

# I rifiuti solidi urbani

## Parte prima: la tecnologia Biocubi e il sistema delle Its

di Gianni Donati

Viene presentata un'analisi delle tecnologie finora utilizzate per la soluzione del problema dei rifiuti solidi urbani. Viene mostrato come la tecnologia Biocubi e il sistema delle Stazioni di trasferimento intelligenti (Its) distribuite sul territorio possono fornire una soluzione flessibile, economica e a basso impatto ambientale per l'emergenza rifiuti. Lo sfruttamento energetico dei rifiuti presenta ancora elevati investimenti e basse efficienze termoelettriche e rimane un capitolo aperto che verrà trattato nella seconda parte di questo lavoro.



Nel presente lavoro non entreremo nei dettagli delle tecnologie di smaltimento e combustione dei rifiuti solidi urbani (Rsu) che per la parte combustione sono ampiamente descritte nel documento della UE sulle Best Available Technologies (Bat) in fase di elaborazione [1].

È infatti nostra convinzione che le tecnologie sono ampiamente disponibili, mentre quello che manca e che ritarda la risoluzione definitiva del problema degli Rsu, è una visione sistemica che tenga conto dei fattori tipici di questo business quali la distribuzione sul territorio, i vincoli ambientali, l'accettabilità sociale e non da ultimo la praticabilità economica. Esiste di fatto una differenza di circa vent'anni fra l'invenzione della lampadina da parte Edison e l'innovazione costituita dal complesso sistema di generazione, distribuzione e utilizzo dell'energia elettrica. Storicamente il problema degli Rsu, che oggi ha raggiunto proporzioni non più tollerabili, è stato affrontato in modo empirico utilizzando le tecnologie economicamente e apparentemente più immediate. La prima di queste è stata la discarica che è ancora praticata anche nei Paesi tecnologicamente più avanzati e dotati di vaste estensioni di territorio come gli Usa e che presto in Europa sarà vietata agli Rsu tal quali.

Per ridurre i volumi di materiale posti in discarica e i noti inconvenienti ambientali si è pensato all'incenerimento e successivamente all'utilizzo del calore prodotto nella combustione per generare energia elettrica. Ci si è subito resi conto che occorre offrire un premio all'energia elettrica prodotta per invogliare gli enti e gli imprenditori. Questa tipologia di smaltimento tuttavia non è risolutiva perché necessita della discarica o di trasporti di materiali maleodoranti a distanza. La raccolta differenziata è stato un altro modo per cercare di risolvere il problema dello smaltimento degli Rsu ma, a causa del limite tecnico/economico del 35% imposto per legge, dei costi per la comunità e

per il dubbio uso che spesso viene fatto dei materiali recuperati, in realtà lo ha solo marginalmente ridotto. Si è pensato quindi di migliorare gli aspetti di efficienza degli impianti di combustione attraverso la trasformazione degli Rsu in combustibili derivati e si sono definiti per legge i cosiddetti Cdr, che hanno il pregio di un'alimentazione più regolare agli inceneritori e permettono la messa in atto di tecnologie di combustione più evolute. Tuttavia, i Cdr conservano nella maggior parte dei casi le caratteristiche meno desiderate dei rifiuti originali e mantengono elevate frazioni di scarto da porre in discarica.

Sul fronte della R&D l'attenzione della maggior parte degli operatori e degli enti statali e comunitari si è concentrata sui Cdr ed è stata di tipo tecnologico: si sono risuscitate vecchie tecnologie, come la gassificazione ormai abbandonata per lo stesso carbone. Si sono inoltre trovate applicazioni di opportunità quali l'impiego in forni di cemento o la cocombustione in centrali a carbone. L'utilizzo in centrali termoelettriche appare particolarmente interessante perché permette di sfruttare cicli termodinamici ad alta efficienza.

Tuttavia l'impiego del Cdr presenta problemi di corrosione nei surriscaldatori e il gas povero prodotto dalla gassificazione può essere purificato a prezzo di onerosi costi di trattamento degli effluenti. Ci si è anche resi conto che il problema dei Rsu va risolto indipendentemente dal loro sfruttamento energetico per i noti problemi ambientali, di accettabilità economica e sociale e distribuzione sul territorio.

### La discarica degli Rsu

È la soluzione più semplice ampiamente utilizzata in passato e ancora in auge in paesi come gli Usa che dispongono di grandi aree e di energia a basso costo. In Italia per esempio sono presenti 789 discariche e solo 44 inceneritori. I rifiuti solidi ur-

G. Donati, Sistema Ecodeco - Giussago (PV). g.donati@ecodeco.it

banì (Rsu) provenienti da raccolta indifferenziata, dopo essere stati compattati sono generalmente smaltiti in giacimenti controllati con fondi preventivamente impermeabilizzati secondo l'arte nota (discarica convenzionale). Normalmente, essi comprendono una frazione facilmente fermentabile composta da residui organici umidi, una frazione inorganica non combustibile costituita da vetro, residui provenienti da demolizioni e metalli ed una frazione combustibile comprendente materiale da imballaggio, materiale di natura plastica, legno, cartone e carta, come riportato in Tabella 1.

La crescente produzione di rifiuti e la conseguente necessità di ulteriori spazi per i giacimenti controllati ha promosso lo sviluppo di metodi di smaltimento alternativi alla deposizione in discarica convenzionale. È inoltre opportuno notare che tali discariche presentano notevoli problemi ambientali e di accettabilità sociale durante la loro messa in opera, durante la coltivazione e nel recupero post operativo. La vita di una discarica è attorno ai 20 anni durante i quali si ha una produzione di biogas attorno a 100-150 Nm<sup>3</sup>/t, corrispondente alla degradazione quasi totale del materiale organico con l'eccezione della plastica. Sono in atto soprattutto in Usa, dove la disponibilità di territorio non rappresenta un problema ma dove la produzione di

ficati, compresi rifiuti ospedalieri e rifiuti derivanti da attività illegali quali lo spaccio di droga. Ci si è resi subito conto che l'installazione di inceneritori di questo tipo richiedeva investimenti addizionali rilevanti e che questi inceneritori presentavano problematiche ambientali analoghe a quelle della discarica, richiedevano onerosi sistemi di trattamento fumi e non erano adatti a risolvere un problema diffuso su così larga scala come quello degli Rsu. Si ripagavano solo per l'eliminazione di rifiuti nocivi e altamente pericolosi che non potevano essere economicamente messi a discarica. Ci si è perciò orientati verso inceneritori evoluti con caldaia e turbina a vapore sulla scia delle spinte economico-politiche verso il risparmio di combustibili fossili a favore delle energie rinnovabili.

## La raccolta differenziata

La raccolta differenziata (RD) è stata regolata per legge (Ronchi) e dovrebbe superare il 35% dei rifiuti prodotti. In realtà valori superiori sono tecnicamente e economicamente poco praticabili. Un recente studio promosso da Federambiente ed effettuato dal Politecnico di Milano [2] mostra come, sui principali

siti italiani di incenerimento, la percentuale della RD vari tra il 20% e il 40% con un totale pro capite di Rsu prodotto fra 1,25 e 1,8 kg/giorno a seconda dei vari bacini geografici.

Il problema principale riguarda tuttavia il collocamento dei prodotti riciclati, i dubbi sulle finalità del riutilizzo e i costi per i cittadini a fronte di obiettivi spesso disattesi. Infatti riciclare la carta non significa salvare le piante che sono una coltura come tante altre soggetta a ricambi periodici e fisiologici. Il recupero della plastica comporta costi energetici e ambientali assai maggiori che la sua combustione. La frazione organica, in

presenza di un incerto collocamento del compost in agricoltura, può essere utilizzata, come mostrato nel seguito, per il bioessiccamento e bruciata con il resto dei rifiuti. Le ragioni dello scarso successo e le ambiguità della raccolta differenziata sono descritte in modo provocatorio in [8].

## Incenerimento degli Rsu con produzione di energia elettrica

È opinione comune che gli impianti di combustione degli Rsu dopo la raccolta differenziata possano smaltire tutti i rifiuti di un bacino senza ricorrere a discariche di appoggio o al trasporto dei rifiuti a inceneritori di altre aree. In realtà gli inceneritori sono tradizionalmente combinati con discariche non solo per il collocamento delle ceneri ma anche per far fronte a discontinuità degli arrivi, a produzione stagionale degli Rsu e a fermate straordinarie dell'inceneritore stesso.

La presa diretta dell'inceneritore con i siti di produzione e la disomogeneità del materiale in arrivo, in aggiunta a un non completo smaltimento degli Rsu disponibili sul territorio, creano rigidità di gestione dell'inceneritore stesso con efficienze e fattori di utilizzo spesso molto diversi da quelli di progetto. Viene mostrato in Tabella 2 del già citato articolo di Federambiente [2]

**Tabella 1 - Composizione tipica degli Rsu dopo la raccolta differenziata [2]**

	Composiz. merceol. %	Umidità %	Ceneri %	Frazione ossidabile %	Carbonio %	Frazione rinnovabile %	Pci kcal/kg
Carta e cellulosici	27	9,5	1,6	15,9	9,6	27	2.387
Legno	6	1,8	0,1	4,1	2,4	6	2.949
Plastica	18	1,1	1,6	15,3	11,8	0	6.764
Vetro e inerti	4	0,1	3,9	0	0	0	-15
Metalli	4	0,2	3,8	0	0	0	-30
Organico	29	20,3	4,4	4,4	3,8	29	272
Sottovaglio	12	3,6	5,4	3	1,3	7,2	921
Totale	100	36,5	20,8	42,7	28,9	69,2	2.226

rifiuti è in forte crescita, ricerche per migliorare le prestazioni delle discariche di Rsu. Si cita a questo proposito il progetto Outer loop landfill (Luisville, KY) [3] in cui si prospettano studi quantitativi sulle prestazioni di discariche sia anaerobiche sia miste aerobiche/anaerobiche con fermentazione accelerata per riciclo del percolato. Il brevetto US 2003/0108394 [4] rivendica la conversione di discariche convenzionali in condizioni aerobiche per accelerare il processo di conversione della parte di rifiuto biodegradabile.

I brevetti US 6599058 [5], US 6591695 [6], US 2003/0114988 [7] mostrano metodi per meglio misurare gli effluenti e le emissioni delle discariche e caratterizzarne le prestazioni e i metodi di gestione. Al contrario la Comunità Europea (1999/31/EC) impone una riduzione del 50% degli Rsu messi a discarica entro il 2009 e lo sviluppo di metodi di recupero alternativi.

## Riduzione di volume

La risoluzione del problema degli Rsu è sempre stata prioritaria rispetto alla produzione di energia. Perciò i primi inceneritori avevano lo scopo di ridurre i volumi ed eliminare i solidi maleodoranti prima della discarica. Questi inceneritori, normalmente di piccola dimensione, e tuttora operanti, trattano rifiuti diversi-

come i rendimenti della trasformazione energetica degli Rsu medi annui, calcolati considerando la capacità nominale dell'impianto ed il Pci del Rsu di progetto, varino tra il 3 e il 23% e come le ore equivalenti lavorate, espresse come il rapporto fra i kWh effettivamente prodotti e la potenza nominale dell'impianto, siano compresa fra 800 e 3.500 h, mentre lo stesso rapporto riferito agli Rsu smaltiti varia fra 3.000 e 6.500 h. Si fa tuttavia notare che, anche ipotizzando un esercizio di 7.000 h/a e una produzione di Rsu costante come da progetto, almeno il 20% degli Rsu continua ad essere destinato alla discarica o ad altri inceneritori.

Il problema della disomogeneità dei rifiuti è stato affrontato, come descritto nel seguito, mediante trattamento in impianti intermedi degli Rsu, al fine di ottenere un rifiuto più omogeneo, che possa permettere una migliore alimentazione degli impianti, un migliore controllo del processo di combustione e l'utilizzo di tecnologie più evolute rispetto al forno a griglia, quali i letti fluidi e i letti riciclati. Rimane tuttavia aperto il problema dei bassi rendimenti di trasformazione in parte legati alla piccola scala degli impianti e soprattutto dovuti alla presenza nel rifiuto e nei combustibili derivati di inquinanti, in particolare di cloro e suoi derivati, che corrodono i tubi dei surriscaldatori a temperature del vapore superiori a 400 °C.

La piccola scala degli impianti è legata al fatto che la quantità di energia consumata sul territorio è almeno di qualche ordine di grandezza superiore a quella contenuta nei rifiuti prodotti nello stesso territorio. I bassi rendimenti sono peraltro solo in parte migliorabili aumentando la scala degli impianti, rimanendo il vincolo della temperatura massima del vapore che limita i salti entalpici realizzabili nelle turbine e non consente perciò di superare rendimenti del 25%, anche con il miglior combustibile derivato dai rifiuti e con la migliore tecnologia economicamente praticabile. I costi di investimento sono molto elevati e, a titolo di esempio, per un impianto che serve un bacino di 240 kt/a di Rsu, come da Tabella 1, e avente un fattore di utilizzo di 7.000 h/a (20% Rsu a discarica o ad altro inceneritore) è stimabile in circa 70 M€. Questo valore è stato da noi analiticamente stimato sulla base di impianti realizzati di scala più piccola e può anche variare notevolmente a secondo del fornitore, dell'organizzazione e del sito, tanto che alcuni autori [9] riportano valori attorno a 100 M€. Un tale impianto produce

circa 16,8 MW con un rendimento attorno al 23,6%. L'incidenza dell'investimento, sulla base delle nostre stime, è perciò pari a 4,1 M€/MW (circa un ordine di grandezza superiore a quello di una centrale elettrica a combustibili fossili), ovvero 2,5 M€/t/h di Rsu bruciati. Questo motivo, assieme alla rigidità dell'esercizio, rende gli inceneritori degli Rsu economicamente fragili nonostante la tariffa sugli Rsu smaltiti e gli incentivi sull'energia elettrica prodotta ed è anche il motivo per cui si sono finora realizzati pochi inceneritori rispetto alle discariche.

## Gli Rsu trattati

I normali sistemi di trattamento sono in generale di tipo meccanico, sono costosi e ad alto impatto ambientale e i prodotti e gli scarti di lavorazione sono molto simili agli Rsu di partenza. Per la produzione del Cdr (Ronchi) si può adottare infatti un processo di macinazione e separazione basato su una doppia vagliatura: un primo vaglio (100 mm) che origina un sovrallo, che dopo separazione magnetica dei metalli, risponde alla specifica dei Cdr e una successiva vagliatura (40 mm) che dà luogo ad un sovrallo dal quale possono essere separate le frazioni leggere. La resa in massa del Cdr è inferiore al 40% e il Cdr può essere bruciato in inceneritori mentre i sottoprodotti, in assenza di un utilizzo, vengono posti a discarica.

I cosiddetti Cdr ottenuti vengono utilizzati in inceneritori a letto fluido bollente o a letto trascinato con esercizi e prestazioni

**Tabella 2 - Prestazione degli impianti di combustione degli Rsu [4]**

<i>Ente, Comune Dati dichiarati</i>	<i>Amsa Milano</i>	<i>Ecocenter Bolzano</i>	<i>Aamps Livorno</i>	<i>Aem Cremona</i>	<i>Sienambiente Siena</i>
Anno	2000	1988	1974	1977	1997
Tipologia	griglia	griglia a rulli	griglia	griglia	griglia
Linee	3	2	2	2	2
Potenzialità Rsu x linea (t/h)	20	8,33	3,75	6	1,5
Potenzialità EE lorda (MW)	59,5	6,05	3,25	6	1,5
Ingresso turbina (bar), (°C)	50,440	39,360	38,350	41,385	40,360
Condensazione (bar)	0,05	0,35	0,16	1,5	0,15
Pci nominale (kJ/kg)	11.000	8.000	8.400	10.900	9.200
Pci misurato (kJ/kg)	10.400	-	11.270	-	9.850
$h_{sc, lordo, nom}$	32,5%	16,3%	18,6%	16,5%	19,6%
Rifiuti trattati (t/y)	253.192	61.450	45.820	32.434	19.654
Produzione EE lorda (kWh)	179.123.450	21.159.176	11.615.280	4.545.041	1.422.174
Produzione EE netta (kWh)	141.914.240	7.474.220	11.584.860	-	547.550
Produzione calore (kWh)	3.587.000	-	-	26.951.656	-
Scorie (kg/kg <sub>Rsu</sub> %)	17,8	26,9	28,1	24,1	29,7
Polveri + ceneri (kg/kg <sub>Rsu</sub> %)	5,6	1,6	3,1	4,99	2,1
Consumo reagenti (kg/kg <sub>Rsu</sub> )	2,46	0,78	2,32	nd	2,76
<i>Dati calcolati</i>					
Ore equivalenti <sub>Rsu</sub> *	4.220	3.688	6.109	2.703	6.551
Ore equivalenti <sub>EE, lorda</sub> **	3.010	3.497	3.574	758	948
Produzione elettrica lorda (kWh/kg <sub>Rsu</sub> )	0,71	0,34	0,25	0,14	0,07
$h_{EE, lorda, medio\ annuo}$ (su Pci nominale) ***	23,2%	15,5%	10,9%	4,6%	2,8%
$h_{EE, medio\ annuo}$ (su Pci nominale) ***	0,5%	-	-	27,4%	-

\* Le ore equivalenti Rsu sono calcolate come rapporto tra i rifiuti effettivamente smaltiti e la capacità nominale dell'impianto; \*\* le ore equivalenti EE sono calcolate come rapporto tra i kWh lordi effettivamente prodotti e la potenza lorda nominale; \*\*\* i rendimenti medi annui sono calcolati considerando la capacità nominale dell'impianto ed il Pci del Rsu di progetto.

ambientali migliorate grazie alle caratteristiche più omogenee del materiale alimentato e alle condizioni operative meno severe, e con rese leggermente migliorate ma sempre controllate dai limiti di temperatura sui surriscaldatori. In altre parole nei processi di produzione di Cdr si è privilegiata l'applicazione negli impianti di produzione di energia elettrica rispetto alle esigenze di smaltimento degli Rsu e gli aspetti ambientali. Esistono anche altri processi di trattamento basati sul bioessiccamento e la biostabilizzazione dei rifiuti.

In pratica nel processo di bioessiccazione solo il 3-5% dell'energia contenuta nei rifiuti viene impiegata per alienare il 25% del materiale sotto forma di acqua evaporata e prodotti di combustione e nella fase di raffinazione il 10% dell'energia rimane nei 0,25 kg di residuo composto di metalli, materiale inorganico e organico stabilizzato. I metalli possono essere separati e riutilizzati contribuendo ad un'ulteriore frazione riciclata. Il bilancio di massa e di energia è rappresentato in Figura 1 dove si mostra come in pratica il processo realizza con la

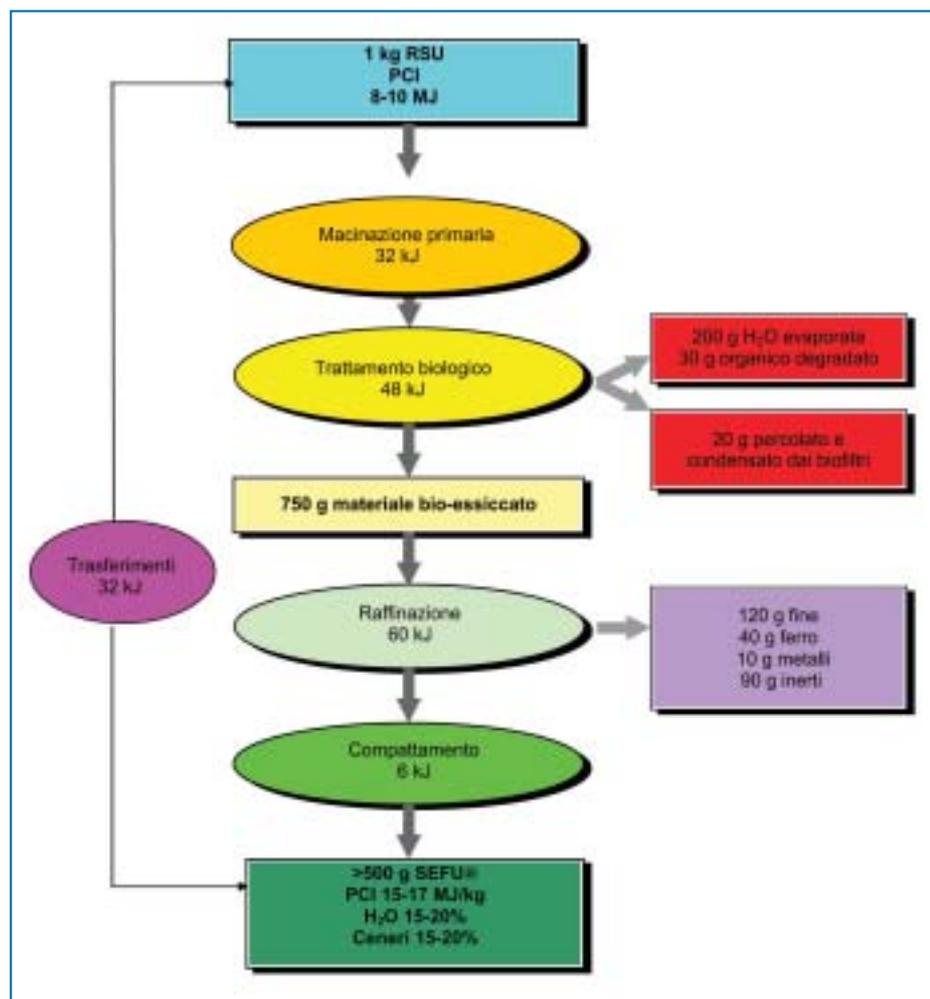


Figura 1 - Bilancio di massa e di energia per la produzione di bioessiccato e di SF

Fra questi quello che sta ricevendo i maggiori consensi, non solo in Italia ma in molti Paesi europei, è il processo Biocubi brevettato da Sistema Ecodeco [10], di cui si parlerà più diffusamente nel prossimo paragrafo, perché offre una soluzione economica e definitiva al problema degli Rsu e prepara la via a possibili efficienti sfruttamenti energetici.

## La tecnologia Biocubi

La tecnologia Biocubi permette di ottenere da 1 kg di Rsu avente un potere calorifico inferiore (Pci) di circa 9.000 kJ/kg:

- mediante bioessiccazione 0,75 kg di un bioessiccato con Pci 13.000-14.000 kJ/kg;
- mediante bioessiccazione e raffinazione 0,50 kg di combustibile secondario (SF) con Pci 16.000-17.000 kJ/kg.

produzione di SF la concentrazione di circa quattro volte l'energia contenuta negli Rsu di origine.

Nel processo Biocubi la frazione organica putrescibile, presente anche dopo la raccolta differenziata, viene attaccata da microrganismi aerobici e produce calore che viene utilizzato per evaporare l'acqua e mantenere la massa del rifiuto ad una temperatura tra 50 e 70 °C. In questo modo si ottiene dal rifiuto, all'origine maleodorante e portatore di patogeni, un bioessiccato o un SF inodore, stabilizzato e igienizzato.

Il vapore d'acqua trascinato con l'aria di fermentazione viene depurato mediante passaggio in un letto di materiale ligneo umido (biofiltro) che assorbe e degrada le componenti volatili e maleodoranti mediante una popolazione di microrganismi che si nutre delle stesse. In questo processo il consumo di energia elettrica è di circa 170-180 kJ/kg Rsu ovvero circa 0,05 kWh/kg. Si fa tuttavia notare che tale energia, così come l'energia contenuta nella parte putrescibile che fermenta a bassa temperatura, non è spesa invano ma serve a smaltire circa il 50% degli Rsu trasformandoli in SF stabilizzato, in acqua evaporata e prodotti di fermentazione. L'energia elettrica consumata si riduce di circa il 30% nel caso di assenza della sezione di raffinazione e di produzione di bioessiccato. La Figura 2 mostra uno schema dell'im-

pianto per la produzione di bioessiccato, dal quale attraverso semplici operazioni di raffinazione, si origina il combustibile secondario, e la Figura 3 una vista dell'interno dell'impianto. L'impianto Biocubi tratta la frazione residua degli Rsu dopo raccolta differenziata. Il trattamento viene effettuato in un ambiente mantenuto in depressione attraverso le seguenti fasi:

- scarico rifiuti in vasca di ricezione: i rifiuti in arrivo vengono scaricati in una vasca di ricezione dotata di griglie di aspirazione sottostanti;
- triturazione dei rifiuti: il materiale viene prelevato dalla vasca e triturato ad una pezzatura di uscita di 20-30 cm, in modo da omogeneizzare il materiale e migliorare la bioessiccazione, e poi scaricato in una vasca di accumulo temporaneo;
- trattamento aerobico: il materiale triturato ed omogeneizzato viene collocato, per mezzo di gru a ponte automatiche, nell'apposita area di fermentazione accelerata, dove parte

della sostanza organica (5%) fermenta riscaldando la massa (50-70 °C), evaporando l'acqua e producendo la stabilizzazione, la deodorizzazione e l'igienizzazione del rifiuto. Alla fine del processo, che dura 12-14 giorni, si ottiene un materiale avente contenuto di acqua inferiore al 20%, partendo da un materiale con contenuto di acqua intorno al 35-40%;

- estrazione, compattazione e carico: il materiale, terminato il processo di bioessiccazione, viene prelevato da una

delle gru a ponte automatiche e convogliato, per mezzo di nastri di estrazione, alla pressa di compattazione per il definitivo trasporto presso l'utilizzo finale. In relazione al sito di utilizzo finale il bioessiccato può essere collocato in discarica con trascurabile impatto ambientale, può essere incenerito in forni a griglia o eventualmente raffinato per ottenere il combustibile secondario da inviare a termovalorizzazione.

La Tabella 3 mostra un bioessiccato ottenibile da un Rsu del tipo di quello riportato in Tabella 1 e a cui si farà in seguito riferimento per il suo possibile utilizzo anche nei tradizionali forni a griglia. È opportuno tuttavia notare che le caratteristiche del bioessiccato variano notevolmente in dipendenza del Rsu di partenza.

## Il sistema Its

I bassi consumi energetici e di manodopera, i ridotti investimenti, il trascurabile impatto ambientale e la qualità del bioessiccato e dell'SF prodotti hanno fatto sì che la tecnologia Biocubi abbia ricevuto una positiva accoglienza presso molti siti italiani ed europei. Attualmente sono operative in Italia sei Its a Giussago (PV), Lacchiarella (MI), Corteolona (PV), Montanaso (LO) (Figura 4), Bergamo e Cavaglia (BI), mentre un impianto a Villafalletto (CN) è in fase di realizzazione. Ogni Its ha una capacità installata da 60 a 120 kt/a ed è al servizio di bacini di

**Tabella 3 - Caratteristiche di un bioessiccato**

	Composiz. merceol. %	Umidità %	Ceneri %	Frazione ossidabile %	Carbonio %	Frazione degradabile %	Pci, kcal/kg	h, kcal/kg bioess.
Carta e cellullosici	24,36	4,67	2,17	15,9	11,58	24,36	3.687,0	898,1
Legno	6,59	0,89	0,14	4,1	3,26	6,59	3679,3	242,4
Plastica	23,48	0,54	2,17	15,3	16,02	0,00	6.851,5	1.609,1
Vetro e inerti	5,34	0,05	5,29	0	0,00	0,00	-5,1	-0,3
Metalli	5,26	0,10	6,52	0	0,00	0,00	-10,3	-0,5
Organico	21,79	9,98	5,97	4,4	5,16	21,79	960,5	209,3
Sottovaglio	13,17	1,77	7,33	3	1,76	7,90	1.104,7	145,5
<b>Totale</b>	<b>100</b>	<b>18,00</b>	<b>29,60</b>	<b>42,7</b>	<b>37,79</b>	<b>60,64</b>	<b>3.103,5</b>	<b>3.103,5</b>

utenza da 120 mila a 240 mila abitanti. Recentemente la tecnologia ha ricevuto i favori in gare internazionali: a Londra Sistema Ecodeco in partnership con Shanks sta realizzando un sistema di sei Its della capacità globale di 360 kt/a di Rsu, in Scozia inizierà la costruzione di un Its nel distretto di Dumfries and Galloway ed in Spagna è stata recentemente aggiudicata una gara di appalto in partnership con Teconma, al servizio della provincia di Valencia. Le ragioni di questo crescente interesse sono sia pratiche sia economiche e soprattutto di flessibilità. Le Its offrono infatti una soluzione al problema della produzione locale degli Rsu, fornendo alle singole municipalità o a loro aggregati una tecnologia standard, di scala ridotta e a impatto ambientale trascurabile per trasformare dei rifiuti maleodoranti e scomodi in un prodotto bioessiccato o SF stabile, non tossico, e più facile da trasportare e utilizzare. Inoltre le Its, a differenza dell'inceneritore, possono assorbire tutti gli Rsu prodotti sul territorio evitando lo stoccaggio in discarica oppure il ricorso a onerosi trasporti da un inceneritore all'altro, entrambi ad alto impatto ambientale. L'alternativa è rappresentata dalla realizzazione di una miriade di inceneritori sparsi sul territorio con problemi di costo e di accettabilità sociale.

In attesa del suo utilizzo energetico, il bioessiccato può essere collocato in discarica non generando odore, biogas e percolato. L'utilizzo energetico può avvenire in un combustore prossimo alla Its oppure il bioessiccato, compresso in bilici da 25 t, può essere trasportato anche a distanza presso l'impianto di produ-

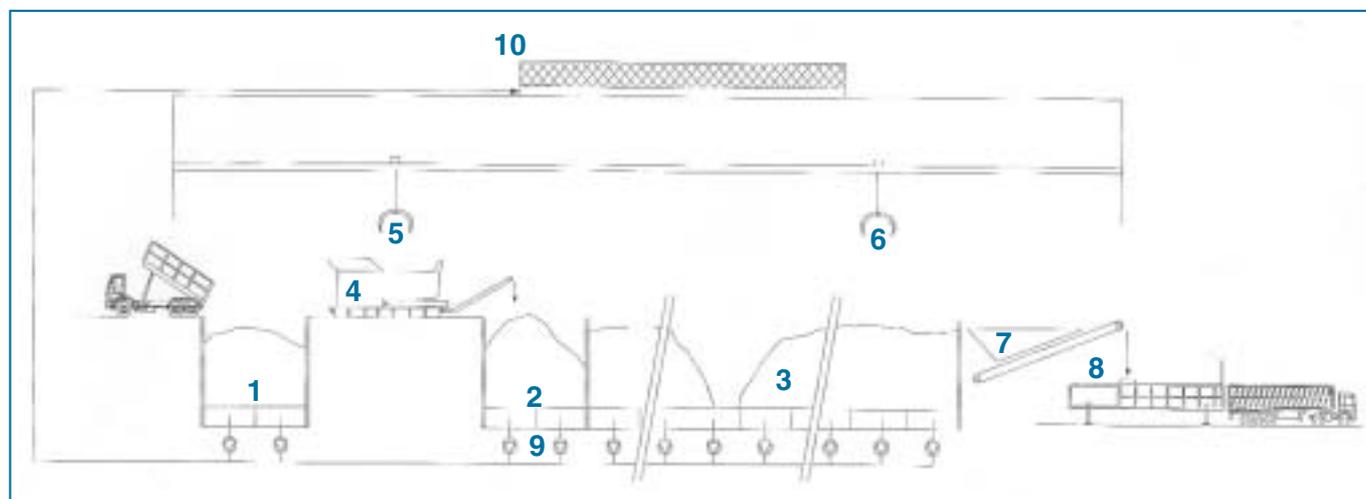


Figura 2 - Schema dell'impianto Biocubi. Legenda: 1) Rsu; 2) triturato; 3) trattamento aerobico; 4) trituratore; 5) benna elettroidraulica; 6) carroponte automatizzato; 7) estrattore Redler; 8) pressa; 9) ventilatori; 10) biofiltro

zione di energia elettrica. La ragione vera per cui oggi la Its è la soluzione preferita dalle autorità locali, e non solo in Italia, è dovuta al fatto che, in aggiunta alla soluzione dei problemi ambientali, essa presenta gli aspetti economici più vantaggiosi sia dal punto di vista dell'investimento sia del costo di trasformazione degli Rsu. A titolo orientativo l'investimento nella Its può variare a seconda della capacità e si colloca attorno a 0,9 e 1 M€/t/h di Rsu trattati. Attraverso il sistema delle Its il problema dello smaltimento degli Rsu viene risolto localmente con investimenti e costi ridotti e basso impatto ambientale, mentre il problema della valorizzazione degli SF prodotti verrà affrontato nei prossimi paragrafi con riferimento alla sola valorizzazione tramite produzione di energia elettrica.

## Produzione di energia elettrica da bioessiccato in impianti dedicati

Si è già detto della scarsa efficienza dei combustori degli Rsu tal quali e della necessità di porre parte del materiale in discarica o di ricorrere al trasporto in altri punti di incenerimento, con i relativi costi e per le basse efficienze del ciclo termoelettrico. La combustione del bioessiccato o di SF consuma, grazie alle ITS e alle possibilità di stoccaggio, tutto l'Rsu prodotto sul territorio, permette una maggiore regolarità di funzionamento con fattori di utilizzo elevati e migliora leggermente i rendimenti del ciclo termoelettrico, grazie principalmente alla minor quantità di scorie e alla minor portata di fumi. Permane tuttavia il vincolo della temperatura massima realizzabile nei surriscaldatori della caldaia e quindi la non possibilità pratica di ottenere efficienze del ciclo termodinamico superiori al 25%. Perciò i conti economici dell'impianto di combustione del bioessiccato e di SF sono simili a quelli dell'impianto di combustione degli Rsu, nell'ipotesi di un analogo fattore di esercizio. Si consideri ad esempio un impianto per la combustione di bioessiccato prodotto nello stesso bacino da 240 kt/a di Rsu. Con gli stessi criteri di stima dell'inceneritore degli Rsu e con un esercizio di 7.000 h/a, l'investimento nel solo inceneritore risulta attorno a 73 M€ per le aumentate utilizzazione degli Rsu e dimensioni dell'impianto, la produzione di energia elettrica è attorno a 20 MW con un'efficienza del 24%.

L'incidenza dell'investimento è perciò 3,6 M€/MW ovvero 2,1 M€/t/h Rsu smaltiti. Si fa tuttavia notare che questi valori si allineano a quelli dell'inceneritore degli Rsu se si considera l'investimento addizionale nelle Its. Le lievi differenze sono compensate nel conto economico dalla maggiore efficienza dell'inceneritore del bioessiccato. La scelta fra le due alternative è perciò determinata non solo da fatti economici quanto da scelte di pianificazione del territorio e dall'accettabilità sociale. I conti economici dimostrano tuttavia che anche in presenza di elevate tariffe di conferimento degli Rsu e di sovvenzioni alle risorse energetiche rinnovabili, quali il CIP6 ed i Certificati Ver-

di, i termovalorizzatori di bioessiccato presentano, come quelli di Rsu, una fragilità economico-patrimoniale che è superabile solo attraverso sviluppi innovativi. Tali sviluppi sono l'oggetto della parte seconda del presente lavoro.



Figura 3 - Vista dell'interno dell'impianto Biocubi



Figura 4 - Its di Montanaso

## Conclusioni

La presente nota ha cercato di mostrare alcuni dei fattori tecnici ed economici che possono aiutare nella scelta della miglior strategia per risolvere il problema degli Rsu. Si evidenzia come questo problema sia oggi diventato di tali dimensioni da imporre non più, come nel passato, delle soluzioni episodiche, quali la discarica o la realizzazione di inceneritori isolati, ma un approccio sistemico sul territorio.

Il sistema delle ITS distribuite sul territorio permette di risolvere il problema degli Rsu in modo efficiente sia dal punto di vista economico sia di accettabilità sociale. Si rende in questo modo possibile la collocazione dei prodotti bioessiccati e dei combustibili secondari per varie applicazioni e la loro utilizzazione per la produzione di energia elettrica su un numero limitato di inceneritori con migliorate efficienze di scala e di processo. Rimane tuttavia aperto il problema delle basse efficienze termoelettriche intrinseche degli inceneritori a cui si tenterà di dare una risposta nella seconda parte del presente articolo.

## Bibliografia

- [1] European Commission, Integrated Pollution Prevention Control, Draft reference document on Best Available Technologies for waste incineration, May 2003 <http://eippcb.jrc.es>.
- [2] S. Consonni, M. Giuliano, novembre 2002, Bilancio ambientale, energetico ed economico di diverse strategie per il recupero di energia nel contesto di sistemi integrati di gestione dei rifiuti solidi urbani, Federambiente.
- [3] D. Carson, R. Green, Outer loop landfill, Luisville, KY, Bioreactor Project, Us Epa Workshop on bioreactor landfills, 27-28 febbraio 2003, Arlington, VA.
- [4] G. Layton *et al.*, Aerobic bioreduction of municipal solid waste landfill mass, US 2003/0108394 June 12, 2003.
- [5] J.P. Arnold, Lichate collection apparatus, US 6599058, July 29, 2003.
- [6] R.L. Brookshire, Flow metering device for gas landfill extraction well, US 6591695, July 15, 2003.
- [7] H.W. Bentley *et al.*, Method and system for estimating gas production by a landfill, US 2003/0114988, June 19, 2003.
- [8] L. Cassito, A. Rizzi, Recupero energetico e salvaguardia ambientale dal riciclaggio termico di carta e plastica, 4° Convegno Nazionale "Utilizzazione termica dei rifiuti", Abano Terme, 12-13 giugno 2003.
- [9] A. Bonomi, Valorizzazione comparativa delle tecnologie di termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani attraverso l'incenerimento diretto o dopo trasformazione in Cdr, 4° Convegno Nazionale "Utilizzazione termica dei rifiuti", Abano Terme, 12-13 giugno 2003.
- [10] E. Calcaterra, G. Donati, G. Natta, Impianto e metodo per la stabilizzazione di rifiuti fermentabili, BS 2002 A000055, 6 giugno 2002.