

# Tecnologie per la gestione dei rifiuti

Francesca Barisani, Veronica Di Bella, Mentore Vaccari

**Il sistema di raccolta adottato influisce profondamente sulla quantità del materiale collettato: è stato osservato, ad esempio, come l'introduzione in alcune Regioni italiane, quali il Veneto, di sistemi porta a porta abbia consentito di ottenere percentuali di rifiuto raccolto per via differenziata nettamente più elevate di quelle raggiunte grazie all'uso di contenitori stradali.**

## Soluzioni per la raccolta

La fase della raccolta è alla base di una corretta gestione dei rifiuti. La raccolta può avvenire per via indifferenziata o differenziata (suddividendo le diverse frazioni merceologiche presenti nel rifiuto). La raccolta differenziata rappresenta una vera e propria tecnologia organizzativa, che consente, grazie al coinvolgimento attivo dei cittadini, di recuperare materiali ancora utilizzabili, ottimizzare il trattamento o lo smaltimento dei rifiuti al fine di recuperare materia o energia ed evitare lo smaltimento non idoneo di alcune componenti pericolose dei rifiuti solidi urbani.

La raccolta può avvenire servendosi di metodiche diverse: presso l'utenza (sistema porta a porta): questo sistema consente di ottenere materiali di qualità piuttosto buona, anche se può essere necessaria una successiva fase di selezione. È caratterizzato da un elevato grado di comodità per l'utenza, ma può creare problemi di traffico causato dai veicoli che affrontano la raccolta; mediante contenitori stradali: i materiali così ottenuti possono essere contaminati con sostanze indesiderate; è dunque necessaria un'ulteriore fase di selezione. Inoltre, questo sistema necessita della collaborazione dei cittadini e può generare problemi legati alla localizzazione dei cassonetti. È la metodologia attualmente più diffusa in Italia per la raccolta dei rifiuti in modo sia differenziato sia indifferenziato;

■ mediante contenitori presso un esercizio commerciale: la qualità dei materiali ottenuti con questo sistema è ottima, grazie al controllo esercitato dal negoziante. Inoltre, l'impatto ambientale generato è pressoché nullo. Questa tecnica, molto diffusa in alcuni Paesi europei, quali ad esempio la Germania, è limitata in Italia ad alcune tipologie di rifiuti, come ad esempio batterie esauste o medicinali scaduti;

■ presso piattaforme di raccolta: è un sistema di utilizzo piuttosto recente in Italia. Esso, pur consentendo di ottenere materiali di ottima qualità grazie al controllo esercitato del gestore, è caratterizzato da un





elevato grado di scomodità per l'utenza e da un impatto ambientale significativo, a cui si aggiungono difficoltà di localizzazione di tale piattaforma;

■ mediante sistema a deposito: è una tecnica molto diffusa all'estero, ma ancora di limitato utilizzo in Italia. Consente di ottenere materiali di ottima qualità, grazie al controllo esercitato dal personale che si occupa del rimborso, e genera un impatto ambientale pressoché nullo. Il sistema di raccolta adottato influisce profondamente sulla quantità del materiale collettato: è stato osservato, ad esempio, come l'introduzione in alcune Regioni italiane, quali il Veneto, di sistemi porta a porta abbia consentito di ottenere percentuali di rifiuto raccolto per via differenziata nettamente più elevate di quelle raggiunte grazie all'uso di contenitori stradali.

### **Processi biologici per la valorizzazione della frazione organica: il compostaggio**

Uno dei principali metodi di valorizzazione delle frazioni organiche è il compostaggio. Si tratta di un processo biologico (cioè svolto per mezzo di microrganismi), termofilo (ovvero in grado di sviluppare calore) ed aerobio, cioè avviene in presenza di ossigeno, di trasformazione dei rifiuti organici in ammendante<sup>1</sup> o compostato.

Il *compost* di qualità ottenuto dalla raccolta differenziata dell'organico mediante processo industriale può venire convenientemente sfruttato in agricoltura avvantaggiandosi in tal modo di un fertilizzante naturale ed evitando il ricorso a concimi chimici a pieno campo. Il *compost* viene anche utilizzato per la copertura delle discariche di rifiuti e per bonifiche agrarie.

Il processo industriale di compostaggio può essere riassunto in quattro fasi:

■ lo scarto proveniente dalle raccolte differenziate e i residui provenienti dalla lavorazione del legno vengono prima stoccati e successivamente tritati e sminuzzati assieme;

Nella pagina precedente:  
**Un furgone elettrico per la raccolta dei rifiuti**

Sopra:  
**Interno di un inceneritore di rifiuti solidi**

A destra:  
**Ciminiere di un impianto di smaltimento rifiuti**



attraverso una particolare macchina rivoltatrice, il materiale triturato viene miscelato;

dopodiché, il materiale viene disposto in cumuli e lasciato maturare. In questa fase la massa può raggiungere temperature molto elevate (anche superiori agli 80°C) garantendo così la completa igienizzazione del *compost*; nell'ultima fase il *compost* viene vagliato da un'apposita macchina che consente una separazione delle particelle fini minori di 10 mm da quelle più grossolane.

La parte più grossolana (sovvallo), dopo eventuale triturazione, è reimpressa nel ciclo per essere completamente trasformata in *compost*. La parte fine viene invece subito stoccata e destinata alla vendita.

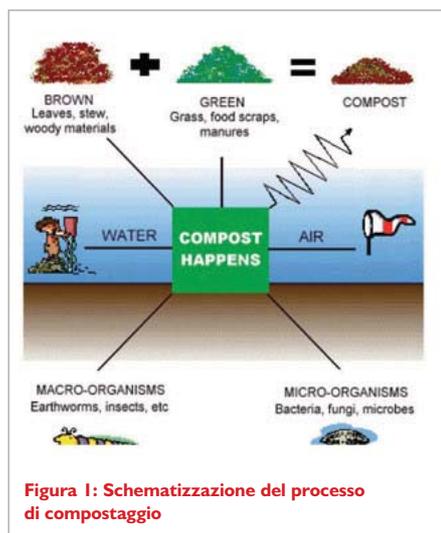


Figura 1: Schematizzazione del processo di compostaggio

## Processi per il recupero e riciclaggio di materia

Recupero e riciclaggio sono le componenti fondamentali, insieme alla riduzione, delle strategie (comunemente note come 3R) volte a promuovere una corretta gestione dei rifiuti.

Recupero (o riutilizzo) significa usare un oggetto più di una volta; ciò include il riuso dell'oggetto sia al medesimo scopo, sia con una diversa funzione. Il riciclaggio consiste, invece, nella trasformazione dell'oggetto in materiali grezzi che verranno utilizzati per realizzare oggetti nuovi.

## Processi per il recupero energetico

La principale tecnologia destinata al recupero energetico è costituita dalla termodistruzione dei rifiuti. Essa avviene attraverso due fasi successive: essiccamento e riscaldamento. Durante la prima fase, quando è stata raggiunta la temperatura idonea, si verifica l'evaporazione dell'acqua presente nel rifiuto. Nella seconda fase, invece, la temperatura del rifiuto aumenta progressivamente fino a raggiungere i 1000°C circa, che consentono una vera e propria combustione. La trasformazione del rifiuto dunque avviene attraverso passaggi successivi, durante i quali si verifica la progressiva ossidazione della sostanza organica. La combustione completa consente di ottenere dal rifiuto anidride carbonica, acqua, ossidi di zolfo e residuo inorganico, comprendente ad esempio ossidi di metalli, cloruri e carbonati. Inoltre, sempre maggiore importanza assumono le fasi per il trattamento dei fumi, necessarie per evitare il rilascio in atmosfera di emissioni nocive per la salute dell'uomo e dell'ambiente.

In Italia l'invio dei rifiuti alla termodistruzione è a tutt'oggi piuttosto limitato. Altri Paesi europei, quali ad esempio la Svizzera, destinano all'incenerimento la maggior parte dei rifiuti prodotti. In Italia un'eccezione è costituita dalla città di Brescia, dove il termoutilizzatore (v. Figura 3) riceve i rifiuti solidi urbani prodotti nella Provincia di Brescia (1,1 milioni di abitanti) e fornisce alla città (200.000 abitanti) più di un terzo del proprio fabbisogno di energia elettrica e termica (mediante teleriscaldamento). Nel 2006 l'impianto ha trattato 801.000 t di rifiuti, di cui 425.000 t di RSU (rifiuti solidi urbani) e 376.000 t di biomasse residuali, generando 528 GWh netti di elettricità immessa in rete e 505 GWh di calore utile. Sempre nel 2006, l'impianto ha prodotto 134.000 t di "scorie" (ceneri di fondo caldaia) e 34.000 t di residui dell'impianto di trattamento fumi. Inizialmente, tutte le scorie venivano inviate in discarica ed impiegate per la copertura giornaliera dei rifiuti in sostituzione della ghiaia vergine. Nel 2004 è stato avviato un progetto di recupero: oggi oltre la metà delle scorie viene recuperata effettuando un'ulteriore separazione dei metalli non ferrosi (in aggiunta alla separazione del ferro che viene effettuata direttamente nell'impianto) e utilizzando la parte rimanente nei cementifici.



Figura 3: Vista del termoutilizzatore di Brescia

Tipici esempi di riuso convenzionale sono il sistema di resa delle bottiglie vuote, ad esempio grazie ad un servizio a domicilio, e il riutilizzo di contenitori di plastica (che possono essere usati più e più volte a differenza delle scatole di cartone). Il riuso può essere con successo associato alla raccolta mediante sistema a deposito; in Danimarca, ad esempio, questo metodo consente di riutilizzare il 98% delle bottiglie. I materiali riciclabili sono molteplici: vetro, carta, plastica, metallo, tessuti, batterie esauste, oggetti elettronici, etc. La qualità del prodotto ricavato dai processi di riciclaggio è fortemente condizionata dalle caratteristiche del materiale di partenza. Per tale ragione è necessaria una preliminare fase di selezione, che può essere costituita dalla stessa raccolta differenziata o da sistemi (meccanici e/o manuali) di selezione dei rifiuti. Un generico impianto di selezione meccanica comprende diverse fasi:

- ricezione e stoccaggio dei rifiuti; pretrattamento (rottura dei sacchi e riduzione della pezzatura mediante triturazione);
- separazione del materiale in più flussi (tramite vagliatura, classificazione ad aria, etc.); raffinazione.

Un originale esempio di riciclaggio è in corso in Thailandia. Qui, infatti, dai cartoni di tetra-pak, utilizzati ad esempio come contenitori per bevande, vengono estratti fibre, da cui con un processo di impastamento con acqua si ricava carta (v. Figura 2), alluminio e polietilene.



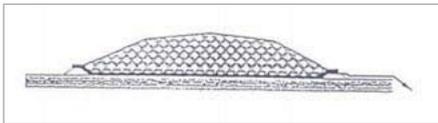
Figura 2: Esempi di oggetti ricavati dal riciclaggio di contenitori in tetra-pak

## Soluzioni per lo smaltimento finale

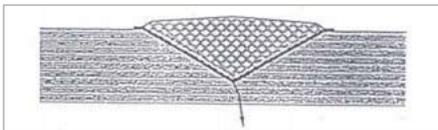
Il Decreto Legislativo 36/2003 definisce la discarica come "un'area adibita a smaltimento dei rifiuti mediante operazioni di deposito sul suolo o nel suolo, compresa la zona interna al luogo di produzione dei rifiuti adibita allo smaltimento dei medesimi da parte del produttore degli stessi, nonché qualsiasi area ove i rifiuti siano sottoposti a deposito temporaneo per più di un anno". Essa è un vero e proprio impianto tecnologico progettato, realizzato e gestito al fine di minimizzare l'impatto sull'ambiente.

Per la realizzazione di una discarica possono essere adottate diverse tipologie costruttive:

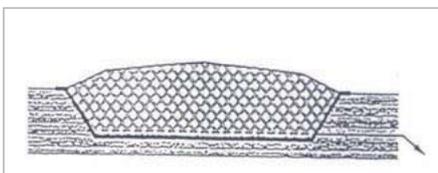
**I**n rilievo: il principale problema generato da questa tipologia di discarica è l'impatto visivo. La fuoriuscita del percolato (v. parte seguente) può essere favorita da adeguate pendenze. È necessaria, invece, la realizzazione di un'efficace copertura per evitare la diffusione in atmosfera del biogas (v. parte seguente).



**I**n valle: anche in questo caso la fuoriuscita del percolato può essere favorita da adeguate pendenze. Possono, però, generarsi problemi legati alla stabilità dell'ammasso di rifiuti.



**I**n un'area depressa: è la tipologia più frequentemente adottata in Italia. In questo caso, la rimozione del percolato deve essere realizzata grazie ad un sistema di pompaggio. Sono invece più facili da controllare le eventuali fughe di biogas.



L'effetto negativo sull'ambiente può essere determinato, oltre che dall'impatto visivo generato dall'impianto, dalla dispersione di percolato e biogas. Il percolato è un liquido prodotto dalla lisciviazione dei rifiuti ad opera dell'acqua piovana infiltratasi nell'ammasso e dell'acqua rilasciata dai rifiuti stessi. Se non appropriatamente raccolto e trattato, il percolato può causare la contaminazione delle acque superficiali e sotterranee perché presenta elevate concentrazioni di sostanze inquinanti (composti organo-alogenati, ammoniacale, metalli pesanti, etc.). La produzione di biogas deriva dalla degradazione biologica anaerobica (cioè in assenza di ossigeno) dei rifiuti. Il biogas può contenere fino al 40% di metano e può dare origine ad esplosioni qualora entri in contatto con l'ossigeno presente nell'aria. La realizzazione di discariche che consentano un appropriato smaltimento dei rifiuti è un problema che interessa molte aree dei Paesi a risorse limitate, dove i rifiuti vengono smaltiti prevalentemente in immondezze ai cielo aperto, privi di presidi ambientali e spesso localizzati in prossimità delle abitazioni. Il CeTAMB (Centro di documentazione e ricerca sulle tecnologie appropriate per la gestione dell'ambiente nei Paesi in via di sviluppo, che ha sede presso l'Università di Brescia) si è recentemente occupato della progettazione di alcune discariche nella regione del Somaliland (Somalia settentrionale). Le soluzioni proposte (v. Figura 4) tengono conto delle caratteristiche dell'area e dei requisiti minimi necessari per evitare l'insorgenza di problemi di carattere ambientale. Ad esempio, facendo riferimento alle linee guida del governo sudafricano, non è stata prevista la costruzione di sistemi per la raccolta del percolato in quanto, data l'aridità del clima, la sua produzione avrà solo carattere sporadico.



**Figura 4: Rappresentazione schematica delle discariche progettate per le città di Borama e Gabiley (Somaliland)**

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- CalRecovery (2005), Solid Waste Management, United Nations Environment Program, International Environmental Technology Centre, Osaka, Japan
- M. Centemero (2008), Compostabilità, Università degli Studi di Milano
- Consorzio Italiano Compostatori (2007), La produzione di ammendante compostato in Italia, compendio tecnico
- C. De Michele (2007), Il trattamento biologico dei rifiuti urbani, Università degli Studi di Milano, Facoltà di Agraria
- Department of water affairs and forestry, *Minimum requirements for waste disposal by landfill*, Waste management series, K. Langmore, Jarrod Ball & Associates cc Editors, Johannesburg, 1998
- ZURBRUGG C (1998). Main Problems and Issues of Municipal Solid Waste Management in Developing Countries with Emphasis on Problems related to Disposal by Landfill. Available on [http://www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec/publikationen/publications\\_swm/downloads\\_swm/swm-problems-disposal.pdf](http://www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec/publikationen/publications_swm/downloads_swm/swm-problems-disposal.pdf)
- <http://civserv.ing.unibs.it/cetamb/>
- <http://www.compost.it/>
- <http://www.rifiutinforma.it/page/compostaggio/10b1.html>
- [http://www.a2a.eu/A2AGruppo/it/Il\\_Gruppo/1\\_nostri\\_impianti/Termovalorizzazione/Il\\_termoutilizzatore\\_di\\_Brescia/index.html](http://www.a2a.eu/A2AGruppo/it/Il_Gruppo/1_nostri_impianti/Termovalorizzazione/Il_termoutilizzatore_di_Brescia/index.html)
- <http://www.iswa.it>

<sup>1</sup> Per ammendante si intende qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, capace di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e meccaniche di un terreno.