66,3	134,7	64,1	13,9	100
Centro	82,7	10,4	59,8	15,3	22,8	5,6	27,3	12,2	27,3	13,0	0,0	0,0
Sud	79,1	9,9	73,8	18,8	5,3	1,3	48,1	21,5	48,1	22,9	0,0	0,0
Totale	797,4	100	392,2	100	405,2	100	224,0	100	210,1	100	13,9	100

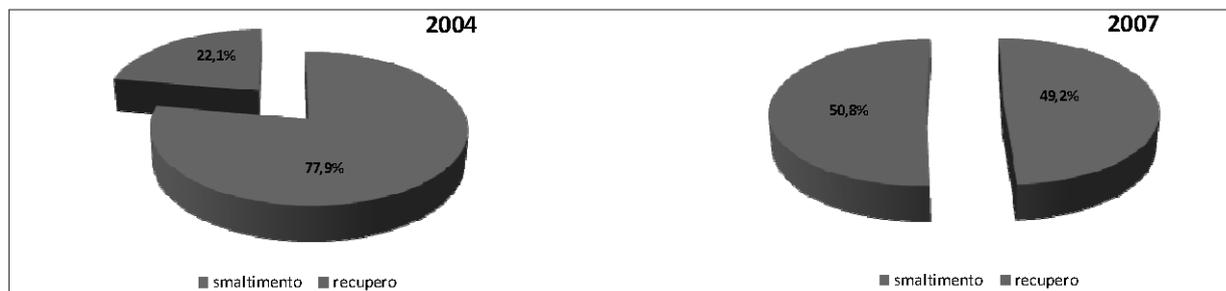


Fig. 1 – Modalità di gestione delle scorie in Italia nel 2004 e nel 2007 [Enea]

zione sia destinata a crescere nei prossimi anni a seguito dell'avvio degli impianti di incenerimento in programma.

Della produzione totale di scorie oltre la metà (50,8%) viene destinata al recupero, aspetto che denota un sensibile miglioramento rispetto alla situazione del 2004, in cui tale alternativa costituiva circa il 22% (Figura 1). Ad oggi il recupero delle scorie di combustione viene per lo più effettuato tramite il loro impiego in cementifici come materia prima per la produzione di cemento.

Va segnalato inoltre che una parte delle ceneri di fondo prodotte sul territorio nazionale vengono inviate all'estero: nel 2007 circa 118 mila tonnellate (pari al 15% della produzione complessiva), nel 2008 circa 171 mila tonnellate.

4.1 Il recupero

Le scorie pesanti provenienti dal processo di combustione dei rifiuti urbani possiedono spiccate proprietà idrauliche e litoidi che ne hanno consentito il riutilizzo in molti paesi dell'Unione Europea nella formazione di conglomerati bituminosi o nell'industria cementiera

Tab. 7 – Dati di alcuni termovalorizzatori del Nord Italia – rifiuti trattati, scorie prodotte e percentuali di recupero (2007)

Località	RUR [t]	Scorie [t]	Recupero	
			[t]	%
Milano	450.028	66.206	66.206	100
Brescia	423.881	131.014	77.722	59,3
Granarolo nell'Emilia (BO)	140.300	50.260	-	-
Padova	72.725	17.137	17.137	100
Trieste	115.145	34.844	3.618	10,4
Piacenza	99.207	25.004	25.004	100
Modena	99.093	27.431	-	-
Ferrara	36.916	8.841	8.841	100
Forlì	34.990	12.400	-	-
Reggio Emilia	48.353	12.293	8.630	70,2

come alternativa ai comuni filler e aggregati. D'altra parte, mentre i residui da demolizione e costruzione sono rapidamente utilizzabili, le scorie di termodistruzione devono essere necessariamente sottoposte a trattamenti di raffinazione, che permettano la separazione delle frazioni metalliche ferrose e non ferrose e la stabilizzazione o eliminazione delle frazioni inquinanti (composti organici ed inorganici) [2]. Il trattamento risulta particolarmente spinto nel caso di produzione di inerti granulari per calcestruzzo dovendosi ottenere un sostituto della sabbia naturale chimicamente inerte. In Tabella 8 viene riportato un elenco non esaustivo di impianti di trattamento scorie attivi nel Nord Italia.

4.2 Il conferimento in discarica

In Italia diversi gestori di impianti di trattamento termico per rifiuti urbani inviano la totalità delle ceneri di fondo a discarica: tra questi gli impianti di Forlì, Granarolo nell'Emilia – Bologna, Modena (Tabella 7).

In particolare il termovalorizzatore di Granarolo invia la totalità delle scorie prodotte alla discarica per rifiuti non pericolosi – sottocategoria "discarica per rifiuti inorganici a basso contenuto organico o biodegradabile" gestita da ASA SpA e sita nel comune di Castel Maggiore (Bologna); la discarica riceve circa 150.000 t/anno di rifiuti di cui il 45-50% scorie di incenerimento.

Il termovalorizzatore di Brescia (423.881 tonnellate di RUR inceneriti nel 2007) ha inviato a recupero nel corso del 2007 il 60% delle scorie complessivamente prodotte (131.000 tonnellate); la rimanente parte (53.292 tonnellate) è finita alla discarica di Montichiari (BS), gestita da A2A, che rappresenta una delle esperienze italiane di discariche dove le scorie da incenerimento vengono smaltite insieme ai rifiuti urbani (codisposal). Gran parte del ce-

Tab. 8 – Elenco non esaustivo degli impianti di trattamento scorie del Nord Italia

Ditta	Località	Potenzialità autorizzata [t]	Processo	Destinazione materiale
BSB	Noceto	50.000	Vagliatura, lavaggio, separazione dei metalli, triturazione	Inerti per la produzione di calcestruzzo e aggregati per sottofondi stradali; metalli a recupero
Ecolombardia 18 – Gruppo Ecodeco	Giussago (PV)	120.000	Vagliatura, separazione ferrosi e non ferrosi, lavaggio, inertizzazione	Produzione di materiali per la realizzazione di sottofondi stradali
Iris Ambiente	Conselve (PD)	150.000	Carbonatazione (3-4 giorni), vagliatura, separazione metalli ferrosi e non ferrosi	Metalli a recupero; ceneri fini ai cementifici; frazioni a granulometria superiore a recupero ambientale.
Officina dell'Ambiente	Lomello (PV)	250.000	Separazione granulometrica sia a secco che ad umido e recupero dei metalli ferrosi e non ferrosi	Materia prima seconda, denominata Matrix®, sostitutiva delle materie prime naturali per la produzione del cemento e di prodotti e manufatti per le costruzioni
RMB spa	Polpenazze del Garda (BS)	187.000	Vagliatura, frantumazione, flottazione, lavaggio, cernita manuale e selezione meccanica.	Materia prima seconda per diversi usi
		757.000		

Un impianto di trattamento scorie della potenzialità di 30.000 t/anno è in fase di realizzazione a Piacenza (Iren Emilia); un altro impianto da 250.000 t/anno verrà realizzato a Conselice – Ravenna (Officina dell'Ambiente – Hera Ambiente).

neri di fondo viene impiegato per la copertura giornaliera dei rifiuti.

Allo scopo di trovare un'alternativa allo smaltimento che colga nel contempo l'obiettivo di ridurre l'utilizzo di materia prima, ATO-R sta valutando la possibilità di impiegare le scorie del termovalorizzatore del Gerbido come materiale di ingegneria in discarica per la copertura giornaliera dei rifiuti e la realizzazione di strade interne, piazzali e rilevati.

Lo studio bibliografico ha confermato tale possibilità evidenziando alcuni effetti positivi dell'utilizzo delle scorie in discarica per la copertura giornaliera quali la riduzione delle emissioni di ammoniaca [12] e una capacità adsorbente delle scorie nei confronti di anidride carbonica e idrogeno solforato contenuti nel gas di discarica [13] con conseguente arricchimento del gas in metano e possibile abbattimento degli odori. Le scorie da incenerimento, inoltre, presentano caratteristiche fisiche e ingegneristiche simili a quelle del materiale naturale [14], [15].

4.3 Il mercato delle scorie: costi dello smaltimento e del recupero

I costi unitari di smaltimento delle ceneri di fondo possono incidere significativamente sul bilancio economico di un inceneritore; nel Piano Finanziario di TRM l'incidenza dello smaltimen-

to delle ceneri di fondo negli anni di esercizio commerciale è pari a 23 €/t di rifiuto in ingresso. Circa la metà dei quantitativi di scorie prodotti sul territorio nazionale viene ad oggi ancora smaltita in discarica con costi dell'ordine di 50 – 70 €/t. La scelta del ricorso alla discarica deriva presumibilmente da motivazioni logistiche: il costo del trasporto ha infatti un'incidenza rilevante. L'indagine condotta sugli impianti di recupero scorie del Nord Italia ha evidenziato una capacità degli stessi non ancora satura e tariffe di trattamento più basse rispetto a quelle praticate da impianti di discarica ed in generale inferiori a 50 €/t.

Va tuttavia evidenziata la maggiore complessità e incertezza del mercato del recupero rispetto a quello dello smaltimento per via della forte dipendenza dell'attività degli impianti dalla capacità di assorbimento da parte dei destinatari dei rifiuti o delle materie prime secondarie ottenute (cementifici, aziende produttrici di laterizi, bitume, etc.).

La tendenza riscontrata nella gestione delle scorie è in ogni caso rivolta sempre più verso il mercato del recupero, attraverso il ricorso ad impianti terzi.

L'analisi dei bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti da incenerimento dei rifiuti urbani espletati nel periodo 2006-2011 ha evidenziato quanto segue:

- le gare espletate, dove il dato è disponibile, registrano ribassi compresi tra lo 0% e il 46% con un ribasso medio di circa il 14%;
- il range del prezzo di trattamento/smaltimento è influenzato dalla classificazione del rifiuto (con incrementi notevoli per le frazioni classificate come pericolose) e dall'impianto di destinazione (discarica, recupero presso cementificio, ecc.) con valori superiori per le discariche;
- la taglia dei bandi è limitata; nel caso di grossi quantitativi di scorie da smaltire, la gara è espletata generalmente per lotti.

Il focus sulla situazione nella Regione Emilia Romagna ha evidenziato come in tale Regione la modalità di smaltimento prevalente dei rifiuti urbani sia l'incenerimento (8 impianti di incenerimento operativi nel 2009); circa il 78% delle scorie prodotte viene trattato/smaltito all'interno della regione; gli impianti di trattamento hanno recuperato nel corso del 2007 circa 60.000 t di ceneri pesanti; significativa è anche la quota che viene inviata fuori regione (circa 40.000 t), in particolare in Lombardia, e il quantitativo di scorie che arriva in Emilia Romagna da regioni del Nord e Centro (circa 36.000 t), in particolare dalla Lombardia.

Per quanto riguarda l'aspetto programmatico in merito alla gestione delle ceneri pesanti e scorie provenienti da incenerimento, nei Piani Provinciali di Gestione Rifiuti vigenti in Emilia Romagna solo in tre casi (Bologna, Ferrara, Forlì-Cesena) è dato rilievo alla necessità di individuare il sistema di smaltimento delle scorie e comunque non in forma perentoria. Infatti si tende a considerare le scorie come un sovrappiù del processo industriale di recupero energetico/smaltimento dei rifiuti urbani (al pari ad esempio del percolato delle discariche), limitato in termini quantitativi rispetto al processo prevalente (incenerimento); si tratta di un rifiuto speciale che non è assoggettato al sistema di programmazione dei rifiuti urbani e che trova nel mercato le migliori forme di recupero/smaltimento.

5. CONCLUSIONI

Le indagini e le valutazioni di mercato sulle possibilità di collocazione finale delle scorie da incenerimento indicano che esiste, allo stato attuale, la possibilità di assorbimento per i quantitativi necessari per l'impianto del Gerbi-

do con costi dell'ordine di 50-70 €/t (escluso trasporto) per lo smaltimento in discariche di rifiuti non pericolosi, di circa 50 €/t (escluso trasporto) per gli impianti di recupero.

Tra le possibili destinazioni per le scorie di incenerimento è indubbiamente auspicabile privilegiare le soluzioni indirizzate al recupero della materia, pur nella consapevolezza della maggiore complessità e incertezza del mercato del recupero, rispetto a quello dello smaltimento.

Va tuttavia sottolineato che il mercato delle scorie di incenerimento sta attualmente attraversando una fase evolutiva per via delle incertezze legate alla classificazione delle scorie. La caratterizzazione di tale rifiuto come pericoloso potrebbe avere ripercussioni notevoli sulle tariffe di conferimento, non solo a causa dei maggiori costi realizzativi e di gestione degli impianti di recupero/smaltimento, ma anche, e soprattutto, per via della limitata disponibilità, almeno nel breve-medio periodo, di impianti autorizzati ad accogliere tali rifiuti. Nella fase iniziale di avviamento dell'attività dell'impianto del Gerbido l'utilizzo delle scorie come copertura giornaliera nelle discariche per rifiuti urbani in attività della Provincia di Torino può costituire un'opportunità auspicabile e interessante, fatte salve ulteriori valutazioni ed approfondimenti sul tema della loro possibile pericolosità. Le stime di massima effettuate evidenziano come questa potenziale destinazione possa dare un contributo significativo per assorbire i quantitativi prodotti nel 2013 (45.000-55.000 t) e, in misura minore, nel 2014 e nel 2015.

Va ancora osservato che in Provincia di Torino esiste la disponibilità nei prossimi anni di importanti volumetrie in discariche autorizzate per rifiuti speciali non pericolosi (circa 1.300.000 m³ al 31/12/2010), che possono costituire una alternativa, almeno nel medio periodo, allo smaltimento delle scorie in una discarica dedicata.

Le possibilità sopra evidenziate di recupero/smaltimento delle ceneri di fondo del termovalorizzatore del Gerbido e, soprattutto, l'incertezza sulla classificazione delle scorie di fondo tra rifiuti pericolosi e non pericolosi, hanno indotto ATO-R alle seguenti conclusioni, recepite dal Piano di Gestione delle Scorie approvato nel settembre 2011:

- non impegnare nell'immediato la Società TRM nell'investimento per una discarica di

servizio optando, almeno nella fase iniziale di attività del termovalorizzatore, per la ricerca di soluzioni per lo smaltimento/recupero in lotti delle scorie prodotte dall'impianto attraverso procedure di evidenza pubblica;

- non accantonare definitivamente l'opzione scarica di servizio;
- valutare con il supporto di Provincia di Torino, ARPA Piemonte e gestori delle discariche pubbliche, la possibilità di utilizzare parte delle scorie prodotte dall'impianto come materiale per la copertura giornaliera nelle discariche di rifiuti urbani della provincia;
- verificare la possibilità di realizzare un impianto di recupero delle scorie da incenerimento nel territorio della Provincia di Torino.

BIBLIOGRAFIA

- [1] **Charles H.K. Lam, Alvin W.M. Ip, John Patrick Barford and Gordon McKay**, Use of Incineration MSW Ash: A Review, Sustainability 2010.
- [2] **P. Plescia, G. Paoloni, M. Amor Tocino, G. Furia**, Scorie pesanti da incenerimento dei rifiuti solidi urbani, Recycling novembre 2006.
- [3] **F. Marchese, G. Genon**, Caratterizzazione del rilascio delle scorie in relazione alle diverse condizioni del processo di incenerimento di RSU, SIDISA 2008, Firenze 25-27/6/2008.
- [4] **ISS, ISPRA**, "Attuazione dell'articolo 184 comma 5 del D.Lgs 152/2006: parere in merito all'applicazione della classificazione dei rifiuti, con particolare riferimento alla caratteristica H14 "Ecotossico" introdotta dagli Allegati D e I del D.Lgs 205/2010, settembre 2011.
- [5] **Working Group** "European List of Waste", Implementation of HP 14 (ecotoxicity) in practice, Brussels, 01/09/2011.
- [6] **M. Molinaro**, Nella classificazione dei rifiuti valutazione dell'ecotossicità conforme all'Accordo ADR, Ambiente&Sicurezza n.8 24 aprile 2012.
- [7] **J. Römbke, Th. Moser, H. Moser**, Ecotoxicological characterisation of 12 incineration ashes using 6 laboratory tests, Waste Management 29 (2009) 2475-2482.
- [8] **F. Marchese, M. Poggio, G. Giusti**, Maturazione in cumulo all'aperto di scorie pesanti derivanti dall'incenerimento di RSU, Rifiuti Solidi, 2005.
- [9] **A. Poletti et al.**, State-of-the-art and outlook on management of waste-to-energy bottom ashes. part 1: treatment, Proceedings Sardinia 2007.
- [10] **ISWA**, "Management of Bottom Ash from WTE Plants" An overview of management options and treatment methods, 2006.
- [11] **ENEA**, Federambiente, Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia, 2a Edizione, febbraio 2009.
- [12] **P. Courant, A. Budka, L. Bonnome, O. Greze, E. Senante**, Use of bottom ashes as intermediate cover in MSW landfills in order to reduce emissions of odorous compounds, International Waste Management and Landfill Symposium, 1-5 October 2007, S.Margherita di Pula – Cagliari, Sardinia, Italy.
- [13] **P. Mostbauer and S. Lenz**, Upgrading of lean landfill gas using MSWI bottom ash, International Waste Management and Landfill Symposium, 1-5 October 2007, S.Margherita di Pula – Cagliari, Sardinia, Italy.
- [14] **Peng-Fei Fang, Xiang-Rong Zhu, Hong-Shui Chen, Wei Chen**, Engineering Characteristics of Bottom Ash in Municipal Solid Waste Incinerators, Proceedings of sessions of GeoShanghai 2010 International Conference, Shanghai, China, June 3-5, 2010 pp. 95-102.
- [15] **R. Forteza, M. Fara, C. Seguí and V. Cerdá**, Characterization of bottom ash in municipal solid waste incinerators for its use in road base, Waste Management Volume 24, Issue 9, 2004, pp. 899-909.

CURRICULA

Palma Urso – Ingegnere ambientale, dopo la laurea ha svolto per qualche anno la libera professione occupandosi in particolare di studi di impatto ambientale e gestione del gas di scarica. Funzionario della Provincia di Torino presso il Servizio Ciclo Integrato dei Rifiuti dal 2005 al 2009, ha partecipato alla redazione degli studi di localizzazione degli impianti di termovalorizzazione Sud e Nord della Provincia, del Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti 2006 e dei Rapporti annuali dell'Osservatorio Provinciale Rifiuti. Dal 2009 è responsabile tecnico presso l'Associazione d'Ambito Torinese per il governo dei rifiuti dove ha partecipato alla redazione di documenti di programmazione (Piano d'Ambito ed Aggiornamenti) e di studi tecnico-scientifici di verifica dell'applicabilità all'ambito torinese di diverse tecnologie di trattamento dei rifiuti urbani (trattamenti termici alternativi alla combustione e trattamenti meccanico-biologici).

Vita Tedesco – Si è laureata in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio presso il Politecnico di Torino. Nel 2003 è risultata assegnataria di una borsa di ricerca del Politecnico di Torino inerente l'ottimizzazione dell'estrazione e dello sfruttamento energetico del biogas da scarica. Dal 2005 al 2009 ha lavorato presso il Servizio Pianificazione Sviluppo Sostenibile e Ciclo integrato dei rifiuti della Provincia di Torino dove ha collaborato alla redazione del Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti 2006, degli studi di localizzazione degli impianti di incenerimento, e di diverse edizioni del Rapporto Rifiuti. Dal 2009 è responsabile tecnico presso l'ATO-R (Associazione d'Ambito Torinese per il Governo dei rifiuti) dove ha partecipato alla stesura del Piano d'Ambito 2008-2014 e di studi finalizzati a valutare l'applicabilità del trattamento meccanico-biologico e delle tecnologie innovative di trattamento termico al ciclo integrato dei rifiuti urbani della Provincia di Torino.

Mario Sunseri – Ingegnere Gestionale e Dottore di Ricerca in "Ingegneria della Produzione", è socio fondatore delle Società: SGM Ingegneria s.r.l. con sede a Ferrara, specializzata nelle attività di progettazione di bonifiche; Labelab s.r.l. con sede a Bologna società proprietaria dei portali www.rifiutilab.it www.acqualab.it, www.energiabilab.it, www.research4energy.it. È Responsabile Scientifico e Direttore delle manifestazioni "Fare i Conti con l'Ambiente", festival tecnico-scientifici che si tengono a Ravenna dal 2008 (www.ravenna2012.it). Dal 2008 al 2011 è stato Docente a contratto di Economia Ambientale nel Corso di Laurea specialistica in Ingegneria Civile Facoltà di Ingegneria Università di Ferrara.