

**POLITECNICO DI TORINO**

**Corso di Laurea Magistrale**

**Ingegneria Gestionale**

Tesi di Laurea Magistrale

**L'economia circolare: implementazione di  
Lean Manufacturing dei processi produttivi nel  
settore terziario**



**Relatore**

Prof.essa Maria F. Norese

Professore F. Lombardi

**Candidato**

Agata Aiello

**Aprile 2021**

## ***Ringraziamenti***

Arrivata alla fine di questo percorso universitario, desidero ringraziare tutti coloro che, in un modo o nell'altro, hanno creduto in me e mi hanno aiutato a raggiungere questo importante traguardo.

In primis, voglio ringraziare la mia famiglia che mi ha sempre sostenuto nei miei progetti e nelle mie ambizioni, mi hanno sempre sostenuto nelle difficoltà e incoraggiato nei momenti di sconforto lungo questo cammino universitario ad ostacoli.

Voglio ringraziare i miei amici e colleghi che hanno condiviso con me gioie e dolori e mi hanno supportato psicologicamente in questo difficile percorso.

<b>SOMMARIO.....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITOLO 1. LA RACCOLTA DEI RIFIUTI ORGANICI IN UN CONTESTO DI ECONOMIA CIRCOLARE.....</b>	<b>9</b>
1.1. LA GERARCHIA DEI RIFIUTI .....	11
1.2. I RIFIUTI ORGANICI E INORGANICI.....	15
1.3. LA F.O.R.S.U. ....	16
<b>CAPITOLO 2. COME AVVIENE LA RACCOLTA DIFFERENZIATA IN EUROPA E IN ITALIA.....</b>	<b>20</b>
2.1. LA SVEZIA: UN MODELLO DA IMITARE.....	31
2.2. LA DIRETTIVA QUADRO SUI RIFIUTI.....	34
2.3. DIVERSI OPZIONI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI.....	35
2.3.1. <i>Incenerimento</i> .....	36
2.3.2. <i>Trasporto dei rifiuti</i> .....	36
2.4. NECESSITÀ DI RAFFORZARE E CONDIVIDERE GLIINTERVENTI .....	36
2.5. LO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI .....	38
2.5.1. <i>I fenomeni di inquinamento generati dallo smaltimento incontrollato dei rifiuti</i> .....	39
2.5.2. <i>La raccolta e il trasporto dei RSU</i> .....	41
2.5.3. <i>Lo smaltimento nella situazione attuale: accenno storico all'evoluzione dei sistemi di trattamento/smaltimento in Italia</i> .....	44
2.5.4. <i>Strategie di smaltimento per il prossimo futuro: i principi informativi dettati dall'U.E.</i> .....	46
<b>CAPITOLO 3. CASO STUDIO: ACEA PINEROLESE SPA.....</b>	<b>47</b>
3.1. L'IMPIANTO DI VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI .....	48
3.1.1. <i>Il trattamento dei rifiuti organici</i> .....	49

3.1.2. <i>I vantaggi del sistema anaerobico- aerobico</i> .....	49
3.1.3. <i>La digestione anaerobica</i> .....	50
3.1.4 <i>Il compostaggio</i> .....	52
3.1.5 <i>Fasi biomediche</i> .....	54
3.1.6. <i>Aerazione</i> .....	58
3.1.7. <i>Rapporto C/N</i> .....	58
3.1.8 <i>Temperatura</i> .....	59
3.2 LA LINEA DI PRODUZIONE DELL'UMIDO .....	63
3.3 ANALISI SWOT: CHE COS'È E PERCHÉ VIENE UTILIZZATA.....	65
3.4. LA GESTIONE SOSTENIBILE DEI RIFIUTI ORGANICI.....	72
3.5 CHE COS'È UN INCENERITORE? .....	77
3.5.1 <i>Gli inceneritori più diffusi in Europa sono del tipo “a griglie”</i> .....	77
3.5.2 <i>Tipologie di inceneritori</i> .....	78
3.5.3 <i>Gassificatori e pirolizzatori</i> .....	79
3.6 COME SI POTREBBE MIGLIORARE IL PROCESSO PRODUTTIVO.....	87
<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>98</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>105</b>

## Introduzione

Il nostro pianeta sta affrontando sfide senza precedenti in termini di clima e ambiente che, nel loro insieme, costituiscono una minaccia per il nostro benessere. Tuttavia, siamo ancora in tempo per adottare misure decisive. Il compito da svolgere può apparire arduo, ma possiamo ancora invertire alcune tendenze negative, adattarci per ridurre al minimo i danni, ripristinare ecosistemi cruciali e meglio proteggere ciò che abbiamo. Per conseguire la sostenibilità a lungo termine dobbiamo considerare l'ambiente, il clima, l'economia e la società come parti inscindibili della stessa entità. Il XXI secolo è stato altresì segnato dalla crisi economica e finanziaria. Numerose ricerche confermano che i nostri sistemi di consumo e produzione sono semplicemente insostenibili. Il modello economico lineare, che trasformando le materie prime in prodotti che vengono utilizzati, consumati e poi eliminati, non solo determina un aumento di inquinamento e di produzione di rifiuti, ma anche una concorrenza globale per le risorse naturali.

Se le tendenze attuali dovessero continuare, indipendentemente dal paese e dal livello di reddito, le generazioni future si troveranno a dover affrontare una situazione caratterizzata da temperature ed eventi meteorologici più estremi, riduzione della biodiversità, maggiore scarsità di risorse e più elevati livelli di inquinamento. In quest'ottica non sorprende il fatto che migliaia di giovani europei stiano manifestando per le strade, esortando i responsabili politici a adottare provvedimenti più ambiziosi ed efficaci volti a mitigare i cambiamenti climatici.

Negli ultimi 40 anni l'Europa ha attuato politiche intese ad affrontare problemi specifici, quali l'inquinamento atmosferico e idrico, raggiungendo talvolta notevoli risultati: i cittadini europei possono beneficiare di aria e acque di balneazione più pulite; si ricicla una maggiore quantità di rifiuti urbani; il numero di aree terrestri e marine protette mostra un continuo incremento; i livelli di emissioni di gas a effetto serra nell'Unione europea risultano ridotti rispetto a quelli del 1990; sono stati investiti miliardi di euro a favore di città più vivibili e mobilità sostenibile; l'energia generata da fonti rinnovabili è aumentata in modo esponenziale, ecc.

Ora anche le nostre conoscenze e la nostra comprensione dell'ambiente si sono ampliate, sottolineando il fatto che le persone, l'ambiente e l'economia formano tutti parte dello stesso sistema. Sin dalla sua istituzione, avvenuta 25 anni fa, l'Agenzia Europea dell'Ambiente cerca di correlare e sviluppare questi ambiti di conoscenza allo scopo di migliorare la nostra comprensione sistemica. Le persone non possono vivere bene se l'ambiente e l'economia versano in cattive condizioni. Le tensioni sociali

continueranno ad essere alimentate dalla disparità nella ripartizione dei benefici, quali ricchezza economica e aria più pulita, e dei costi, che includono l'inquinamento e una perdita della resa dovuta alla siccità. Allo stesso tempo, può risultare difficile modificare le abitudini e le preferenze dei consumatori nonché le strutture di governance ben consolidate. Eppure, malgrado l'entità del compito che ci attende, è ancora possibile costruire un futuro sostenibile. Ciò implica un'interruzione delle pratiche attuali quali, ad esempio, il taglio delle sovvenzioni dannose per l'ambiente, l'eliminazione graduale e il divieto di tecnologie inquinanti, favorendo allo stesso tempo alternative sostenibili e supportando le comunità colpite dal cambiamento. Un'economia circolare a zero emissioni di carbonio può ridurre l'impatto sul nostro capitale naturale limitando inoltre l'aumento delle temperature globali. Cambiando rotta saremo costretti a modificare anche le nostre abitudini e i nostri comportamenti, come le nostre modalità di spostamento e le abitudini alimentari. Le conoscenze necessarie per guidare il passaggio verso una sostenibilità a lungo termine esistono. In aggiunta è possibile contare su un crescente sostegno pubblico per realizzare il cambiamento che ora, da parte nostra, richiede assunzione di responsabilità e procedure accelerate.

Nel primo capitolo viene descritta l'economia circolare come nuovo paradigma da utilizzare, in contrasto con l'economia lineare, che ha come obiettivo principale quello di riutilizzare le materie prime seconde. Dalle materie prime seconde si possono ottenere nuovi prodotti, in modo tale da consentire una riduzione degli sprechi, nonché una visione della gestione dei rifiuti a 360°, che incide sia sul sistema economico, sociale e ambientale. È importante che sia le aziende che i cittadini si impegnino a raggiungere gli obiettivi prefissati dalla normativa sulla gestione dei rifiuti affinché si possa avere un miglioramento a livello ambientale, in quanto le risorse che abbiamo su questa terra non sono infinite, ma soprattutto garantire alle generazioni future una buona qualità di vita.

Nel secondo capitolo viene descritto come viene effettuata la raccolta differenziata in Italia e in Europa. Viene fatto un confronto tra le principali città che possono essere considerate come esempio da seguire e che hanno il primato per quanto riguarda la ricerca e l'innovazione nel campo della gestione dei rifiuti. Tali città hanno adottato delle strategie che permettono di raggiungere gli obiettivi stabiliti dalla Direttiva Madre nel minor tempo possibile e sono da considerare come modelli da seguire per le altre città Europee. La Svezia ha il primato per la gestione della raccolta rifiuti e conta di migliorare le sue strategie, gestendo meglio gli inceneritori e ottenendo un'ottima percentuale per la gestione del fabbisogno energetico svedese.

L'Italia è il primo paese in Europa per il riciclo di rifiuti (pro-capite). Secondo l'Eurostat infatti recuperiamo il 79% degli scarti prodotti, industriali e urbani, il doppio rispetto alla media europea (39%), seguiti ad una certa distanza da Francia (56%), Regno Unito (50%) e Germania (43%) (dati Genitali 2020).

Come ha spiegato il presidente di Symbola Ermete Realacci in una intervista recente a Repubblica” *Il nostro Paese ha una situazione a macchia di leopardo sul riciclo urbano, con punte di assoluta eccellenza, come Milano, che insieme a Vienna è ai vertici europei della raccolta differenziata, e punte molto più basse al Sud. Ma il risultato veramente importante in termini di risparmio di CO2 e riutilizzo dei rifiuti l’ha ottenuto negli anni il ciclo produttivo industriale*”.

Nel terzo capitolo viene descritta l’azienda Acea pinerolese S.p.A., una delle migliori aziende in Italia per quanto riguarda la gestione dei rifiuti e il suo smaltimento, nonché un cospicuo recupero di materie seconde che vengono riutilizzate per la produzione di compost, biogas ed energia elettrica, grazie a termovalorizzatori presenti nel polo.

Acea pinerolese S.p.A. è molto rinomata perché è una moderna struttura multiutility che gestisce sul territorio una pluralità di servizi a favore di Comuni, Aziende e cittadini.

È una Società per Azioni e inizia un percorso di crescita costante, nei risultati e nella soddisfazione degli utenti, attraverso strategie incentrate su innovazione e sviluppo di tecnologie e processi in grado valorizzare il trattamento dei rifiuti, la gestione del servizio idrico integrato e delle reti gas. Acea Pinerolese apporta il proprio know-how unico a livello internazionale sul fronte del trattamento della frazione organica da raccolta differenziata dei rifiuti rivestendo il ruolo di partner tecnico strategico in ambito di ciclo integrato dei rifiuti.

Che significa non solo offrire servizi d’eccellenza secondo i più elevati standard, ma anche, e soprattutto, creare valore sociale. Le attività di Acea Pinerolese si pongono l’obiettivo di essere utili alle comunità e di perseguire questo fine continuando a investire in innovazione e miglioramento. Il suo impegno in questa direzione le ha permesso di conseguire, quale attestato tangibile, le certificazioni ISO 9001 (Compostaggio) e ISO 14001 (Compostaggio e Discarica).

Gestisce l’intero ciclo integrato dei rifiuti dal trattamento sino alla raccolta e smaltimento nei 47 Comuni aderenti, tutti situati nella cintura sud-ovest di Torino. I cittadini serviti sono all’incirca 150.000.

Gestisce le reti Gas: 693 km, serve 24 comuni e distribuisce 64,4 milioni di metri cubi di gas annui circa su un totale di con 36.066 punti di riconsegna per i clienti finali su un territorio che va dall’area montana, caratterizzata da un’alta complessità morfologica sino alla pianura.

Gestisce le reti idriche: 61 comuni serviti per un totale di quasi 200.000 abitanti. 117 depuratori e la rete fognaria per le acque di scarico. La rete idrica si estende per quasi 2.000 km lineari, per l'acqua potabile, mentre quella fognaria per 1.500 km. Tutti i dipendenti sono coinvolti in periodici momenti formativi, nel 2018 sono state effettuate un totale di 5441 ore di formazione. I corsi sono dedicati in prevalenza alle tematiche della sicurezza e alle materie tecniche.

## **Capitolo 1. La raccolta dei rifiuti organici in un contesto di economia circolare**

L'economia circolare è il nuovo paradigma dello sviluppo economico che ci mette di fronte all'urgenza di un cambiamento nei comportamenti di produzione e di consumo. L'economia circolare è un sistema economico di produzione, in cui tutte le fasi sono organizzate in modo che i rifiuti di un processo diventino risorse per un altro processo. Nei sistemi di economia circolare, i prodotti mantengono il loro valore aggiunto il più a lungo possibile, evitando gli scarti. Quando un prodotto raggiunge la fine del ciclo di vita, le risorse restano all'interno del sistema economico, in modo da poter essere riutilizzate più volte a fini produttivi e creare così nuovo valore.

Questo sistema si differenzia dall'economia lineare, in cui invece il processo produttivo si conclude con la produzione di rifiuti e scarti inquinanti.

L'economia circolare è una risposta alla scarsità di risorse, che invece di essere prodotte nuovamente, vengono reimmesse nel sistema produttivo per aumentare il valore di quest'ultimo.

Essa rappresenta anche un modo per aumentare i vantaggi economici proprio perché ogni elemento del ciclo produttivo viene valorizzato e non buttato.

Basandosi su concetti semplici, quali ridurre gli sprechi, riutilizzare materiali e ridisegnare il modo in cui creiamo valore con prodotti e servizi, l'idea dell'economia circolare propone un cambiamento sistemico del panorama industriale, che deve interessare tutte le fasi e tutti i settori del sistema produttivo.

In figura 1, è descritto il ciclo di vita di un prodotto secondo il paradigma dell'economia circolare.

Si scelgono le materie prime necessarie per la progettazione di un nuovo prodotto. La produzione del prodotto avviene nelle fabbriche; il prodotto viene distribuito ai clienti, i quali lo usano e consumano. Una volta completata la funzione del prodotto, esso viene gettato negli appositi contenitori di raccolta differenziata (carta, plastica, vetro, alluminio, legno, umido etc.).

Durante la fase di riciclaggio dei materiali, una parte dei rifiuti residui viene scartata, mentre un'altra parte rientra nel sistema produttivo come nuova risorsa per la produzione di un nuovo prodotto. Questo è il circolo virtuoso dell'economia circolare.



Figura 1. Il ciclo di vita dell'economia circolare

Il termine economia circolare appare per la prima volta nel 1976 all'interno di un rapporto presentato alla Commissione europea, dal titolo “The Potential for Substituting Manpower for Energy” di Walter Stahel e Geneviève Reday e reso pubblico nel 1981.

La definizione ad oggi più conosciuta è quella data dalla Ellen MacArthur Foundation, la quale considera l'Economia Circolare come: *“Un modello economico concepito per essere rigenerativo, nel quale i prodotti sono disegnati, concepiti e progettati a monte per essere di lunga durata e facilmente riutilizzabili, rigenerati e rifabbricati ed in ultima istanza riciclati.*

L'obiettivo principale dell'economia circolare è la transizione da un modello di economia lineare (ovvero passaggio da materie prime, produzione, uso e rifiuto) ad un modello di economia circolare.

Essa è caratterizzata da due fasi:

1. *a monte*: si cerca di gestire le risorse in modo più efficiente, cercando di aumentare la produttività in ogni fase del ciclo di vita di un prodotto/servizio, minimizzando il consumo di materie prime vergini e gli sprechi e mantenendo il più possibile il valore dei prodotti e dei materiali.
2. *a valle*: occorre recuperare e reintrodurre gli scarti come materie prime seconde nel ciclo di vita del prodotto/servizio, ma anche massimizzare il valore economico, ambientale e sociale creato.

Questi due aspetti mirano a rendere le attività economiche più efficienti e meno impattanti per l'ambiente.

Il modello di economia circolare è da considerarsi in un'accezione più ampia: non solo dal punto di vista economico, ma anche da un punto di vista sociale ed ambientale. Difatti questo “paradigma” non coinvolge solo le aziende produttrici di beni e servizi, bensì i consumatori i quali sono coinvolti nel cambiare le loro abitudini. Tutto questo è finalizzato alla salvaguardia e alla sostenibilità dell'ambiente.

In questo capitolo viene analizzata la raccolta dei rifiuti organici in un contesto di economia circolare. Sono descritti le fasi dell'economia circolare, da quando viene introdotto un rifiuto fino al suo riuso. Vengono descritte le fasi a monte e valle di un rifiuto organico e quali sono i vantaggi che tale processo apporta nella vita sociale, ambientale ed economico.

Viene descritto il principio della gerarchia dei rifiuti che si basa su 5 fasi stabilite dalla Direttiva Quadro sui Rifiuti 2018/851.

Sono elencati gli obiettivi che l'UE vuole raggiungere nei prossimi anni in termini di economia circolare secondo la direttiva e i punti-chiave da tenere in considerazione per raggiungere tali obiettivi.

Esiste un'ulteriore distinzione dei rifiuti da trattare, vi sono i rifiuti organici, dai quali si possono ottenere altri sottoprodotti, come compost o biogas, e i rifiuti inorganici, che non possono essere riciclati e quindi terminano il loro ciclo di vita come rifiuto.

Inoltre viene descritta la F.O.R.S.U. come elemento fondamentale per la fertilizzazione del terreno e l'utilizzo di compost.

## **1.1. La gerarchia dei rifiuti**

Si definiscono rifiuti le sostanze o gli oggetti che derivano da attività umane o da cicli naturali, di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.

Vengono classificati secondo l'origine in rifiuti urbani e rifiuti speciali, e, secondo le caratteristiche in rifiuti pericolosi e non pericolosi.

Sono definiti rifiuti urbani:

1. i rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;
2. i rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti ad usi diversi da quelli di cui al punto 1);
3. i rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;
4. i rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade ed aree

pubbliche o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua;

5. i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali

6. i rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale.

Esiste un principio gerarchico dei rifiuti. Tale principio permette di riutilizzare e recuperare parte dei rifiuti per darne una seconda vita e permettere di ridurre gli scarti. Tale ciclo da un forte impatto a livello *ambientale, sociale ed economico*.

La gerarchia dei rifiuti fa riferimento alle 5 fasi incluse nell'art. 4 della *Direttiva Quadro Rifiuti* 2008/98/CE modificata dalla direttiva 2018/851:

1. **Prevenzione:** previene e riduce la produzione dei rifiuti.
2. **Riutilizzo:** dà ai prodotti una seconda vita prima che diventino rifiuti.
3. **Riciclo:** qualsiasi operazione di recupero mediante la quale i materiali di scarto vengono rielaborati in prodotti, materiali o sostanze, sia per l'uso originale che per altri scopi. Essa comprende il compostaggio e non comprende l'incenerimento.
4. **Recupero:** qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile, sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione.
5. **Smaltimento:** i processi per lo smaltimento dei rifiuti includono discarica, incenerimento, pirolisi, gassificazione e altre soluzioni definitive.

Secondo la direttiva quadro sui rifiuti, la gerarchia europea dei rifiuti è giuridicamente vincolante, tranne nei casi in cui può essere necessario che specifici gruppi di rifiuti si discostino da essa. Ciò dovrebbe essere giustificato sulla base del pensare al ciclo di vita.

## Principio gerarchico dei rifiuti



Figura 2: il principio della gerarchia dei rifiuti

Altri punti-chiave della direttiva quadro sono:

- Conferma il principio “chi inquina paga”, in base al quale i costi della gestione dei rifiuti sono sostenuti dal produttore iniziale;
- Introduce il concetto di “responsabilità del produttore”;
- Distingue tra rifiuti e sottoprodotti;
- La gestione dei rifiuti deve essere effettuata senza creare rischi per l’acqua, aria, suolo, flora e fauna, senza causare inconvenienti da rumori o odori, o senza danneggiare il paesaggio o i siti di particolare interesse.
- I produttori o detentori dei rifiuti devono trattarli da soli o consegnarli a un operatore ufficialmente riconosciuto. Entrambi hanno bisogno di un permesso e sono ispezionati periodicamente.
- Le autorità nazionali competenti devono elaborare piani di gestione dei rifiuti e programmi di prevenzione dei rifiuti.
- Condizioni particolari si applicano ai rifiuti pericolosi, oli usati e rifiuti organici
- Introduce obiettivi di riciclaggio e di recupero da raggiungere entro il 2020 per i rifiuti domestici (50%) e i rifiuti da costruzione e demolizione (70%).
- La normativa non disciplina taluni tipi di rifiuti, quali i rifiuti radioattivi, i materiali esplosivi in disuso, le materie fecali, le acque di scarico e le carcasse di animali.

Ogni anno si generano in Europa 2,5 miliardi di rifiuti (circa 5 tonnellate pro capite); il 10% è costituito di rifiuti urbani, circa il 41% dei rifiuti finisce ancora in discarica.

L'aumento della popolazione mondiale, che si è più che quadruplicata in poco più di un secolo superando i 7,6 miliardi, ha accresciuto la domanda e diminuito le risorse disponibili, con conseguente difficoltà di approvvigionamento per alcune materie prime anche in relazione alle politiche adottate da alcuni Paesi. Inoltre, l'estrazione e l'utilizzo delle materie prime producono effetti sull'ambiente, aumentano il consumo di energia e l'emissione di gas serra. Questa situazione rende impossibile continuare a consumare e produrre secondo il modello tradizionale dell'economia lineare e rende necessario un deciso cambiamento di rotta che impone all'Europa tutta di rendere efficiente l'uso delle risorse passando a un modello di economia circolare. Quest'ultimo modello, che consiste nel mantenere il più a lungo possibile il valore di prodotti, materiali e risorse nell'economia, minimizzando al contempo la produzione di rifiuti, rappresenta l'obiettivo da perseguire per garantire lo sviluppo di un'economia sostenibile, a basse emissioni di carbonio, efficiente nell'uso delle risorse, verde e competitiva.

A livello europeo molti sono gli atti strategici e regolamentari intervenuti per promuovere l'economia circolare. Gli atti più significativi sono quelli varati nel 2015 dalla Commissione europea con un Piano d'Azione che comprende azioni, strategie e nuove proposte normative da adottare secondo un preciso scadenziario e con quattro nuove proposte di direttiva che modificano la disciplina europea in materia di gestione dei rifiuti. Le quattro proposte di direttiva, cosiddetto "pacchetto rifiuti" sono state pubblicate il 14 giugno 2018 ed entrate in vigore il 4 luglio; dovranno essere recepite entro il 5 luglio 2020. La Direttiva 2018/851/UE, che modifica la Direttiva quadro 2008/98/CE, per promuovere realmente l'economia circolare fissa nuovi e più ambiziosi obiettivi di preparazione per il riutilizzo e per il riciclaggio dei rifiuti urbani: 55% entro il 2025, 60% entro il 2030 e 65% entro il 2035.

Viene, infatti, rafforzato il concetto che le misure di responsabilità estesa del produttore siano un mezzo per incentivare la produzione di prodotti e componenti maggiormente efficienti dal punto di vista delle risorse, per questo adatti all'uso multiplo, contenenti materiali riciclati, tecnicamente durevoli e facilmente riparabili. Secondo la nuova direttiva, i «regimi di responsabilità estesa del produttore» rappresentano una serie di misure adottate dagli Stati membri volte ad assicurare che ai produttori di prodotti spetti la responsabilità finanziaria o quella finanziaria e operativa della gestione della fase del ciclo di vita in cui il prodotto diventa un rifiuto, incluse le operazioni di raccolta differenziata, di cernita e di trattamento.

Tale obbligo può comprendere anche la responsabilità organizzativa e la responsabilità di contribuire alla prevenzione dei rifiuti e al riutilizzo e riciclo dei prodotti. Significative per la promozione dell'economia circolare sono le novità introdotte in materia di sottoprodotti (articolo 5) e materiali end of Waste (articolo 6). La principale

modifica dell'articolo 5 riguarda la delega data agli Stati membri, chiamati a adottare le misure appropriate per garantire che una sostanza o un oggetto derivante da un processo di produzione il cui obiettivo principale non sia la produzione di tale sostanza o oggetto non sia considerato rifiuto, ma sia un sottoprodotto nel rispetto delle condizioni già elencate nella Direttiva 2008/98/CE. La nuova direttiva introduce la possibilità che la Commissione adotti atti di esecuzione per stabilire criteri dettagliati sull'applicazione uniforme delle condizioni fissati per i sottoprodotti che garantiscono un elevato livello di protezione dell'ambiente e della salute umana e agevolano l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali. Analoghe sono anche le modifiche che riguardano l'articolo 6, anche in questo caso sono gli Stati membri che devono adottare misure appropriate per garantire che i rifiuti sottoposti a un'operazione di riciclaggio o di recupero di altro tipo cessino di essere considerati tali se soddisfano le determinate condizioni. Come per i sottoprodotti, la Commissione dovrà monitorare l'evoluzione dei criteri nazionali adottati dagli Stati membri per la cessazione della qualifica di rifiuto e valutare la necessità di sviluppare criteri a livello europeo.

## **1.2. I rifiuti organici e inorganici**

I rifiuti inorganici sono scarti che non hanno una provenienza animale o vegetale ed impiegano molto tempo prima di degradarsi. In questo gruppo si possono inserire: il vetro, la plastica, il legno, la carta, l'acciaio, il metallo e l'alluminio. La dispersione o la combustione di alcuni materiali è molto nociva per l'ecosistema e di conseguenza per la salute umana. Una bottiglia di plastica impiega ben 5.000 anni per essere smaltita completamente, ma sono tanti gli esempi di rifiuti inorganici che hanno un impatto negativo e a lungo andare devastante per l'ambiente.

Tutti questi rifiuti, se adeguatamente smaltiti e stoccati, possono però essere trattati in vari modi così da poterli recuperare, riutilizzare e riciclare. Ogni materiale può essere valorizzato e riciclato tramite un apposito trattamento come ad esempio il processo di combustione in grado addirittura di produrre energia. I termovalorizzatori, se opportunamente realizzati, possono produrre acqua calda e addirittura energia elettrica. Per una corretta dismissione dei rifiuti inorganici è opportuno adottare alcuni comportamenti virtuosi come acquistare prodotti con materiali riciclabili, limitare l'uso della plastica e ridurre l'utilizzo di prodotti monouso.

I rifiuti inorganici vanno gettati nei bidoni presenti lungo le strade per carta, vetro, plastica ecc. secondo le regole stabilite dai vari Comuni di residenza. Il corretto smaltimento dei rifiuti inorganici garantisce l'efficienza del processo di riciclaggio a tutela dell'ambiente. Tutti i materiali riciclati nel modo giusto possono

rinascere in un nuovo ciclo di vita, riducendo anche lo sfruttamento eccessivo delle materie e contrastando efficacemente l'inquinamento ambientale. Materiali come la plastica, l'acciaio e l'alluminio ad esempio si prestano perfettamente al riciclaggio in quanto possono dar vita ad oggetti utilizzati quotidianamente come strumenti meccanici, biciclette o panchine. Anche il riciclo del vetro si rivela fondamentale per risparmiare sull'energia impiegata per la produzione di nuovi materiali. Lasciare i rifiuti inorganici per la strada oppure non smaltirli nei contenitori preposti rende il riciclo molto più lento e complicato, con danni rilevanti per l'ambiente circostante.

I rifiuti organici sono composti da tutte quelle sostanze di origine vegetale o animale (residui di cucina, scarti di potatura del verde pubblico e privato ecc.) che giornalmente occupano circa un terzo dei rifiuti solidi urbani.

Essendo, per loro natura, umidi danno problemi di percolazione nelle discariche, elevati costi (ed emissioni nocive) per l'incenerimento, fermentano e producono cattivi odori.

Il modo migliore per smaltire i rifiuti organici è trasformarli in una sostanza utile attraverso il processo di compostaggio. È però fondamentale, per poter compostare, escludere dalla raccolta ogni tipo di rifiuto che impedirebbe il processo di trasformazione (liquidi, metallo, vetro, porcellana e terracotta, medicinali, garze e cerotti, assorbenti e pannolini).

Effettuare una corretta differenziazione è quindi fondamentale per poter procedere correttamente allo smaltimento più opportuno.

I maggiori rifiuti organici sono: avanzi di cibi crudi e cotti, lische di pesce, ossi, residui di pulizia delle verdure, gusci di crostacei, di frutta secca, d'uovo, pasta, sfarinati, terra, erba e foglie secche, rifiuti di giardinaggio (fiori e piantine recisi), residui di legno, stuzzicadenti, sughero (non sintetico), cenere, carbone, fiammiferi, fondi di caffè e di tè, lettiere di cani e gatti (non sintetiche), carta unta, fazzoletti sporchi, ecc.

### **1.3. La F.O.R.S.U.**

La frazione organica dei rifiuti urbani. In base al più recente Rapporto rifiuti urbani (ISPRA 2014), ogni anno vengono prodotte in Italia circa 30 Milioni di tonnellate di rifiuti urbani (RSU), con una produzione pro capite leggermente decrescente negli ultimi quattro anni. A livello nazionale, la raccolta differenziata è cresciuta progressivamente dal 34% dei rifiuti raccolti nel 2009 al 42% nel 2013, anche se con ampie Differenze tra aree geografiche. In tale ambito, la frazione organica dei rifiuti solidi urbani (F.O.R.S.U.) rappresenta più del 40% del totale della raccolta differenziata ed è largamente prevalente su ciascun'altra frazione.

Ai fini del suo riciclaggio, è consolidata la produzione di compost e in particolare di compost verde di qualità A partire da una raccolta differenziata quanto più selettiva possibile, come nel sistema cosiddetto porta a porta. [6]

Il compostaggio è un processo controllato di decomposizione biologica aerobica in tre stadi successivi mesofilo, termofilo e di maturazione che sfrutta l'azione della flora microbica spontaneamente presente nel rifiuto il compost ricco di acidi umidi, gli stessi che si rinvencono nel humus del terreno trova impiego in agricoltura come ammendante organico che favorisce un aumento della permeabilità e della capacità di ritenzione dell'acqua, crea condizioni idonee per lo sviluppo dei processi microbiologici nel terreno e incrementa la disponibilità di elementi nutritivi contribuendo così alla riduzione dell'uso di fertilizzanti.

La vendita del compost come prodotto commerciale possibile solo se le matrici in ingresso il processo derivano da raccolta differenziata di F.O.R.S.U., dai rifiuti di origine animale, compresi reflui zootecnici, dei rifiuti di attività agroindustriale nonché da altri rifiuti di origine vegetale.

Il processo di compostaggio richiede che la massa di rifiuti organici abbia una porosità abbastanza elevata da consentire nell'aerazione ciò può essere ottenuto mediante miscelazione con rifiuti ligneo-cellulosici che conferiscono una struttura adeguatamente porosa senza partecipare direttamente processo biologico.

L'aerazione della massa così miscelata può essere condotta con vari sistemi e reattori di cui vi è ampia disponibilità di tecniche brevettate dopo la fase di ossidazione, che dura circa 20-30 giorni, deve seguire una fase di maturazione che consente il completamento dell'area delle reazioni biologiche nella fase di biostabilizzazione. La temperatura del cumulo raggiunge valori di 60-70 °C a seguito delle reazioni esotermiche di ossidazione che sviluppa sono calore dopo la fase di biostabilizzazione accelerato si può avere una vagliatura del prodotto o più stadi di vagliatura seguiti da una classificazione densimetrica per separare componenti ligneo-cellulosici che sono riciclati dal compost prodotto da avviare a maturazione.

In queste fasi vengono separate anche materiali estranei (carta, plastica e vetri) presenti come impurità nei rifiuti conferiti che devono essere separati per rispettare i limiti di accettabilità previsti dalla disciplina ai fini della classificazione come ammendante del prodotto finale. La durata complessiva del processo è tipicamente di 90 giorni.

Gli impianti di compostaggio presentano il problema delle arie esauste estratte sia dai reattori di ossidazione sia dalle altre sezioni (conferimento, miscelazione, raffinazione). Questo flusso gassoso può essere trattato per rimuoverne composti quali ammoniacca, acido solfidrico e composti organici volatili, il che avviene per lavaggio in torri (*scrubbers*) eventualmente con ausilio di reattivi e/o in biofiltri. Esiste anche il problema della gestione delle acque di processo, che derivano dalla percolazione dei r.

nelle varie sezioni di trattamento e dal lavaggio delle arie esauste, che possono rappresentare oltre il 35% dei rifiuti trattati.

Si intende per trattamento meccanico-biologico il processo che è realizzato negli impianti ove sono conferiti i rifiuti indifferenziati; esso separa i r. in ingresso in due frazioni principali: la frazione secca, che adeguatamente raffinata va a costituire il CDR o il CSS, e la frazione umida, costituita principalmente dalla frazione organica, che viene avviata a biostabilizzazione utilizzando le medesime tecniche descritte nel compostaggio. Normalmente questi impianti presentano la fase di selezione meccanica a monte, dove appunto avviene la selezione delle due frazioni principali e la fase di stabilizzazione biologica a valle. In alcuni schemi può essere presente una prima fase di stabilizzazione biologica di tutta la massa dei r. conferiti che consentirebbe di realizzare a valle una migliore separazione della frazione secca da quella umida.

Più recentemente, si è sviluppata l'idea che l'energia racchiusa nella FORSU possa essere efficacemente recuperata mediante un processo biologico anaerobico (digestione anaerobica, DA), che procede per stadi progressivi di conversione biologica fino ad arrivare a biogas.

Il biogas è una miscela di anidride carbonica, metano, vapore d'acqua e altri gas in tracce (fra i quali l'acido solfidrico), e ha un potere calorifico tra 1200 e 1500 kJ/m<sup>3</sup>, in funzione del contenuto di metano. Nella DA la conversione della sostanza organica nel gas combustibile avviene in condizioni operative molto blande e quindi presenta un bilancio molto positivo sia in termini energetici sia di emissioni di anidride carbonica. Infatti, la DA può avvenire su r. a elevato contenuto di acqua (in un vasto intervallo, dal 60-70% dei processi in fase solida a più del 95% dei processi in fase liquida) e a temperatura poco superiore a quella ambiente (35 °C o 55 °C, rispettivamente nei processi mesofili o termofili). L'energia termica necessaria al riscaldamento del rifiuto fino alla temperatura di processo è assicurata dalla combustione di una frazione del biogas prodotto. La DA è anche utilizzata per il trattamento dei fanghi degli impianti di depurazione delle acque reflue, dei liquami zootecnici e di altri r. liquidi industriali. Una caratteristica importante è la possibilità di combinare in un unico reattore il trattamento di più r. diversi (codigestione), per es., la frazione organica dei rifiuti solidi urbani e i fanghi di depurazione (Bolzonella, Battistoni, Susini et al. 2006).

Il biogas da DA può essere facilmente utilizzato per il recupero energetico *in situ*, per esempio, tramite cogenerazione di elettricità e di calore (tipicamente del 35% e del 50% rispettivamente, con elevato rendimento complessivo), previa purificazione dei gas in tracce. Vi è anche un vasto interesse verso l'ottenimento di biometano (>90% CH<sub>4</sub>) o anche di biodrometano (10% H<sub>2</sub>, 60% CH<sub>4</sub> e 30% CO<sub>2</sub>), che possono anche essere ottenuti dalla raffinazione del biogas e successivamente utilizzati per

autotrazione o distribuiti nella rete del gas naturale. Un forte orientamento in tale direzione è già presente nella legge per l'uso di energie rinnovabili (d.m. 6 luglio 2012 del ministero dello Sviluppo economico) dove il concetto convenzionale dell'utilizzo diretto del biogas da DA per la produzione di energia cambia verso la trasformazione in biocarburante, con più elevato valore aggiunto.

Un aspetto parzialmente irrisolto della DA è la produzione finale di un fango semiliquido, detto digestato anaerobico, ricco di sostanza organica e ammoniacale, che può richiedere un ulteriore trattamento. Nel rispetto di certe condizioni al contorno, che possono eventualmente prevedere un post trattamento aerobico, il digestato anaerobico potrebbe essere riutilizzato come ammendante del suolo, chiudendo il ciclo virtuoso di recupero dalla F.O.R.S.U. di energia e materia (biogas/biometano).

## **Capitolo 2. Come avviene la raccolta differenziata in Europa e in Italia**

Secondo le informazioni contenute nel rapporto Eurostat “*Energy, Transport and environment indicators*”, integrate con i dati ISPRA, si stima che nel 2008 in Europa siano state prodotte in totale circa 2.667 milioni di tonnellate di rifiuti, di cui circa 104,6 milioni (il 3,9%) costituiti da rifiuti pericolosi.

I Paesi che registrano nel 2008 le maggiori quantità di rifiuti non pericolosi prodotti sono Germania, Francia, Bulgaria e Polonia, con valori superiori a 200 milioni di tonnellate (seguono Romania, Italia e Spagna).

I principali produttori di rifiuti pericolosi nel 2008 risultano essere la Germania (circa il 2,3% del totale degli Stati membri e circa il 29,3% se si considerano i Paesi UE 15) Bulgaria, Francia, Italia, Estonia.

Tra il 2006 e il 2008, la produzione totale di rifiuti pericolosi è aumentata circa del 13,9%, mentre quella relativa ai rifiuti non pericolosi è diminuita dell’11,1%. I Paesi dell’UE 15, che comprendono il 79% della popolazione dell’Unione Europea, sono responsabili di circa il 71% della produzione totale dei rifiuti nel 2008 (tale percentuale sale all’85% del totale, nel caso dei rifiuti urbani).

Nei dati esposti si possono notare riduzioni delle quantità di rifiuti totali prodotte tra il 2006 e il 2008, ad esempio diminuzioni tra il 48% ed il 20% per Malta Romania, Svezia, Francia, Belgio per i rifiuti non pericolosi e tra il 49% ed il 22% in Romania, Ungheria, Portogallo e Svezia per i rifiuti pericolosi), tali da ritenere plausibile che una riduzione di una tale entità sia, in alcuni casi, legata a miglioramenti nella contabilità della produzione dei rifiuti o ai nuovi metodi di comunicazione.

**Tabella 1.1 - Produzione di rifiuti totali nell'UE, anni 2006 e 2008 (1000\*t)**

Paese	Rifiuti Pericolosi		Rifiuti non pericolosi	
	2006	2008	2006	2008
UE 27	91.862	104.613	2.882.637	2.562.785
UE 15	77.529	76.314	1.943.179	1.811.227
Austria	962	1.330	53.325	54.979
Belgio	4.039	5.524	55.313	43.950
Danimarca	493	420	14.210	14.736
Finlandia	2.711	2.163	69.495	79.630
Francia	9.622	10.893	436.244	334.109
Germania	21.705	22.323	342.081	350.473
Grecia	275	275	51.050	51.050
Irlanda	709	709	28.890	28.890
Italia	10.637	11.389	157.927	159.485
Lussemburgo	234	199	9.353	9.393
Paesi Bassi	4.949	4.724	88.859	94.867
Portogallo	6.063	3.368	28.890	33.112
Spagna	4.028	3.649	156.918	145.606
Svezia	2.654	2.063	112.929	84.105
<b>NUOVI STATI MEMBRI</b>	14.333	28.299	939.458	751.558
Cipro	17	24	1.232	1.819
Rep. Ceca	1.307	1.510	23.439	23.909
Estonia	6.619	7.538	12.314	12.046
Lettonia	65	67	1.793	1.428
Lituania	127	116	7.538	6.719
Malta	51	51	2.810	1.444
Polonia	2.381	4.075	264.360	206.798
Slovacchia	533	527	13.969	10.945
Slovenia	116	153	5.919	4.886
Ungheria	1.300	671	20.987	19.715
Bulgaria	785	13.043	241.704	273.050
Romania	1.032	524	343.393	188.799

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Eurostat

Negli ultimi anni invece possiamo notare un cambiamento per quanto riguarda la produzione annua di rifiuti urbani prodotti dall'UE tra il 2014 e il 2016.

La tabella seguente mostra come la produzione è variata nel tempo.

**Tabella 1.2 – Produzione di rifiuti urbani nell'UE (1000\*t), anni 2014 – 2016**

Paese/raggruppamento	2014	2015	2016
Unione Europea (28 SM)	242.896 s	244.823 s	246.586
Unione Europea (15 SM)	209.854	211.250	211.685
Nuovi stati membri	33.042	33.573	34.901
Belgio	4.774	4.648	4.757
Bulgaria	3.192	3.011	2.881
Repubblica Ceca	3.261	3.337	3.580
Danimarca	4.450	4.485	4.450
Germania	51.102	51.625	51.633 e
Estonia	470	473	494
Irlanda	2.619	2.692 m	2.763 i
Grecia	5.315	5.277	5.362
Spagna	20.836	21.158	20.585
Francia	34.314 e	34.454	34.143 e
Croazia	1.637	1.654	1.680
Italia	29.652	29.524	30.117
Cipro	523	541 e	545 e
Lettonia	726	798	802
Lituania	1.270	1.300	1.272
Lussemburgo	348	346	358 e
Ungheria	3.795	3.712	3.721
Malta	257	270	283
Paesi bassi	8.894	8.865	8.848
Austria	4.833	4.836	4.928
Polonia	10.330 e	10.863 e	11.654 e
Portogallo	4.710	4.769	4.897
Romania	4.956	4.904	5.136
Slovenia	892	926	963
Slovacchia	1.733	1.784	1.890
Finlandia	2.630	2.738	2.768
Svezia	4.246	4.377	4.393
Regno Unito	31.131	31.456	31.683

*Note: (i) dato reperito sul sito di Agenzia di protezione ambientale irlandese; (m) dato ricavato per differenza tra la stima Eurostat della produzione UE 28 e la produzione dei restanti 27 Stati; (e) stima Stato Membro; (s) stima Eurostat.*

In Ue 28 si assiste a un incremento della percentuale di rifiuti avviati a incenerimento (dal 27,3% al 28,5%) a riciclaggio (dal 29,8% al 29,9%) e a compostaggio e digestione anaerobica (dal 16% al 16,5%). Con riferimento all'UE 15 la percentuale di incenerimento passa dal 29,9% al 31%, quella di riciclaggio diminuisce leggermente (dal 31,1% al 31%), quella relativa al trattamento biologico (compostaggio e digestione anaerobica) passa dal 17,5% al 17,9%. Infine, riguardo ai nuovi Stati Membri, la riduzione della percentuale di smaltimento in discarica si accompagna a un incremento delle percentuali relative all'incenerimento, al riciclaggio e al trattamento biologico, che passano rispettivamente dal 10,8% al 13,6%. Dal 21,7% al 23,3% e dal 6,6% all'8%.

Gli incrementi relativi nei nuovi Stati Membri delle forme di trattamento alternative alla discarica sembrerebbero indicare che gli stessi stiano sviluppando un sistema impiantistico che va nella direzione di una maggiore aderenza alla gerarchia fissata a livello unionale. Va, tuttavia, rilevato che detta tendenza è indubbiamente favorita da una situazione di partenza deficitaria. Qualora la tendenza rilevata verrà confermata nei prossimi anni, i nuovi Stati potranno gradualmente colmare il gap, ancora notevole, rispetto ai Paesi dell'UE 15.

Nell'ultimo triennio considerato (2014-2016), il consolidamento dell'attuazione delle politiche e delle normative comunitarie volte alla riduzione dei rifiuti destinati alla discarica, e in particolare dei rifiuti biodegradabili, si riflette in modo chiaro sull'andamento dei quantitativi di rifiuti destinati a tale forma di smaltimento (tabella 1.3). A livello di UE 28, infatti, tra il 2014 e il 2016 si registra una flessione dell'11,3%, mentre tra il 2015 e il 2016 la riduzione è del 6,1%. La riduzione nell'ultimo biennio riguarda sia l'UE 15 (-6,2%) che i nuovi Stati (-5,9%). Tra il 2015 e il 2016 le maggiori flessioni, sempre in termini di percentuali, si verificano per quanto riguarda i NMS, in Slovenia (-62,9%) e in Lituania (-46%); con riferimento all'UE 15, le riduzioni più consistenti si registrano in Finlandia (-71,4%), Irlanda (-30,7%), Svezia (-20%), Regno Unito (-13,5%) e Danimarca (-11,8%).

In 8 Paesi si registra un incremento del ricorso alla discarica rispetto all'anno precedente. In particolare, si segnala un aumento dello 0,8% nei Paesi Bassi e nella Slovacchia, dell'1,3% in Romania, dell'1,7% a Cipro, dell'1,9% nella Repubblica Ceca, del 4,5% in Lettonia, del 18,1% in Germania e del 45,7% in Estonia. Si ritiene opportuno evidenziare che le variazioni percentuali particolarmente elevate (sia positive che negative) sono in genere associate a quantitativi esigui di rifiuti trattati e, pertanto, non vanno interpretate come cambiamenti radicali del sistema di gestione dei rifiuti nello Stato in cui vengono registrate.

**Tabella 1.3 – Quantità di rifiuti urbani smaltiti in discarica nell’UE (1000\*t), anni 2014 – 2016**

<b>Paese/raggruppamento</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Unione Europea (28 SM)	67.843 s	64.071 s	60.151
Unione Europea (15 SM)	47.444	44.282	41.531
Nuovi stati membri	20.399	19.789	18.620
Belgio	46	40	38
Bulgaria	2.217	1.994	1.851
Repubblica Ceca	1.827 e	1.755 e	1.789 e
Danimarca	56	51	45
Germania	682 s	646 s	763 s
Estonia	30	35	51
Irlanda	537	1.026 m	711 i
Grecia	4.470	4.426	4.415
Spagna	12.023	12.129	11.680
Francia	8.467 e	8.119	7.661 e
Croazia	1.310	1.319	1.288
Italia	9.332	7.819	7.432
Cipro	398	403	410 e
Lettonia	515	494	516
Lituania	748	702	379
Lussemburgo	62	61	61 e
Ungheria	2.181	1.991	1.888
Malta	218	241	235
Paesi bassi	128	126	127
Austria	194	144	132
Polonia	6.031 e	5.897 e	5.331 e
Portogallo	2.307	2.221	2.185
Romania	3.558	3.522	3.568
Slovenia	208	210	78
Slovacchia	1.158	1.226	1.236
Finlandia	458	315	90
Svezia	27	35	28
Regno Unito	8.656	7.124	6.163 s

*Note: (i) dato reperito sul sito di Agenzia di protezione ambientale irlandese; (m) dato ricavato per differenza tra la stima Eurostat della produzione UE 28 e la produzione dei restanti 27 Stati; (e) stima Stato Membro; (s) stima Eurostat.*

*Fonte: elaborazione ISPRA su dati Eurostat e dati EPA Irlanda*

Nel 2016, nell’Unione Europea, circa 68,7 milioni di tonnellate di rifiuti urbani sono avviati a incenerimento (tabella 1.4). Di questi, il 93,3% è incenerito negli Stati dell’UE 15. Rispetto al 2015, a livello di UE 28, si registra un incremento delle quantità trattate del 5,9%. È bene precisare che la voce incenerimento comprende anche le quantità di

rifiuti urbani avviati a recupero energetico. Come per lo smaltimento in discarica, anche i dati riguardanti l'incenerimento evidenziano una situazione molto eterogenea tra gli Stati membri: circa 45,1 milioni di tonnellate (pari al 65,7% del totale UE 28) sono inceneriti nelle sole Germania, Francia, Regno Unito e Italia, mentre Cipro e Lettonia non ricorrono affatto a questa opzione di trattamento, e Croazia e Malta avviano a incenerimento solo 1000 tonnellate di rifiuti urbani. Il dato dell'Italia si attesta a circa 5,9 milioni di tonnellate (quarto valore più elevato nell'UE 28 dopo quelli della Germania, Francia e Regno Unito, anche se di gran lunga inferiore rispetto a quest'ultimi).

**Tabella 1.4 – Quantità di rifiuti urbani avviati a incenerimento nell'UE (1000\*t), anni 2014 – 2016**

Paese/raggruppamento	2014	2015	2016
Unione Europea (28 SM)	64.218 s	64.914 s	68.713
Unione Europea (15 SM)	60.963	61.419	64.126
Nuovi stati membri	3.256	3.495	4.587
Belgio	2.090	2.055	2.125
Bulgaria	51	82	109
Repubblica Ceca	604 e	590 e	588 e
Danimarca	2.385	2.359	2.281
Germania	16.318	15.985	16.095 e
Estonia	222	243	242
Irlanda	893	477 m	811 i
Grecia	25	18	27
Spagna	2.394	2.685	2.800
Francia	12.222 e	12.310	12.244 e
Croazia	3	0	1
Italia	5.868	6.040	5.865
Cipro	4	0	0
Lettonia	0	0	0
Lituania	113	150	221
Lussemburgo	119	121	123 e
Ungheria	373	525	554
Malta	1	1	1
Paesi bassi	4.238	4.149	4.027
Austria	1.756	1.833	1.855
Polonia	1.560 e	1.439 e	2.266 e
Portogallo	974	924 n	1.199 o
Romania	133	116	220
Slovenia	2	158 e	188
Slovacchia	190	191	197
Finlandia	1.316	315	1.515
Svezia	2.102	2.241	2.218
Regno Unito	8.263	9.907	10.941

Note: (i) dato reperito sul sito di Agenzia di protezione ambientale irlandese; (m) dato ricavato per differenza tra la stima Eurostat della produzione UE 28 e la produzione dei restanti 27 Stati; (n) dato reperito sul sito di Agenzia di protezione ambientale portoghese e riferito al Portogallo continentale,(e) stima Stato Membro; (s) stima Eurostat, (o) dato reperito sul sito dell’Agenzia di protezione ambientale portoghese e riferito a tutto il territorio amministrativo del Portogallo.  
Fonte: elaborazione ISPRA su dati Eurostat e dati EPA Irlanda e APA Portogallo.

**Tabella 1.5 – Quantità di rifiuti urbani avviati a riciclaggio nell’UE (1000\*t), anni 2014 – 2016**

Paese/raggruppamento	2014	2015	2016
Unione Europea (28 SM)	67.852 s	70.963 s	72.069
Unione Europea (15 SM)	61.845	63.902	64.209
Nuovi stati membri	6.007	7.061	7.860
Belgio	1.590	1.584	1.588
Bulgaria	677	573	654
Repubblica Ceca	736 e	851 e	958 e
Danimarca	1.198	1.223	1.271
Germania	24.302	25.155	24.839 e
Estonia	125	117	125
Irlanda	863	829 m	935 i
Grecia	652	698	738
Spagna	3.526	3.892	3.745
Francia	7.641 e	7.887	7.992 e
Croazia	236	270	322
Italia	7.472	7.649	7.870
Cipro	70	72 e	73 e
Lettonia	170	182	121
Lituania	268	298	312
Lussemburgo	99	101	103 e
Ungheria	923	963	998
Malta	19	18	20
Paesi bassi	2.112	2.176	2.238
Austria	1.231	1.241	1.254
Polonia	2.180 e	2.867 e	3.243 e
Portogallo	765	678	700
Romania	256	284	331
Slovenia	259	430 e	412 e
Slovacchia	88	136	291
Finlandia	474	770	808
Svezia	1.418	1.417	1.433
Regno Unito	8.503	8.602	8.695

Note: (i) dato reperito sul sito di Agenzia di protezione ambientale irlandese; (m) dato ricavato per differenza tra la stima Eurostat della produzione UE 28 e la produzione dei restanti 27 Stati; (e) stima Stato Membro; (s) stima Eurostat.

Fonte: elaborazione ISPRA su dati Eurostat e dati EPA Irlanda.

Nel 2016, nell'UE 28, sono avviati a compostaggio e digestione anaerobica circa 39,8 milioni di tonnellate di rifiuti urbani; il 93,2% (circa il 37,1 milioni di tonnellate) è trattato nei Paesi dell'UE 15.

Rispetto al 2015 si registra un incremento a scala di UE 28 del 4,3% (pari a circa 1,7 milioni di tonnellate), risultato di un aumento del 3,1% nei vecchi Stati (da 36 milioni a 37,1 milioni di tonnellate) e di un incremento del 25,1% nei Paesi di più recente adesione (da circa 2,2 milioni a 2,7 milioni di tonnellate).

Rispetto al 2015 si registra una diminuzione di tale forma di gestione in 6 Stati, con variazioni percentuali comprese tra -17,6% in Estonia e -0,2% in Germania. Nei restanti Stati (a eccezione di Malta, che nel triennio considerato non ricorre a tale forma di trattamento) il compostaggio e la digestione anaerobica aumentano con variazioni percentuali comprese tra +0,1% in Danimarca e +126,5% in Lituania (+167 mila tonnellate).

Incrementi significativi (maggiori del 10%) si registrano anche in Croazia (10,7%), Lussemburgo (11,1%), Irlanda (21,8%), Polonia (23,1%), Ungheria (27,3%), Grecia (34,8%), Lettonia (72,3%), Repubblica Ceca (73,8%), e Slovenia (102,8%).

L'Italia fa registrare un aumento del 10%.

**Tabella 1.6 – Quantità di rifiuti urbani avviati a compostaggio e digestione anaerobica nell’UE (1000\*t), anni 2014 – 2016**

Paese/raggruppamento	2014	2015	2016
Unione Europea (28 SM)	37.638 s	38.177 s	39.834
Unione Europea (15 SM)	35.927	36.018	37.133
Nuovi stati membri	1.711	2.159	2.701
Belgio	970	900	956
Bulgaria	59	311	263
Repubblica Ceca	93 e	141 e	245 e
Danimarca	811	852	853
Germania	9.242	9.298	9.275 e
Estonia	22	17	14
Irlanda	180	156 m	190 i
Grecia	168	135	182
Spagna	2.894	2.452	2.359
Francia	5.984 e	6.140	6.249 e
Croazia	34	28	31
Italia	4.865	5.203	5.721
Cipro	18	25	21 e
Lettonia	26	47	81
Lituania	119	132	299
Lussemburgo	67	63	70 e
Ungheria	236	231	294
Malta	0	0	0
Paesi bassi	2.415	2.414	2.457
Austria	1.492	1.511	1.584
Polonia	560 e	661 e	814 e
Portogallo	665	745	814
Romania	391	365	352
Slovenia	62	71 e	144 e
Slovacchia	91	130	143
Finlandia	382	341	355
Svezia	699	684	715
Regno Unito	5.091	5.124	5.353

Note: (i) dato reperito sul sito di Agenzia di protezione ambientale irlandese; (m) dato ricavato per differenza tra la stima Eurostat della produzione UE 28 e la produzione dei restanti 27 Stati; (e) stima Stato Membro; (s) stima Eurostat.

Fonte: elaborazione ISPRA su dati Eurostat e dati EPA Irlanda.

Secondo il decreto ministeriale del 26 maggio 2016, esiste un metodo per calcolare la produzione dei rifiuti urbani e della percentuale di raccolta differenziata applicata a partire dal 2016. Questo metodo consiste nel calcolare la somma dei rifiuti urbani differenziati e dividerli per i rifiuti urbani indifferenziati e moltiplicare per 100 per ottenere il valore in percentuale.

**Tabella 1.7 – Metodologia di calcolo della produzione di rifiuti urbani e della percentuale di raccolta differenziata applicata a partire dai dati del 2016, basata sui criteri stabiliti dal decreto ministeriale del 26 maggio 2016**

Tipologia di rifiuto	Sigla	Frazione merceologica
Rifiuto urbano indifferenziato	RU <sub>ind</sub>	Rifiuti urbani indifferenziati (200301)
		Rifiuti dallo spazzamento stradale (2000303) destinati allo smaltimento
	I	Altri rifiuti urbani non differenziati (200399)
		Ingombranti a smaltimento
		Frazione organica (frazione umida e verde), inclusa la frazione umida avviata a compostaggio domestico nella misura massima di 80 Kg/ab.*anno
		Rifiuti di imballaggio, inclusa la raccolta multimateriale comprensiva degli scarti (la raccolta multimateriale è intesa come la raccolta di differenti frazioni merceologiche di rifiuti urbani o assimilati mediante l'utilizzo di un unico contenitore)
Raccolta differenziata	RD <sub>i</sub>	Ingombranti di recupero
		Rifiuti da costruzione e demolizione solo i codici 170107 e 170904 Limitatamente alle quote provenienti da piccoli interventi di rimozione eseguiti direttamente dal conduttore della civile abitazione, nella misura massima di 15 Kg/ab.*anno
		Rifiuti della pulizia stradale avviati a recupero (200303)
		Rifiuti di origine tessile
		Rifiuti da raccolta selettiva (farmaci, contenitori T/FC, batterie e accumulatori, vernici, inchiostri e adesivi, oli vegetali o oli minerali, ecc.)
		Rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)
		Altre frazioni raccolte in maniera separata e avviate a operazioni di recupero
		$RU [t] = \sum(RDi) + RU_{ind} + I$ $RD [%] = \sum RD_i(t) / RU [t] * 100$

Nel 2017, la produzione nazionale dei rifiuti urbani (RU) si attesta a 29,6 milioni di tonnellate, facendo rilevare una riduzione dell'1,7% rispetto al 2016 (-524 mila tonnellate).

Dopo l'aumento riscontrato tra il 2015 e il 2016, sul quale aveva peraltro anche influito il cambiamento della metodologia di calcolo (inclusione nella quota degli RU dei rifiuti inerti derivanti da piccoli interventi di manutenzione delle abitazioni), si rileva dunque una nuova contrazione della produzione.

Raffrontando il dato 2017 con quello del 2013 si riscontra, nel quinquennio, una sostanziale stabilità della produzione (+0,08%).

Osservando i dati riferiti ad un arco temporale più lungo, si può rilevare che tra il 2006 e il 2010 la produzione si è mantenuta costantemente al di sopra dei 32 milioni di tonnellate, attestandosi successivamente, a seguito del brusco calo del biennio 2011 – 2012 (concomitante con la contrazione dei valori del prodotto interno lordo e dei consumi delle famiglie), a valori quasi sempre inferiori a 30 milioni di tonnellate (solo nel 2016 il quantitativo si è collocato al di sopra di tale soglia).

**Tabella 1.8 –Produzione di rifiuti urbani per regione, anni 2013 – 2017**

Regione	2013	2014	2015 (t)	2016	2017
Piemonte	2.003.584	2.050.631	2.051.368	2.065.818	2.063.581
Valle d'Aosta	72.590	72.431	72.463	72.685	73.721
Lombardia	4.594.687	4.642.315	4.625.449	4.781.845	4.685.489
Trentino-Alto Adige	495.427	495.425	488.477	510.477	524.090
Veneto	2.212.653	2.240.454	2.191.064	2.389.216	2.334.794
Friuli-Venezia Giulia	546.119	553.433	562.443	582.052	589.018
Liguria	889.894	893.866	872.416	845.407	830.036
Emilia-Romagna	2.773.965	2.823.876	2.855.593	2.904.852	2.859.763
Nord	13.588.919	13.772.431	13.719.273	14.152.352	13.960.492
Toscana	2.234.082	2.253.677	2.275.793	2.306.696	2.243.820
Umbria	469.773	476.375	462.962	470.603	450.830
Marche	764.139	796.142	793.004	810.805	816.984
Lazio	3.161.203	3.084.837	3.023.402	3.025.497	2.972.094
Centro	6.629.197	6.611.031	6.555.161	6.613.602	6.483.729
Abruzzo	600.016	593.080	593.894	601.991	596.745
Molise	124.075	121.100	121.864	120.445	116.658
Campania	2.545.445	2.563.596	2.567.347	2.627.865	2.560.999
Puglia	1.928.610	1.912.443	1.895.076	1.909.340	1.876.335
Basilicata	207.477	201.130	198.933	201.946	196.315
Calabria	829.792	810.950	802.978	793.893	773.790
Sicilia	2.378.323	2.340.935	2.350.191	2.357.112	2.299.125
Sardegna	732.668	725.024	719.624	733.503	723.472
Sud	9.346.406	9.268.259	9.249.907	9.346.094	9.143.438
Italia	29.564.522	29.651.721	29.524.341	30.112.048	29.587.660

## 2.1. La Svezia: un modello da imitare

Secondo il giornalista Flaminio Spinetti, in uno dei suoi articoli, ha definito rivoluzionario il modo in cui la Svezia ricicla.

Durante il picco di inizio luglio dell'emergenza rifiuti di Roma, una delle soluzioni considerate dalla politica è stata quella di spedire in Svezia la spazzatura che l'Ama (Azienda municipale ambiente) non è in grado smaltire. Nell'attesa di dotare l'area metropolitana di un sistema di impianti di compostaggio per gestire in maniera autonoma i rifiuti, l'idea era sottoscrivere un accordo di due o tre anni per utilizzare quello creato nello Stato svedese. Da diverso tempo, infatti, la Svezia importa dall'estero la spazzatura per mantenere in attività i suoi 34 termovalorizzatori

e produrre energia elettrica e la maggior parte del riscaldamento per le abitazioni. Con le moderne tecnologie, quattro tonnellate di spazzatura sono in grado di sprigionare l'energia di una tonnellata di petrolio, 1,5 tonnellate di carbone o cinque di legno. Gli inceneritori di seconda generazione, anche noti come termovalorizzatori, oltre a bruciare i rifiuti recuperano il calore sviluppato durante la combustione e lo utilizzano per produrre vapore. Una volta convogliato, il vapore viene sfruttato per produrre energia elettrica o calore tramite il teleriscaldamento. I 34 impianti di cui si è dotata la Svezia sono in grado di fornire elettricità a 680mila abitazioni e di riscaldarne 1,3 milioni durante l'inverno. Il Paese copre l'83% del suo fabbisogno energetico con il nucleare e l'idroelettrico e un altro 7% con l'eolico, facendo dei termovalorizzatori una voce marginale. Sono invece fondamentali per il riscaldamento: a partire dagli anni Cinquanta, il governo di Stoccolma ha investito nella costruzione di una rete che convogliasse l'acqua calda prodotta con lo smaltimento dei rifiuti direttamente nelle abitazioni e nelle industrie. Questa ricchezza di alternative ha permesso alla Svezia di essere una delle prime nazioni al mondo a introdurre nel 1991 una tassa sul carbone per disincentivarne l'utilizzo da parte delle imprese.

Il governo svedese ha speso anni e risorse anche per sensibilizzare i suoi cittadini alla raccolta dei rifiuti. Se nel 1975 gli svedesi riciclavano in media 18 chili di rifiuti all'anno e ne mandavano in discarica quasi 200, nel 2016 il rapporto si è ribaltato con 161 chili riciclati e appena 3 chili non riutilizzati. Oggi in Svezia solo l'1% della spazzatura prende ancora la via della discarica (era il 22% nel 2001), mentre il 93% del vetro, il 47% della plastica e l'82% della carta vengono lavorati per essere di nuovo utilizzati. Queste percentuali hanno già superato gli obiettivi del governo per il 2020, fissati rispettivamente a 70%, 30% e 65%. In totale viene recuperato il 47% dei rifiuti prodotti in un anno dal Paese, compresi metallo, giornali, batterie e rifiuti elettronici, mentre un altro 52% (tra cui rottami metallici, circuiti, e rifiuti agricoli) viene utilizzato nel programma Waste to energy (Wte). Questo risultato è stato reso possibile anche grazie alla decisione nei primi anni Duemila di vietare lo stoccaggio nelle discariche dei rifiuti organici e combustibili, per favorirne la raccolta.

Oggi la Svezia non ha solo risolto il problema della gestione dei rifiuti interni, ma può permettersi di importarli dall'estero: nel solo 2016 ne ha smaltiti quasi 2,3 milioni di tonnellate, in particolare di Gran Bretagna, Irlanda e Norvegia. Anche se la Danimarca offre lo stesso servizio, Stoccolma è riuscita a imporsi per il suo prezzo competitivo di 40 euro a tonnellata, molto meno salato delle cifre previste dalla tassa sulle discariche imposta agli Stati membri dall'Unione europea. La Svezia stima di guadagnare 100 milioni di euro solo nel 2020, oltre a evitare l'emissione di quasi 476mila tonnellate di diossido di carbonio: "Bruciando una tonnellata di rifiuti italiani in Svezia, si evita l'emissione di 500 chili di Co2 che avrebbe rilasciato se stoccata in una discarica in

Italia", sostiene Johan Sundberg, consulente in energia e gestione dei rifiuti dell'organizzazione Profu.

Mentre nel mondo la classica discarica è ancora il metodo più utilizzato per gestire i due miliardi di tonnellate di spazzatura prodotta ogni anno a livello globale (stimate in 3,4 entro il 2015) e l'Europa è divisa tra i 587 chili pro capite smaltiti dagli impianti di termovalorizzazione della Danimarca e i 104 dell'Italia, la Svezia ha deciso di andare oltre il modello che in molti stanno cercando di imitare. Nell'Europa del riciclo tirano la volata Germania, Austria, Danimarca, Svezia, Belgio, Olanda. Si tratta di Paesi che hanno praticamente abolito il ricorso alla discarica e che hanno affrontato il tema dello smaltimento dei rifiuti attraverso la termovalorizzazione e il recupero. Entro il 2020 occorrerà portare il riciclo dei rifiuti almeno al 50%. La Germania rappresenta un caso piuttosto interessante, perché è al contempo tra i Paesi europei che producono il maggior quantitativo di rifiuti e tra quelli che ha la maggiore percentuale di riciclo. L'attenzione dei Tedeschi ai temi ambientali è proverbiale e chi ha visitato il loro Paese ha sempre notato la cura con cui i cittadini conferiscono i propri rifiuti, separando in modo capillare e corretto tutte le frazioni riciclabili di cui sono composti. Per i tedeschi la riduzione dei rifiuti è una priorità, per questo la Germania ha investito nel settore del riciclo dei rifiuti al punto di trasformarsi da esportatore a importatore per quanto riguarda il recupero di packaging leggero e carta (importava carta dall'Italia negli anni '90, ora il nostro Paese è al secondo posto in Europa in questa attività). Nel 2010 la Germania riciclava già il 62% dei rifiuti urbani raccolti (il ricorso all'incenerimento, in questo Paese, è pari al 37%, mentre il conferimento in discarica è stato eliminato). I tedeschi, quindi, hanno già da tempo superato il target sul riciclo imposto dall'Unione Europea al 2020. Questo vale anche per le indicazioni relative al minor ricorso alla discarica. Non è finita qui: le proiezioni al 2020 vedono la Germania con un tasso di riciclo che salirà tra il 70 e l'80%, a riprova della validità del sistema adottato da questo Paese in materia di gestione dei rifiuti. Il successo della Germania è dovuto a decisioni lontane, che hanno affrontato il problema del riciclo alla radice, ovvero partendo dal settore produttivo. Già nel 1996 i legislatori tedeschi, in seguito all'aumento di discariche nel Paese, emanarono un provvedimento sulla gestione dei rifiuti che richiedeva alle aziende di affrontare la loro produzione in termini di riduzione, recupero e smaltimento ecologicamente compatibile. Le imprese tedesche sono state incoraggiate a progettare i loro processi di produzione e confezionamento eliminando gli sprechi. I rifiuti inevitabili devono essere il più possibile recuperati, riciclandoli o convertendoli in energia. Se questo non è possibile, occorre smaltirli nel modo meno inquinante possibile. Coloro che creano i rifiuti, quindi, sono responsabili del loro smaltimento e devono provvedere nel modo più consono alla tutela dell'ambiente e al recupero dei materiali. Questo vale anche per i rifiuti liquidi, per i

residui gassosi e per i rifiuti pericolosi, radioattivi e medici.

## **2.2. La Direttiva Quadro sui Rifiuti**

La Direttiva 2008/98/CE “Direttiva Quadro Rifiuti”, recentemente modificata dalla Direttiva 2018/851/UE, stabilisce un quadro giuridico comune a livello europeo per la gestione e il trattamento dei rifiuti. Essa mira a proteggere l’ambiente e la salute umana attraverso la prevenzione degli effetti nocivi della produzione e della gestione dei rifiuti. [8]

Al fine di garantire una maggiore protezione dell’ambiente, la direttiva prevede che gli Stati membri adottino misure per il trattamento dei rifiuti conformemente al principio di gerarchia dei rifiuti, che si applica per ordine di priorità:

1. prevenzione
2. preparazione per il riutilizzo
3. riciclaggio
4. recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia
5. smaltimento

Gli Stati membri possono attuare misure legislative per rafforzare questa gerarchia di gestione dei rifiuti garantendo la tutela della salute umana e dell’ambiente.

La direttiva prevede inoltre dei precisi obblighi di gestione dei rifiuti secondo cui ogni produttore o altro detentore di rifiuti deve provvedere personalmente al loro trattamento oppure consegnarli ad un commerciante, ente o impresa autorizzata. Gli Stati membri possono collaborare, se necessario, per creare una rete di impianti di smaltimento dei rifiuti. Tale rete deve permettere l’indipendenza dell’Unione europea in materia di trattamento dei rifiuti.

Lo stoccaggio e il trattamento dei rifiuti pericolosi devono essere eseguiti in condizioni tali da garantire la protezione dell’ambiente e della salute umana. I rifiuti pericolosi non devono essere miscelati con altre categorie di rifiuti pericolosi e devono essere confezionati o etichettati conformemente alle normative internazionali o comunitarie. Qualsiasi ente o impresa che intende effettuare il trattamento dei rifiuti deve ottenere l’autorizzazione dell’autorità competente, che determina in particolare il tipo e la quantità di rifiuti trattati, il metodo da utilizzare, nonché le operazioni di monitoraggio e di controllo.

Una buona gestione dei rifiuti comincia innanzitutto con la prevenzione: dopo tutto, ciò che non è prodotto non deve essere smaltito. In qualsiasi piano di gestione dei rifiuti

la prevenzione e la riduzione al minimo dovrebbero pertanto avere la priorità assoluta. Nelle imprese che producono rifiuti, i pianificatori e i gestori devono sempre scegliere l'opzione di trattamento ottimale che comporti i minori rischi possibili per la salute umana e l'ambiente. Ciascuna opzione di trattamento comporta impatti diversi per diversi comparti ambientali.

Il riciclo completo o parziale significa che le quantità di rifiuti da smaltire possono essere ridotte evitando di usare materie prime. Ad esempio, il compostaggio di materiale organico può ridurre le quantità di rifiuti da smaltire. Il compostaggio di qualità fornisce un prodotto finale valido che può essere usato come ammendante in agricoltura. In alcuni casi si può recuperare l'energia dal materiale di scarto ed usarla come combustibile.

Per eliminare i rifiuti si ricorre alla discarica e all'incenerimento. Nessuna di queste soluzioni è perfetta in quanto entrambe sono potenzialmente nocive per l'ambiente e la nostra salute. L'opzione migliore è semplicemente ridurre il quantitativo totale dei rifiuti prodotti.

### **2.3. Diversi opzioni di trattamento dei rifiuti**

Esistono diversi metodi alternativi al trattamento dei rifiuti. Quelli più conosciuti sono:

- Le discariche;
- L'incenerimento.

Malgrado gli inconvenienti ambientali della messa a discarica, la maggior parte dei rifiuti urbani pericolosi viene smaltita in Europa in superficie oppure viene interrata. Per una parte dei rifiuti le discariche rimarranno probabilmente un'opzione di smaltimento ed è quindi importante rispettare norme per proteggere la salute umana e l'ambiente. La Commissione Europea ha proposto una nuova direttiva sulle discariche che è stata adottata nel 1999. La direttiva obbliga gli stati a ridurre le quantità di rifiuti biodegradabili destinati a discarica e mira a ridurre la quantità e la tossicità dei rifiuti destinati a discarica.

Definisce le norme di progettazione e funzionamento per le discariche nuove ed esistenti;

Incoraggia il trattamento preliminare dei rifiuti prima che siano posti a discarica;

Mira ad evitare la mescolanza di rifiuti potenzialmente nocivi prevedendo che alcuni tipi di rifiuti possano essere smaltiti soltanto in siti determinati.

### **2.3.1. Incenerimento**

Nell'ottobre 1998 la Commissione europea ha adottato una proposta sull'incenerimento dei rifiuti che aggiorna ed amplia la portata della legislazione precedente sull'incenerimento dei rifiuti urbani.

La nuova proposta:

prevede norme più rigorose di emissione per gli impianti nuovi ed esistenti e — elemento importante — si applica anche ai cosiddetti «co-inceneritori» quali forni per cemento e centrali;

stabilisce per la prima volta valori severi di emissione per i furani e le diossine (0,1 ng/m<sup>3</sup>) e comprende valori limite per le emissioni di acque reflue.

La direttiva proposta sarà probabilmente adottata dal Consiglio e dal Parlamento alla fine del 1999 o all'inizio del 2000.

### **2.3.2. Trasporto dei rifiuti**

Troppi rifiuti vengono trasportati da un luogo all'altro. In alcuni paesi le norme per il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti sono meno severe e quindi il trattamento o lo smaltimento dei rifiuti è meno costoso. Il trasferimento dei rifiuti da un paese con elevate norme ambientali (e dove il trattamento è costoso) a un altro dove le norme e i costi sono inferiori non è un'opzione sostenibile. In ogni caso, il trasporto di rifiuti dovrebbe essere ridotto al minimo per ridurre i rischi di incidenti e risparmiare risorse. La politica dell'UE stabilisce che in Europa i rifiuti siano smaltiti il più vicino possibile al luogo di produzione (principio di prossimità). La legislazione comunitaria vieta le spedizioni di:

- tutti i tipi di rifiuti destinati allo smaltimento in paesi non OCSE;
- i rifiuti pericolosi destinati al recupero nei paesi non OCSE.

## **2.4 Necessità di rafforzare e condividere gli interventi**

Finora gli interventi europei nel settore dei rifiuti hanno principalmente assunto, anche se non esclusivamente, la forma di atti legislativi. Altre misure sostenute e finanziate dalla CE per migliorare la situazione dei rifiuti in Europa comprendono:

1. ricerca tecnica;
2. industrie del riciclo;

3. formazione;
4. azioni di sensibilizzazione;
5. scambio di buone pratiche.

Queste azioni hanno impedito un ulteriore peggioramento della situazione odierna, ma la produzione di rifiuti permane troppo elevata e aumenta rapidamente. La situazione sta diventando critica. In Europa per anni vi sono stati troppi pochi interventi sul problema dei rifiuti e una scarsa pianificazione in vista di soluzioni ottimali. La legislazione comunitaria che risale al 1975 impone agli Stati membri di elaborare piani generali di gestione dei rifiuti. Dopo quasi 25 anni, poco è stato fatto. Le autorità competenti devono assumersi le proprie responsabilità e incoraggiare altri soggetti ad intervenire prima che sia troppo tardi. Tutti i partner sociali devono ora cercare attivamente soluzioni a vantaggio nostro e delle future generazioni, perché tutti condividiamo la responsabilità del nostro ambiente. Ciascuno di noi prende decisioni e intraprende azioni che incidono sul mondo circostante. Spetta a ciascuno di noi affrontare con decisione il crescente problema dei rifiuti, un problema che deve essere risolto a livello locale. In futuro aumenterà la necessità di soluzioni locali legate a piani di gestione più vasti e in linea con la strategia comunitaria sui rifiuti. Le cifre sui milioni di tonnellate di rifiuti e le discussioni sugli strumenti di regolamentazione possono dare l'impressione che i cittadini non possano intervenire direttamente. Ciò non è vero. Ogni giorno i cittadini possono compiere diverse azioni per migliorare la situazione, ad esempio:

Come consumatore:

1. Ridurre al minimo le quantità di rifiuti prodotti.
2. Acquistare prodotti ecologici («verdi») e con poco imballaggio.
3. Riutilizzare ogni qualvolta possibile l'imballaggio.
4. Effettuare la raccolta differenziata dei rifiuti in vista del riciclo.
5. Effettuare il compostaggio della materia organica.
6. Conferire particolare attenzione allo smaltimento dei rifiuti domestici pericolosi.

Come impresa:

Sviluppare prodotti e tecniche di produzione che riducono al minimo la generazione di rifiuti. L'imprenditore conosce il suo prodotto meglio di qualunque altro. Con l'aiuto di analisi del ciclo di vita e di eco bilanci è possibile progettare un prodotto che abbia il minimo impatto ambientale durante il suo ciclo di vita. Questo approccio riduce al

minimo gli sprechi di energia e materiali e permette anche di risparmiare denaro.  
Limitare la quantità di imballaggio dei prodotti e stabilire accordi con le autorità locali per la ripresa degli imballaggi a scopi di riutilizzo.  
Incoraggiare i fornitori a ridurre le quantità degli imballaggi dei prodotti.

Come autorità locali:

Adottare un piano di gestione dei rifiuti e stanziare le risorse necessarie per attuarlo.  
Ridurre al minimo la generazione di rifiuti rendendo più ecologiche le procedure di acquisto.  
Incoraggiare le imprese e i cittadini a ridurre al minimo la generazione di rifiuti.  
Facilitare il riciclo e il recupero dei rifiuti fornendo contenitori distinti per la raccolta differenziata.  
Predisporre la raccolta differenziata dei rifiuti domestici pericolosi.  
Creare partnership con l'industria e le imprese per contenere la generazione di rifiuti.

## **2.5. Lo smaltimento dei rifiuti**

Lo smaltimento dei rifiuti in Italia è stato regolato organicamente dal DPR 915 del 10 settembre 1982, emanato in attuazione delle direttive CEE n. 75/442 (relativa ai rifiuti pericolosi), n. 76/403 (relativa allo smaltimento dei policlorobifenili e dei policlorotriifenili) e n. 78/319 (relativa ai rifiuti in generale).

Il DPR 915/82 è un dispositivo "quadro" nel quale sono affermati:

1. i principi generali da osservare;
2. la classificazione dei rifiuti;
3. le competenze attribuite allo Stato (indirizzo e coordinamento), alle Regioni (pianificazione, rilascio autorizzazioni, catasto rifiuti ed emanazione di norme specifiche), alle Province (controllo) ed ai Comuni (smaltimento dei rifiuti solidi urbani);
4. i criteri generali di regolamentazione dell'attività di smaltimento dei rifiuti;
5. le disposizioni fiscali, finanziarie e sanzionatorie.

Il sistema introdotto da tale Decreto si fondava sulla gestione del rifiuto mediante l'attività di eliminazione dello stesso senza valorizzarne la possibilità di riutilizzo e riciclo. Per questa e per altre ragioni i diversi Governi fecero ricorso a reiterati interventi d'urgenza, finalizzati a limitare la produzione dei rifiuti e favorire quelle

attività di gestione del rifiuto che il D.P.R. 915/1982 aveva trascurato di promuovere. L'attività di smaltimento deve inoltre essere attuata facendo ricorso ad una rete integrata e adeguata di impianti che tenga conto delle tecnologie più perfezionate a disposizione, e che non comportino costi eccessivi al fine di (art. 5 D.Lgs 22/1997):

1. realizzare l'autosufficienza nello smaltimento dei rifiuti urbani non pericolosi in ambiti territoriali ottimali;
2. permettere lo smaltimento dei rifiuti in uno degli impianti appropriati più vicini, al fine di ridurre i movimenti dei rifiuti stessi, tenendo conto del contesto geografico o della necessità di impianti specializzati per determinati tipi di rifiuti;
3. utilizzare i metodi e le tecnologie più idonei a garantire un alto grado di protezione dell'ambiente e della salute pubblica.

Il suo campo d'applicazione non riguarda tuttavia gli effluenti gassosi emessi nell'atmosfera né altri rifiuti disciplinati da specifiche disposizioni di legge, come ad esempio i rifiuti radioattivi, i materiali esplosivi in disuso carogne ed altri rifiuti agricoli ecc. (art. 8 D.lgs. 22/1997).

L'esclusione dal campo di applicazione del D.lgs. 22/1997 di maggior rilievo è quella delle "acque di scarico, esclusi i rifiuti allo stato liquido" (art. 8 lett. e). L'art. 2 del D.lgs. 11 maggio 1999, n. 152 definisce scarico "*qualsiasi immissione diretta tramite condotta di acque reflue liquide, semiliquide e comunque convogliabili nelle acque superficiali, sul suolo, nel sottosuolo e in rete fognaria, indipendentemente dalla loro natura inquinante, anche sottoposte a preventivo trattamento di depurazione*".

Come si vede "*indipendentemente dalla loro natura inquinante*" delle acque reflue, solo lo scarico "*diretto tramite condotta*" è soggetto alle norme sulla difesa delle acque. Ne consegue che, secondo l'orientamento che la giurisprudenza ha accolto, quando non sussiste il collegamento diretto tra la fonte di riversamento e corpo idrico ricettore non sussiste "acqua di scarico"; ma un rifiuto liquido, il quale va gestito secondo il D.lgs. 22/1997.

### **2.5.1. I fenomeni di inquinamento generati dallo smaltimento incontrollato dei rifiuti**

Lo smaltimento incontrollato dei rifiuti sul suolo determina una serie di impatti negativi sulle componenti ambientali e sulla salute pubblica.

Detti impatti nella loro generalità sono così sintetizzabili:

### **1. Inquinamento estetico-paesaggistico**

È la forma di inquinamento di più immediata percezione. Sebbene sia tipica di ogni tipologia di rifiuto, si manifesta nei suoi aspetti più vistosi per depositi incontrollati di RSU. Chiaramente, un impatto estetico-paesaggistico negativo ha riflessi immediati sulla possibilità di fruizione dell'area interessata e sul valore economico dei beni in essa insediati. Ma, al di là di questo aspetto, i rifiuti depositati rappresentano un rischio immediato o potenziale di sviluppo degli altri fenomeni di inquinamento sotto descritti.

### **2. Inquinamento del sottosuolo**

I contaminanti contenuti nei rifiuti possono infiltrarsi nel sottosuolo, direttamente (nel caso di rifiuti liquidi concentrati sversati accidentalmente o dolosamente sul terreno) o tramite dilavamento da parte delle acque di pioggia. Sono tipici i fenomeni di inquinamento delle falde acquifere causati dal percolato di discariche non controllate di rifiuti solidi, e da sversamenti abusivi sul terreno di solventi industriali assai poco assorbibili dalle formazioni geologiche del sottosuolo (solventi aromatici e solventi clorurati). La pericolosità di questi abusi ambientali è connessa all'alta concentrazione di composti inquinanti, anche fortemente tossici, tanto da poter contaminare vaste estensioni dell'acquifero rendendolo inutilizzabile per l'uso potabile.

### **3. Inquinamento delle acque superficiali:**

Questo fenomeno, sia per cause che per effetti, segue di pari passo quello appena descritto relativamente alle acque profonde. Con la differenza che il fenomeno di inquinamento delle acque superficiali ha carattere più acuto; quello che interessa le acque di falda ha carattere più cronico in ragione del lento ricambio naturale di queste acque.

### **4. Inquinamento dell'aria:**

È questo un altro tipico fenomeno che caratterizza lo smaltimento incontrollato dei rifiuti sul terreno.

Sono molteplici le cause di inquinamento dell'aria da composti maleodoranti o tossici:

- emissione di composti volatili già presenti in origine nei rifiuti. È il caso di diverse tipologie di rifiuti industriali (ad es. contaminati da solventi vari). Ma è anche il caso di RSU nei quali, pur in ridotta concentrazione, sono presenti vari idrocarburi aromatici e idrocarburi clorurati (contenuti nei gas propellenti di bombolette spray)
- emissione di composti volatili formatisi a seguito di processi biodegradativi dei rifiuti. È questo il caso tipico di rifiuti a matrice organica e specificatamente i RSU.
- emissione di composti vari a seguito di combinazione di rifiuti tra loro incompatibili (o incompatibili con l'acqua).

## **5. Alterazioni degli equilibri di vita naturale:**

Le forme di inquinamento sopradescritte possono comportare alterazioni più o meno significative delle singole forme di vita animale o vegetale presenti nelle aree interessate o anche degli equilibri di vita di complessi ecosistemi naturali.

### **Le alternative di smaltimento e le fasi dello smaltimento**

Lo smaltimento dei rifiuti si compone generalmente di tre fasi tra loro in sequenza:

- raccolta e trasporto;
- trattamento;
- smaltimento finale dei residui del trattamento.

#### **2.5.2. La raccolta e il trasporto dei RSU**

##### **I contenitori per la raccolta**

Per la raccolta dei rifiuti solidi urbani si utilizzano diverse tipologie di contenitori:

- i sacchi a perdere;
- i bidoni;
- i cassonetti;
- i contenitori scarrabili di grande capacità;
- campane e contenitori vari per materiali raccolti in via differenziata (RUP- Rifiuti urbani pericolosi, carta, vetro, alluminio, frazione organica umida,

plastica).

Nella prassi attuale dei servizi di raccolta è molto diffuso l'impiego di cassonetti e di sacchi a perdere in polietilene. L'impiego dei bidoni è per lo più limitato ai centri storici e comunque a luoghi dalla viabilità angusta. I contenitori scarrabili sono essenzialmente utilizzati per la raccolta di rifiuti dei centri commerciali e dei rifiuti ingombranti.

### **Mezzi di trasporto dei rifiuti**

Il trasporto dei rifiuti viene effettuato con appositi veicoli la cui scelta deve rispondere ad esigenze di tipo viabilistico, di densità abitativa della zona da servire, di caratteristiche orografiche del territorio, di clima, nonché di ovvie esigenze di ottimizzazione economica.

I veicoli si distinguono in due grandi categorie:

- veicoli tradizionali (ovvero senza attrezzatura auto-compattante);
- veicoli autocompattatori.

I primi sono di norma usati per la raccolta dei sacchi a perdere o comunque per raccolte capillari manuali (porta a porta). Hanno una capacità abbastanza limitata. Sono dotati di cassone ribaltabile o scarrabile, per lo svuotamento del carico. Sono adibiti a volte a servizi "satellitari" (conferimento dei rifiuti da raccolte capillari ad automezzi di grandi capacità, come gli autocompattatori), per il trasporto a distanza verso i centri di trattamento/smaltimento finale.

I secondi sono prevalentemente al servizio della raccolta meccanizzata (caricamento automatico dei rifiuti da cassonetti e bidoni); sono dotati di un sistema meccanico interno atto a costipare i rifiuti.

### **Le stazioni di trasferimento**

Le stazioni di trasferimento sono impianti di travaso dei rifiuti da mezzi più piccoli a mezzi di maggiore capacità. Vengono applicate quando i rifiuti raccolti capillarmente nelle città devono essere trasferiti su lunghe distanze fino all'impianto di smaltimento. Chiaramente l'obiettivo è quello della minimizzazione dei costi di trasporto. Per questo, al semplice travaso è frequentemente associata la compattazione del rifiuto. Esempi di applicazioni di stazioni di trasferimento riguardano anche le grandi discariche controllate, ove esse fungono da raccordo tra i mezzi urbani di raccolta e

mezzi speciali ribaltabili particolarmente idonei al trasporto dei rifiuti entro l'area della discarica in esercizio.

Questo tipo di stazione di trasferimento è di norma ubicata nell'area di servizio posta in ingresso alle discariche stesse.

### **La raccolta e il trasporto dei rifiuti speciali pericolosi**

La raccolta e il trasporto di questi rifiuti si basa su sistemi tradizionali. In particolare, per il trasporto sono utilizzati:

- per rifiuti solidi: automezzi con cassone
- per rifiuti liquidi e melmosi: autocisterne

Per quanto riguarda il trasporto di rifiuti liquidi pericolosi è invalso anche il trasporto in fusti sigillati.

### **Il trattamento e lo smaltimento finale dei residui**

La fase del trattamento ha principalmente lo scopo di recuperare risorse materiali ed energetiche dal rifiuto. Essa viene attuata mediante trasformazioni meccaniche, termiche, chimiche o biochimiche. I più classici trattamenti sono quelli del riciclaggio o di termodistruzione con recupero di energia. In particolare, negli impianti di riciclaggio si distinguono gli stadi di "selezione" idonea alla separazione delle singole frazioni valorizzabili e successivi stadi di "nobilitazione" atti a trasformare queste frazioni in prodotti commerciabili o socialmente utilizzabili. Sono tipiche fasi di nobilitazione i processi di compostaggio per la trasformazione di frazioni organiche umide in "compost", come pure i processi per la produzione di R.D.F. (Refuse Derived Fuel-Combustibile derivato dai rifiuti), di recupero di ferro e altre componenti utili dai rifiuti. Sono altrettanto tipiche fasi di nobilitazione le lavorazioni attuate su carta, vetro, plastica, alluminio e frazione organica umida, provenienti dalla raccolta differenziata, per il recupero di materiali di un certo pregio.

Il trattamento può anche limitarsi a semplici operazioni meccaniche atte a conseguire vantaggi nell'economia del trasporto e/o dello smaltimento finale (tipico esempio è la semplice triturazione oppure la pressatura in balle del rifiuto).

Il trattamento può avere anche lo scopo di ridurre od eliminare il carattere di pericolosità del rifiuto, in funzione del suo smaltimento finale. In quest'ottica possono ad esempio essere considerati i pretrattamenti di rimozione della frazione organica umida prima del conferimento dei RSU in discarica, come pure i pretrattamenti atti a

rimuovere composti pericolosi dai rifiuti destinati all'incenerimento.

Analogamente dicasi per rifiuti pericolosi di origine urbana (pile esauste) e di origine industriale (fanghi ricchi di metalli pesanti) sottoposti a trattamento di "cementazione-solidificazione" al fine di limitare il rischio di rilascio di elementi tossici in sede di discarica controllata.

Dunque, qualsiasi processo applicato al rifiuto (meccanico, chimico-fisico, biologico, termico) si configura sotto la voce "trattamento".

Sotto la voce "smaltimento finale dei residui" deve intendersi fundamentalmente la discarica controllata come ricettore finale di tutte le frazioni solide residue dai trattamenti (rigetti di impianti di riciclaggio; scorie e ceneri degli impianti di termodistruzione). In senso più esteso potrebbero invece intendersi tutti i residui comunque riposti nell'ambiente, quindi non solo di carattere solido, ma anche l'emissione di fumi in atmosfera (es. fumi da termodistruzione) e lo smaltimento di reflui liquidi in corpi ricettori (reflui liquidi derivanti da trattamenti vari).

I concetti sopra esposti si discostano dalla pratica corrente di considerare come smaltimento finale tutte le operazioni ultime attuate sui rifiuti, sia in termini di confinamento (discarica controllata), sia in termini di distruzione (ad es. termodistruzione) o trasformazione (ad es. trasformazione in compost; trasformazione chimica di un rifiuto pericoloso in rifiuto speciale).

### **2.5.3 Lo smaltimento nella situazione attuale: accenno storico all'evoluzione dei sistemi di trattamento/smaltimento in Italia**

La gestione dei rifiuti nel nostro Paese è stata regolata fino all'anno 1982 da una Legge del 1941.

Questa Legge era indirizzata soprattutto al controllo dei servizi di nettezza urbana e promuoveva il recupero e il riutilizzo di materiali. La gestione dei rifiuti a quei tempi era indirizzata soprattutto dalle economie imposte dalla guerra. Ad esempio, fino al 1950 a Milano era in servizio un impianto di cernita manuale dei rifiuti e alcuni impianti di compostaggio erano attivi nel resto del nord Italia.

Dopo questo periodo il "boom economico" ridusse le necessità di recupero dei materiali e, in conseguenza delle pressioni esercitate dagli esperti igienisti, l'incenerimento venne considerato la soluzione ottimale per il trattamento dei rifiuti. Questa situazione fu ritenuta valida fino alla fine degli anni '70, allorché la scoperta delle "diossine" nei fumi degli inceneritori determinò il blocco della costruzione di nuovi impianti.

Negli anni '70 l'interesse fu interamente rivolto ad impianti di riciclaggio integrale del rifiuto (recupero di plastica, ferro, pasta di carta, compost, vetro, RDF) dopo che a Roma venne posto in esercizio il primo impianto al mondo di questo genere (potenzialità di 1000 [t/d]). Il fallimento di questa iniziativa, alla fine degli anni '70, a causa della scarsa commerciabilità dei prodotti recuperati, impose una seria riconsiderazione circa l'affidabilità del riciclaggio integrale del rifiuto grezzo. L'idea del riciclaggio venne comunque mantenuta, anche se in una forma più pragmatica, ovvero limitata a quei prodotti che sembravano possedere una miglior valenza di mercato: ferro, compost e RDF. Tuttavia, si rilevò che in termini di qualità chimica (frequente eccesso di metalli pesanti, in particolare piombo), in alcuni casi di qualità merceologica (eccessi di vetro e plastica) e in altri casi di qualità agronomica (indici di germinazione; tasso di accrescimento; indice di respirazione). In altri termini si rivelò che, pur con processi di trattamento articolati e complessi, non si poteva disporre di compost qualitativo, come invece richiesto dalla pratica agricola e vivaistica. In aggiunta, rimaneva problematico l'utilizzo energetico dell'RDF a causa della permanente opposizione dell'opinione pubblica verso soluzioni di termodistruzione. La discarica controllata dei rifiuti fu quindi considerata, agli inizi degli anni '80 come soluzione obbligata e la promulgazione di nuove Leggi e norme tecniche diede vigore a questa scelta. Nel 1982 entrò in vigore la nuova legislazione nazionale sui rifiuti che, insieme ad altre norme applicative, fissò il principio dei "soluzioni integrate di smaltimento", basate sulla limitazione della produzione di rifiuti, il recupero di materiali, il riciclaggio, l'incenerimento con recupero di energia e lo smaltimento in discarica dei soli residui dei vari trattamenti. Concetti, questi che si stanno affermando a livello comunitario e che rappresentano la linea di sviluppo operativo di gran parte dei Paesi industrializzati.

## **La situazione attuale**

In Italia, al pari di quasi tutti gli altri Paesi, la discarica riveste un ruolo molto importante. Soltanto Svezia, Danimarca e soprattutto Giappone utilizzano in forma predominante l'incenerimento.

È da rilevare che in molti Paesi, e tra questi soprattutto l'Italia, l'uso dell'incenerimento è andato scemando nel ventennio 1970÷1990 a causa della forte opposizione dell'opinione pubblica e dei movimenti ambientalisti. Inoltre, molti piccoli impianti furono chiusi in seguito all'entrata in vigore nel 1984 della nuova normativa (Normativa tecnica di attuazione del DPR 915/'82) che prescriveva condizioni restrittive per il controllo dell'inquinamento atmosferico e per l'attuazione del recupero energetico.

Il recupero/riciclaggio è attuato in misura diversa da Paese a Paese; comunque i dati esposti non sono tra loro sempre comparabili. In particolare, i dati di USA e Danimarca considerano il recupero di quote di rifiuti assimilabili e rifiuti urbani pericolosi, non contemplate da altri Paesi.

#### **2.5.4 Strategie di smaltimento per il prossimo futuro: i principi informativi dettati dall'U.E.**

Le strategie in atto nei diversi Paesi dell'U.E. sono conseguenti ad uno schema di priorità definito in una prima direttiva dell'U.E. del 1991 (direttiva 91/156/CEE) poi affinata in successive direttive. Tale schema risponde ai seguenti principi:

1. Favorire prioritariamente la riduzione dei rifiuti alla fonte e la nocività dei rifiuti, attraverso interventi appropriati sui processi tecnologici di produzione;
2. Secondariamente favorire il recupero e il riciclo di materiali, nonché l'uso dei rifiuti come fonte di energia;
3. Destinare infine in discarica controllata i rifiuti residui, non più convenientemente valorizzabili.

Questo tipo di schematizzazione sta chiaramente orientando i Paesi membri dell'U.E. verso “soluzioni integrate” del problema dei rifiuti, ovvero verso soluzioni imperniate su un mix di sistemi organizzativi e tecnologici, tra loro armonizzati al fine di conseguire i migliori benefici per la comunità in termini economici e di tutela dell'ambiente e della salute pubblica. Nel rispetto di questa direttiva i vari Paesi dell'U.E. hanno promosso le proprie legislazioni nazionali.

## Capitolo 3. Caso studio: Acea Pinerolese SPA

Acea Pinerolese Industriale Spa è una moderna struttura multiutility che gestisce sul territorio una pluralità di servizi a favore di Comuni, Aziende e cittadini.

Dal 2003 l'azienda si trasforma in Società per Azioni e inizia un percorso di crescita costante, nei risultati e nella soddisfazione degli utenti, attraverso strategie incentrate su innovazione e sviluppo di tecnologie e processi in grado valorizzare il trattamento dei rifiuti, la gestione del servizio idrico integrato e delle reti gas.

Acea Pinerolese Industriale Spa è un'azienda pubblica di successo con 353 dipendenti e con due sedi operative, entrambe a Pinerolo: un totale di 14100 mq di cui 4554 edificati, 2059 di uffici e 2495 di magazzini nella sede centrale di Via Vigone e 18991,80 mq del Polo Ecologico Integrato.

Il Polo Ecologico Integrato è un sistema impiantistico nato per fornire una risposta adeguata e sostenibile ad una complessa tematica ambientale: lo smaltimento dei rifiuti. La sempre crescente quantità di scarti pone un serio problema, che non può essere risolto esclusivamente con metodi tradizionali.

L'impegno di ACEA nella ricerca, nella progettazione e nello sviluppo di tecnologie avanzate a servizio dell'ambiente colloca l'azienda pinerolese tra le più attive ed all'avanguardia nel settore.

L'idea del tutto innovativa alla base del Polo Ecologico consiste nell'integrazione strettamente interconnessa alla successiva, nell'ottica di valorizzare le "risorse" ancora presenti nei rifiuti, limitando al minimo le emissioni ed ottimizzando le rese, sia da un punto di vista ambientale sia economico.

L'area è costituita da una pluralità di impianti fisicamente e logisticamente interconnessi:

1. Impianto di Valorizzazione dei Rifiuti caratterizzato da due distinte linee: una per il trattamento della frazione organica ed una per il trattamento della frazione secca residua
2. Impianto di compostaggio
3. Discarica (sita a circa da 3 km dal Polo)
4. Depuratore delle acque reflue

L'integrazione tra i suddetti impianti può essere descritta e semplificata in tre distinti flussi:

- Il flusso delle acque: i reflui residui delle prime tre unità impiantistiche (Valorizzatore, Compostaggio e Discarica) sono addotti al depuratore, il quale, a sua volta, fornisce acqua depurata alla linea di trattamento della frazione organica.
- Il flusso di biogas: le miscele gassose provenienti dalla linea umido dell’Impianto di Valorizzazione, dalla Discarica e dal Depuratore vengono immagazzinate all’interno del biogasometro per il successivo recupero energetico. Inoltre, il biogas è in parte reimpresso in circolo per consentire il processo di biodigestione.
- Il flusso dei fanghi: il processo di digestione caratterizzante la linea umido dell’Impianto di Valorizzazione e il Depuratore si traduce in produzione di fanghi che vengono portati presso l’Impianto di Compostaggio, costituendone la “materia prima”.

Il sistema impiantistico nasce con l’obiettivo minimo di servire il solo bacino di pertinenza dell’azienda (47 comuni e circa 150.000 abitanti) ma nel corso degli anni le potenzialità sono aumentate.

Oggi l’impianto di Pinerolo è una delle strutture di riferimento per il trattamento dei rifiuti organici in Provincia di Torino, essendo a servizio di circa 800.000 abitanti.

### **3.1 L’impianto di valorizzazione dei rifiuti**

L’Impianto di Valorizzazione dei Rifiuti è un Elemento di spicco, per la sua complessità e tecnologia, nonché per l’unicità nel suo genere in tutto il Sud Europa. L’idea progettuale di tale impianto scaturisce dall’esigenza di rispondere ad una serie di problematiche legate allo smaltimento dei rifiuti:

1. recepimento delle normative e direttive europee, nazionali e locali
2. necessità di conseguire uno sviluppo sostenibile, attraverso:
3. la corretta gestione dei rifiuti, con recupero energetico e di materia
4. la riduzione dello smaltimento in discarica
5. necessità di trattare la frazione umida e la frazione secca.

L’impianto di trattamento meccanico-biologico è costituito da due linee di trattamento: una linea è del trattamento della frazione organica (scarti di origine alimentare e vegetale) e una linea per il trattamento della frazione “secca residua” (rifiuti non organici e non differenziabili)

Grazie alle due linee di trattamento, i rifiuti in entrata vengono trasformati in risorse

- Biogas per la produzione di energia termica ed elettrica
- Digestato per produzione di compost di qualità
- Combustibile da Rifiuti (SRF – Solid Recovered Fuel).

### **3.1.1. Il trattamento dei rifiuti organici**

L'ideazione dell'innovativo sistema di trattamento nasce da un'esigenza pratica: la necessità di smaltire in modo adeguato e sostenibile la frazione organica. A questa imprescindibile priorità si unisce l'intento di ricercare soluzioni volte a valorizzare le potenzialità dei rifiuti, in termini di recupero di materia ed energia. Gli studi effettuati fin dall'inizio degli anni '90 hanno condotto ad una soluzione innovativa e pressoché unica nel suo genere, che associa il processo di digestione anaerobica al più tradizionale compostaggio aerobico. Tale sistema consente di valorizzare le qualità intrinseche degli scarti organici, ricavandone due importanti risorse: il digestato per la produzione di compost di qualità ed il biogas, da cui derivano energia termica ed elettrica.

Il digestato è il sottoprodotto del processo di digestione anaerobica e può essere utilizzato come materiale fertilizzante sulle principali colture agrarie. Tale materiale, rispetto alle biomasse di partenza, si presenta omogeneo, con un tenore di umidità più elevato perché parte della sostanza secca è stata degradata biologicamente, cioè demolita dai batteri per la produzione di biogas. La sostanza organica che rimane contiene elementi della fertilità, quali azoto, fosforo e potassio, che possono tornare utili al suolo per fornire nutrimento alle colture.

Il biogas, il prodotto principale formato principalmente da metano (CH<sub>4</sub>) e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) (elementi "catturati" dalle colture dall'ambiente di coltivazione - aria, acqua, suolo), avviato a valorizzazione energetica con produzione di energia elettrica e calore e/o biometano, cioè biogas raffinato a metano.

### **3.1.2. I vantaggi del sistema anaerobico- aerobico**

La digestione anaerobica, associata ad una successiva fase aerobica (compostaggio), consente di limitare o, in alcuni casi, annullare gli impatti negativi delle masse biodegradabili, sfruttandone i vantaggi per produrre energia pulita e compost di qualità. La biodigestione è un comune processo biologico che, come tale, avviene naturalmente in presenza di masse organiche. Si tratta, infatti, di una naturale fermentazione e

degradazione ad opera di particolari famiglie batteriche. Il sistema ideato da ACEA riproduce ed ottimizza il normale processo di trasformazione biologica, massimizzandone i benefici. I vantaggi ravvisati nel sistema integrato anaerobico – aerobico ed i fattori chiave che ne hanno determinato la scelta sono stati:

1. l'esistenza di tecnologie e competenze interne all'azienda;
2. la possibilità di produrre energia da fonte rinnovabile;
3. il minor impatto dovuto agli odori, che in un processo "chiuso" vengono notevolmente limitati;
4. la minore quantità di superficie occupata per unità di tonnellate trattate;
5. la riduzione della quantità di massa da trattare in fase di compostaggio a parità di materiale in ingresso;
6. una maggiore efficienza di recupero, sia in termini di materia (produzione di compost dal digestato) che di energia (biogas);
7. la riduzione della frazione organica inviata a discarica, nel rispetto delle norme UE;
8. una minore produzione di CO<sub>2</sub> emessa rispetto al solo trattamento aerobico. Il processo adottato è stato coperto da brevetto nel corso del 2002 e l'esperienza maturata ha permesso di ottenere la certificazione SOA nella categoria di riferimento.

### **3.1.3. La digestione anaerobica**

La fase peculiare del processo è costituita dalla biodigestione anaerobica (in assenza di ossigeno), la quale consente di associare il recupero di materia (compost) ad un innovativo sistema di recupero energetico (biogas). I rifiuti organici provenienti dalle raccolte differenziate subiscono, innanzi tutto, una serie di riduzioni volumetriche e selezioni meccaniche. Tali operazioni consentono di rimuovere eventuali frazioni estranee, quali la plastica ed i metalli. La massa così raffinata viene trasferita nei serbatoi intermedi, dove avviene la diluizione del materiale in acqua ed il preriscaldamento dello stesso. Dopo la fase di preparazione, la massa viene pompata all'interno dei digestori. Il processo prevede la costante movimentazione della biomassa. L'estrazione dei fanghi avviene dal fondo conico del digestore, per gravità. Il rifiuto organico digerito (digestato) viene disidratato e successivamente avviato al limitrofo impianto di compostaggio. Il biogas ottenuto dalla fermentazione viene

convogliato ad un gasometro e temporaneamente immagazzinato. L'acqua di processo è in parte ricircolata, mentre la restante porzione è inviata al depuratore.

## LA DIGESTIONE ANAEROBICA

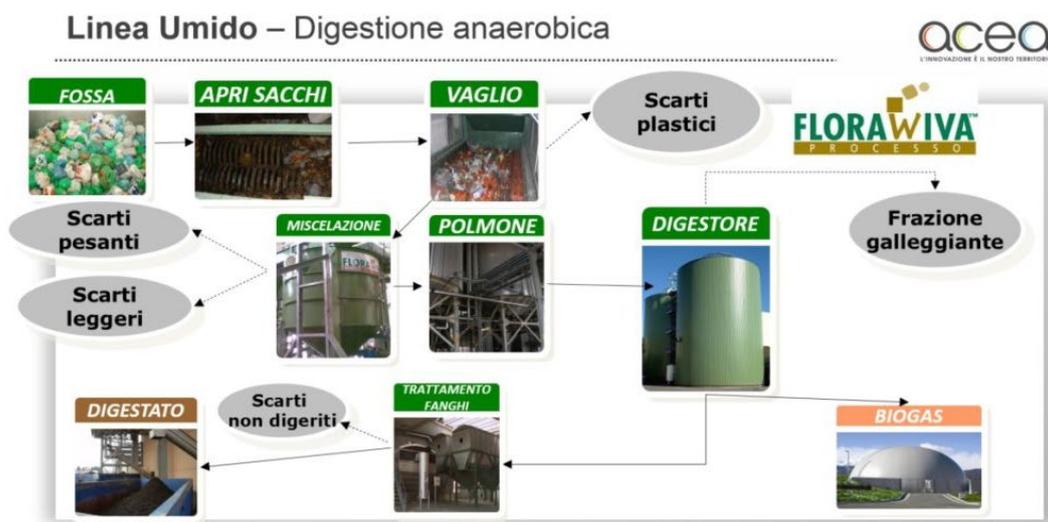


Figura 2: Il trattamento del rifiuto organico: la digestione anaerobica

Il biogas è un gas naturale, ricco di metano, che può essere utilizzato, quale sostitutivo dei comuni combustibili fossili, per la produzione di energia elettrica e termica. Tale miscela è naturalmente generata dalla decomposizione dei rifiuti organici, attraverso processi di digestione anaerobica. Se non correttamente trattato, può costituire un problema per l'ambiente, ma, grazie al sistema tecnologico ideato da ACEA, il biogas rappresenta, invece, una vitale risorsa. Il biogas proveniente dagli impianti del Polo Ecologico Integrato ed anche quello prodotto presso la discarica (che dista circa 3 km dal sito) vengono immagazzinati in un gasometro. Da qui viene aspirato, raffreddato ed avviato ai motori a ciclo otto. Il sistema di recupero energetico prevede, inoltre, il recupero termico. L'energia elettrica prodotta è utilizzata da tutti e tre gli impianti e l'eccesso è ceduto alla rete. Il sistema gode dei certificati verdi e dei titoli di efficienza energetica. La stessa energia termica è a servizio del processo di biodigestione e del vicino depuratore. Viene, inoltre, utilizzata per il riscaldamento dei vari spazi operativi e adibiti ad uffici. Il sistema di valorizzazione del biogas a fini energetici messo a punto da ACEA consente di affrontare il problema dell'effetto serra a due livelli: previene la dispersione del biogas in atmosfera, grazie alla captazione dello stesso in tutti gli impianti di trattamento, ed evita il ricorso ad un analogo quantitativo di energia da

combustibili fossili tradizionali, anch'essi origine di liberazione di anidride carbonica. Il tutto all'insegna del rispetto dell'ambiente e del territorio.

L'acqua di processo che viene utilizzato nella linea dell'umido viene riutilizzata e rimessa in circolo per essere utilizzata nel depuratore. Il seguente schema mostra come avviene il ricircolo dell'acqua di processo.

### Schema del ricircolo delle acque di processo

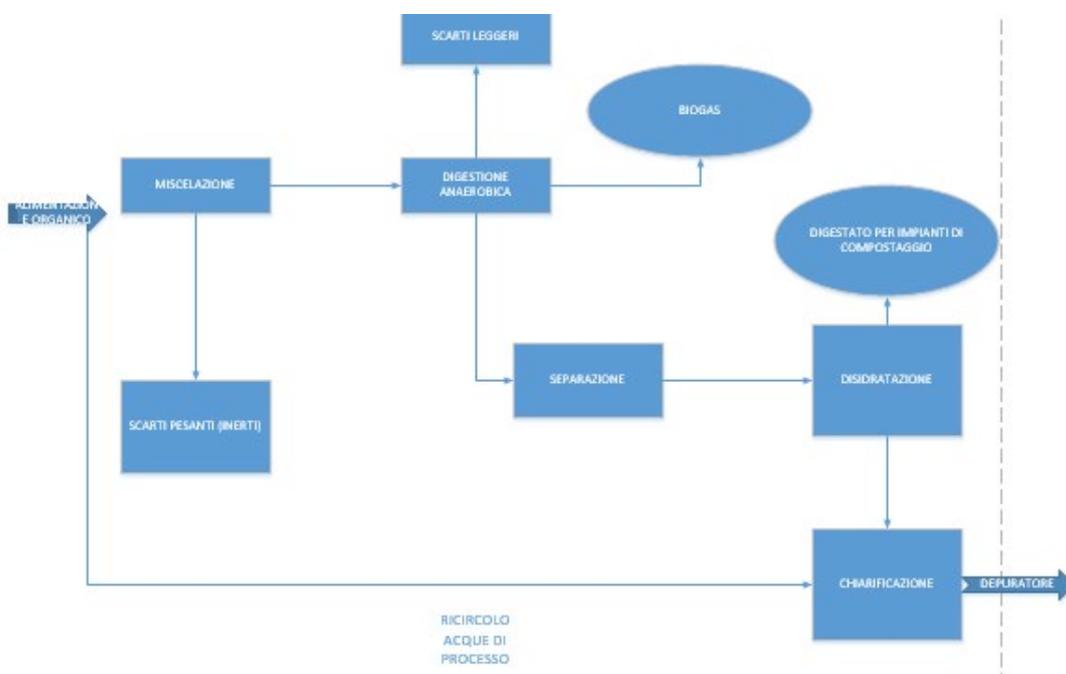


Figura 1: *schema di ricircolo delle acque di processo*

### 3.1.4 Il compostaggio

Il compostaggio industriale è l'attività di trasformare la frazione umida dei rifiuti solidi urbani e gli scarti di produzione agricola e industriale biodegradabili in terriccio (o compost) e concime per il commercio, in grandi volumi.

Il trattamento avviene per mezzo di un processo biologico aerobico, che si svolge cioè in presenza di ossigeno, durante il quale le componenti organiche maggiormente biodegradabili subiscono una mineralizzazione.

Il compostaggio permette:

- la stabilizzazione del rifiuto: nella fase di bioossidazione termofila i microrganismi, in presenza di ossigeno, ossidano la sostanza organica attraverso la mineralizzazione della frazione più facilmente fermentescibile.
- l'igienizzazione del rifiuto: la decomposizione aerobica libera una notevole quantità di energia sotto forma di calore; nella massa di materiale, in fermentazione controllata, le temperature (55-70 °C) distruggono gli agenti patogeni, stabilizzando il prodotto dal punto di vista biologico.

La porzione organica dei Rifiuti Solidi Urbani può essere biodegradata con la tecnica del compostaggio. I materiali che possono comporre detta porzione sono quelli definiti “compostabili” ai sensi del D.M. 5/2/1998 [Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli artt. 31 e 33 del D. Lgs.22/1997], Allegato 1, Suballegato 1, punto 16.1, tra i quali vengono sinteticamente richiamati:

- Rifiuti vegetali di coltivazioni agricole
- Rifiuti tessili di origine vegetale
- Rifiuti tessili di origine animale
- Deiezioni animali da sole o in miscela
- Carta e cartone
- Fibra e fanghi di carta
- Segatura, trucioli, frammenti e scarti di legno non impregnato anche da raccolta differenziata, di sughero, cortecce, imballaggi in legno
- Rifiuti vegetali derivanti da attività agroindustriali
- Rifiuti lignocellulosici derivanti dalla manutenzione del verde ornamentale
- Fanghi di depurazione, fanghi di depurazione delle industrie alimentari
- Frazione organica di rifiuti urbani raccolta separatamente
- Contenuto dei prestomaci.

Il compostaggio è un processo naturale di trasformazione biologica della composizione originaria (organica e inorganica) della matrice, al termine del quale si ottiene del materiale stabilizzato, mineralizzato, igienizzato e fitocompatibile. Il processo è opera di microrganismi aerobi, già presenti sia nei substrati sottoposti al trattamento che nell'ambiente circostante, i quali si accrescono, catalizzando una parziale degradazione

aerobica delle sostanze organiche (una trasformazione ossido-riduttiva di alcuni dei composti inorganici e la sintesi di nuovi composti organici stabili). In definitiva, un cumulo di compost può essere descritto come un ecosistema terrestre autonomo che, nell'arco di alcuni mesi, assume le caratteristiche del terriccio ricco di humus, tipico del sottobosco.

## Linea Umido - Compostaggio

aceo  
L'INNOVAZIONE È IL NOSTRO TERRITORIO



Figura 4: La fase aerobica di compostaggio

### 3.1.5 Fasi biomediche

Prima fase mesofila (temperatura compresa tra 25 e 37 °C): fase in cui inizia la biodegradazione aerobica dei composti facilmente biodegradabili (zuccheri, aminoacidi, acidi grassi semplici), la contemporanea crescita rapida delle specie batteriche termofile e la loro predominanza sulle altre (durata di circa 2 giorni).

Fase termofila (temperatura 55 - 60 °C): fase di massima degradazione dei composti organici facilmente biodegradabili e crescita costante dei microrganismi termofili; alla temperatura di 55 - 60 °C avviene l'igienizzazione della matrice.

Alcuni composti inorganici (zolfo e idrogeno) vengono ossidati. La fase termina con l'esaurimento dei substrati specifici e la produzione di alcuni sottoprodotti acidi con conseguente abbassamento del pH. In questa fase si forma il compost fresco.

Seconda fase mesofila: questa fase è caratterizzata dal contemporaneo inizio della degradazione di composti lentamente biodegradabili (es.: lignina e composti polimerici) e sintesi di nuove molecole complesse stabili (humus). Si verifica un'alternanza di popolazione dei microrganismi con lo sviluppo di funghi e organismi celluloso litici. In questo stadio si compie la stabilizzazione del compost, dando origine al compost stabile o humus attivo (con rapporto C/N = 20). Inizia il processo di nitrificazione dell'ammoniaca.

Fase finale di maturazione: processo lento, in cui si raggiunge la maturazione del compost e bassi livelli di attività microbica. Sia l'umificazione che la mineralizzazione continuano. Il materiale finale è detto compost stagionato o compost maturo o humus stabile (rapporto C/N = 15). Dal punto di vista funzionale le seguenti fasi possono essere classificate nel seguente modo:

Igienizzazione: processo attraverso il quale si riduce il numero di microrganismi fitopatogeni presenti nei residui ed eventualmente di patogeni umani veicolati attraverso i materiali di scarto, impedendo che il compost ne diventi il vettore. È il risultato della fase termofila nella quale l'elevata temperatura determina la pastorizzazione del materiale.

Stabilizzazione: processo che comprende la prima fase mesofila, la fase termofila e la seconda fase mesofila in cui vengono degradati i composti facilmente degradabili e parte di quelli più lentamente degradabili. I primi, detti putrescibili, in presenza di ossigeno vengono trasformati in anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), acqua (H<sub>2</sub>O) e sali minerali senza la formazione dei sottoprodotti tipici della fermentazione (acidi volatili, mercaptani, idrogeno solforato, ecc.) che genererebbero cattivi odori e fitotossicità del prodotto finale. Contemporaneamente inizia il processo di formazione delle sostanze umiche. La stabilizzazione, quindi, rappresenta una prima fase di mineralizzazione, poiché abbassa il rapporto fra componente organica e minerale del materiale riducendo, anche, la quantità totale di umidità.

Maturazione: il processo di maturazione segue quello di stabilizzazione e rappresenta la fase finale del processo di compostaggio. Consiste nella ulteriore demolizione di una parte della sostanza organica di partenza e la contemporanea formazione dei composti umici stabili; rappresenta, inoltre, un'ulteriore fase di mineralizzazione del materiale. Al termine di questa fase il compost è definito stagionato o maturo o humus stabile.

Umificazione: comprende la fase finale di stabilizzazione e la fase di maturazione del compost ad opera di batteri e funghi. È un processo che comporta la formazione di composti ad elevato peso molecolare, con elevata resistenza alla demolizione, grande

superficie e capacità di legare l'acqua, i micro e macronutrienti (azoto, fosforo e metalli).

Nel processo di compostaggio si distinguono in genere due fasi:

1. Fase ACT (Active Compositing Time): fase intensiva in cui la biomassa si presenta putrescibile e forte consumatrice di ossigeno.
2. Fase di maturazione (curing): fase successiva di rallentamento dei processi metabolici, con conseguente consumo di ossigeno e necessità di controllo del processo. Questa fase, detta anche estensiva, assicura il raggiungimento di un bilancio ottimale tra il contenuto organico voluto e la stabilità chimica del cumulo.

La conduzione del processo di compostaggio per la gestione delle biomasse, finalizzata al recupero e alla valorizzazione agronomica, presuppone, quindi, la corretta conoscenza dei meccanismi microbici che ne sono alla base e dei parametri che influiscono sul processo.

I criteri da tenere in considerazione sono:

- Massima velocità del processo (a seconda delle matrici di partenza)
- Garanzia del conseguimento degli obiettivi agro ecologici (igienizzazione, stabilizzazione ed umificazione della biomassa) nel tempo di processo designato
- Contenimento dell'impatto ambientale del processo
- Contenimento dei costi gestionali.

Nel compostaggio, essendo un processo di degradazione aerobia della sostanza organica, risultano essere condizionanti i seguenti parametri:

- Struttura, tessitura, porosità del materiale
- Condizioni di aerazione
- Equilibrio nutrizionale (rapporto C/N)
- Temperatura
- Umidità

PARAMETRI OPERATIVI	VALORI OTTIMALI
umidità	57-63%
aerazione concentrazione ossigeno	5-15%
rapporto C/N	25-30
temperatura	35-60°C
pH per lo sviluppo ottimale dei batteri	6,5-8,5
dimensione delle particelle (diametro)	0,5-5,0 cm
densità apparente	550-650 kg/m <sup>3</sup>

Risultano quindi essere obiettivi principali nella gestione di un processo di compostaggio:

- Garanzia di aerobiosi
- Condizioni di temperatura ottimali necessarie a velocizzare le attività microbiche (40 - 50°C) e al conseguimento della pastorizzazione (3 gg. a 55 °C);
- Gestione controllo ed abbattimento dei potenziali impatti delle fasi critiche, soprattutto in quelle iniziali.

Prima di avviare il processo di compostaggio, al fine di ottenere un prodotto con le caratteristiche desiderate, occorre miscelare le diverse matrici in appropriate proporzioni, in modo da garantire un ottimale rapporto C/N e la presenza dei nutrienti necessari all'attività metabolica ed alla crescita dei microrganismi. Questo, perché le matrici di partenza sono di diversa origine (agricola, urbana, industriale) e non sempre possiedono le caratteristiche ottimali per un efficiente processo di trasformazione.

Ad esempio, se la matrice di partenza è ricca di azoto ed acqua si aggiungono i bulking agents (agenti di supporto o condizionanti come paglia, carta, ecc.), materia che apporta carbonio, mitiga l'eccesso di umidità, conferisce struttura al cumulo creando spazi interstiziali tra le particelle del substrato, fondamentali per gli scambi gassosi.

Per garantire, quindi, un buon equilibrio alla matrice di partenza da sottoporre al processo di compostaggio occorre miscelare gli scarti più umidi con quelli meno umidi.

### 3.1.6. Aerazione

L'aria è il vettore di ossigeno, garantisce l'aerobiosi del processo, assicura lo smaltimento del calore e veicola gli effluenti potenzialmente odorigeni. Durante il processo di compostaggio si consumano notevoli quantità di ossigeno. All'inizio del processo, nella fase ossidativa, le matrici organiche più degradabili della biomassa substrato vengono rapidamente metabolizzate. Di conseguenza il bisogno di ossigeno e la produzione di calore sono notevoli e decrescono con l'evolversi del processo. Per la gestione ottimale del processo le concentrazioni di ossigeno devono essere del 10% circa.

Durante la fase di maturazione, invece, i processi biologici diventano più lenti, la richiesta di ossigeno è minore e si ha una riduzione della temperatura. Durante questa fase si sviluppa il processo di umificazione della sostanza organica.

La presenza di ossigeno nella decomposizione aerobica è importante perché consente una più rapida mineralizzazione ed una più efficiente igienizzazione. Di contro, l'assenza di ossigeno comporta la formazione di molecole quali ammoniaca, metano, acido solfidrico, acidi volatili, responsabili dei cattivi odori. L'uso di un compost non definitivamente stabilizzato può dar luogo -quindi- ad effetti tossici a carico delle piante, della microflora e della microfauna terricole.

### 3.1.7. Rapporto C/N

Nelle reazioni metaboliche (respirazione) e nella crescita dei microrganismi, l'utilizzo di carbonio è maggiore rispetto all'azoto nel rapporto di 20:1. Per questo durante il processo di compostaggio, è opportuno controllare che il rapporto C/N nel materiale di partenza sia adeguato a quello richiesto dai microrganismi.

I principali elementi nutritivi richiesti dai microrganismi coinvolti nel processo sono C (carbonio), N (azoto), P (fosforo) e K (potassio), importanti per le attività cellulari. N, K e P sono i principali nutrienti delle piante e perciò la loro concentrazione influenza anche la qualità del compost, visto il suo utilizzo agronomico.

Metà della massa cellulare dei microrganismi è costituita da carbonio e circa l'8% da azoto. L'azoto è il costituente delle proteine e risulta essenziale per lo sviluppo e la riproduzione.

Per l'avvio del processo di compostaggio si deve avere un rapporto ottimale C/N compreso tra 20:1 e 30:1 (intervallo massimo 15÷40), con un eccesso relativo di C che viene utilizzato nella respirazione batterica a scopo energetico ed espulso sotto forma di anidride carbonica e acqua.

Se, nel substrato di partenza, il rapporto C/N è superiore a 30/40:1, i tempi di compostaggio sono lunghi a causa della lenta crescita microbica.

Se il rapporto C/N è inferiore a 15-20:1, il carbonio disponibile è utilizzato ma l'azoto non viene stabilizzato. L'eccesso di azoto, infatti, causa il rilascio veloce di ammoniaca, con emissioni maleodoranti e un deterioramento del processo.

Il compostaggio, affinché sia davvero efficace, richiede un'opportuna miscela delle frazioni organiche per avere il giusto rapporto C/N. Anche la consistenza del materiale di partenza ha la sua importanza, dal momento che l'ammasso dei rifiuti deve avere un'opportuna struttura, in genere creata da materiali legnosi che permettono la penetrazione dell'acqua e dell'aria e il rilascio di CO<sub>2</sub> e vapore acqueo. Il valore finale del rapporto C/N di un buon prodotto compostato deve essere di circa 15:1.

### **3.1.8 Temperatura**

La temperatura è un parametro molto importante per la regolazione del processo di maturazione sia per igienizzare la miscela che per la qualità finale del prodotto. A 55 °C avviene la disattivazione dei patogeni umani e l'eliminazione di buona parte dei fitopatogeni, larve e uova di parassiti eventualmente presenti sui substrati organici di partenza. Per distruggere i semi delle infestanti occorrono, invece, temperature di 60 °C. (la Delibera del Comitato Interministeriale del 27/07/84 prevede che il compost prodotto in impianti, per potersi considerare igienizzato, debba restare almeno tre giorni consecutivi alla temperatura di 55°C.) Le temperature, a causa delle reazioni ossidative, possono raggiungere i 70°C. Occorre, pertanto, monitorare la temperatura ed intervenire, di modo che si mantenga nell'intervallo compatibile con l'attività metabolica dei microrganismi.

La temperatura massima, il tempo necessario per raggiungerla e la sua durata, dipendono da diversi fattori: composizione delle sostanze di partenza, disponibilità delle sostanze nutritive per i microrganismi, etc.

ACEA Pinerolese Industriale S.p.A. rappresenta un nuovo modello di sviluppo e di economia circolare e si compone di più impianti tra loro interconnessi che costituiscono l'innovativa linea di valorizzazione dei rifiuti organici.

Il vero punto di eccellenza è il Polo Ecologico, riconosciuto a livello internazionale come modello di trattamento della frazione umida con un metodo efficiente e ambientalmente sostenibile.

Il Polo Ecologico è un esempio pressoché unico nel suo genere perché integra ben 4 aree impiantistiche in un unico luogo: il Depuratore per il trattamento delle acque reflue

di Pinerolo e dell'intera Val Chisone, un'Area di pretrattamento e Digestione Anaerobica dei rifiuti organici, un'Area di Compostaggio e la vicina Discarica. La Linea di trattamento dei rifiuti organici è un esempio di integrazione del trattamento anaerobico (in ambiente completamente isolato dall'esterno) – aerobico della frazione umida dei rifiuti solidi urbani.

Acea può considerarsi un modello Europeo di economia circolare. Dal trattamento anaerobico dei rifiuti organici l'azienda produce Biogas – che viene interamente captato – e digerato ovvero fango disidratato da cui ricava con un passaggio aerobico successivo il Compost.

Il digerato viene condotto all'impianto aerobico di compostaggio dove viene miscelato con gli sfalci di potatura e dopo circa tre mesi di maturazione in apposite aree coperte diventa Compost di qualità pronto per essere venduto ad agricoltori e floricoltori. Le acque necessarie al processo di digestione vengono prelevate dal vicino depuratore, evitando l'impiego di acqua potabile. Il Biogas della digestione anaerobica viene stoccato nel gasometro insieme al biogas proveniente dal depuratore e dalla vicina discarica. L'impianto di cogenerazione, alimentato a biogas, produce calore in parte usato per il funzionamento dell'impianto e in parte per il Teleriscaldamento di parte della Città di Pinerolo ed Energia Elettrica rinnovabile usata dal Polo Ecologico e in parte ceduta in rete. A partire dal 2014 parte del Biogas è trasformata in Biometano. Acea Pinerolese è stata la prima realtà in Italia ad avere sviluppato questa tipologia di impianto di produzione di biometano dai rifiuti organici delle città. Nel prossimo futuro, il biometano verrà immesso in rete ed impiegato per diverse finalità: dall'utilizzo domestico all'autotrazione. Acea Pinerolese collabora con il Centro Ricerche Fiat di FCA Group con il quale ha già realizzato più progetti, tra cui lo sviluppo della Panda Biomethair alimentata a miscela di **biometano** e **bioidrogeno** ricavati dalla digestione anaerobica dei rifiuti organici.

### **Che cos'è il biometano?**

Il biometano è un gas che contiene almeno il 96% di metano e deriva dal processo di raffinazione e di purificazione del biogas (miscela composta principalmente da metano  $\text{CH}_4$  e anidride carbonica  $\text{CO}_2$ ), a sua volta prodotto dalla digestione anaerobica dei rifiuti organici.

A livello normativo il biometano è definito dall'articolo 2 del DLgs 28/2011 come “quel gas ottenuto a partire da fonti rinnovabili avente caratteristiche e condizioni di utilizzo corrispondenti a quelle del gas metano e idoneo all'immissione nella rete del gas naturale”.

Può essere quindi impiegato nel settore dell'autotrazione come combustibile per i veicoli o essere immesso in rete.

L'esperienza maturata nel settore del trattamento dei rifiuti organici ha incoraggiato la ricerca di nuove frontiere di valorizzazione di questi scarti, con particolare attenzione al loro potenziale energetico. In un panorama che presenta la progressiva riduzione delle fonti di produzione tradizionale, diventa cruciale la disponibilità di risorse alternative. Per questa ragione, Acea ha investito nella ricerca, mirata a sondare ulteriori opportunità di sviluppo dei materiali trattati.

Al Polo Ecologico Integrato, da alcuni anni, è stato attivato un impianto di produzione di biometano. Esso deriva dal processo di purificazione del biogas, a sua volta prodotto dalla digestione anaerobica dei rifiuti organici.

Il biometano presenta numerosi vantaggi ambientali, tra cui:

- La possibilità di essere sostituito ai normali combustibili fossili, con un impatto ambientale ridotto al minimo, in quanto è totalmente derivato da fonti rinnovabili e non comporta il prelievo di risorse naturali;
- La CO<sub>2</sub> emessa dalla combustione proviene anch'essa da fonti rinnovabili e non produce effetto serra.

Attualmente il biometano prodotto al Polo Ecologico Acea viene impiegato, in via sperimentale, su alcuni veicoli aziendali in attesa di ulteriori opportunità di impiego.



Figura 5: Da biogas a biometano

Dai rifiuti si può ottenere anche energia elettrica.

Il biogas prodotto dalla digestione anaerobica viene raccolto sulla sommità dei reattori e viene convogliato, attraverso un sistema di tubazioni, in un gasometro (circa 3000 m<sup>3</sup> di capacità), ove sono conferiti anche il biogas proveniente dalla discarica, per mezzo di una condotta lunga circa 3 km, ed il biogas proveniente dall'attiguo depuratore delle acque reflue urbane. Da qui, mediante una stazione di compressione e previo trattamento, il gas viene avviato ai motori per la cogenerazione. L'impianto è costituito da due gruppi di produzione combinata da energia elettrica e termica, da 1 MWe ciascuno. Dal sistema di raffreddamento dei motori (circuiti di raffreddamento ad acqua e ad olio diatermico presente sui fumi) prende origine la produzione di acqua calda e di vapore surriscaldato, attualmente impiegati nel processo e nel riscaldamento dei locali.

L'energia derivata dal biogas consente di rendere autonomo, elettricamente e termicamente, l'intero Polo Ecologico. In realtà, la disponibilità energetica dell'impianto a regime supera abbondantemente la richiesta interna ed il recupero termico nel 2006, è stato il 19% di quello possibile.

Da questa considerazione nasce l'interesse e la volontà dell'azienda pinerolese di progettare soluzioni alternative, potendo così sfruttare appieno le risorse energetiche locali.

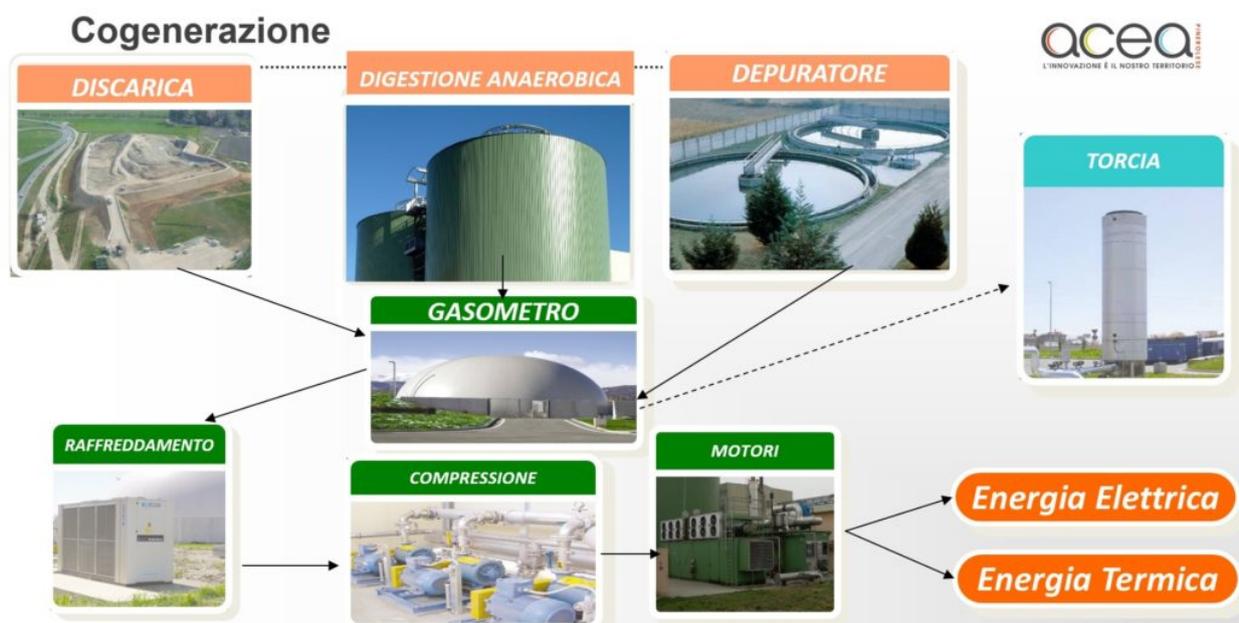


Figura 3: *La cogenerazione*

## 3.2 La linea di produzione dell'umido

La linea di produzione dell'umido consta di arie fasi, che vanno dall'ingresso degli automezzi fino ad ottenere il compost, il quale verrà utilizzato nella linea di produzione successiva per ottenere biogas.

Le fasi sono le seguenti:

1. Ingresso automezzi;
2. Conferimento in fossa;
3. Trasporto e apertura sacchi;
4. Vagliatura;
5. Miscelazione dei rifiuti con acqua di processo;
6. Stoccaggio nei mixer;
7. Alimentazione digestore;
8. Scarico digestore;
9. Gestione surnatanti;
10. Disidratazione aree fanghi;
11. Recupero acqua di processo;
12. Pulizia dell'area di pretrattamento e svuotamento della linea;
13. Altre attività.

Secondo il seguente schema, si possono vedere quali sono le attività della linea dell'umido e i suoi sotto processi:

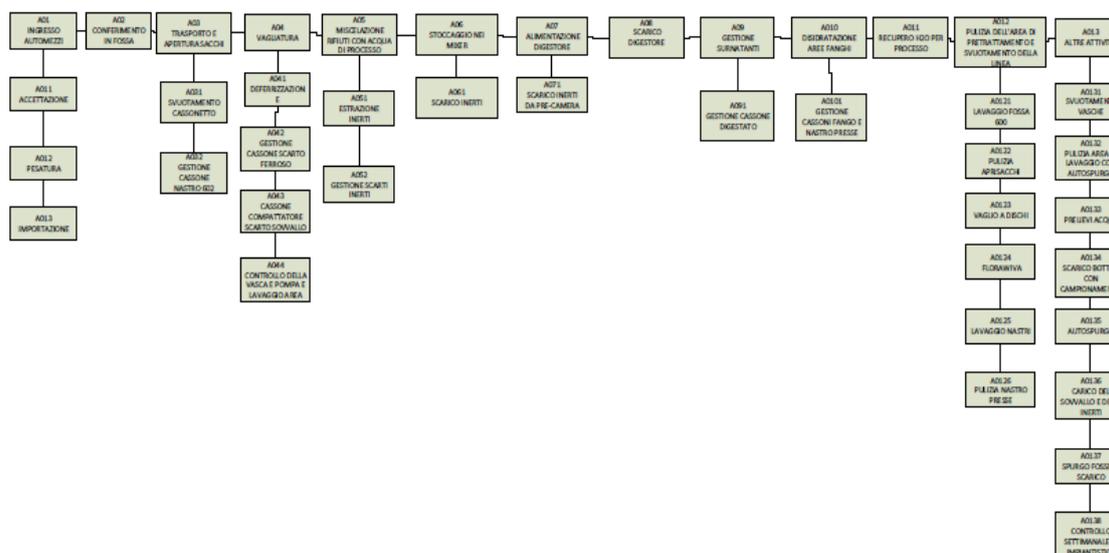


Figura 1: schema dei sotto processi della linea dell'umido

Il processo produttivo inizia nel momento in cui i rifiuti vengono trasportati dentro lo stabilimento grazie agli automezzi. Segue una fase di accettazione, ovvero vengono scelti i rifiuti che potranno essere trattati mentre gli altri verranno scartati.

I rifiuti vengono pesati e poi vengono trasferiti in fossa, dove possono rimanere anche per 60 giorni.

In seguito, i rifiuti vengono trasportati all'interno dello stabilimento e avviene l'apertura dei sacchi e i rifiuti vengono trasportati tramite un nastro trasportatore.

Durante la fase di vagliatura vengono scelti i rifiuti che potranno proseguire il trattamento, mentre gli altri verranno considerati scarti inerti, ovvero non più riutilizzabili.

Una volta stabiliti i rifiuti da portare avanti, avviene il processo di *deferrizzazione*, è un processo di depurazione delle acque, sia potabili sia per uso industriale, consistente nell'eliminazione del ferro (in esse presente sotto forma di sali solubili) mediante aerazione o ossidazione con ozono o cloro. Quindi vengono scartate le sostanze ferrose mentre gli altri rifiuti vengono portati in un cassone compattatore. A volte, vi sono dei materiali di scarto originati dal trattamento dei rifiuti che, a seconda dei casi, possono essere soggetti a una fase di ulteriore raffinazione oppure indirizzati ai processi di smaltimento in discarica. A seguito di questa fase, viene controllata la vasca e la pompa e avviene il lavaggio dell'area.

Una fase importante di questo processo è la miscelazione dei rifiuti con acqua di processo: in questa fase avviene l'estrazione degli inerti e vengono scartati gli inerti che non possono continuare il trattamento dei rifiuti.

Gli inerti vengono stoccati nei mixer, avviene l'estrazione di ulteriori inerti e poi eliminati.

I rifiuti "buoni" vengono portati nel digestore, dove avviene il processo di digestione anaerobica, ovvero in assenza di ossigeno.

Il digestore, o fermentatore, è un grande silo nel quale i rifiuti organici vengono introdotti dopo essere stati spappolati con l'aggiunta di acqua, formando la cosiddetta "sospensione organica". Affinché la biomassa si trasformi in biogas, è necessaria l'azione di diversi tipi di microrganismi. Per semplicità un primo gruppo di batteri dà il via al processo di degradazione, trasformando la sostanza organica in composti intermedi. Poi un secondo gruppo di batteri, microrganismi "metanigeni acetoclastici" e "metanigeni consumatori di idrogeno", porta a termine il lavoro di trasformazione delle proteine, carboidrati e grassi contenuti nei rifiuti organici, producendo biogas. All'interno del digestore il volume della sospensione organica viene mantenuto costante e il biogas che si produce viene captato per essere destinato a produrre energia elettrica e termica tramite motori di cogenerazione dedicati. Dal digestore esce poi il cosiddetto digestato, che viene avviato in apposite centrifughe che permettono di

separare l'acqua, che passa poi alla depurazione, dal residuo solido, che viene invece sottoposto ad un processo di trattamento aerobico tramite insufflazione di aria in tunnel dedicato, allo scopo di consentirne l'ossidazione e la stabilizzazione. Alla fine, diventa un ottimo fertilizzante organico per l'agricoltura.

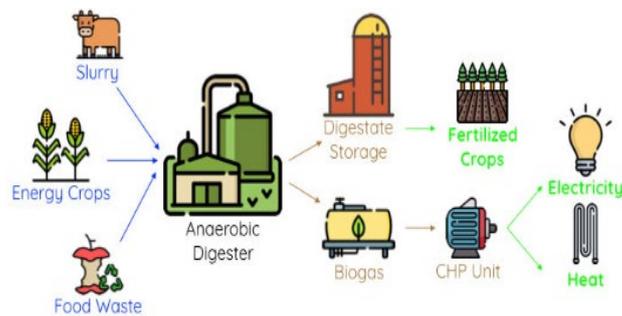


Figura 2: *il processo di digestione anaerobica*

Successivamente viene scaricato il digestore e poi vengono gestiti i surnatanti e il cassone con il digestato. Vengono disidratati i fanghi, ovvero viene eliminata l'acqua, e vengono gestiti i cassoni fango e le nastro presse. Infine, vi è la fase di pulizia dell'area di pretrattamento e svuotamento della linea, con lavaggio della fossa, pulizia apri sacchi, vaglio a dischi, lavaggio delle nastro presse e dei nastri e infine si ottiene la Florawiva, ovvero il compost di qualità che viene venduto al dettaglio. (Le altre attività consistono nello svuotamento delle vasche, pulizia area di lavaggio con auto spurgo, prelievi dell'acqua, scarico bottini con campionamento, auto spurgo, carico del sovrullo e degli inerti, spurgo delle fosse di scarico, controllo settimanale di impiantistica). Se volessimo fare un'analisi più approfondita di questo processo, sarebbe utile fare un'analisi SWOT, ovvero un'analisi dei punti di forza e dei punti di debolezza del processo stesso. Analizzeremo questo aspetto nel paragrafo successivo.

### **3.3 Analisi Swot: che cos'è e perché viene utilizzata**

L'analisi SWOT è uno strumento di pianificazione strategica di un progetto o di un programma, ha origini in economia aziendale, come strumento di supporto alla definizione di strategie. Nel tempo il suo utilizzo si è esteso in diversi ambiti, oltre che privati anche pubblici; è l'acronimo di quattro parole inglesi: Strengths (forze), Weaknesses (debolezze), Opportunities (opportunità), Threats (minacce).

Evidenzia i principali fattori, interni ed esterni al contesto di analisi, in grado di influenzare il successo di un progetto. Consente di analizzare scenari alternativi di sviluppo, supporta l'impostazione di una strategia coerente rispetto al contesto su cui si interviene

L'analisi SWOT mira ad individuare i punti di forza, i punti di debolezza, le opportunità e le minacce di un determinato progetto o programma.

### **I punti di forza e debolezza**

Sono i fattori endogeni, ovvero propri del contesto di analisi. Sono modificabili grazie alla politica o all'intervento proposto

### **Le opportunità e le minacce**

Sono i fattori esogeni in quanto derivano dal contesto esterno. Sono difficilmente modificabili, ma è necessario tenerli sotto controllo in modo da sfruttare le opportunità e ridurre le minacce.

## **Matrice dell'analisi SWOT**

<b>FONTI INTERNE (CONTROLLABILI)</b>	<b>PUNTI DI FORZA</b>	<b>PUNTI DI DEBOLEZZA</b>
<b>FONTI ESTERNE (NON CONTROLLABILI)</b>	<b>OPPORTUNITA'</b>	<b>MINACCE</b>

L'analisi SWOT si divide in cinque fasi:

1. Raccolta delle informazioni per il settore nel quale si vuole sviluppare il progetto;
2. Analisi dei fattori esterni, classificandoli come opportunità o minacce;
3. Analisi dei fattori interni, classificandoli come punti di forza e di debolezza;
4. Selezione delle possibili strategie, facendo leva sui punti di forza e cercando di ridurre i punti di debolezza;
5. Valutazione complessiva sull'efficacia delle strategie adottate.

- Ex-ante: consente di migliorare la progettazione grazie a una valutazione approfondita, che mette in relazione tutte le componenti del progetto, ne evidenzia le caratteristiche, le relazioni e le sinergie.
- Intermedia: Consente di verificare- in itinere- i risultati prodotti dalle linee strategiche adottate di intervenire, su eventuali variazioni, nell'intento di adeguare i risultati reali a quelli attesi, tenendo conto delle variabili di contesto.
- Ex post: consente di contestualizzare i risultati finali.

### **I vantaggi dell'analisi SWOT**

L'analisi SWOT consente di:

- analizzare in maniera approfondita il contesto di riferimento e di definire, più facilmente, le strategie da adottare;
- condividere le strategie con i diversi soggetti;
- intervenire nelle diverse fasi, per acquisire informazioni sistematiche, utili per la realizzazione del progetto e per ridurre gli "scarti" tra il programmato e il realizzato.

### **Gli Svantaggi dell'analisi SWOT**

Gli svantaggi dell'analisi SWOT sono:

- possibilità di errore nella individuazione e nella promozione delle linee di azione a causa di una visione troppo soggettiva della realtà;
- eccessiva semplificazione della realtà;
- mancanza di condivisione delle strategie laddove sia effettuata in maniera non partecipata.

Se volessimo applicare questo metodo al processo in questione, potremmo distinguere come punti di forza: la flessibilità e un basso impatto economico ed ambientale e come punti di debolezza: la gestione della raccolta rifiuti è poco performante e vi è una scarsa gestione socialmente integrata. La gestione della raccolta rifiuti è vista come un'opportunità in quanto, riciclando, si ottengono prodotti di qualità, come per esempio

il compost di qualità Florawiva prodotto da Acea che viene utilizzato come fertilizzante, oppure altri prodotti riciclati che poi vengono rivenduti come nuovi. Questo riciclo comporta un minor spreco di risorse, che vanno estinguendosi con il tempo, e in più si riesce a dare una nuova vita a prodotti esausti, e questo ne giova sicuramente il mercato e si ha un impatto economico e ambientale importante.

Invece secondo un'indagine “**Gli italiani e il riciclo dei rifiuti**” condotta dall'Istituto Lorien Consulting per il Consorzio Obbligatorio degli Oli Usati (Coou) e Legambiente, presentata durante la seconda giornata del Forum Rifiuti, a Roma sono considerate delle minacce:

- il problema ambientale, è sentito come prioritario dal 72% del campione;
- la gestione inefficiente preoccupa il 63% degli intervistati, mentre l'enorme quantità di rifiuti domestici prodotti il 52%;
- le responsabilità, gli intervistati indicano per il 69% il comportamento individuale dei cittadini stessi,
- le istituzioni locali (47%),
- il governo nazionale (41%),
- le associazioni ambientaliste (29%).

Riportando questo nella tabella dell'analisi SWOT avremmo:

<b>Punti di Forza (Strengths)</b>	<b>Punti di debolezza (Weaknesses)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flessibilità</li> <li>• Basso impatto economico ed ambientale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scarsa gestione socialmente integrata</li> <li>• Poco performante</li> </ul>
<b>Opportunità (Opportunities)</b>	<b>Minacce (Threats)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riutilizzo di nuovi prodotti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• il problema ambientale</li> <li>• la gestione inefficiente</li> <li>• l'enorme quantità di rifiuti domestici prodotti</li> <li>• le responsabilità</li> <li>• le istituzioni locali</li> <li>• il governo nazionale</li> <li>• le associazioni ambientaliste</li> </ul>

Si riferisce alla questione della effettiva partecipazione a tutte le persone della città, il contributo che possono fornire all'interno dei processi per quanto riguarda questioni educative, come pure la partecipazione a raccolta differenziata e il riciclaggio, ma non c'è alcun programma sviluppato dal governo per la partecipazione dei cittadini. La raccolta differenziata può essere considerata un'opportunità, in quanto dal compost si può ottenere il fertilizzante e inoltre raccogliendo rifiuti da tutto il mondo si possono ottenere nuovi prodotti che possono essere rivenduti. Esistono infatti delle aziende che vivono proprio di questo, ovvero che vendono prodotti riciclati al 100%. Esistono diverse strategie che vengono attuate in Italia e in Europa e tali atti strategici sono regolamentati dall'Unione Europea, a partire dal VI Programma di Azione per l'ambiente che hanno come obiettivo primario l'uso sostenibile delle risorse correlato alla gestione sostenibile dei rifiuti.

Gli obiettivi sono i seguenti:

- Garantire che il consumo delle risorse rinnovabili e non rinnovabili e l'impatto che esso comporta non superi la capacità di carico dell'ambiente;
- Ottenere lo sganciamento dell'uso delle risorse dalla crescita economica;
- Migliorare l'efficienza dell'uso delle risorse anche attraverso la prevenzione dei rifiuti e la massimizzazione del riciclo.

Le Strategie tematiche per la prevenzione ed il riciclo mirano a far diventare L'Europa una società fondata sul riciclaggio, che cerca di evitare la produzione di rifiuti ma che, in ogni caso, li utilizza come risorsa.

Le misure che vengono prese sono:

- Attuazione alla legislazione in vigore
- Introduzione di standard prestazionali per gli impianti di riciclaggio e per i prodotti riciclati, anche attraverso l'estensione della disciplina IPPC
- Introduzione del concetto di "efficienza" dell'operazione recupero compreso il recupero energetico negli impianti di incenerimento di rifiuti
- Introduzione del concetto del "ciclo di vita" nella politica in materia di rifiuti, al fine di individuare più facilmente le priorità e le politiche da adottare per ottenere il massimo beneficio ambientale
- Miglioramento della gestione dei rifiuti biodegradabili
- Adozione di Piani di prevenzione dei rifiuti a livello nazionale, regionale o locale

Le comunicazioni della Commissione Europea date per la gestione dei rifiuti sono:

- Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo relativa alle prossime misure in materia di gestione dei rifiuti organici nell'Unione europea - COM (2010)235 definitivo;
- Comunicazione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni "Un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse - Iniziativa faro nell'ambito della strategia Europa 2020" - COM (2011) 21 definitivo;
- Comunicazione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni "Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse" - COM (2011) 571 definitivo.

Per giungere ad un'Europa efficiente nell'uso delle risorse è necessario utilizzare una combinazione di politiche ed attivare una serie di sinergie tra i diversi settori/risorse coinvolti.

Ciascun cittadino europeo consuma annualmente 16 tonnellate di materiali, 6 delle quali sono sprecate (la metà finisce in discarica).

L'epoca delle risorse abbondanti e a basso costo è finita. La scarsità delle risorse e l'instabilità sul fronte dei prezzi hanno ripercussioni negative sull'economia.

Non è possibile proseguire con i modelli attuali d'impiego delle risorse dal momento che negli ultimi decenni, l'impiego intensivo delle risorse mondiali, in particolare delle risorse non rinnovabili, esercita pressioni sul nostro pianeta e minaccia la sicurezza di approvvigionamento.

È necessario sostenere la ricerca e l'innovazione per assicurare la transizione verso "l'economia verde", incrementare l'occupazione nel settore della "tecnologia verde", sostenere il commercio UE, anche aprendo nuovi mercati per le esportazioni, offrire prodotti più sostenibili, a tutto vantaggio dei consumatori.

È necessario predisporre un insieme adeguato di incentivi in modo che sia il settore privato che quello pubblico investano maggiormente nella ricerca e nell'innovazione per l'utilizzo efficiente delle risorse.

È necessario sostenere soluzioni innovative nei settori dell'energia, dei trasporti, dell'edilizia sostenibile, dell'agricoltura, del riciclaggio, riuso, sostituzione di materie rare o che hanno un considerevole impatto ambientale, nella chimica "verde" e delle plastiche biodegradabili.

È necessario dotarsi di indicatori in grado di misurare la disponibilità delle risorse naturali, la loro ubicazione, il grado di efficienza nel loro impiego, la produzione e il

tasso di riciclaggio dei rifiuti, nonché di monitorare i progressi ottenuti nell'impiego efficiente delle risorse.

È necessario:

- Incrementare il riciclaggio per attenuare la pressione sulla domanda di materie prime, riutilizzare materiali di valore che altrimenti finirebbero come rifiuti e ridurre il consumo di energia e delle emissioni di gas a effetto serra nei processi di estrazione e di lavorazione.
- Migliorare la progettazione dei prodotti per ridurre la domanda di energia e di materie prime, per rendere i prodotti più duraturi e più facili da riciclare, per stimolare l'innovazione tecnologica, creando possibilità imprenditoriali e nuovi posti di lavoro.

Il miglioramento della gestione dei rifiuti contribuisce ad un miglior utilizzo delle risorse e può aprire nuovi mercati e creare posti di lavoro, favorendo una minore dipendenza dalle importazioni di materie prime e consentendo di ridurre gli impatti ambientali.

Entro il 2020 è necessario gestire i rifiuti come una risorsa.

Gli strumenti e le azioni da utilizzare sono:

- riduzione della produzione pro capite;
- diffusione della raccolta differenziata quale strumento per rendere il riciclaggio ed il riuso dei rifiuti opzioni economicamente interessanti;
- Promozione del riciclaggio efficiente e di alta qualità;
- Sviluppo di mercati per le materie prime secondarie;
- Promozione del riciclaggio anche di rifiuti che hanno un impatto ambientale considerevole;
- Eliminazione delle spedizioni illecite di rifiuti;
- Corretta ed omogenea applicazione della legislazione in materia di rifiuti;
- Recupero di energia limitato ai materiali non riciclabili;
- Azzeramento dello smaltimento in discarica.

Gli Interventi programmati dalla Commissione Europea sul tema della gestione dei rifiuti in Europa sono mirati a:

- Stimolare il mercato delle materie riciclate, attraverso incentivi economici e l'elaborazione di misure per prevenire i rifiuti (2013/2014);

- Riesaminare gli obiettivi in materia di prevenzione, riutilizzo, riciclaggio, recupero e trattamento alternativo alla discarica per progredire verso un'economia basata sul riuso e il riciclaggio, con l'eliminazione quasi completa dei rifiuti residui (2014);
- Valutare l'introduzione di quote minime di materie riciclate, di criteri di durabilità e riutilizzabilità ed estendere la responsabilità del produttore per i prodotti principali (2012);
- Valutare i settori in cui la legislazione sui vari flussi di rifiuti potrebbe essere allineata ai fini di una maggior coerenza (2013/2014);
- Continuare a lavorare in seno all'UE e con i partner internazionali per eliminare le spedizioni illegali di rifiuti, in particolare dei rifiuti pericolosi;
- Garantire che il finanziamento pubblico, proveniente del bilancio dell'Unione europea, dia priorità alle attività che si collocano ai livelli più alti della gerarchia dei rifiuti definiti nella direttiva quadro sui rifiuti (per esempio, ad impianti di riciclaggio);
- Agevolare lo scambio delle migliori pratiche in materia di raccolta e trattamento dei rifiuti tra gli Stati membri ed elaborare misure per combattere più efficacemente le violazioni della normativa UE sui rifiuti (2013/2014).

Secondo una Comunicazione della Commissione europea del 18/5/2010, la produzione UE di rifiuti organici oscilla tra 118 e 138 milioni di tonnellate, di cui circa 88 milioni sono costituiti da rifiuti urbani. Nel 2020 l'aumento stimato è del 10%. Negli Stati membri si hanno diversi approcci riguardo alla gestione:

1. Paesi che ricorrono in larga misura all'incenerimento come alternativa alla discarica, con alti livelli di recupero dei materiali e strategie avanzate per la promozione del trattamento biologico dei rifiuti;
2. Paesi con tassi elevati di recupero del materiale ma con percentuali di incenerimento relativamente basse e con tassi di compostaggio tra i più elevati dell'UE;
1. Paesi che fanno ricorso alle discariche e in cui, a causa della mancanza di alternative, il loro abbandono continua a costituire la sfida principale.

### **3.4. La gestione sostenibile dei rifiuti organici**

Nel 2002 il VI programma di azione in materia di ambiente ha sollecitato l'elaborazione di una normativa UE sui rifiuti biodegradabili.

La Strategia tematica per la prevenzione ed il riciclo afferma che l'obiettivo prioritario da conseguire nella gestione dei rifiuti organici è il loro allontanamento dalla discarica che produce metano, un gas serra 21 volte più potente del biossido di carbonio.

La direttiva 1999/31/CE stabilisce specifici obiettivi di riduzione dei rifiuti biodegradabili da allocare in discarica, il cui raggiungimento è attentamente monitorato dalla Commissione Europea per garantire che anche i Paesi che non hanno ancora attivato specifici interventi siano in grado di attuare le disposizioni legislative.

La direttiva 2008/98/CE impone alla Commissione la valutazione sulla gestione dei rifiuti organici allo scopo di presentare una proposta di direttiva.

La Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo del 18/5/2010 in materia di gestione dei rifiuti organici nell'Unione europea - COM (2010)235 definitivo - analizza la situazione europea e indica le misure da intraprendere.

È necessario migliorare:

- La riduzione della produzione dei rifiuti organici attraverso l'eliminazione degli sprechi porterebbe un notevole risparmio economico (circa un terzo degli alimenti acquistati dalle famiglie del Regno Unito diventa rifiuto)
- La prevenzione può determinare una riduzione delle emissioni di circa dieci milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti (4% dell'obiettivo UE per il 2020). In caso di politiche di prevenzione ambiziose si potrebbero evitare fino a 44 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti;
- La trasformazione di tutti i rifiuti organici in energia consentirebbe di raggiungere circa il 2% dell'intero obiettivo in materia di energie rinnovabili;
- La trasformazione dei rifiuti organici in ammendanti, permetterebbe di produrre a livello europeo circa 28 milioni di tonnellate di compost che potrebbe sostituire il 10% dei fertilizzanti fosfatici, il 9% di quelli potassici e l'8% di quelli a base calcio;
- L'uso di compost, consentirebbe di migliorare tra il 3% e il 7% dei terreni agricoli impoveriti dell'UE affrontando il problema del degrado dei suoli europei.

Secondo la Comunicazione della Commissione europea del 18/5/2010:

- Va ridotta la produzione dei rifiuti organici, attraverso l'elaborazione dei programmi nazionali di prevenzione con specifici obiettivi ed indicatori per valutare i progressi ottenuti dal settore;

- I rifiuti organici prodotti devono essere avviati a riciclaggio e/o a recupero energetico riducendo lo smaltimento in discarica che deve accogliere solo rifiuti trattati;
- la Commissione porterà avanti la sua analisi allo scopo di decidere sull'opportunità di fissare obiettivi specifici entro il 2014

Un obiettivo specifico per il trattamento biologico dovrebbe andare di pari passo con il potenziamento della raccolta differenziata al fine di garantire una buona qualità del compost e del digestato; sarà anche valutata la possibilità di stabilire norme minime e standard per il compost ed il digestato.

La Commissione invita gli Stati membri, nell'elaborazione delle misure volte al raggiungimento degli obiettivi nazionali in materia di energie rinnovabili, della necessità di trasformare i rifiuti organici in elettricità, calore o carburante per autotrazione a costi relativamente contenuti, limitando l'uso dei combustibili fossili e aumentando la sicurezza degli approvvigionamenti.

Una strategia per migliorare l'efficienza della catena alimentare è quella di ridurre la produzione annuale totale di rifiuti alimentari nell'UE 27 è di 89 milioni t (179 kg pro-capite). Se non si interverrà entro il 2020 si arriverà a 126 milioni di t (+ 40%). Ogni anno in Europa il 50% del cibo commestibile prodotto diviene rifiuto.

Inoltre, gli sprechi alimentari contribuiscono al riscaldamento globale (89 milioni di t di cibo sprecato producono 170 milioni t di CO<sub>2</sub> equivalente ogni anno).

Un minore spreco di prodotti commestibili significherebbe anche maggiore efficienza nell'utilizzo delle risorse, dei terreni agricoli e delle risorse idriche.

Il Parlamento europeo chiede:

- al Consiglio, alla Commissione, agli Stati membri e agli attori della catena agroalimentare di affrontare con urgenza il problema dello spreco alimentare;
- alla Commissione di definire per gli Stati membri obiettivi specifici di prevenzione degli sprechi di alimenti, nel quadro degli obiettivi di prevenzione dei rifiuti che gli Stati membri devono conseguire entro il 2014 (Direttiva 98/2008/CE) e di avviare azioni concrete per dimezzare entro il 2025 lo spreco alimentare.
- agli Stati membri di introdurre incentivi economici atti a limitare lo spreco di alimenti;
- di intervenire sulle regole che disciplinano gli appalti pubblici per favorire realtà che promuovono azioni di riduzione degli sprechi e redistribuzione delle eccedenze.

Uno dei punti cruciali da sviscerare ancora è lo smaltimento dei rifiuti.

Ad oggi, gli unici metodi per smaltire i rifiuti sono l'incenerimento e le discariche, ma in entrambe i casi, si assiste a fenomeni importanti di inquinamento e impatto ambientale.

Lo smaltimento incontrollato dei rifiuti sul suolo determina una serie di impatti negativi sulle componenti ambientali e sulla salute pubblica.

Detti impatti nella loro generalità sono così sintetizzabili:

- **Inquinamento paesaggistico:** È la forma di inquinamento di più immediata percezione. Sebbene sia tipica di ogni tipologia di rifiuto, si manifesta nei suoi aspetti più vistosi per depositi incontrollati di RSU. Chiaramente, un impatto estetico-paesaggistico negativo ha riflessi immediati sulla possibilità di fruizione dell'area interessata e sul valore economico dei beni in essa insediati. Ma, al di là di questo aspetto, i rifiuti depositati rappresentano un rischio immediato o potenziale di sviluppo degli altri fenomeni di inquinamento sotto descritti.
- **Inquinamento del sottosuolo:** I contaminanti contenuti nei rifiuti possono infiltrarsi nel sottosuolo, direttamente (nel caso di rifiuti liquidi concentrati sversati accidentalmente o dolosamente sul terreno) o tramite dilavamento da parte delle acque di pioggia. Sono tipici i fenomeni di inquinamento delle falde acquifere causati dal percolato di discariche non controllate di rifiuti solidi, e da sversamenti abusivi sul terreno di solventi industriali assai poco assorbibili dalle formazioni geologiche del sottosuolo (solventi aromatici e solventi clorurati). La pericolosità di questi abusi ambientali è connessa all'alta concentrazione di composti inquinanti, anche fortemente tossici, tanto da poter contaminare vaste estensioni dell'acquifero rendendolo inutilizzabile per l'uso potabile.
- **Inquinamento delle acque superficiale:** Questo fenomeno, sia per cause che per effetti, segue di pari passo quello appena descritto relativamente alle acque profonde. Con la differenza che il fenomeno di inquinamento delle acque superficiali ha carattere più acuto; quello che interessa le acque di falda ha carattere più cronico in ragione del lento ricambio naturale delle acque.
- **Inquinamento dell'aria:** È questo un altro tipico fenomeno che caratterizza lo smaltimento incontrollato dei rifiuti sul terreno. Sono molteplici le cause di inquinamento dell'aria da composti maleodoranti o tossici:
- **emissione di composti volatili già presenti in origine nei rifiuti.** È il caso di diverse tipologie di rifiuti industriali (ad es. contaminati da solventi vari). Ma è anche il caso di RSU nei quali, pur in ridotta concentrazione, sono presenti vari

idrocarburi aromatici e idrocarburi clorurati (contenuti nei gas propellenti di bombolette spray);

- emissione di composti volatili formati a seguito di processi biodegradativi dei rifiuti. È questo il caso tipico di rifiuti a matrice organica e specificamente i RSU;
- emissione di composti vari a seguito di combinazione di rifiuti tra loro incompatibili (o incompatibili con l'acqua).

Le forme di inquinamento sopradescritte possono comportare alterazioni più o meno significative delle singole forme di vita animale o vegetale presenti nelle aree interessate o anche degli equilibri di vita di complessi ecosistemi naturali. In Italia ogni persona produce in media 497 chilogrammi di rifiuti urbani all'anno, per un totale di 34 milioni di tonnellate, di cui il 51% viene sottoposto a riciclaggio e compostaggio, riducendo sensibilmente il loro impatto sull'ambiente. Il dato è più o meno in linea con quello medio dei 28 paesi dell'Unione europea, dove nel complesso ogni cittadino produce 482 chilogrammi di rifiuti, il 47% dei quali viene riciclato. Dei 34 milioni di tonnellate solo il 10% viene utilizzato per la valorizzazione energetica a fronte del 25% della Germania e il 33% della Francia. Nella gestione dei rifiuti gli inceneritori sono impianti principalmente utilizzati per lo smaltimento dei rifiuti mediante un processo di combustione ad alta temperatura (incenerimento) che dà come prodotti finali un effetto gassoso composto da diossine, furani, pm 10, pm 2.5, particolato ultrafine, ceneri e polveri.

In alcune tipologie di impianti il calore sviluppato durante la combustione dei rifiuti viene recuperato ed utilizzato per produrre vapore, poi utilizzato per la produzione di energia elettrica o come vettore di calore (ad esempio per il teleriscaldamento). Questi impianti con tecnologie per il recupero vengono indicati con il nome di "inceneritori di rifiuti con recupero energetico", più comunemente "inceneritori" o anche "termovalorizzatori", sebbene tale termine non venga mai utilizzato nella normativa europea e italiana di riferimento, nelle quali si parla solo di inceneritori. In particolare, tutti gli impianti attualmente in funzione in Italia prevedono il recupero del calore, cosa peraltro imposta dalle normative in materia già a partire dal 1997. Tutti i termovalorizzatori sono dotati di apparecchiature per l'abbattimento degli NOx, dei microinquinanti, delle polveri, delle diossine e furani e dei gas serra. Purtroppo, alcuni impianti hanno presentato, a volte, emissioni fuori norma con alte concentrazioni di mercurio, cadmio, diossine, acido cloridrico, ecc. In Italia sono attivi circa 60 termovalorizzatori a fronte dei 140 della Francia e dei 95 della Germania. In Italia la gestione dei rifiuti è comunque molto problematica per l'infiltrazione della criminalità,

traffici illeciti e cattiva gestione della cosa pubblica. Le categorie principali e quantitativamente predominanti di rifiuti inceneribili sono: Rifiuti Solidi Urbani (RSU); Rifiuti speciali. Vi è poi una grande quantità di rifiuti non inceneribili (classificati “inerti”) provenienti da costruzioni e demolizioni: questi costituiscono una percentuale di circa il 30% del totale, pari a circa 30 milioni di tonnellate l’anno (dati 2014). Prima di procedere all’incenerimento però i rifiuti possono essere trattati tramite processi speciali volti a eliminare i materiali non combustibili (vetro, metalli, inerti) e la frazione umida (la materia organica come gli scarti alimentari, agricoli, ecc.). I rifiuti trattati in questo modo sono definiti CDR (ovvero “combustibile derivato dai rifiuti”) o più comunemente ecoballe.

### **3.5 Che cos’è un inceneritore?**

Un inceneritore è un impianto adibito allo smaltimento dei rifiuti che funziona tramite distruzione dei materiali inerti. I rifiuti, in pratica, vengono bruciati o come suggerisce la parola stessa ‘inceneriti’. Questi impianti devono rispondere a precise normative che definiscono il tipo di rifiuti che possono essere conferiti negli inceneritori. Ad esempio, è vietato incenerire materiali che durante la combustione possono sprigionare esalazioni o scorie particolarmente tossiche per la salute umana. Inoltre, i fumi derivanti dalla combustione devono essere adeguatamente monitorati e filtrati secondo quanto stabilito dalla normativa vigente in materia. [15]

Il termovalorizzatore, invece, è un impianto dedicato allo smaltimento dei soli rifiuti solidi che utilizza un processo di incenerimento simile all’inceneritore, ma a differenza di quest’ultimo trasforma in energia elettrica il calore prodotto dalla combustione. Semplificando, il vapore creato muove delle turbine che convertono queste masse di aria calda in energia. Una differenza tutt’altro che trascurabile, dunque, visto che l’impianto di termovalorizzazione contribuisce alla produzione di energia ‘pulita’ a partire dai rifiuti.

#### **3.5.1 Gli inceneritori più diffusi in Europa sono del tipo “a griglie”**

Il forno è solitamente dotato di una o più griglie mobili (forno a “griglie”) per permettere il continuo movimento dei rifiuti durante la combustione. Una corrente d’aria forzata viene inserita nel forno per apportare la necessaria quantità di ossigeno che permetta la migliore combustione, mantenendo alta la temperatura (fino a 1000° C e più). Per permettere tali temperature, qualora il potere calorifico del combustibile sia troppo basso, talvolta viene immesso del gas metano in una quantità variabile fra i 4 e

i 19 m<sup>3</sup> per tonnellata di rifiuti. Accanto a una camera per combustione primaria viene associata una camera di combustione secondaria (camera di post-combustione), con lo scopo di completare la combustione dei fumi nel miglior rispetto della normativa vigente. La forte emissione di calore prodotta dalla combustione di metano e rifiuti porta a vaporizzare l'acqua in circolazione nella caldaia posta a valle, per la produzione di vapore surriscaldato ad alto contenuto entalpico. Il calore generato mette in movimento una turbina che, accoppiata a un motoriduttore e a un alternatore, trasforma l'energia termica in energia elettrica producendo corrente alternata per espansione del vapore surriscaldato. Le componenti dei rifiuti non combustibili vengono raccolte in una vasca piena d'acqua posta a valle dell'ultima griglia. Le scorie, raffreddate in questo modo, sono quindi estratte e smaltite in discariche speciali. Ovviamente, separando preventivamente gli inerti dalla frazione combustibile si ottiene una riduzione delle scorie. L'acqua di raffreddamento (circa 2,5 m<sup>3</sup>/t) deve essere depurata prima di essere scaricata in ambiente. Le ceneri sono classificate come rifiuti speciali non pericolosi, mentre le polveri fini (circa il 4% del peso del rifiuto in ingresso) intercettate dal sistema di filtrazione sono classificate come rifiuti speciali pericolosi. Entrambe sono smaltite in discariche per rifiuti speciali. Vi sono state esperienze di riuso delle ceneri pesanti. Dopo la combustione i fumi caldi (circa il 140%-150% in peso del rifiuto in ingresso) passano in un sistema multistadio di filtraggio, per l'abbattimento del contenuto di agenti inquinanti sia chimici che solidi. Dopo il trattamento e il raffreddamento, i fumi vengono rilasciati nell'atmosfera a circa 140.

### **3.5.2 Tipologie di inceneritori**

In funzione della specifica tecnologia adoperata nella camera di combustione primaria, è possibile distinguere i seguenti tipi di inceneritore:

- Inceneritore a letto fluido;
- Inceneritore a griglie;
- Inceneritore a focolare multi-step;
- Inceneritore a forno rotativo.

In un inceneritore i rifiuti vengono direttamente bruciati ed il calore viene usato per produrre vapore, negli impianti di gassificazione/pirolisi i rifiuti vengono invece convertiti parzialmente in gas (syngas) che può essere poi utilizzato in cicli termodinamici più efficienti.

L'incenerimento dei rifiuti produce scorie solide pari circa al 10-12% in volume e 15-20% in peso dei rifiuti introdotti, e in più ceneri per il 5%. Gran parte della massa immessa nei forni viene infatti combusta ottenendo dei fumi che verranno opportunamente pretrattati prima di essere emessi dal camino.

- Le ceneri volanti e le polveri intercettate dall'impianto di depurazione dei fumi sono rifiuti speciali altamente tossici (in quanto concentrano molti degli inquinanti più nocivi), che come tali sono soggetti alle apposite disposizioni di legge e sono poi conferiti in discariche speciali.
- Le scorie pesanti, formate dal rifiuto incombusto – acciaio, alluminio, vetro e altri materiali ferrosi, inerti o altro – sono raccolte sotto le griglie di combustione e possono poi essere divise a seconda delle dimensioni e quindi riciclate se non troppo contaminate.

Esistono alcune alternative ai classici inceneritori, attualmente però poco diffuse in Europa.

### **3.5.3 Gassificatori e pirolizzatori**

Un'alternativa a tutti gli impianti di incenerimento per combustione sono i gassificatori (da non confondersi con i rigassificatori) e gli impianti di pirolisi. In tali impianti i rifiuti vengono decomposti termochimicamente mediante l'insufflazione di una corrente di azoto (nei gassificatori anche ossigeno) ad elevate temperature, ottenendo come prodotti finali un gas combustibile (detto syngas) e scorie solide. In pratica, mentre negli inceneritori il materiale viene riscaldato in presenza di ossigeno e avviene una combustione che genera calore e produce composti gassosi ossidati, negli impianti di pirolisi lo stesso riscaldamento viene effettuato in assenza totale di ossigeno e il materiale subisce la scissione dei legami chimici originari con formazione di molecole più semplici. La gassificazione, che avviene in presenza di una certa quantità di ossigeno, può essere considerata come una tecnologia intermedia tra l'incenerimento e la pirolisi propriamente detta.

La pirolisi consiste nella trasformazione dei rifiuti tramite la trasformazione in C.S.S. (Combustibile Solido Secondario) e gassificazione del C.S.S. per la produzione di Energia elettrica ed Energia termica.

La pirolisi è un processo di decomposizione termochimica in assenza di ossigeno e senza fiamma che per effetto del calore determina il cracking termico delle molecole

ovvero la rottura dei legami chimici e la trasformazione della materia in componenti più semplici.

L'attuale sistema di gestione dei rifiuti urbani presenta numerose criticità connesse all'elevata quota di smaltimento in discarica, alla modesta percentuale di riciclaggio, alla criminalità ed al crescente livello di morosità. Il principale problema del sistema attuale è l'assenza di una relazione economica tra i costi e il corretto comportamento dei cittadini e degli operatori economici. Gli operatori non hanno una motivazione economica per ridurre le componenti potenzialmente generatrici di rifiuti né per favorire il riciclo o il riutilizzo. La riforma dovrebbe basarsi su tre principi. Il primo principio dovrebbe essere quello di attribuire i costi di gestione dei rifiuti ai soggetti che immettono sul mercato prodotti potenzialmente generatori di rifiuti. Applicando un adeguato Contributo ambientale a carico dei produttori/importatori di beni e servizi si potrebbe non solo generare il flusso di cassa necessario ai Comuni per coprire i costi di raccolta e smaltimento ma anche per incentivare la raccolta differenziata e il riciclaggio. Nel nuovo modello il Contributo ambientale verrebbe in tutto o in parte traslato sui prezzi dei beni e servizi (prezzi comunque soggetti alla compressione concorrenziale); il pagamento dei costi di gestione dei rifiuti urbani da parte dei cittadini avverrebbe quindi all'atto dell'acquisto dei prodotti e sarebbe connesso e modulato con la natura e il quantitativo dei rifiuti che originano dai prodotti acquistati. Tale nuovo modello consentirebbe di stimolare i produttori a ridurre le componenti dei prodotti che generano rifiuti, attribuire equamente i costi di gestione del sistema dei rifiuti, eliminare la TARES o altre forme di tassazione (TARI), rimuovere anche l'iniquità connessa al problema della morosità. Nel complesso si tratterebbe di una manovra da circa dieci miliardi di €/anno che non solo non determinerebbe un innalzamento del prelievo fiscale ma indurrebbe nel tempo una maggiore efficienza che si tradurrebbe in minori costi per i cittadini e le imprese. Inoltre, la riforma non inciderebbe né sull'equilibrio finanziario dei Comuni (che anzi, si vedrebbero sollevati dagli oneri e dalle incertezze relative alla riscossione delle imposte), né sull'attuale sistema dei consorzi (CONAI), se non in termini di rafforzamento. Il nuovo modello sarebbe infine del tutto compatibile (ed anzi più aderente) agli indirizzi comunitari, ad iniziare da quello del "chi inquina paga". Il secondo principio della riforma dovrebbe essere che il contributo ambientale da caricare sul prezzo dei prodotti immessi al consumo dovrebbe essere tale da coprire i costi per il recupero dei suddetti prodotti a fine vita (per brevità "i rifiuti") in modo da consentirne il riuso, il riciclo o lo smaltimento (tramite termovalorizzatore o in discarica). Questo principio si ispira al più generale principio che "l'inquinatore paga" affermato in molti documenti dell'Unione Europea come cardine della politica ambientale europea facendo

corrispondere il pagamento al costo per l'abbattimento dell'inquinamento medesimo. Il terzo principio della riforma prevede l'introduzione di meccanismi economici che incentivino la partecipazione attiva dei cittadini e delle comunità locali alla riduzione della produzione dei rifiuti da mandare in discarica o verso termovalorizzatori massimizzando la raccolta differenziata. Questo principio è un corollario del secondo in quanto il costo della raccolta differenziata fa parte dei costi complessivi per affrontare il tema della minimizzazione dei costi ambientali tre legati allo smaltimento dei prodotti acquistati dai consumatori. Allo stesso tempo però trasforma in elemento positivo, premiato monetariamente, il comportamento dei cittadini che collaborano attivamente per incrementare la raccolta differenziata e la sua qualità. In sostanza si passerebbe da una situazione nella quale i cittadini pagano per conferire i rifiuti ad una situazione nella quale i cittadini vengono pagati per fare la raccolta differenziata e per il corretto conferimento dei rifiuti. La piena attuazione del nuovo modello di gestione dei rifiuti urbani consentirebbe di:

- accelerare il raggiungimento di una elevata percentuale di raccolta differenziata;
- ridurre di conseguenza la necessità di aprire nuove discariche;
- ridurre i fenomeni criminosi associati alla gestione dei rifiuti urbani;
- creare occasioni per lo sviluppo di filiere industriali, di norma ad elevata intensità tecnologica.

Soprattutto, la riforma renderebbe il sistema di gestione dei rifiuti urbani sempre più efficiente non solo dal punto di vista ambientale ma anche economico; infatti i costi delle amministrazioni tenderebbero a ridursi grazie ai minori conferimenti in discarica ed ai maggiori ricavi connessi alle vendite di materiali recuperati, ed anche i Contributi ambientali diminuirebbero progressivamente in relazione ai miglioramenti in termini quantitativi e qualitativi dei prodotti che generano rifiuti. Naturalmente la riforma, sebbene finalizzata a massimizzare il riciclaggio, inciderebbe non solo sulla riduzione delle quantità da conferire in discarica ma anche sull'aumento di quelle da destinare al compostaggio e alla termovalorizzazione; va notato, tuttavia, che la migliore caratterizzazione dei rifiuti potrebbe fortemente contribuire a superare l'innaturale "territorialità" nella gestione degli impianti di chiusura del ciclo dei rifiuti, ed in particolare dei termovalorizzatori: se i fossero rifiuti ben caratterizzati potrebbero essere "normalmente" commercializzati (di fatto come dei combustibili) consentendo il pieno utilizzo dei termovalorizzatori esistenti e riducendo di molto la necessità di realizzare ulteriori impianti. L'auspicabile piena applicazione di questi nuovi principi

alla gestione dei rifiuti urbani potrà infine essere gradualmente estesa anche ai rifiuti speciali che, originando da settori produttivi molto diversi (industria, servizi, agricoltura etc.), presentano in molti casi esigenze gestionali specifiche.

Dal punto di vista normativo il percorso che appare più efficiente è quello di una legge delega che affidi la disciplina di dettaglio della riforma ad uno o più decreti legislativi. Si tratterebbe di iniziative che potrebbero essere completate, sia dal punto di vista normativo che attuativo, in un tempo inferiore ai 24 mesi.

L'attuale sistema di gestione dei rifiuti urbani non funziona:

- l'Italia continua a smaltire in discarica quasi metà dei suoi rifiuti urbani (44% pari a circa 13 milioni di tonnellate/anno);
- nessun territorio italiano è ormai disposto ad accogliere nuove discariche e la situazione è critica in alcune grandi città;
- la raccolta differenziata non raggiunge il 40%;
- l'infiltrazione della criminalità è diffusa;
- il livello di morosità è elevato e crescente in molte aree del Paese.

Di fatto il settore induce non solo gravi oneri ambientali ma anche importanti costi economici connessi all'inefficienza complessiva del ciclo dei rifiuti e soprattutto dalle mancate opportunità di sviluppo di una filiera industriale del riciclo. Il confronto con la Germania, che è uno dei Paesi europei più avanzati nel settore, evidenzia efficacemente la distanza che separa i due sistemi di gestione dei rifiuti (vedi tabella 1).

**Tabella 1 – Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti urbani, Anno 2011.**  
**Fonte ISP**

	<b>DISCARICA</b>	<b>INCENERIMENTO</b>	<b>RICICLAGGIO</b>	<b>COMPOSTAGGIO</b>
	%	%	%	%
<b>Italia</b>	44	19	24	13
<b>Germania</b>	1	37	54	17

Il principale problema del sistema attuale di gestione dei rifiuti urbani è che è largamente assente una relazione economica tra i costi e il corretto comportamento dei cittadini e degli operatori economici. I cittadini pagano il servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti sulla base di parametri che esulano dal loro effettivo comportamento e quindi spesso considerano iniquo il tributo; dove i controlli e le sanzioni sono meno efficaci la morosità raggiunge livelli elevatissimi con negative conseguenze per coloro che pagano o per i bilanci delle amministrazioni. Gli operatori, ovvero i produttori e i distributori di beni e servizi, non hanno una motivazione economica, con l'importante eccezione degli imballaggi gestiti dai consorzi, per ridurre le componenti potenzialmente generatrici di rifiuti né, soprattutto, per favorire il riciclo o il riutilizzo; in realtà, salvo alcuni obblighi normativi di settore, la principale motivazione per gli operatori è solo il "marketing ambientale", ovvero la maggiore attrazione commerciale dei prodotti compatibili con l'ambiente. Come accennato, la principale eccezione è costituita dal Consorzio nazionale imballaggi (CONAI) che come è noto è un sistema composto da sei consorzi di filiera (acciaio, alluminio, carta, legno, plastica e vetro) che gestiscono il recupero ed il riciclo degli imballaggi usati. Il sistema si basa sul prelievo di un Contributo ambientale all'atto della cosiddetta "prima cessione", ovvero al momento del trasferimento nel territorio nazionale dell'imballaggio dal produttore al primo utilizzatore; i soggetti tenuti al versamento del contributo sono quindi i produttori/importatori di imballaggi vuoti e gli importatori di merci imballate. I ricavi da contributo ambientale del Sistema CONAI-Consorzi nel 2012 sono stati pari a 367,6 milioni di €, ai quali si sono sommati oltre 150 milioni di ricavi da vendite del materiale per riciclo; ciò ha consentito di erogare ai Comuni per

il ritiro degli imballaggi conferiti al servizio pubblico corrispettivi pari a 321,1 milioni di € e di provvedere a tutti gli altri costi di logistica e funzionamento. Il Contributo ambientale, sebbene di importo modesto rispetto al valore della produzione, è in ogni caso anche un esempio di incentivo economico alla riduzione del peso degli imballaggi. La proposta La riforma dovrebbe basarsi su due principi. A) Il primo principio dovrebbe essere la rimozione delle evidenti iniquità presenti nell'attuale tributo (TARES) o in altre future forme di prelievo fiscale connesso alla dimensione delle abitazioni (TARI), attraverso un sistema che attribuisca i costi di gestione dei rifiuti ai soggetti che immettono sul mercato prodotti potenzialmente generatori di rifiuti. Per applicare tale principio occorre passare da sistemi che appaiono una semplice tassa sulla superficie abitata, ad uno nuovo strumento di imputazione dei costi che risulti strettamente connesso con la produzione e la natura dei rifiuti. 7 Di fatto si tratterebbe di rafforzare, articolare ed estendere il modello di contribuzione a carico di produttori e importatori già applicato dal sistema CONAI. Applicando un adeguato Contributo ambientale a carico dei produttori/importatori delle merci si potrebbe non solo generare il flusso di cassa necessario ai Comuni per coprire i costi di raccolta e smaltimento ma anche, come si dirà più avanti, per incentivare la raccolta differenziata e il riciclaggio. Tale Contributo ambientale dovrebbe essere diverso da quello applicato dal CONAI, non solo perché dovrebbe coinvolgere anche i produttori/importatori di beni e servizi e non solo di imballaggi ma anche perché dovrebbe differenziarsi sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo. Infatti, un Contributo ambientale calcolato solo in base al peso della frazione merceologica è idoneo solo per la raccolta dei rifiuti "facili" (grandi quantitativi concentrati in un unico sito, tipici del settore industriale e terziario) ma è iniquo e inadatto agli obiettivi di raccolta dei rifiuti urbani. È iniquo perché non tiene conto delle difficoltà di recupero (maggiore potenziale dispersione dei piccoli oggetti rispetto ai grandi manufatti) e dei problemi di riciclaggio (materiali compositi o rivestiti possono ostacolare fino a rendere impossibile il riciclaggio). D'altra parte, il fatto che gli attuali Contributi ambientali applicati dal CONAI siano inadatti ai rifiuti urbani è reso evidente dalle basse percentuali di raccolta differenziata conseguita anche nei settori in cui operano i consorzi (salvo il vetro) rispetto a quelle di recupero dei consorzi che da una parte si riferiscono solo agli imballaggi e dall'altra comprendono anche il settore

Il secondo principio della riforma dovrebbe essere l'introduzione di meccanismi economici che incentivino la partecipazione attiva dei cittadini e delle comunità locali alla riduzione della produzione dei rifiuti ed alla massimizzazione della raccolta differenziata. Al nuovo modello di imputazione dei costi dovrebbe dunque essere accoppiato un sistema premiante che restituisca una parte degli oneri sostenuti ai cittadini che collaborano attivamente per incrementare la raccolta differenziata e la sua

qualità. In sostanza si passerebbe da una situazione nella quale i cittadini pagano per conferire i rifiuti ad una situazione nella quale i cittadini vengono pagati per fare la raccolta differenziata e per il corretto conferimento dei rifiuti. Le risorse economiche per premiare la raccolta differenziata deriverebbero, come detto, in parte da una quota, pari a circa 2 miliardi di €/anno, dei Contributi versati dai produttori-importatori (in sostanza una parziale restituzione di quanto pagato al momento dell'acquisto dei prodotti) ed in parte più modesta (circa 500 milioni) dal valore stesso del rifiuto conferito. Il premio potrà essere gestito con moneta elettronica associata a sacchetti differenziati per frazione merceologica la cui tracciabilità sia garantita attraverso codici a barre o altro sistema adeguato che consenta controlli a campione. La dimensione del premio, eventualmente articolata per tipologia merceologica, dovrà essere quella minima per giustificare l'attenzione dei cittadini; ad es. un valore pari a 100 €/tonnellata vorrebbe dire un analogo importo annuale per una famiglia di 4 persone e un costo complessivo dell'ordine di 2,5 miliardi di €/anno se si arrivasse all'80% di raccolta differenziata dei rifiuti urbani su tutto il territorio nazionale. Un premio della dimensione indicata consentirebbe anche l'attivazione di servizi, gestiti dai comuni o aperti all'iniziativa privata, per il ritiro domiciliare dei rifiuti urbani a favore dei soggetti che non vogliono o, soprattutto, non possono (anziani, persone non autosufficienti etc.) autonomamente conferire il rifiuto differenziato ai punti di raccolta comunali; infatti, ipotizzando un servizio di ritiro settimanale sarebbero mediamente sufficienti 50 famiglie al giorno per garantire un reddito annuo di circa 20.000 €.

L'applicazione del nuovo modello dovrebbe essere preceduta da alcune iniziative quali:

- la standardizzazione dei rifiuti sul territorio nazionale attraverso appositi simboli da apporre su imballaggi e prodotti (oggi per molti rifiuti non è chiara la tipologia oppure cambia da comune a comune);
- la disciplina dei punti di raccolta della differenziata e del servizio porta a porta, di norma comunali ma che potrebbero essere aperti all'iniziativa privata in quanto si tratta di rifiuti cui si è attribuito valore e quindi a minor rischio di dispersione;
- la realizzazione da parte dei comuni di un adeguato numero di punti di raccolta attrezzati per la gestione della differenziata.

Inoltre, sarebbero necessarie anche alcune iniziative di “accompagnamento” della riforma in termini di informazione, da rendere eventualmente anche attraverso il

sistema scolastico, e di supporto ai consumatori attraverso, ad esempio, la realizzazione di un apposito “sportello” con il coinvolgimento delle associazioni dei consumatori. La piena attuazione del nuovo modello di gestione dei rifiuti urbani consentirebbe di:

- accelerare il raggiungimento di una elevata percentuale di raccolta differenziata;
- ridurre di conseguenza la necessità di aprire nuove discariche;
- ridurre i fenomeni criminosi associati alla gestione dei rifiuti urbani;
- creare occasioni per lo sviluppo di filiere industriali, di norma ad elevata intensità tecnologica.

Soprattutto, la riforma renderebbe il sistema di gestione dei rifiuti urbani sempre più efficiente non solo dal punto di vista ambientale ma anche economico; infatti i costi delle amministrazioni tenderebbero a ridursi grazie ai minori conferimenti in discarica ed ai maggiori ricavi connessi alle vendite di materiali recuperati, ed anche i Contributi ambientali diminuirebbero progressivamente in relazione ai miglioramenti in termini quantitativi e qualitativi dei prodotti che generano rifiuti. Naturalmente la riforma, sebbene finalizzata a massimizzare il riciclaggio, inciderebbe non solo sulla riduzione delle quantità da conferire in discarica ma anche sull'aumento di quelle da destinare al compostaggio e alla termovalorizzazione; va notato, tuttavia, che la migliore caratterizzazione dei rifiuti potrebbe fortemente contribuire a superare l'innaturale “territorialità” nella gestione degli impianti di chiusura del ciclo dei rifiuti, ed in particolare dei termovalorizzatori: se i fossero rifiuti ben caratterizzati potrebbero essere “normalmente” commercializzati (di fatto come dei combustibili) consentendo il pieno utilizzo dei termovalorizzatori esistenti e riducendo di molto la necessità di realizzare ulteriori impianti. L'auspicabile piena applicazione di questi nuovi principi alla gestione dei rifiuti urbani potrà infine essere gradualmente estesa anche ai rifiuti speciali che, originando da settori produttivi molto diversi (industria, servizi, agricoltura etc.), presentano in molti casi esigenze gestionali specifiche. Dal punto di vista normativo il percorso che appare più efficiente è quello di una legge delega che affidi la disciplina di dettaglio della riforma ad uno o più decreti legislativi. Si tratterebbe di iniziative che potrebbero essere completate, sia dal punto di vista normativo che attuativo, in un tempo inferiore ai 24 mesi. In conclusione, è una riforma che farebbe bene al Paese, ed è una riforma che si può fare. Il più grande vantaggio della raccolta differenziata è la salvaguardia dell'ambiente. Si ha meno inquinamento dato che i rifiuti non sono stoccati nelle discariche: più si ricicla, meno si danneggia l'ambiente. Riutilizzando le materie prime si risparmiano le risorse naturali e, al contempo, si genera nuovo valore da ciò che è stato già utilizzato. Dato che le aziende devono produrre meno materia prima, si avrà minor utilizzo di energia e quindi meno

emissioni inquinanti. Possiamo eliminare o, quantomeno, ridurre le discariche, che rischiano di inquinare le falde acquifere e il terreno su cui poggiano, e che comunque causano degrado ambientale del territorio che interessano. Si evita che le plastiche finiscano in mare e che poi finiscano nell'organismo dei pesci e quindi nel nostro. La raccolta differenziata fa bene anche all'economia e anche ai posti di lavoro. Il primo vantaggio economico è che riciclando, si risparmiano materie prime e si utilizzano in modo efficiente le risorse che servono per produrle. Creare le materie prime seconde a partire dalla raccolta dei rifiuti è spesso conveniente, anche se come dicevamo dipende dal grado di "purezza" della differenziata. I punti a favore della differenziata, comunque, non si esauriscono qui: per controllare, lavare e poi lavorare i diversi tipi di rifiuti servono altrettanti impianti, che a loro volta necessitano di operatori. Per le industrie che poi rilevano quel materiale, c'è gran risparmio rispetto che acquistare materia prima vergine. Insomma, l'indotto economico è notevole e si riflette anche in benefici per il territorio, comprese le assunzioni di personale.

Il principale vantaggio della raccolta differenziata risiede nella maggiore sostenibilità economica di un prodotto riciclato rispetto ad uno ottenuto processando materie prime. Ogni volta che la spazzatura non viene riciclata (è possibile farlo con circa il 75% dei rifiuti domestici), termina nelle discariche o negli inceneritori danneggiando gravemente l'ambiente. Fare la raccolta differenziata aiuta l'industria e fa risparmiare energia, perché permette di recuperare materie prime in modo economico. Inoltre, questo processo equivale a preservare la salute collettiva: se non si effettua la differenziata e si creano discariche a cielo aperto, il problema riguarderà tutti. Ne risentono, infatti, anche terra ed acqua con inevitabili ripercussioni sugli alimenti che vengono messi quotidianamente sulle nostre tavole, gran parte dei quali a rischio contaminazione. Senza dimenticare i danni provocati dal degrado ambientale: i rifiuti sintetici non riciclati, infatti, danneggiano clima ed ecosistema. A subirne le conseguenze è anche la fauna – uccelli e mammiferi in primis.

### **3.6 Come si potrebbe migliorare il processo produttivo**

Un altro modo per raggiungere l'obiettivo di ridurre gli sprechi, e di conseguenza, i fattori e i materiali inquinanti, sarebbe quello di utilizzare un approccio di Lean Manufacturing, ovvero di "produzione snella".

Il termine "produzione snella" è stato coniato da John Krafcik nel suo articolo del 1988, "Triumph of the lean production system", basato sulla sua tesi di laurea al MIT Sloan

School of Management. Il termine è stato poi ripreso dagli studiosi James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos nel libro "*La macchina che ha cambiato il mondo*", in cui i tre studiosi hanno per primi analizzato in dettaglio e confrontato le prestazioni del sistema di produzione dei principali produttori mondiali di automobili con la giapponese Toyota, rivelando le ragioni della netta superiorità di quest'ultima rispetto a tutti i concorrenti.

La produzione snella è dunque una generalizzazione e divulgazione in occidente del sistema di produzione Toyota (o Toyota Production System - TPS), che ha superato i limiti della produzione di massa (sviluppato da Henry Ford e Alfred Sloan) applicata allora (e ancora oggi) dalla quasi totalità delle aziende occidentali.

Le forme di spreco definite nell'ambito del Toyota Production System sono, per chi conserva un'impostazione protofordista, controintuitive:

- eccesso di attività: realizzare attività che non producono valore;
- movimento: spostarsi per raggiungere materiali lontano dal punto di utilizzo;
- difetti: produrre scarti o rilavorazioni;
- scorta: acquistare o produrre materiali in eccesso rispetto al fabbisogno del processo successivo;
- eccesso di produzione: produrre più di quanto richiesto dal cliente o dal processo successivo;
- attesa: impiegare il tempo in maniera non produttiva;
- trasporto: spostare il materiale senza necessità connesse alla creazione del valore.

Esistono 5 principi-guida che delineano il modello teorico della produzione snella:

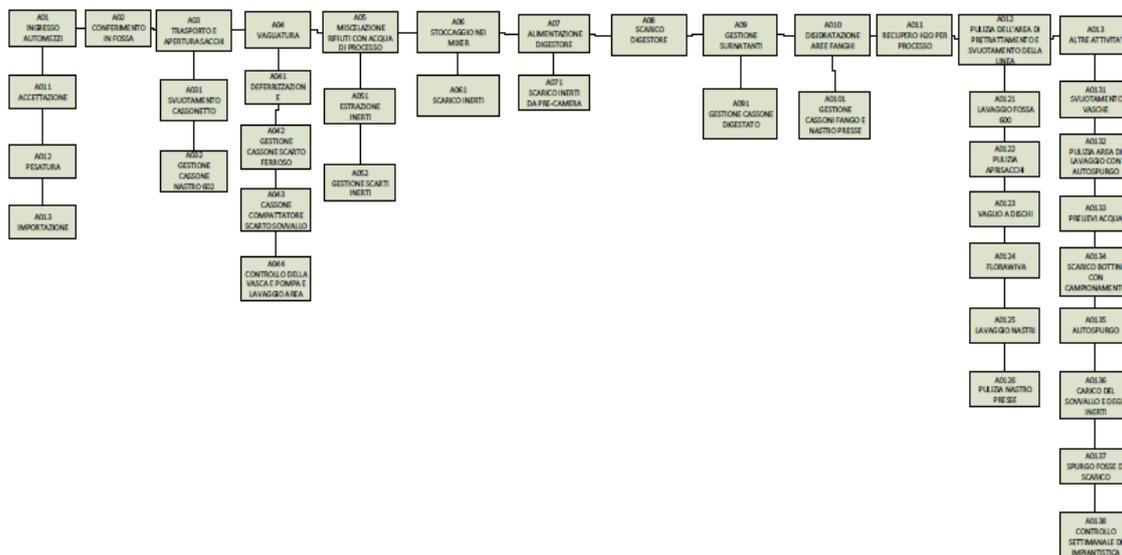
1. definire il valore dal punto di vista del cliente; cosa il cliente è veramente disposto a pagare;
2. identificare il flusso di valore; identificare l'insieme di azioni che portano a realizzare il prodotto o il servizio;
3. far fluire tutte le attività; tutto deve realizzarsi per processi e non per funzioni, senza soste o interruzioni;
4. impostare le attività secondo la logica "pull" e non "push", ovvero realizzare un'attività solo quando il processo a valle lo richieda;
5. perseguire la perfezione tramite continui miglioramenti (fare kaizen, parola composta che significa KAI = cambiamento, miglioramento e ZEN= buono, migliore).

Tramite la Lean Production è possibile ottenere, a fronte di investimenti limitati, significativi miglioramenti rispetto a numerosi fattori chiave:

- riduzione tempi di consegna e aumento puntualità (livello di servizio);
- aumento efficienza e produttività delle risorse;
- diminuzione costi di lavorazione;
- aumento livello di qualità;
- incremento flessibilità alle variazioni del mix;
- riduzione delle scorte intermedie e finali;
- e così via.

Nonostante l'elevatissimo potenziale, la Lean Production (nota anche come Toyota Production System) è ancora relativamente poco diffuso presso le aziende italiane. Infatti, la focalizzazione sulla riduzione delle attività che non aggiungono valore (gli sprechi) tende a mettere in discussione la tradizionale logica di produzione “per lotti e code” in favore di una produzione quanto più possibile “a flusso”. Le tecniche della Lean Production non implicano però necessariamente, come erroneamente si può pensare, l'esistenza linee di produzione dedicate alle famiglie di prodotti, ma possono essere applicate con successo anche laddove vi è una organizzazione per reparti specializzati o per isole. In questi contesti si possono ottenere grandi benefici affiancando alla Lean Production l'approccio suggerito dalla Teoria dei Vincoli (Theory of Constraints – TOC) di E.Goldratt. Infatti, la Teoria dei Vincoli fornisce valide indicazioni per la gestione dei colli di bottiglia e delle risorse critiche (Drum Buffer Rope), permettendo la creazione di un flusso “virtuale” anche nei contesti dove è difficile dare luogo ad un flusso fisico continuo. In molti contesti, l'applicazione delle tecniche del Lean Production e della Teoria dei Vincoli può essere realizzata semplicemente rivedendo i metodi di lavoro, riprogettando il layout produttivo e adeguando il sistema di pianificazione, con investimenti decisamente contenuti. Nella maggior parte dei casi si fa uso dei mezzi produttivi già esistenti, e questo permette un ritorno dell'investimento estremamente rapido ed un vantaggio stabile nel tempo. Infine, è importante sottolineare le metodologie del Lean Production pur essendo state concepite in ambito manifatturiero, possono essere applicate con successo anche negli uffici e nei processi di erogazione di servizi (vedi a questo proposito la pagina tematica sul Lean Office). L'erogazione di un servizio è infatti un processo produttivo al 100%, le cui criticità (carichi di lavoro, flussi, colli di bottiglia, ottimizzazione delle risorse, livello di servizio etc.) sono fortemente analoghe a quelle della produzione in senso stretto, rendendo queste tecniche applicabili con successo. La gestione dei rifiuti è un servizio pubblico a favore dei cittadini e non solo,

a favore dell'ambiente e a favore economico. Il processo produttivo della gestione dell'umido di Acea pinerolese è all'avanguardia, ma potrebbe essere ulteriormente migliorato applicando i metodi di lean manufacturing, che di fatto, sono poco applicati nel settore terziario, ma utilizzati maggiormente nel settore automobilistico. Riprendendo il processo produttivo della gestione dell'umido, alcune attività potrebbero essere ottimizzate, sia a livello di riduzione del tempo, che porta ad una conseguente diminuzione degli sprechi economici, sia di gestione delle attività. Riprendendo lo schema dei sotto processi della linea dell'umido di Acea, possiamo individuare le attività principali.



Le attività principali sono:

- AO1 Ingresso automezzi: Attività svolta dal servizio di pesatura.
- A011 Accettazione: Si definisce le modalità di conferimento presso gli impianti attraverso la verifica della conformità amministrativa e tecnica, in quantità e qualità, dei rifiuti.
- A012 Pesatura: Il controllo della quantità dei rifiuti in ingresso, definito dalle singole autorizzazioni, avviene mediante pesatura di ogni carico conferito attraverso il servizio di pesatura a cura di RN.
- A013 Importazione: Caricamento dati pesatura.
- A02 Conferimento in fossa: Conferimento in fossa della frazione organica da automezzi.
- A03 Trasporto e apertura apri sacchi: svuotamento fossa di ricevimento rifiuti.

- A031 Svuotamento cassonetti: Attività di svuotamento cassonetto (N.B. se il materiale non è idoneo, viene espulso dall'apri sacchi e fatto cadere in un cassone e si scarica nel sovrvallo).
- A032 Gestione cassone 602: Svuotamento cassone dedicato alle spazzole di pulizia nastro.
- A04 Vagliatura: L'operatore prende il cassone e lo scarica nel cassone di stoccaggio dello scarto ferroso.
- A041 Deferrizzazione: Estrazione del materiale ferroso all'interno dei flussi d'impianto.
- A042 Gestione cassone scarto ferroso: Attività di svuotamento cassoni prodotti dall'attività di deferrizzazione.
- A043 Cassone compattatore scarto sovrvallo: Viene sostituito il cassone compattatore che consiste nella fermata della linea di pretrattamento. Un operatore con il muletto mette un cassone sotto la bocca di scarico del compattatore per raccogliere il materiale che cade.
- A044 Controllo della vasca e pompa e lavaggio area: Controllo del corretto funzionamento della pompa e mantenimento area per garantire il recupero dei percolati recuperato dalla compattazione.
- A05 Miscelazione rifiuti con acqua di processo: L'operatore prende il cassone pieno e lo svuota nel cassone degli scarti inerti che lo svuota nell'area scarti inerti
- A051 Estrazione inerti: Attività di asportazione del materiale inerte presente all'interno della miscela
- A052 Gestione cassone inerti: Svuotamento cassoni dagli inerti e vanno sulla vasca Florawiva
- A06 Stoccaggio nei mixer: L'operatore con il muletto mette un cassone nella trappola ed effettua uno scarico contenente inerti, va in fossa 600, fa tracimare la parte liquida all'interno della fossa 600 e la parte solida va nel cassone stoccaggio inerti
- A061 Scarto inerti: Al mattino, prima di iniziare l'alimentazione digestori si effettuano circa 5 scarichi della precarica attraverso i compattatori si disidrata i materiali. Il compattatore scarica all'interno di una cesta che viene scaricato nell'area di stoccaggio degli inerti
- A07 Alimentazione digestore: Rimozione materiale inerte recuperato nella precamera
- A071 Scarico inerti da precamera: Avviene tramite sala di controllo
- A08 Scarico digestore: Gestione del cassone con controllo delle sgrilliatrici e compattatore

- A09 Gestione surnatanti: Regolazione del nastro presse e apporto di flocculante per evitare mal funzionamento della macchina e la corretta disidratazione
- A091 Gestione cassone digestato: Reintegro flocculante intramoglia per la preparazione del polielettrolita di circa 6 sacchi/g e verifica del funzionamento della macchina
- A010 disidratazione area fanghi: Attività di disidratazione del digestato
- A0101 Gestione cassone fango e nastro presse: Sostituzione cassone digestato. Si ferma la linea di disidratazione, si estrae il cassone di digestato, si mette a terra e si prende quello vuoto
- A011 Recupero H<sub>2</sub>O di processo: Recupero percentuale dell'acqua prodotta dalla disidratazione per la produzione della miscela di alimentazione
- A012 Pulizia dell'area di pretrattamento e svuotamento nella linea e pulizia: Al termine dell'attività produttiva si ripristinano le condizioni di partenza e si effettuano la pulizia e il lavaggio dei macchinari e dell'area
- A0121 Lavaggio fossa 600: Raccolta rifiuti nella fossa con pala e scopa
- A0122 Pulizia apri sacchi: Pulizia con idropulitrice, vaglio dischi e deferrizzazione
- A0123 Vaglio a dischi: Effettua vagliatura sul materiale in ingresso per separare la plastica dalla frazione organica
- A0124 Florawiva: Svuotamento vasca pre-miscela- Lavaggio canale di miscelazione
- A0125 Lavaggio nastri: Lavaggio nastro a pioli - Estrazione inerti tramite naspo - Lavaggio coni e canale di collegamento tra le due vasche - Svuotamento coni Lavaggio area circostante
- A0126 Pulizia nastro presse: Lavaggio delle nastro presse con acqua
- A013 Altre attività: Al termine delle attività si procede al lavaggio delle macchine con idropulitrice
- A0131 Attività svuotamento vasche: Al termine dell'attività produttiva si procede allo svuotamento delle vasche di pre-miscela e alla rimozione dei materiali inerti accumulati e i materiali vari
- A0132 Pulizia area di lavaggio con auto spurgo: Attività dedicata al mantenimento dell'area di lavaggio
- A0133 Rilievi acque: Campionamenti effettuati per le analisi di laboratorio per garantire l'attività di processo
- A0134 Scarico bottini con campionamento: Conferimento di flussi esterni di materiale liquido utilizzato per la preparazione della miscela. A inizio attività di scarico si procede al campionamento del materiale conferito

- A0135 Auto spurgo: Utilizzato per la pulizia di pozzetti, tombini, vasche e macchinari
- A0136 Carico del sovrvallo e degli inerti: Caricamento dei flussi in uscita su autotreno
- A0137 Attività spurgo fosse di scarico: Pulizia con auto spurgo delle vasche di conferimento
- A0138 Attività controllo settimanale dell'impiantistica: Controllo guardie idrauliche, valvole di sicurezza, dischi di rottura, guardia idraulica digestore, vasca prima pioggia.

Per ogni attività si possono individuare dei KPI (Key Performance Indicators), ovvero degli indici di prestazione-chiave che possono aiutare l'azienda a migliorare il processo produttivo sia per quanto riguarda la diminuzione del tempo di processo, sia per quanto riguarda la riduzione dei costi. Una volta individuata la causa o le cause che possono portare ad un aumento del tempo di produzione del processo, sarà più facile individuare gli indicatori di prestazione più facilmente applicabili nel processo stesso. Nell'attività A011 si potrebbero presentare delle non conformità, in qualità, dei rifiuti conferiti presso gli impianti dell'area ambiente con quanto previsto dalle impurità minime per accettare i flussi come differenziati. Nell'attività A04- fase di vagliatura- vi potrebbe essere un aumento degli scarti nella fase di vagliatura legati alle impurità presenti (A001) e/o a causa del macchinario non funzionante correttamente a causa di una mancata manutenzione per usura (il macchinario vaglia per dimensione parte dell'organico/materie prime viene scartato). L'attività A041 – deferrizzazione- può presentare una non corretta estrazione del materiale ferroso all'interno dei flussi d'impianto. La causa potrebbe essere un non corretta o una mancata gestione o manutenzione. Nell'attività A043 – compattatore, scarto e sovrvallo- può succedere che la spremitura non funziona correttamente a causa di una non corretta o mancata manutenzione. L'attività A05- miscelazione rifiuti con acqua di processo- può presentare una quantità non conforme di rifiuti e/o di acqua di processo in ragione dei processi precedenti (A04-A041) e/o della non corretta o mancata manutenzione. L'attività A051- estrazione inerti- può prevedere un'asportazione del materiale inerte presente all'interno della miscela non corretta. La causa può essere dovuta ad una presenza di residui di materiale inerte all'interno della miscela a causa di una non corretta o mancata manutenzione. L'attività A061 prevede lo scarico inerti, la quale rimozione del materiale inerte accumulato nei mixer può essere incompleta a causa di una non corretta o mancata manutenzione. L'attività A071- scarto inerti dalla precamera- prevede la rimozione del materiale inerte recuperato dalla precamera. A

volte, però, la rimozione può risultare incompleta a causa di un non corretto funzionamento della pompa ricircolo o un non corretto funzionamento del processo. L'attività A09 riguarda la gestione dei surnatanti. A volte le sgrillatrici e il compattatore possono essere guasti a causa di una mancata o non corretta manutenzione. L'attività A091 riguardante la gestione del cassone digestato, può presentare un apporto di flocculante assente. Ciò può essere dettato da un malfunzionamento della macchina e una errata disidratazione a causa di una mancata o non corretta manutenzione. L'attività A010- disidratazione area fanghi- il digestato a volte non viene disidratato completamente a causa di una non corretta o mancata manutenzione. L'attività A0101-gestione cassone fanghi e nastro presse- la linea potrebbe rimanere ferma per troppo tempo (riduzione della produzione del digestato) a causa di una non corretta o mancata manutenzione. L'attività A011- recupero dell'H<sub>2</sub>O per processo- può presentare una percentuale ridotta di acqua prodotta dalla disidratazione per la produzione della miscela di alimentazione insufficiente a causa di una non corretta o mancata manutenzione chiariflocculatori e/o gestione non corretta. L'attività A0133- prelievi acque- può avere una modalità non corretta di prelievo delle acque (troppa presenza di ammoniaca, ecc.). I risultati delle analisi non sono attendibili e non confrontabili con lo storico, oppure vi è un mancato coordinamento tra le attività produttive/gestionali e di controllo. L'attività A0136- carico del sovrullo e degli inerti- può presentare una perdita di flussi in uscita su autotreno oppure una mancata chiusura dei mezzi non completa. L'attività A0138 di controllo settimanale dell'impiantistica può presentare degli impianti non conformi/guasti/fermi macchina a causa di un controllo non efficace o non tempestivo ed azioni conseguenti non pianificate. Dopo questa panoramica, possiamo dire in definitiva che l'attività di accettazione è una delle attività più importanti in quanto la non conformità dei rifiuti può portare ad una qualità del prodotto finito non buona, problemi sulla linea dovuta ad un'eccessiva presenza di materie plastiche che influiscono nella qualità del prodotto e che provocano un aumento degli scarti prodotti con conseguente maggior costo.

Per quanto riguarda l'attività di alimentazione dei digestori, in questa fase del processo avviene il processo di digestione anaerobica della frazione organica alimentata. In questa fase una non corretta preparazione della miscela rispetto al previsto condiziona il processo di fermentazione.

Altre attività critiche sono:

- deferrizzazione;
- miscelazione rifiuti con acqua di processo;
- controllo settimanale dell'impiantistica;
- disidratazione area fanghi;

La deferrizzazione consiste nell'estrazione del materiale ferroso all'interno dei flussi d'impianto. È un insieme di operazioni di pretrattamento dei rifiuti volte a separare le diverse componenti dei rifiuti in base alle intrinseche proprietà magnetiche degli elementi che li compongono.

Parte del materiale ferroso contenuto nei rifiuti viene recuperato, mentre i rifiuti inerti vengono smaltiti in discarica.

Quest'attività, deferrizzazione, non è tra le più critiche ma può portare dei rallentamenti sulla linea. Se non eseguita correttamente può provocare danni sulla linea, ha una funzione di protezione del processo a valle. L'attività di miscelazione rifiuti con acqua di processo consiste nell'aggiungere acqua di processo per preparare la miscela in alimentazione ai digestori nella corretta densità e temperatura. La quantità di acqua di processo o di rifiuti potrebbe non essere conforme e quindi questo porta a maggiori oneri nella gestione del processo (maggiori produzione di percolato, non corretto svolgimento del processo di digestione per temperatura bassa o carenza/eccesso di acqua nella miscela). Il controllo settimanale dell'impiantistica è un'attività importante, e di conseguenza può diventare critica in quanto il mancato funzionamento dei macchinari per le varie attività del processo può provocare dei fermi macchina, oppure un rallentamento della linea che provoca ritardi nella produzione del prodotto finito. L'attività di disidratazione area fanghi consiste nel disidratare il digestato. Vale la pena di sottolineare che la digestione totale del fango, cioè la completa eliminazione delle sostanze biodegradabili, comporterebbe un trattamento molto spinto sulle sostanze organiche presenti con conseguente aumento sia dei costi che della complessità dell'impianto rendendo, ad oggi, non sostenibile economicamente il sistema. La stabilizzazione del fango, ottenuta mediante reazioni di tipo biochimico (digestione), è condotta per via anaerobica utilizzando microrganismi che si sviluppano nel fango in assenza di ossigeno disciolto. I manufatti dove avviene la digestione sono chiamati digestori. L'alimentazione del digestore anaerobico è il fattore primario di successo della digestione anaerobica e il presupposto per la riuscita economica dell'impresa. Un altro aspetto da non sottovalutare è il trasporto dei rifiuti. Il trasporto dei rifiuti in conto proprio è disciplinato dall'art. 212 comma 8 del D.lgs. 152/2006, prima modificato dall'art. 2, D.lgs. 16.01.2008, n. 4, con decorrenza dal 13.02.2008 e dall'art. 4-quinquies, D.L. 03.11.2008, n. 171 con decorrenza dal 31.12.2008, poi sostituito dall'art. 25, D.Lgs. 03.12.2010, n. 205 con decorrenza dal 25.12.2010. La *ratio* della norma, si fonda sulla semplificazione ed agevolazione della gestione dei rifiuti speciali non pericolosi senza alcun limite quantitativo e limitatamente a 30 Kg-Lt/giorno per i rifiuti speciali pericolosi provenienti da attività dell'impresa, permettendo al produttore iniziale di poter trasportare e conferire presso

impianti autorizzati i propri rifiuti, diventa così “gestore in proprio”, anche se, è ravvisabile una sperequazione nei confronti dei trasportatori professionali per conto terzi, iscritti per i soli rifiuti speciali non pericolosi, i quali, devono sottoporre i propri mezzi a perizia giurata, devono nominare un Responsabile Tecnico, presentare garanzie finanziarie, avere delle capacità tecniche.

E' con la Delibera n 1 del 26 aprile 2006 dell'Albo Nazionale Gestori Ambientali, che si obbligano tutti coloro che intendono trasportare rifiuti non pericolosi e rifiuti pericolosi che non eccedano in trenta Kg o litri/giorno, provenienti dalla propria regolare ed ordinaria attività, *“a condizione che tali operazioni costituiscano parte integrante ed accessoria dell'organizzazione dell'impresa dalla quali i rifiuti sono prodotti”*, ad iscriversi alla Sezione Regionale dell'Albo Nazionale Gestori Ambientali, che ha sede presso la CCIAA del capoluogo di Regione presso la quale l'azienda ha la sede legale (territorialmente competente). Ai fini dell'iscrizione non è richiesta la capacità tecnica e finanziaria, non è richiesta la nomina di un RT (Responsabile Tecnico), ovvero, i mezzi iscritti non devono essere sottoposti a perizia giurata da parte di un tecnico abilitato, non deve essere presentata la polizza fideiussoria assicurativa o garanzia bancaria, è l'amministratore che si assume la responsabilità tecnica del trasporto dei rifiuti, anche in considerazione del fatto che provengono dalla propria attività; Con le modifiche apportate all'art. 212 comma 8 dall'art. 25 comma 1 lett. c) D.lgs. 205/2010, l'iscrizione ha una durata limitata a 10 anni, deve essere comunicata qualsiasi variazione avvenuta dopo l'iscrizione (inserimento o cancellazione di un mezzo, variazione dell'amministratore o titolare, inserimento di ulteriore CER o eventuale modifica dei requisiti soggettivi ex art. 10 D.M. 406/1998). Relativamente alla tipologia dei rifiuti ammessi al trasporto, essi devono essere attinenti all'attività esercitata dall'impresa; non potranno essere autorizzati i trasporti di rifiuti con CER presenti nel Capitolo 20, perché di provenienza prettamente urbana, non riconducibili a rifiuti il cui processo produttivo è speciale; Non è ammessa l'iscrizione per il trasporto in conto proprio di RAEE, e per rifiuti contenenti amianto. A norma del comma 1-bis dell'art. 190 del D.lgs. 152/2006 “Registri di carico e scarico”, le imprese e gli enti che, ai sensi dell'art. 212 comma 8, raccolgono e trasportano i propri rifiuti speciali non pericolosi di cui all'art. 184, comma 3, lettera b), ovvero i rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti che derivano dalle attività di scavo, sono esclusi dall'obbligo di tenuta del registro di carico e scarico rifiuti; Pertanto, tale obbligo permane per tutte le altre imprese o enti che svolgono attività diversa dalla sopra citata attività di demolizione, costruzione e scavo, che trasportano i propri rifiuti speciali non pericolosi, provenienti ad esempio da attività artigianali quali: idraulica, elettrica, impiantistica in genere, e altre attività artigianali o industriali. A seguito delle

disposizioni urgenti dettate dal D.L. 138 del 12 agosto 2011 (G.U. n 188 del 13 agosto 2011) , sono state abrogate tutte le disposizioni in merito al SISTRI (Art. 188-ter e comma 2, lettera a) dell'art. 188-bis del D.lgs. 152/2006, D.M. 17 dicembre 2009 *Istituzione del SIS.T.RI* e D.M. n. 52 del 18 febbraio 2011, c.d. “Regolamento SISTRI” ) secondo le quali (art. 188-ter , comma 2, lett. b) ), le imprese e gli enti che raccolgono e trasportano i propri rifiuti speciali non pericolosi ai sensi dell'art. 212, comma 8, avevano facoltà di adesione al SISTRI, e per il combinato disposto con l'art. 190 *registri di carico e scarico*, avevano obbligo di tenere un registro di carico e scarico. Venendo meno l'art. 188-ter, si crea un vuoto normativo che dovrà essere colmato dal nostro Legislatore, si spera prima della conversione in legge, con le opportune modifiche, ed una contestuale revisione dell'intero impianto normativo in materia rifiuti (Parte IV del D.lgs. 152/2006). Gran parte dei rifiuti che Acea Pinerolese smaltisce provengono dal sud e in particolare dalla Campania e dalla Sicilia, poiché nelle regioni del sud non sono presenti termovalorizzatori in grado di smaltire i rifiuti senza spedirli altrove. Ciò comporta un notevole inquinamento, in quanto i mezzi di trasporto emettono quantità di CO<sub>2</sub> rilevanti e inoltre tale attività comporta un costo per l'azienda non indifferente. Sarebbe più opportuno costruire più impianti nelle regioni del sud in modo tale che possano essere più autonome e ridurre i costi per l'azienda e l'inquinamento ambientale.

## Conclusioni

Si è visto e analizzato la gestione dei rifiuti in un contesto europeo e in Italia. Abbiamo fatto un confronto tra le principali città europee, come gestiscono i rifiuti e quali spunti possono essere applicati anche nel contesto italiano.

È stata fatta una panoramica di una delle eccellenze italiane in ambito digestione dei rifiuti e come Acea opera nel territorio piemontese.

È stato descritto il polo ecologico di Acea Pinerolese nel suo complesso, con una particolare attenzione sulla linea dell'umido, dalla quale si ottiene come prodotto finito il compost.

È stato analizzato il processo nel suo complesso, considerando quali sono le attività critiche che possono influenzare negativamente il normale flusso di processo.

Sono stati individuati dei KPI utili a favorire la massimizzazione del processo.

Sono stati analizzati quali sono le opportunità e le minacce che la gestione dei rifiuti comporta in ambito ambientale, economico e sociale.

È importante sottolineare che alla gestione dei rifiuti si possono apportare delle migliorie sempre negli ambiti suddetti.

Un esempio potrebbe essere quello di aumentare l'integrazione informativa dei cittadini, ovvero informarli ulteriormente sul tema della gestione dei rifiuti, in modo tale che possa entrare a far parte della cultura anche delle nuove generazioni, tutto questo per garantire una migliore qualità di vita a tutti.

L'informazione integrativa consiste nel far partecipare attivamente i cittadini alla raccolta rifiuti, non solo facendo la semplice raccolta differenziata, ma utilizzando per esempio, dei compattatori, ad uso domestico, che ti permettono di tritare l'umido direttamente da casa, in modo da ottenere fertilizzante. Oppure, così come già è messo in pratica in alcune città europee, ad ogni bottiglia di plastica riciclata, vengono dati in cambio dei centesimi, in modo tale che così ci guadagna sia l'ambiente, in quanto ci saranno meno rifiuti da smaltire, e ci guadagna anche il cittadino sia in termini di denaro che in salute.

Le azioni specifiche per il contenimento della produzione dei rifiuti, che un'Amministrazione Pubblica può attuare, sono:

a) azioni nei confronti delle utenze domestiche

1. supporto alla diffusione di iniziative di educazione al consumo come uso consapevole di beni e servizi e alla diffusione di mercatini di scambio c/o i centri di raccolta
2. promozione delle incentivazioni comunali al compostaggio domestico con riduzioni tariffarie
3. definizione, da parte dei Comuni, di linee-guida per l'applicazione della tariffa che comprendano le incentivazioni tariffarie alla riduzione dei rifiuti con l'adozione dell'applicazione puntuale della tariffa ad ogni numero civico: meno rifiuti conferiti dall'utenza = minore entità della parte variabile della tariffa

b) azioni nei confronti delle utenze delle attività produttive (industriali e artigianali) i cui rifiuti vengono assimilati per quantità e qualità

4. promozione di un accordo di programma per la riduzione degli scarti
5. premi per attività di riduzione: concorso/premio annuale indetto da associazione di categoria ed Ente come qualificazione ed elemento di marketing ambientale per la minimizzazione dell'impatto della "produzione", per interventi su cicli produttivi e di gestione degli imballaggi, per comprovata minor produzione di rifiuti

Abbiamo anche analizzato una fase importante della gestione dei rifiuti, ovvero il trasporto. Questa fase è importante in quanto se venisse ridotta adeguatamente, si potrebbe risparmiare sia in termini di costi che inquinamento ambientale.

Una soluzione potrebbe essere quella di aumentare gli incentivi statali utili per la costruzione di termovalorizzatori in Sicilia o in Campania, in modo da poter gestire in modo ottimale i rifiuti, regione per regione.

Si stanno diffondendo nel Paese punti di raccolta differenziata che concedono premi di varia natura a chi li utilizza in modo corretto: voucher per acquisti nei negozi convenzionati, buoni per la spesa, sconti sulla benzina. Il cittadino e le aziende che fanno bene la raccolta differenziata ricevono uno sconto sulla tassa dei rifiuti. Una contropartita giusta, se pensiamo che il sistema di smaltimento dei rifiuti in Italia ha un costo superiore ai 10 miliardi di euro, e questa cifra potrebbe ridursi in modo significativo se si arrivasse a una percentuale più alta di raccolta differenziata. Già in uso in molte città, una prima soluzione smart per la raccolta dei rifiuti riguarda l'uso di cassonetti e cestini intelligenti.

Ne sono stati proposti di diverso tipo e con differenti funzioni, anche se principalmente si tratta di oggetti che, grazie ad appositi sensori, sono in grado di rilevare il loro stato

di riempimento e comunicarlo ai responsabili della raccolta. Poter contare su queste informazioni in tempo reale permette di organizzare nel migliore dei modi la logistica, raccogliendo dove e quando serve. Altri dispositivi hanno integrato ulteriori funzionalità, come il riconoscimento del cittadino che sta conferendo il rifiuto nel cassonetto, attraverso app o la tessera sanitaria. Questa funzione viene utilizzata per regolare l'apertura dei cassonetti, ma anche per tenere traccia del comportamento dei cittadini.

I dispositivi IoT, permettono allo stesso tempo di raccogliere grandi quantità di dati, che possono essere elaborati con appositi software ed utilizzati per migliorare il processo di raccolta e gestione dei rifiuti, ipotizzando anche dei sistemi premianti per i cittadini virtuosi. La tecnologia, inoltre, aiuta anche quando si parla di rintracciabilità. I camion e i mezzi di trasporto dei rifiuti sono connessi, mentre la tecnologia Rfid è alla base della rintracciabilità dei rifiuti e degli strumenti di raccolta. È possibile ad esempio immaginare che si utilizzino tag per ogni singolo contenitore, che viene associato in modo univoco al proprietario e che può essere riconosciuto, grazie ad appositi lettori, dai mezzi di raccolta. In questo modo è possibile tracciare i contenitori, ma eventualmente anche la conformità di ciò che viene raccolto.

Oggi più della metà della popolazione mondiale vive in città e, secondo le previsioni, entro il 2050 questo numero dovrebbe salire al 70%. La crescita continua della popolazione urbana globale sta sottoponendo a un grande sforzo le strutture e i servizi pubblici, e le amministrazioni locali hanno sempre più difficoltà a gestire problematiche come traffico, inquinamento e sicurezza pubblica.

La gestione della raccolta dei rifiuti rientra fra le problematiche che le amministrazioni si trovano ad affrontare. I cassonetti dei rifiuti straripanti possono rappresentare un rischio per la salute, e laddove sono lasciati all'incuria, portano a infestazioni e alla diffusione di malattie. Tuttavia, l'invio non necessario di addetti alla raccolta per controllare se i cassonetti abbiano bisogno di essere svuotati quando non sono ancora pieni può rappresentare una perdita di tempo costosa.

La tecnologia Machine-to-Machine viene utilizzata per far fronte a queste situazioni. Inserendo le SIM card negli oggetti per trasmettere istruzioni ed informazioni in modalità wireless e in tempo reale tramite una rete mobile sicura, società come la coreana Ecube Labs e l'olandese Mic-O-Data sono in grado di monitorare da remoto i cassonetti della città. Queste innovazioni serviranno non soltanto a tenere le strade più pulite, ma anche a ridurre i costi a lungo termine e l'impatto ambientale della raccolta dei rifiuti.

Nella città di Seoul, la gestione dei rifiuti è diventata un problema particolarmente complicato. Le autorità locali si sono trovate ad affrontare una pressione legata ai budget stanziati per la raccolta dei rifiuti residenziali ed hanno diminuito la frequenza della raccolta. Man mano che i cassonetti hanno iniziato a riempirsi e straripare, è aumentata la frustrazione dei residenti rispetto all'impatto estetico e al cattivo odore che ciò creava nelle strade. Ecube Labs ha affrontato questa situazione sviluppando un cassonetto che contiene un compressore ad energia solare e una connettività di rete gestita in modalità M2M. Ciò consente ai cassonetti di contenere una quantità di rifiuti quattro volte superiore rispetto al passato, e permette all'amministrazione cittadina di monitorare in modo remoto i cassonetti e ricevere una notifica nel momento in cui devono essere svuotati. Come risultato di questa iniziativa, il Consiglio comunale ha ridotto del 20% il proprio carico di lavoro legato alla rimozione dei rifiuti, tagliando il numero dei viaggi della raccolta dei rifiuti. Meno viaggi vuol dire meno consumo di carburante, e ciò non è soltanto più efficiente in termini di costo, ma rappresenta anche una migliore soluzione dal punto di vista ambientale. La riduzione di emissioni di CO2 risultante dai cassonetti intelligenti Ecube equivale a piantare 150.000 nuovi alberi attorno a Seoul.

Non sono soltanto i cassonetti pubblici a diventare un fastidio. In Olanda, le autorità locali hanno scoperto che i cassonetti dei complessi residenziali in tutto il Paese venivano utilizzati come discarica da parte di alcuni residenti. Le autorità avevano bisogno di un modo per monitorare i residenti che utilizzavano e abusavano dei cassonetti, al fine di creare una maggiore responsabilità. E avevano bisogno di intervenire su vasta scala.

L'azienda tecnologica olandese, Mic- O- Data, ha lavorato con 25 autorità cittadine per installare 6mila punti di raccolta sicuri dei rifiuti. Incorporando le SIM card M2M nei cassonetti, le autorità locali possono ricevere notifiche giornaliere nel caso in cui qualunque cassonetto si riempia, e notifiche anche laddove i cassonetti non siano stati chiusi in maniera adeguata. In questo modo, è possibile non soltanto monitorare chi utilizza i cassonetti e fatturare di conseguenza, ma anche organizzare lo svuotamento dei cassonetti pieni ignorando quelli vuoti. Ciò riduce immediatamente i viaggi inutili di raccolta dei rifiuti, con conseguente diminuzione dei mezzi, del combustibile e della CO2 legati al mantenimento dei complessi abitativi residenziali senza rifiuti.

Nel comune di Groningen, Vodafone ha commissionato uno studio per misurare l'efficacia della gestione intelligente dei rifiuti di Mic-O-Data. Tale studio ha rilevato che il comune di Groningen stava ottenendo un risparmio netto di quasi 30 tonnellate di CO2 l'anno. È stato inoltre rilevato che il comune ha risparmiato circa 92mila euro in spese in conto capitale tramite la riduzione del numero di camion

necessari per raccogliere i rifiuti e la conseguente riduzione dei costi di manutenzione e di carburante.

Il monitoraggio dei cassonetti non rappresenta soltanto un metodo efficace per scoraggiare un'eccessiva produzione e conseguente scarico dei rifiuti, ma anche un modo intelligente per incentivare i residenti al riciclo. Ciò sta diventando una problematica pressante per i consigli comunali delle città europee, in considerazione delle Direttive UE che richiedono una riduzione dei volumi di rifiuti da inviare in discarica ed un aumento del recupero dei materiali tramite il riciclo.

Nonostante la discarica abbia rappresentato storicamente il metodo di trattamento dei rifiuti preferito, tale metodo è anche il meno auspicabile in considerazione dell'impatto ambientale del metano e di altre sostanze chimiche rilasciate nell'atmosfera. Stando a quanto indicato dal Centro Dati Ambientali sui Rifiuti in seno alla Commissione europea, ogni persona in Europa produce ogni anno una media di mezza tonnellata di "materie prime secondarie" potenziali quali metalli, legno, vetro, carta e plastica. Attualmente viene riciclato solo il 40% di queste risorse, ed in alcuni paesi l'80% è ancora destinato alle discariche. In altre parole, le risorse che potrebbero essere riciclate, recuperate e riutilizzate stanno intasando le discariche causando un inquinamento inutile.

I cassonetti intelligenti potrebbero aiutare i consigli comunali ad affrontare questa situazione. Tramite i dati raccolti per mezzo dei sensori installati nei cassonetti, le organizzazioni incaricate della raccolta dei rifiuti hanno a disposizione un modo per analizzare le abitudini di smaltimento dei rifiuti, al fine di comprendere meglio, incentivare e, infine, modificare il comportamento dei consumatori.

Sia che i rifiuti vengano riutilizzati, riciclati o inviati nelle discariche, ciò avviene ad un costo. Tuttavia, man mano che si hanno a disposizione tecnologie sempre più sofisticate che consentono a chi raccoglie i rifiuti di ridurre i viaggi di raccolta inutili, responsabilizzando maggiormente le persone e arrivando persino a modificare il comportamento dei consumatori rispetto alla gestione dei rifiuti, è possibile ridurre il conseguente impatto finanziario e ambientale.

Come hanno già dimostrato Ecube e Mic-O-Data, la tecnologia M2M può essere un potente alleato delle autorità locali che cercano modi economici e sostenibili per far fronte alle pressioni della gestione dei rifiuti di una popolazione urbana crescente.

I temi ambientali, è evidente, rappresentano la maggiore sfida che si pone all'uomo che guarda al futuro. Dalle scelte e dai comportamenti di ogni singola persona, di ciascuno di noi cittadini, guidati dalle regole istituzionalizzate nell'ordinamento, dipende il sottile equilibrio tra uomo e ambiente, necessario a salvaguardare la vita di tutti e la sopravvivenza delle prossime generazioni.

È importante:

- sensibilizzare i cittadini sull'importanza di collaborare tra di loro e con le istituzioni affinché il loro presente e il futuro dei loro figli si aprano alle tematiche verdi, non solo come sfida culturale ma anche come opportunità sociale ed economica.
- Affrontare le grandi sfide poste dalla comunità globale è un dovere che ritengo dobbiamo tutti insieme assumerci nei confronti dei più giovani, affinché possano ereditare un mondo più sostenibile e culturalmente più ricettivo alle necessità dell'ambiente.

Un dovere intergenerazionale ci impone oggi di scegliere, di collaborare con tutti gli attori della comunità internazionale e di farlo senza alcuna esitazione su tematiche complesse, come:

- l'inquinamento e i cambiamenti climatici. Il clima è un bene comune la cui necessità di preservazione ha importanti implicazioni ambientali, sociali, economiche, distributive e politiche, su cui è necessario sensibilizzare tutti i cittadini. I Paesi sottoscrittori della Convenzione Quadro sulla Lotta ai Cambiamenti Climatici con l'Accordo di Parigi hanno concordato limitazioni volontarie alle emissioni globali di gas per limitare al di sotto dei 2° l'aumento della temperatura, un contributo fattuale per la riduzione degli inquinanti nell'atmosfera che avrà bisogno di essere rafforzato con obiettivi più ambiziosi e vincolanti;
- la questione della desertificazione e dell'esaurimento delle risorse naturali, soprattutto dell'acqua. Le stime per il futuro elaborate dal segretariato della Convenzione per la Lotta alla Desertificazione ci dicono che più di un quarto delle terre del pianeta è minacciato da degrado, desertificazione e siccità. Secondo i dati pubblicati nel 2018 dall'ISPRA, sulla base del monitoraggio operato dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente, in relazione alle variazioni climatiche in Italia degli ultimi decenni, il 2017 è stato il secondo anno più secco dal 1961. In questo contesto, l'accesso all'acqua, sia per uso domestico sia per fini produttivi, rappresenta un diritto umano essenziale,

fondamentale e universale, perché determina la sopravvivenza delle persone, e per questo è condizione per l'esercizio degli altri diritti umani ed è nostro dovere garantirlo a tutti i livelli di governo e decisione;

- la perdita di biodiversità, rispetto alla quale operano gli strumenti della Convenzione delle Nazioni Unite sulla Diversità Biologica, è un fenomeno che ci impone uno sforzo collettivo per impedire l'impoverimento degli ecosistemi terrestri e marini a causa dell'intervento umano, troppo spesso indiscriminato. L'IUCN, l'Unione mondiale per la conservazione della natura, ha stimato per il nostro Paese una perdita di specie pari allo 0,5% annuo, con il 20% a rischio estinzione. Le specie animali e vegetali vanno difese e protette in quanto rappresentano risorse inestimabili non solo per l'alimentazione, l'agricoltura o la cura di malattie, ma, soprattutto, in termini culturali;
- lo sviluppo sostenibile, obiettivo complesso, articolato a livello internazionale dalle Nazioni Unite nei 17 Obiettivi per lo sviluppo dell'Agenda 2030, ha come fine ultimo quello di sostenere la lotta alle ineguaglianze verso uno sviluppo sociale ed economico più duraturo e capace di assicurare a tutti un mondo più vivibile, sensibile alle problematiche ambientali, funzionale a costruire società pacifiche e inclusive.

Si tratta di sfide che l'Italia non può affrontare da sola ma deve saper porre e negoziare in primo luogo in ambito di Unione Europea. Solo se saremo forti e chiari in Europa nel porre le questioni ambientali, potremo pensare di esserlo a livello mondiale.

## Bibliografia

- Maci L., Circular Economy: cos'è e come mantiene l'Europa competitiva
- Isabella Cristina, Francesca Tassara – Mixura, Economia Circolare Verso un nuovo paradigma di sviluppo economico sostenibile
- Spinetti F., Il modo in cui la Svezia ricicla è così rivoluzionario che hanno finito la spazzatura
- Marti F., Le principali tecniche di gestione dei rifiuti
- Corbo L., Smaltimento Rifiuti: termovalorizzatori, inceneritori, gassificatori e altri trattamenti termici dei rifiuti
- Laraia R., La gestione dei rifiuti come risorsa, Enomondo
- Fanelli T., Clarich M. De Paoli L., Ortis A., Silvestrini G., Testa F., ENEA-La riforma della gestione dei rifiuti urbani
- Di Medio P., Lean Production (Lean Manufacturing)
- D'Alessandris L., il trasporto dei rifiuti
- Costa S., Ambiente, le linee programmatiche del ministro dell'ambiente
- [europarl.europa.eu](http://europarl.europa.eu)
- <https://www.ecorecuperi.it/gestione-rifiuti/>
- <https://rifiutiorganici.it/differenza-rifiuti-organici-inorganici/#:~:text=I%20rifiuti%20inorganici%20sono%20scarti,il%20metallo%20e%20l'alluminio>
- <https://it.wikipedia.org/wiki/FORSU>
- [https://anie.it/servizi/ambiente-energia/legislazione-ambientale/rifiuti/direttiva-quadro-rifiuti/#.YCdk\\_uhKjIU](https://anie.it/servizi/ambiente-energia/legislazione-ambientale/rifiuti/direttiva-quadro-rifiuti/#.YCdk_uhKjIU)
- [https://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/eufocus\\_it.pdf](https://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/eufocus_it.pdf)
- <https://www.studiarapido.it/lo-smaltimento-dei-rifiuti-le-diverse-soluzioni/>
- <https://www.gtpsrl.eu/fenomeni-di-inquinamento-generati-dallo-smaltimento-dei-rifiuti/>
- [www.AceaPinerolese.it](http://www.AceaPinerolese.it)
- <https://www.smartbusinesslab.com/analisi-swot-definizione-vantaggi-e-un-esempio-pratico/>
- [www.wikipedia.org/wiki/Produzione\\_snella](http://www.wikipedia.org/wiki/Produzione_snella)
- F. Carcioffo, L'energia intelligente. La gestione integrata dell'energia a partire dai rifiuti.