

# Economia circolare del cibo a Milano

edizione settembre 2020





PATROCINIO  
Comune di  
Milano

### Comune di Milano

Vicesindaco con delega alla Food Policy  
Anna Scavuzzo

#### Ufficio Food Policy

Andrea Magarini, Chiara Pirovano, Cristina Sossan, Elisa Porreca, Sara Carretta, Davide Zarri, Filippo Gavazzeni (Liaison Officer con lo staff della Vicesindaco).

[www.foodpolicymilano.org/](http://www.foodpolicymilano.org/)

Fondazione  
CARIPLO



### Con il contributo di Fondazione Cariplo

Direttore Area Ricerca Scientifica e Trasferimento Tecnologico  
Carlo Mango

Area Ricerca Scientifica e Trasferimento Tecnologico  
Valentina Amorese



### Realizzato con il contributo di A2A Ambiente

Responsabile Valutazione e Sviluppo Progetti  
Elena Maggioni



### Realizzato con il contributo di AMSA

Responsabile Progettazione e Controllo Servizi  
Mauro Penco

Responsabile Marketing Territoriale  
Danilo Vismara



### Realizzato con il contributo di Novamont

Responsabile Progetti Speciali  
Andrea Di Stefano

Responsabile Marketing per la Raccolta Differenziata e il Riciclo  
Christian Garaffa



### ESTà - Economia e Sostenibilità

#### Progettazione

Francesca Federici, Massimiliano Lepratti

#### Coordinamento

Francesca Federici

#### Testi

Emanuele Camisana, Giacomo Cellottini, Francesca Federici, Massimiliano Lepratti

#### Progetto grafico, impaginazione, mappe e infografiche

Gloria Cossa, Giulia Tagliente

La stesura di questo report è stata possibile grazie ai preziosi contributi di numerosi esperti che hanno accettato di rilasciare un'intervista al gruppo di lavoro di ESTà:

Andrea Aliscioni, Paolo Azzurro, Giulia Bartezzaghi, Alessandra Bini, Marco Blazina, Mario Bonaccorso, Jenny Campagnol, Massimo Centemero, Andrea Di Stefano, Fernanda Farachi, Eliana Farotto, Franco Fassio, Walter Ganapini, Christian Garaffa, Filippo Gavazzeni, Cecilia Giardi, Cecilia Giussani, Giulia Gregori, Mario Grosso, Andrea Magarini, Marta Maggi, Elena Maggioni, Marco Magnelli, Roberto Marangon, Tiziana Milizia, Luca Montani, Desdemona Oliva, Carmine Pagnozzi, Mauro Penco, Chiara Pirovano, Antonio Protopapa, Massimo Ramunni, Francesco Razza, Alessandro Russo, Annalaura Silvestro, Mirko Tutino, Marco Versari, Danilo Vismara, Elena Volturo, Nicola Zaffra, Gloria Zavatta.

#### Data di pubblicazione

Settembre 2020

#### Licenza Creative Commons



Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 2.5 Italia. Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/it/> o spedisci una lettera a Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Utilizza questa dicitura per citare: Economia circolare del cibo a Milano, ESTà (2020)

Alcune icone utilizzate per la creazione delle infografiche utilizzano il creative commons di The Noun Project

ISBN 9788894511222

# INDICE

<b>PREFAZIONE</b>	<b>12</b>
-------------------	-----------

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>15</b>
---------------------	-----------

<b>Obiettivi e giustificazione della ricerca</b>	<b>15</b>
I temi al centro del dibattito pubblico	

<b>Domande di ricerca</b>	<b>17</b>
---------------------------	-----------

<b>Metodo di lavoro</b>	<b>18</b>
Ricerca sul campo	
Raccolta dati di secondo livello	

<b>Ambito</b>	<b>19</b>
---------------	-----------

<b>Modello interpretativo</b>	<b>20</b>
-------------------------------	-----------

<b>PREMESSA</b>	<b>21</b>
-----------------	-----------

<b>Che cos'è l'economia circolare e cosa consideriamo economia circolare del cibo</b>	<b>21</b>
L'economia circolare del cibo in ambito urbano	

<b>IL SISTEMA DEI RIFIUTI</b>	<b>26</b>
-------------------------------	-----------

<b>Gli elementi fondamentali, i vettori, gli impatti</b>	<b>28</b>
--	-----------

<b>La nascita di un sistema industriale</b>	<b>34</b>
---	-----------

<b>La relazione tra produzione di rifiuti e reddito: l'ipotesi di curva ambientale nel settore dei rifiuti</b>	<b>38</b>
--	-----------

<b>Il ciclo integrato dei rifiuti urbani</b>	<b>43</b>
L'importanza di una corretta raccolta differenziata	

<b>La frazione organica dei rifiuti solidi urbani</b>	<b>54</b>
La raccolta differenziata della frazione organica	
Il riciclo della frazione organica	
La circolarità dei trattamenti biologici della FORSU: caratteristiche dei prodotti	
Le principali questioni relative ai processi industriali di trattamento biologico	

<b>La plastica per imballaggi alimentari</b>	<b>65</b>
La funzione rispetto al ciclo del cibo	
Il COREPLA e la gestione degli imballaggi raccolti	
La selezione	
Il riciclo	
Le normative	
Le questioni	

## **La carta per imballaggi alimentari** 76

La funzione rispetto al ciclo del cibo

La raccolta e la selezione

Il riciclo

Le normative

Le questioni

## **La frazione indifferenziata: il trattamento meccanico biologico** 84

## **L'innovazione in relazione al tema dell'economia circolare** 85

## **Innovazione e rifiuti organici** 85

Innovazione di processo sui prodotti esistenti (sintesi delle questioni già trattate)

Innovazione di prodotto

Estrarre prodotti a valore aggiunto dagli scarti dell'industria agroalimentare

Estrarre prodotti a valore aggiunto dalla FORSU

Recuperare CO<sub>2</sub> ed estrarne prodotti a valore aggiunto

## **Innovazione e plastica** 94

## **Innovazione e carta** 95

## **Il modello Milano** 96

### **Evoluzione della gestione dei rifiuti urbani a Milano** 96

Le origini del sistema di gestione dei rifiuti

Gli anni '80: AMSA e l'avvio della raccolta differenziata

AMSA nel nuovo millennio

I volumi dei rifiuti solidi urbani nel 2018

Stime sui potenziali economici della produzione e gestione di rifiuti nella città di Milano

L'economia circolare: i principali dati socio-economici

Il sistema di economia circolare del cibo a Milano:

fatturato, occupati ed emissioni di CO<sub>2</sub> eq evitate

Le caratteristiche del sistema milanese

Come avviene la raccolta differenziata

Il trattamento e riciclo dei rifiuti differenziati

La raccolta differenziata porta a porta della frazione organica

Miglioramento del recupero della frazione organica dai mercati (e differenziazione del rifiuto secco riciclabile)

Carenza di impianti di trattamento dell'umido

Raccolta differenziata e ristorazione multiculturale: il progetto "Un sacco et(n)ico"

La raccolta dell'olio vegetale

La raccolta congiunta di carta e cartone

## **Conclusioni** 132

## **Bibliografia** 137

## **LA REDISTRIBUZIONE DELLE ECCEDENZE** 144

### **Il problema dello spreco alimentare** 146

### **Le diverse definizioni di eccedenza e spreco alimentare** 147

### **La gestione dell'eccedenza alimentare** 151

### **Il processo di donazione delle eccedenze** 154

**Milano contro lo spreco alimentare** 156

**La Food Policy del Comune e la lotta allo spreco alimentare** 156

Il coinvolgimento di altre città italiane

Il lavoro in Europa

**Hub di quartiere**

I dati dell'Hub di Via Borsieri a gennaio 2020

**Le questioni rilevanti nel modello dell'Hub di quartiere**

Milano Ristorazione

SogeMi

Mercati settimanali scoperti

Stima dell'impatto ambientale evitato

attraverso la redistribuzione dell'eccedenza alimentare

“Milano aiuta”: il Comune riorganizza la filiera delle donazioni alimentari durante l'emergenza

Coronavirus

Soluzioni innovative nella prevenzione e gestione delle eccedenze alimentari

**Conclusioni** 181

**Bibliografia** 184

**I FANGHI DI DEPURAZIONE  
DELLE ACQUE REFLUE  
URBANE** 188

**I rifiuti del processo di depurazione delle acque** 190

Linea acque

Linea fanghi

**La produzione dei fanghi di depurazione** 192

**Le questioni normative** 197

La crisi dei fanghi in Regione Lombardia

**Impiego dei fanghi** 204

**I quantitativi di fanghi in Italia e in Lombardia** 208

**Le principali questioni relative all'utilizzo dei fanghi in agricoltura** 211

**Le innovazioni: gli impianti di trattamento delle acque come presidi di circolarità** 212

**La produzione di fanghi nella città di MILANO: Metropolitana Milanese (MM)** 216

Quantità e qualità dei fanghi prodotti

Innovazioni: recupero di materia ed energia

**La produzione di fanghi nella città Metropolitana di MILANO: CAP Holding** 223

Quantità e qualità dei fanghi prodotti

Innovazioni

Recupero di materiali

Recupero di energia

**Conclusioni** 232

**Bibliografia** 234

# PREFAZIONE

Una Food Policy è un'azione istituzionale che attua, con una visione e un approccio circolari, la promozione di sinergie alle componenti del sistema alimentare di una città: produzione, trasformazione, logistica, distribuzione, consumo e rifiuti.

A partire dal 2014, il Comune di Milano e la Fondazione Cariplo hanno condiviso la volontà di impegnarsi per dare forma all'agenda politica della città sui temi del cibo e dell'alimentazione, coinvolgendo tutti gli attori interessati, dai cittadini, agli altri Enti pubblici, alle associazioni, alle imprese, alle Università. Il Consiglio Comunale di Milano nel mese di ottobre 2015 ha approvato il documento che al termine di questo percorso partecipativo ha portato a definire la Food Policy del Comune di Milano.

Nella cornice di Expo, la *Carta di Milano* e il *Milan Urban Food Policy Pact* si avviavano a costituire l'eredità del grande evento: la sottoscrizione della *Carta* da parte di milioni di cittadini e la firma del *Patto* da parte di oltre cento città di tutto il mondo (oggi salite a oltre 200) sancirono il ruolo fondamentale dei cittadini e delle città, il loro apporto concreto alle politiche pubbliche per il cibo e la capacità di tradurre ciascuna food policy in azioni quotidiane vissute da tutti i cittadini.

Nei cinque anni successivi il Comune di Milano e Fondazione Cariplo hanno mantenuto gli impegni assunti nel 2015, trasformando la Food Policy da iniziale "progetto" sperimentale a elemento essenziale, duraturo e permanente, delle attività istituzionali del Comune.

La Food Policy ha permesso di avviare sia progetti pilota che iniziative strutturali che coinvolgono in modo organico i diversi Assessorati dell'Amministrazione, con un focus importante sui temi, sugli obiettivi e sugli strumenti dell'economia circolare quali ad esempio la costruzione di filiere corte e la lotta agli sprechi alimentari; in questo circuito virtuoso sono via via state coinvolte in modo sempre più organico e sostanziale società partecipate, università, attori sociali e settore privato. Nel 2019 il Comune ha inoltre aderito ai programmi della Fondazione Ellen MacArthur, partecipando a un confronto internazionale che valorizza il know-how dei molti attori milanesi che agiscono da veri innovatori della circolarità.

La ricerca che vi apprestate a leggere bene illustra il ricco avanzamento dell'attività di ricerca sui temi del sistema alimentare milanese, sviluppando un approfondimento sull'economia circolare del cibo. Grazie all'intuizione di Novamont e alle energie del Centro di Ricerca EStà, verranno analizzati e descritti i principali elementi che consentono sinergie virtuose e convergenza di azioni tra l'economia circolare e le attività del sistema alimentare di Milano.

Buona lettura!

## **Anna Scavuzzo**

Vicesindaco di Milano, delegata alla Food Policy

## **Carlo Mango**

Direttore Area Ricerca Scientifica e Trasferimento Tecnologico, Fondazione Cariplo

# INTRODUZIONE

## Obiettivi e giustificazione della ricerca

Il complesso di questo studio esamina l'economia circolare del cibo nel comune di Milano:

- prendendo in considerazione i principali flussi: a) dei **rifiuti urbani** legati al sistema alimentare (frazione organica dei rifiuti solidi urbani - FORSU - imballaggi in plastica e in carta-cartone); b) delle **eccedenze di cibo utilizzabili per donazioni verso persone in difficoltà economica**, con particolare attenzione verso il cibo fresco, date le sue proprietà nutritive; c) dei **fanghi di depurazione delle acque reflue**,
- analizzando gli **attori del sistema** connessi con l'interesse pubblico, e i principali meccanismi di interazione reciproca,
- valutando le **dimensioni dei flussi fisici**, il valore economico del sistema e i suoi impatti ambientali,
- **segnalando le innovazioni di prodotto e di processo** più significative per dimensioni e per potenzialità di miglioramento in futuro della situazione attuale,
- fornendo ai decisori pubblici e agli attori analizzati elementi per definire **possibili miglioramenti** al sistema.

Per queste caratteristiche lo studio si basa su metodi, dati ed evidenze scientificamente rigorosi, ma allo stesso tempo viene esposto con un registro non tecnico così da permetterne la lettura anche ad altri soggetti interessati, oltre agli specialisti.

### I temi al centro del dibattito pubblico

Il tema dell'economia circolare riscuote un interesse crescente, espresso direttamente o indirettamente nei documenti di indirizzo politico e normativo prodotti dal 2015 sia a livello globale, sia a livello europeo e nazionale.

Il primo tra i documenti di ampia portata in cui si esprime un collegamento con il tema è quello intitolato "Trasformare il nostro mondo. **L'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile**" con il quale l'ONU ha presentato i **17 Obiettivi**

**di sviluppo sostenibile (SDGs).** Il collegamento è rilevante in particolare con gli obiettivi 2 ("Porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile"), 8 ("Promuovere una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, la piena e produttiva occupazione e un lavoro dignitoso per tutti"), 9 ("Costruire un'infrastruttura resiliente, promuovere l'industrializzazione inclusiva e sostenibile e sostenere l'innovazione"), 11 ("Rendere le città e gli insediamenti umani sicuri, duraturi inclusivi e sostenibili"), 12 ("Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo"), 13 ("Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico") e 15 ("Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre").

L'Accordo ONU di Parigi del 2015 sul contenimento del riscaldamento globale è un secondo documento con il quale il tema si pone in collegamento, grazie ai risultati di riduzione nelle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente a cui mirano le pratiche di economia circolare.

La ricerca si connette anche al **Milan Urban Food Policy Pact**, un patto internazionale fortemente voluto dal Comune di Milano e firmato da più di 200 città del mondo (con oltre 450 milioni di abitanti), che si impegnano a rendere sostenibili ed equi i sistemi alimentari urbani, anche lottando contro lo spreco alimentare e diminuendo la quantità di rifiuti legati al cibo.

La Commissione europea negli anni recenti si è dedicata esplicitamente al tema dell'economia circolare in due momenti: il 2 dicembre 2015 ha adottato la Comunicazione "**L'anello mancante: un piano d'azione europeo per l'economia circolare**"; il 4 luglio 2018 ha adottato le quattro direttive del cosiddetto "**pacchetto rifiuti**", le numero 849-850-851-852, che modificano sei precedenti direttive su rifiuti, imballaggi, discariche, rifiuti elettrici ed elettronici (RAEE), veicoli fuori uso e pile, ponendo nuovi obiettivi per la raccolta dei rifiuti organici e per il riciclaggio dei rifiuti in plastica e in carta-cartone.

Il governo italiano ha svolto una consultazione pubblica al termine della quale, a dicembre 2017, ha pubblicato il documento "**Verso un modello di economia circolare per l'Italia**". Scopo del documento è quello di fornire un'introduzione generale sul tema e di definire il posizionamento strategico del paese, in continuità con gli impegni assunti verso l'Accordo di Parigi, gli SDGs e le decisioni in sede G7 e di Unione europea.

A livello locale il tema specifico dell'economia circolare urbana legata al cibo è di **interesse rilevante per il Comune di Milano nell'ambito della Food Policy urbana**, in particolare in relazione alla priorità n° 4 "Lottare contro gli sprechi". Il Comune è interessato a conoscere

il comportamento e i margini di miglioramento di alcuni grossi soggetti urbani in materia di donazione e recupero delle eccedenze alimentari destinate ad uso umano. Si ricorda che il **Comune di Milano presiede all'interno di Eurocities** (la principale rete di città europee) **il tavolo di lavoro focalizzato sulle politiche urbane del cibo** (Working Group Food), il cui lavoro si è molto concentrato sul tema dello spreco alimentare. Un altro campo di interesse per il Comune riguarda **l'utilizzo dei fanghi da depurazione in agricoltura** e il conseguente rapporto con i distretti agricoli all'interno dell'Accordo Quadro di Sviluppo Territoriale (AQST) "Milano Metropoli Rurale". Infine, il Comune è interessato a conoscere in maniera più approfondita i meccanismi di raccolta e di riciclaggio degli scarti da cibo e degli imballaggi strettamente connessi, per valutare l'esistenza di opportunità migliorative.

Infine, i temi trattati sono di **grande interesse per Fondazione Cariplo**, come testimoniano i vari convegni organizzati, i diversi bandi promossi e i relativi progetti finanziati.

## Domande di ricerca

All'interno degli ambiti, e in coerenza con i metodi e gli approcci descritti nel seguito di questa introduzione, lo studio si è proposto di fornire risposte ad una serie di domande che hanno orientato la ricerca di dati, informazioni, evidenze e modalità di funzionamento nel sistema indagato. Le domande guida sono esposte di seguito.

Laddove non vi sono specifici riferimenti alla realtà milanese l'indagine si intende allargata alle principali dinamiche nazionali.

**1.** Rispetto alle tecnologie disponibili di digestione anaerobica (DA) e compostaggio, quali sono i **principali problemi e le potenziali opportunità nel trattamento della FORSU** sia allo stato attuale, sia in previsione di un eventuale aumento di imballaggi alimentari e di strumenti connessi al *food service* in carta e plastica compostabile?

**2.** Quali sono le **principali questioni** che emergono dall'attuale modalità di gestione del ciclo post consumo relativo agli **imballaggi alimentari e al food service** in plastica, bio-plastica e carta?

**3.** A partire dalla ricostruzione dei **flussi di eccedenze di**



**cibo fresco** generati da quei soggetti verso i quali il Comune di Milano esercita o una funzione di controllo (Milano Ristorazione, SogeMi) o una diretta influenza (mercati settimanali scoperti), a quali livelli di efficacia è arrivato **il sistema delle donazioni solidali per alimentazione umana**? Quali ulteriori margini di miglioramento emergono?

**4.** Quali sono le principali questioni relative ai **fanghi di depurazione** prodotti dagli attori di Milano e della relativa città metropolitana (MM e CAP)?

**5.** Qual è il **valore economico del sistema di economia circolare del cibo di Milano**, considerando come componenti del calcolo il servizio di raccolta rifiuti, il costo delle materie raccolte e il loro valore?

**6.** Quali sono le **tendenze relative alla produzione quantitativa di rifiuti** delle famiglie, tenendo in considerazione le dinamiche reddituali e demografiche?

**7.** Qual è la **riduzione nelle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente** che il sistema dell'economia circolare urbana del cibo ha realizzato nella città di Milano, assumendo come base di comparazione i dati del 2011 e i dati del 2018? All'interno di questo calcolo **qual è la riduzione che si può ricondurre alle donazioni alimentari di eccedenze ad uso umano**?

## Metodo di lavoro

Lo studio è stato condotto combinando la ricerca sul campo con la ricerca documentale, per integrare dati ed informazione quali-quantitative ottenuti da fonti dirette con dati, informazioni ed evidenze provenienti da fonti di secondo livello.

La ricerca sul campo ha permesso anche un'indagine sui principali meccanismi di interazione tra i soggetti del sistema e una raccolta di valutazioni sui principali ostacoli e potenzialità dei singoli settori esaminati.

Le scelte specifiche sono descritte di seguito.

## Ricerca sul campo

Sono state intervistate tre categorie di soggetti:

a) **soggetti chiave del territorio milanese**, direttamente coinvolti: nella gestione del rifiuto (A2A Ambiente, AMAT,

AMSA); nel processo di donazione delle eccedenze di fresco (SogeMi, Milano Ristorazione, Banco Alimentare, Recup) oppure esperti del tema (Politecnico di Milano); nel processo di recupero dei fanghi di depurazione (CAP e MM); nel sistema dell'economia circolare del cibo (Ufficio Food Policy del Comune di Milano);

b) **soggetti chiave direttamente coinvolti**: nella filiera della gestione del rifiuto locale (milanese) ed extralocale (Biorepack, COREPLA, COMIECO, CIC, I.BLU); nel sistema dell'economia circolare del cibo a scala locale ed extralocale (Assocarta, Assobioplastiche, Novamont<sup>1</sup>);

c) **esperti del tema dell'economia circolare del cibo** (Materia Rinnovabile, UNISG, altri esperti).

## Raccolta dati di secondo livello

I dati documentali di secondo livello raccolti e rielaborati nel presente studio sono stati forniti dai soggetti sopra citati, oppure sono presenti nelle ricerche e nei materiali pubblici citati in bibliografia.

L'insieme dei dati, delle informazioni e delle evidenze raccolti sono stati riorganizzati oltre che in modalità discorsiva, anche in forma infografica, per fornire quadri di sintesi adatti a facilitare la comprensione della complessità.

## Ambito

Gli elementi considerati all'interno dello studio sono stati i seguenti:

**I flussi di rifiuti urbani** (con esclusione dei sottoprodotti) connessi alla produzione, circolazione e consumo di cibo all'interno del comune di Milano, e in particolare i flussi di FORSU e imballaggi. Tra questi ultimi, come già ricordato, lo studio si è focalizzato su carta, cartone e plastiche. La scelta è stata dettata sia dalle dimensioni volumetriche di questi flussi di imballaggi, sia, nel caso della plastica, dai grandi problemi ambientali connessi.

**Le eccedenze** di cibo fresco destinabili all'alimentazione

<sup>1</sup> Novamont, azienda all'avanguardia a livello mondiale nel campo delle plastiche compostabili, ha anche contribuito economicamente alla realizzazione del presente studio.

umana<sup>2</sup> e prodotte dai principali soggetti su cui il Comune di Milano detiene un potere di influenza. La scelta è stata dettata dalle priorità di interesse espresse dal Comune di Milano, patrocinatore dello studio.

**I fanghi di depurazione delle acque reflue**, in quanto sia elemento utile a un possibile miglioramento della qualità dei suoli agricoli, sia elemento utile alla produzione di biocarburanti ed eventuali nuovi beni.

Ovviamente l'ambito così definito non esaurisce l'intero oggetto di una ricerca sull'economia circolare urbana del cibo a Milano. Lo studio attuale si concentra sui principali elementi strategici, rinviando ad ulteriori ricerche i temi qui non trattati.

## Modello interpretativo

La massa di dati, informazioni ed evidenze raccolte richiede evidentemente un modello interpretativo che consenta di riorganizzarli per rispondere a problemi e porre nuove questioni agli attori del sistema considerato.

Lo studio si è ispirato al modello della **ricerca-azione**, intendendo come tale un modo di concepire la ricerca che si pone l'obiettivo non tanto di approfondire determinate conoscenze teoriche, ma di analizzare una pratica con lo scopo di introdurre cambiamenti migliorativi.

Gli oggetti dello studio non sono stati i soli dati relativi ai flussi fisici, ma anche e soprattutto le **azioni dei soggetti** che compongono il sistema, sia considerate isolatamente, sia con attenzione alle influenze reciproche. In questo modo il modello interpretativo prova a mettere in luce i principali meccanismi di funzionamento del sistema per arrivare a segnalare le questioni che ne emergono.

Infine la scelta di calcolare **i più significativi valori economici, occupazionali e ambientali del sistema milanese** (questi ultimi limitatamente alla produzione di CO<sub>2</sub>) è dovuta all'importanza che gli autori dello studio attribuiscono alla **sostenibilità dei sistemi**, intesa come insieme delle dimensioni economiche sociali e ambientali, e alla sua misurabilità attraverso indicatori sintetici.

<sup>2</sup> Si noti che mentre l'ambito dei rifiuti appartiene al campo più ampio dei flussi di materiali secondari, l'ambito delle eccedenze alimentari appartiene al campo delle strategie di prevenzione rifiuti (la classificazione riprende le categorie di Walter R. Stahel, precursore e tra i principali teorici dell'economia circolare).

# PREMESSA

## Che cos'è l'economia circolare e cosa consideriamo economia circolare del cibo

L'economia circolare è un modello di produzione, circolazione, consumo di beni e servizi e gestione dei relativi scarti, orientato dal **principio di conservazione del valore socio-economico dei beni** (valore d'uso e valore di scambio), e realizzato attraverso la progettazione di sistemi economici tendenzialmente chiusi nei quali viene privilegiato l'uso dell'energia rinnovabile.

I risultati ottenuti dall'applicazione del modello possono essere misurati attraverso sia indicatori economici (aumento del valore aggiunto prodotto), sia indicatori ambientali (riduzione della produzione di rifiuti solidi, liquidi e in forma di gas ad effetto serra). In un numero crescente di ambiti si considerano anche indicatori relativi alla sfera sociale, e in particolare all'aumento dei posti di lavoro prodotti dall'economia circolare. In questo ambito la Commissione europea ha messo a punto nel 2018 uno strumento di monitoraggio sintetico, suddiviso in 10 indicatori, il Circular economy monitoring framework.

Conservare il valore dei beni significa in generale minimizzare l'estrazione dall'ambiente di risorse finite (es. nutrienti dai suoli agrari), ridurre la generazione di entropia da processi di trasformazione della materia di cui i beni sono costituiti, per mantenerne l'utilità e il prezzo, ridurre i tassi e i tempi di trasformazione in rifiuti, promuovere modalità di riciclaggio di questi ultimi. **La conservazione temporale del valore socio-economico influenza pertanto la conservazione ambientale, riducendo la produzione di inquinanti, solidi, liquidi e gassosi.**

La circolarità (o sistema tendenzialmente chiuso) è la modalità operativa specifica che permette di soddisfare al meglio il principio di conservazione del valore economico, reinserendo i rifiuti nel ciclo produttivo.

**L'esistenza di servizi di riutilizzo, riparazione, rigenerazione dei beni rinforza la conservazione del valore economico** (e del valore d'uso) dei beni, **prevenendo**

### la formazione dei rifiuti.

La possibilità di svolgere le operazioni di cui sopra è fortemente influenzata dalla progettazione dei beni stessi in termini di materiali usati, di durata programmata e di facilità di riuso e/o di riciclo delle loro parti.

L'inserimento dei sistemi economici circolari dentro ambiti politico-spaziali definiti e di scala locale permette un **maggior controllo collettivo sia sulle modalità di gestione dell'intero ciclo**, sia sull'insieme dei costi economici, sociali ed ambientali (favorendo la minimizzazione dei costi monetari ed ambientali legati al trasporto), sia sulla destinazione e sull'uso dei valori prodotti.

### MUFPP Monitoring Framework: la misurazione a scala urbana

Il Milan Urban Food Policy Pact (MUFPP) Monitoring Framework è un sistema di 44 indicatori utili a valutare i progressi fatti dalle città aderenti al MUFPP nel rendere più sostenibili i propri sistemi alimentari, coerentemente con le strategie e le azioni suggerite dal patto stesso. Cinque di questi indicatori misurano questioni strettamente correlate ai temi trattati in questa ricerca:

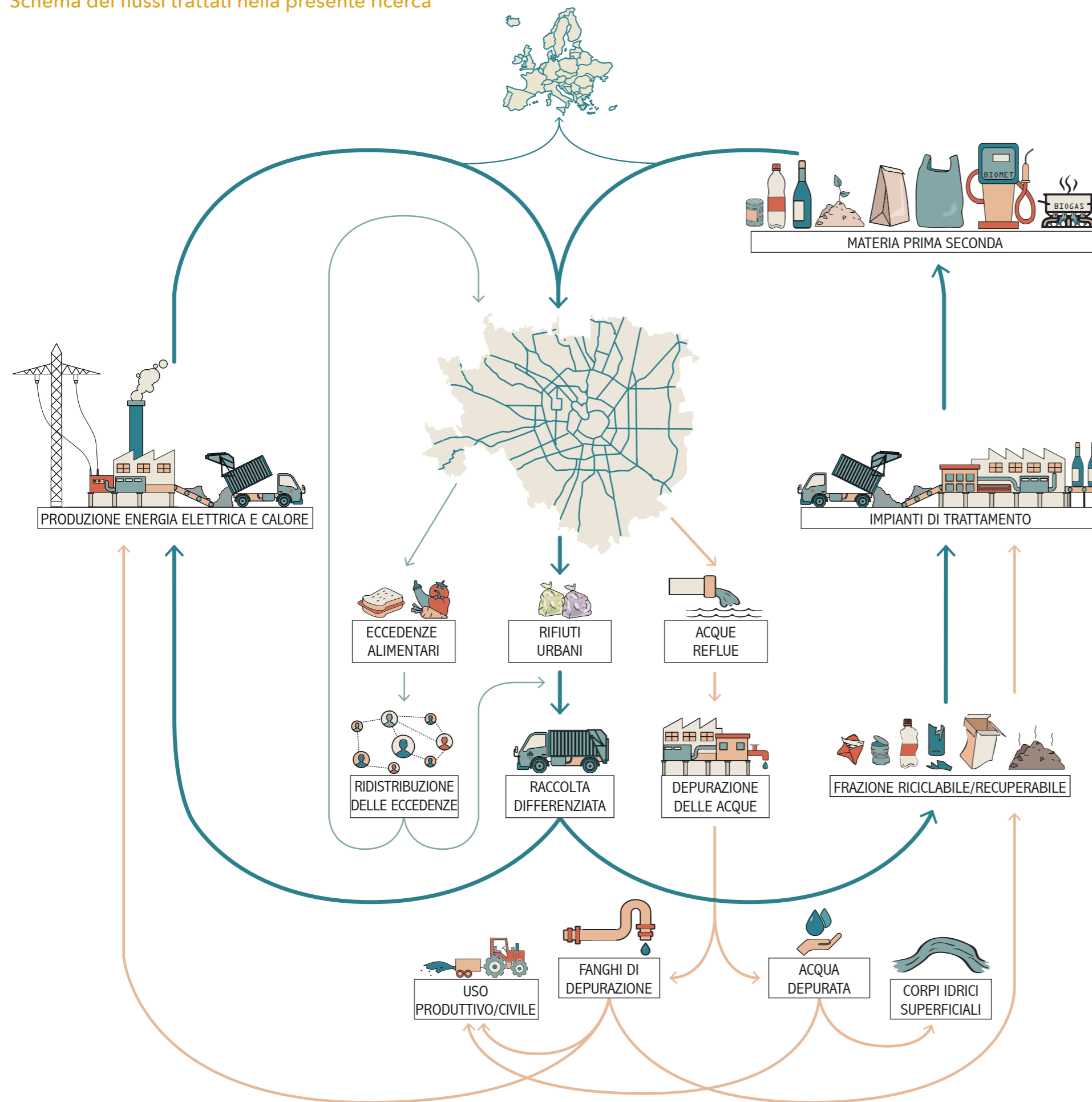
- indicatore n° 33 - proporzione annua di rifiuti organici urbani raccolti che viene riutilizzata nella produzione agricola all'interno dei confini municipali
- indicatore n° 41 - volume totale annuo di perdite e sprechi alimentari
- indicatore n° 42 - numero annuo di eventi e campagne volte a ridurre la perdita e lo spreco di cibo
- indicatore n° 43 - presenza di politiche o regolamenti che riguardano la prevenzione, il recupero e la redistribuzione dei rifiuti alimentari
- indicatore n° 44 - volume totale annuo delle eccedenze alimentari recuperate e ridistribuite per il consumo umano diretto

Il MUFPP Monitoring Framework non è nato per misurare la circolarità all'interno dei sistemi alimentari: l'unico indicatore di circolarità è il numero 33.

## L'economia circolare del cibo in ambito urbano

L'economia circolare distingue i **rifiuti** in due categorie: **biologici e non biologici**. Il recupero del rifiuto biologico ha recentemente stimolato l'interesse di una branca della bioeconomia che intende esplorarne le potenzialità, sia ottimizzando i processi relativi a beni già attualmente prodotti su larga scala a partire dal rifiuto (ammendanti e/o fertilizzanti organici per agricoltura, biogas, biometano), sia investigando prodotti a maggior valore aggiunto attualmente non ancora giunti alla fase dell'ambiente commerciale (o stadi della *proof of performance* secondo la classificazione dei Livelli di tecnologia approntata - TRL in inglese - proposta da Swiss Core).

**Le città** sono state identificate come uno **spazio entro cui possono agire in modo efficace le strategie di bioeconomia**. La scelta è dovuta alle quantità di rifiuti prodotti e dei relativi sistemi di raccolta e trattamento che le città e il loro dintorni concentrano in spazi relativamente limitati. In particolare dal 2015 la Direzione Bioeconomia della DG Ricerca e Innovazione della Commissione europea ha condotto attività di ricerca e politiche per individuare le principali potenzialità della catena del valore connessa ai prodotti a base di rifiuti organici urbani. Nel 2018 la Commissione europea ha pubblicato la comunicazione "Updated bioeconomy strategy". A seguito di questo la DG ricerca e Innovazione ha proposto alla discussione il concetto di "**Economia circolare urbana basata sulla bioeconomia**". Il concetto si riferisce ai processi di valorizzazione delle risorse di rifiuti organici urbani attraverso la produzione di beni che utilizzino come materia prima questi rifiuti, insieme ai fanghi di depurazione di acque reflue. Nello stesso anno 2018 la Ellen MacArthur Foundation ha pubblicato il documento "Cities and the circular economy for food" ed ha lanciato la "Food initiative" nella quale propone tre settori di azione in ambito urbano relativi al cibo: 1) Sviluppare fonti di alimenti coltivati in modo rigenerativo e, se del caso, a livello locale; 2) Utilizzare al meglio il cibo; 3) Progettare e commercializzare prodotti alimentari più sani. Il presente studio si concentra sul secondo di questi tre settori, che la "Food Initiative" dettaglia nel modo seguente: **"Le città svolgono un ruolo cruciale nel mantenere il cibo al suo massimo valore ed eliminare gli sprechi**. Possono diventare centri per la redistribuzione degli alimenti in eccesso e per una fiorente bioeconomia in cui i sottoprodotti alimentari vengono trasformati in fertilizzanti



organici, biomateriali, medicinali e bioenergia". Pertanto **l'economia circolare del cibo in ambito urbano** viene intesa in questo studio come un **insieme di pratiche di conservazione del valore del cibo** che comprende sia le donazioni delle eccedenze a scopi di alimentazione umana, sia la trasformazione delle eccedenze e degli scarti in altri prodotti alimentari, sia l'utilizzo dei rifiuti da cibo per produrre nuovi beni.

Poiché il cibo viene fatto circolare e viene acquistato dal consumatore finale contenuto in **imballaggi**, ogni indagine sui flussi di alimenti non può prescindere da un esame delle relative dinamiche. In questo studio ne sono state prese in considerazione due categorie della massima rilevanza per la pluralità degli impieghi, i volumi prodotti, la tendenza di sviluppo e l'impatto sull'ambiente: la **carta-cartone** e le **plastiche**. Di ciascuna di queste due categorie di imballaggi sono state esaminate principalmente le modalità di raccolta, trattamento e riciclaggio. La scala di osservazione è stata prioritariamente quella urbana, anche se l'intera filiera, così come avviene per quelle dei rifiuti da cibo, ne travalica i confini ed a volte è stato pertanto necessario estendere l'ambito della ricerca alla scala nazionale. Nell'ambito dei contenitori connessi al sistema di circolazione degli alimenti, un'attenzione specifica è stata posta alla **bioplastica compostabile** (le cui caratteristiche sono contenute nella norma UNI EN 13432 e campo di attività del finanziatore dello studio) sia per il ruolo che essa svolge nel facilitare il riciclaggio dei rifiuti da cibo, sia per le potenzialità che essa può giocare per sostituire le plastiche fossili nell'imballaggio degli alimenti e nel cosiddetto "food service veloce".



# IL SISTEMA DEI RIFIUTI



**La redazione di questa sezione è stata possibile grazie ai preziosi contributi di:**

Alessandra Bini, Milano Ristorazione  
Mario Bonaccorso, Materia Rinnovabile  
Jenny Campagnol, CIC  
Massimo Centemero, CIC  
Andrea Di Stefano, Novamont  
Fernanda Farachi, Novamont  
Eliana Farotto, COMIECO  
Franco Fassio, UNISG  
Walter Ganapini, Agenzia Europea Ambiente  
Christian Garaffa, Novamont  
Filippo Gavazzeni, Comune di Milano  
Cecilia Giardi, Novamont  
Cecilia Giussani, Milano Ristorazione  
Giulia Gregori, Novamont  
Mario Grosso, Politecnico di Milano  
Andrea Magarini, Comune di Milano  
Marta Maggi, EStà  
Elena Maggioni, A2A Ambiente spa  
Roberto Marangon, Novamont  
Tiziana Milizia, Novamont  
Carmine Pagnozzi, Assobioplastiche  
Mauro Penco, AMSA  
Antonio Protopapa, COREPLA  
Massimo Ramunni, Assocarta  
Francesco Razza, Novamont  
Annalaura Silvestro, PoliMI  
Mirko Tutino, I.BLU srl  
Marco Versari, Biorepack  
Danilo Vismara, AMSA  
Nicola Zaffra, SogeMI  
Gloria Zavatta, AMAT

*Revisione scientifica:* Walter Ganapini, Membro Onorario del Comitato Scientifico dell'Agenzia Europea dell'Ambiente

## Gli elementi fondamentali, i vettori, gli impatti

Il sistema di raccolta differenziata, riciclaggio e reimmissione in nuovi prodotti dei rifiuti ha avuto origine in Italia da ragioni economiche e da ragioni ambientali, e nella città di Milano ha raggiunto, negli anni dopo il 2013, livelli complessivamente eccellenti.

Le **origini economiche** risalgono nelle caratteristiche di un paese come l'Italia, da sempre povero di materie prime industriali e di fonti di energia fossile, bisognoso di un sistema di riciclaggio dei materiali che riduca la dipendenza degli approvvigionamenti dall'estero. La dinamica si è particolarmente accentuata dopo la grande crisi economica del 1929, quando la scelta nazionale verso l'autarchia provò a valorizzare le risorse interne disponibili, a partire dall'agricoltura e dal sole, anticipando elementi di quella che oggi verrebbe chiamata la *green economy*.

Le **origini ambientali** del sistema di gestione dei rifiuti sono più recenti e affondano le radici nella maggior sensibilità globale diffusasi tra la seconda metà degli anni '80 e l'inizio degli anni '90 di cui sono testimoni tra l'altro il rapporto Bruntland del 1987, la nascita dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change - Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico) nel 1988 e la prima conferenza mondiale dei capi di Stato sull'ambiente tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992 sotto l'egida dell'ONU. Un processo di cambiamento culturale rafforzatosi a livello mondiale con il Protocollo di Kyoto del 1997 e a livello europeo con le diverse direttive sui rifiuti, tra cui in particolare: la direttiva 62 del 1994; la direttiva 31 del 1999; la direttiva 53 del 2000; la direttiva 66 del 2006; la direttiva 98 del 2008 che introduce la gerarchia di interventi rispetto ai rifiuti (a) prevenzione; b) preparazione per il riutilizzo; c) riciclaggio; d) recupero di altro tipo, per esempio recupero di energia; e) smaltimento); la direttiva 19 del 2012; il pacchetto economia circolare del 2015; le direttive 849-852 del 2018 che fissano obiettivi relativi alla raccolta differenziata, il riciclaggio, i limiti di conferimento in discarica; la direttiva sulla plastica monouso del 2019. In Italia il recepimento di queste norme attraversa una fase pionieristica (nel 1982 con il DPR 915 viene recepita la prima direttiva europea in materia - la 442 del 1975, aggiornando una normativa italiana che risaliva al 1941), mentre una fase più strutturale viene avviata dalla legge 475 del 1988, nella quale la raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani viene imposta esplicitamente. Le

normative vengono successivamente aggiornate con il cosiddetto "Decreto Ronchi" D.Lgs. 22 del 1997, di cui si dirà più approfonditamente in seguito, e con il cosiddetto "Testo unico ambientale", D.Lgs. 152 del 2006, ad oggi ancora vigente dopo essere stato sottoposto a numerose modifiche.

I bisogni ecologici e le direttive ambientali costituiscono la base di un sistema che oggi risponde a bisogni più consapevoli ed evoluti rispetto a quelli del contesto di nascita. I **vettori** più importanti che guidano l'evoluzione dell'intero sistema dei rifiuti sono oggi principalmente due: da un lato la necessità di **ridurre l'utilizzo di nuova materia** (con conseguente emissione di minori quote di CO<sub>2</sub>) grazie al riciclaggio dell'esistente, e dall'altro la possibilità di **riprodurre materia organica che offra rimedio all'impoverimento dei suoli** nonché opportunità di fertilizzazione per le coltivazioni in agricoltura, un settore in cui l'Italia è prima in Europa a livello di valore aggiunto (e seconda alla Francia in termini di valore della produzione)<sup>3</sup>. Due temi di grande rilievo di fronte agli scenari ambientali ed economici futuri, che secondo Coldiretti vedranno tra l'altro forti rischi di desertificazione produttiva dei suoli in un'estensione pari a un quinto del territorio nazionale.

**L'economia circolare offre un modello per unire questi due vettori** ed esprimerne al meglio le potenzialità connettendo aspetti ambientali con aspetti economici e sociali. Sul piano ambientale, il riciclo di materiali (che nel caso di questo studio riguarda plastiche e carta per imballaggio e *food service*) e la loro reimmissione in prodotti simili agli originali, è un processo di **economia circolare chiusa** che riduce il bisogno di produrre nuovi materiali e contribuisce al decremento della CO<sub>2</sub> equivalente emessa. La trasformazione della frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU) in ammendante compostato è invece un esempio di **riciclaggio aperto** in cui un rifiuto diviene *input* non per la produzione diretta dello stesso bene di origine (nel caso si sarebbe in presenza di un processo chiuso), ma per la riproduzione del terreno agricolo. Oltre a produrre vantaggi ecologici, i percorsi che portano ad ottenere materie prime e ammendante compostato producono un valore economico e sociale assai più alto rispetto ai percorsi, nettamente predominanti in Italia dagli anni del *boom* economico agli anni '90, in cui i rifiuti organici e da imballaggi plastici venivano abbandonati in discarica (nel 1991 in Italia la percentuale complessiva di rifiuti conferiti in discarica era pari al 90% del loro peso<sup>4</sup>).

<sup>3</sup> Istat, 2019. L'andamento dell'economia agricola - anno 2018

<sup>4</sup> Ministero dell'Ambiente, 1991

Per apprezzare i vantaggi economici e sociali si pensi per esempio a come il valore della materia PET riciclata sia nettamente superiore al valore economico dell'energia termica che deriva dal suo incenerimento o a come il numero di lavoratori impiegati nei processi di selezione delle plastiche da riciclare sia nettamente superiore a quello impiegato nel processo di trasferimento delle stesse verso le discariche (o anche nel processo di incenerimento).

## Pacchetto rifiuti

Sono in vigore dal 4 Luglio 2018 le quattro direttive (tutte datate 30 Maggio 2018) del "pacchetto economia circolare" (anche note come "direttive rifiuti") che modificano 6 direttive su rifiuti, imballaggi, discariche, rifiuti elettrici ed elettronici (RAEE), veicoli fuori uso e pile. Gli stati membri dovranno recepirle entro il 5 Luglio 2020.

Per la presente ricerca, gli obiettivi rilevanti contenuti nel "pacchetto rifiuti" sono i seguenti:

- entro il 2035 la collocazione dei rifiuti urbani in discarica deve essere ridotta fino ad un massimo del 10% in peso del totale dei rifiuti urbani prodotti (Direttiva 2018/850);
- entro il 31 dicembre 2023 (e fatto salvo l'articolo 10, paragrafi 2 e 3), i rifiuti organici devono essere differenziati e riciclati alla fonte o raccolti in modo differenziato e non miscelati con altri tipi di rifiuti (Direttiva 2018/851, che modifica la direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti);
- preparazione per il riutilizzo e riciclo dei rifiuti urbani: 55% in peso al 2025; 60% al 2030, 65% al 2035 (Direttiva 2018/851). L'obiettivo al 2020 resta quello al 50% fissato nella Direttiva Quadro 2008/98/CE;
- specificatamente per i rifiuti da imballaggio (Direttiva (UE) 2018/852 che modifica la direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio), i nuovi obiettivi di riciclaggio sono schematizzati nella figura seguente:

Tipologia di imballaggio	obiettivo al 2025	obiettivo al 2030	(obiettivo al 2008, direttiva 2004/12/CE)
Alluminio	50%	60%	50%
Materiali ferrosi	70%	80%	
Carta/cartone	75%	85%	(60%)
Legno	25%	30%	(15%)
Plastica	50%	55%	(22,5%)
Vetro	70%	75%	(60%)
<b>TOTALE</b>	<b>65%</b>	<b>70%</b>	

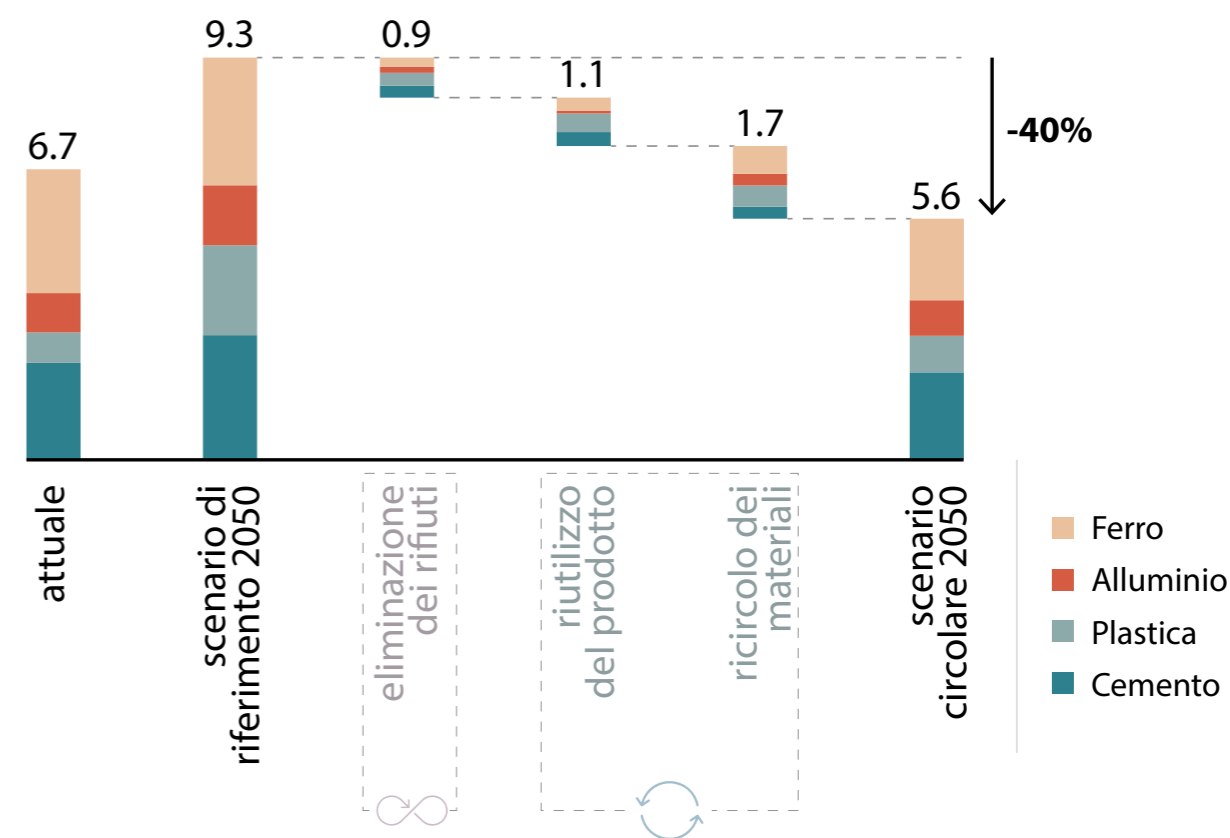
Si ricorda che, per quanto riguarda specificatamente le bottiglie in plastica, la direttiva europea 2019/904 (Single use plastic - Plastica Monouso) entrata in vigore nel giugno 2019, fissa obiettivi di raccolta più restrittivi rispetto a quelli degli altri imballaggi in plastica indicati nella Direttiva (UE) 2018/852: infatti i paesi membri dovranno raccogliere il 77% di quanto immesso al consumo entro il 2025 e il 90% entro il 2029.

I risultati e le potenzialità insiti nel passaggio da un sistema dei rifiuti basato sulla discarica (in particolare per i rifiuti organici e gli imballaggi in plastica) ad un sistema basato sull'economia circolare sono rappresentabili anche attraverso alcuni indicatori sintetici di tipo ambientale, economico e sociale.

Da un **punto di vista ambientale**, e in particolare da un punto di vista della riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub>, secondo la Ellen MacArthur Foundation "un approccio di economia circolare potrebbe ridurre le emissioni globali di CO<sub>2</sub> dai materiali chiave dell'industria (tra cui la plastica, ndr) fino al 40%, pari a un valore assoluto di 3,7 miliardi di tonnellate nel 2050", come illustrato più analiticamente nel grafico seguente.

Per l'Italia lo Studio Fieschi ha calcolato per il CONAI (CONAI, 2017) le emissioni di CO<sub>2</sub> risparmiate attraverso

Emissioni globali di CO<sub>2</sub> dalla produzione di quattro materiali chiave (miliardi di t/anno)



Fonte: Ellen MacArthur Foundation, 2019: *Completing The Picture: How The Circular Economy Tackles Climate Change*

il riciclo<sup>5</sup>. Questi dati sono stati rielaborati (Bianchi, 2019) per ricondurli al totale di circa 43 milioni di tonnellate di materie seconde (incluso import-export) reimpiegate nella produzione manifatturiera o destinate a compostaggio. Qui di seguito sono citati i dati relativi ai flussi di cui si occupa questo studio.

#### Emissioni evitate dal riciclo manifatturiero e trattamento biologico (2017)

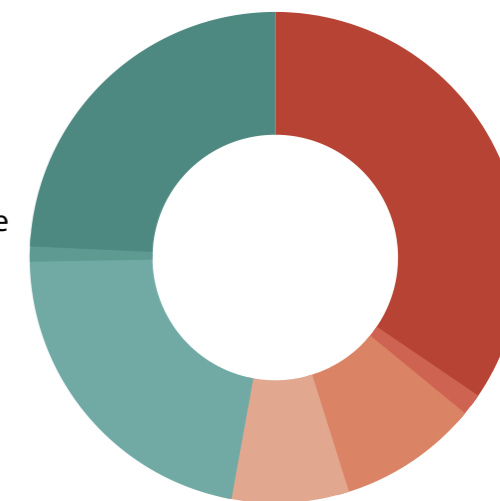
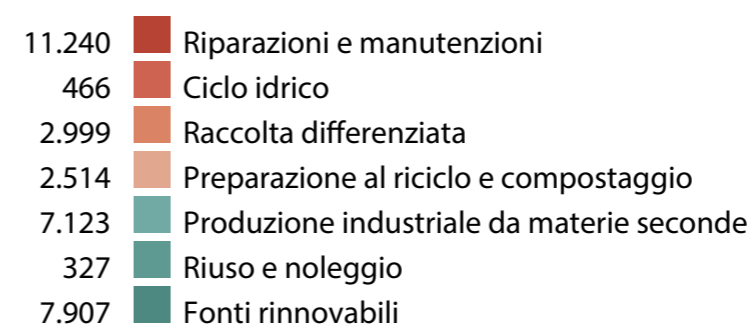
	T/a	CO <sub>2</sub> eq/T	T. CO <sub>2</sub> eq Tot
Frazione organica	7.445.345	0,18	1.313.402
Carta	4.993.800	0,86	4.291.048
Plastica	1.090.000	1,59	1.728.672

Fonte: Bianchi (aggiornamento 2019)

<sup>5</sup> Le emissioni evitate di gas serra sono state calcolate sulla base della quantità lorda di CO<sub>2</sub>eq (equivalente) evitata con il riciclo, della quantità di CO<sub>2</sub>eq emessa per le operazioni di separazione/pretrattamento e della quantità di CO<sub>2</sub>eq emessa per il trasporto del materiale dal conferimento agli impianti finali di riciclo, per ciascuna singola frazione. A livello metodologico occorre sottolineare che la quantità lorda di CO<sub>2</sub>eq evitata è calcolata sulla base del fattore di emissione per unità di materiale primario risparmiato e della quantità di materiale primario risparmiato da riciclo, per singola frazione.

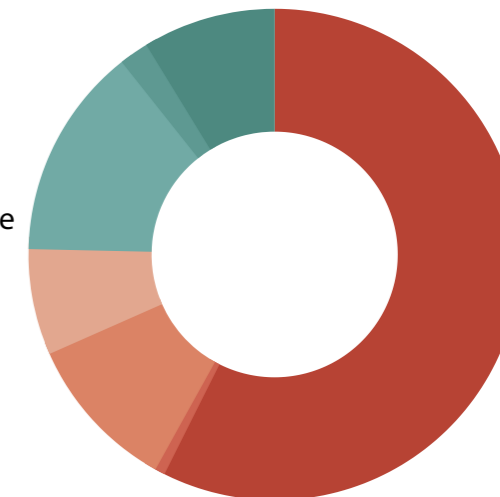
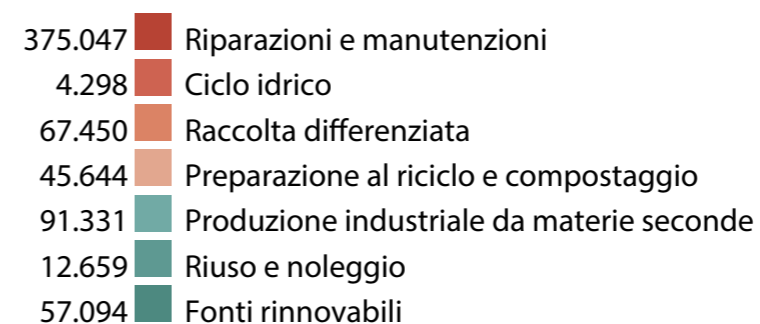
Da un **punto di vista economico e sociale** già nel 2017 le attività inerenti all'economia circolare in Italia valevano oltre 100 miliardi in termini di fatturato, circa 33 miliardi in termini di valore aggiunto e impegnavano oltre 653.000 occupati, come mostrato con maggiori dettagli anche nei grafici seguenti.

#### Valore aggiunto dell'economia circolare in Italia 2017 (milioni di euro)



Fonte: Bianchi (aggiornamento 2019)

#### Occupati nell'economia circolare in Italia (2017)



Fonte: Bianchi (aggiornamento 2019)



## La nascita di un sistema industriale

Come mostrato nei paragrafi precedenti, il **sistema di gestione dei rifiuti urbani** oggi ha dimensioni tecnologiche, di quantità trattate e di numero di addetti tali da configurarlo come un **vero e proprio ambito industriale**, una realtà profondamente diversa da quella ben più piccola, scollegata tra i suoi attori e frammentata in piccole entità che è esistita fino a 25 anni fa. Il sistema ha conosciuto una forte evoluzione a partire dagli anni '90 quando è iniziato un processo legislativo europeo e poi nazionale più strutturato che mirava direttamente a proteggere la qualità dell'ambiente, la salute umana, le risorse e il cui effetto indiretto è stato lo stimolo allo sviluppo di un sistema industriale le cui dimensioni economiche sono cresciute negli anni.

Il punto di svolta in Italia è rappresentato dal Decreto Legislativo 5 Febbraio 1997, n° 22, conosciuto come "Decreto Ronchi". Il decreto venne emanato per rendere efficaci le direttive europee sui rifiuti urbani, sui rifiuti pericolosi e sugli imballaggi (quest'ultima era la direttiva CE 62 del 1994 aggiornata nel 2018). **Il Decreto Ronchi rappresenta il principio cardine della gestione dei rifiuti in Italia**, fino a quel momento frammentata, e stabilisce norme precise per ridurre la produzione dei rifiuti, incentivare il recupero ed il riciclo, aumentare la coscienza ambientale dei cittadini, creare una collaborazione attiva tra imprese e comuni.

Un'importante innovazione del Decreto Ronchi, fu l'introduzione di un **sistema più equo di tassazione per la produzione dei rifiuti**, il cosiddetto principio del "Chi più inquina, più paga". Con questo concetto, vennero stabiliti diversi importi da pagare a seconda della quantità di rifiuti prodotti e dell'attività svolta.

Altro cambiamento di ampia portata fu il **riordino e il completamento del sistema dei consorzi** specificamente dedicati al miglioramento della raccolta, selezione e riciclo dei flussi di rifiuti differenziati. Con il decreto Ronchi nacque il CONAI e il meccanismo del CAC (Contributo ambientale CONAI) con il quale tradurre in pratica il concetto di **responsabilità estesa del produttore** anche alle fasi di vita del bene successive alla produzione.

## I consorzi

### CONAI

Il Consorzio nazionale Imballaggi è un consorzio privato che opera senza fini di lucro. Ad esso aderiscono circa 800.000 di imprese produttrici e utilizzatrici di imballaggi. È stato istituito nel 1997, segnando il passaggio da un sistema di gestione basato sulla discarica ad un sistema integrato, che si basa sulla prevenzione, sul recupero e sul riciclo dei sei materiali da imballaggio: acciaio, alluminio, carta, legno, plastica e vetro.

CONAI collabora con i Comuni in base a specifiche convenzioni regolate dall'Accordo quadro nazionale ANCI-CONAI e rappresenta per i cittadini la garanzia che i materiali provenienti dalla raccolta differenziata trovino pieno utilizzo attraverso corretti processi di recupero e riciclo. Come si legge sul sito del CONAI "l'Accordo è costituito da una parte generale che riporta i principi e le modalità applicative generali, e da sei Allegati Tecnici, uno per ogni materiale, che disciplinano le convenzioni che ciascun Comune, direttamente o tramite un soggetto terzo, può sottoscrivere con ciascun Consorzio di Filiera. Le convenzioni dell'Accordo quadro sono una possibilità per i Comuni, non un obbligo, in virtù del carattere sussidiario proprio del sistema consortile e delle caratteristiche dell'Accordo Quadro stesso. Operativamente, ciascun Comune che ha attivato la raccolta differenziata dei rifiuti di imballaggio di un materiale, sottoscrivendo la relativa convenzione, si impegna a conferire i rifiuti di imballaggio al Consorzio di Filiera, secondo le modalità riportate nell'Allegato Tecnico relativo. Parallelamente, il Consorzio di Filiera si impegna a ritirare il materiale e garantirne il successivo avvio a riciclo. Il Consorzio di Filiera si impegna, inoltre, a garantire il riconoscimento di corrispettivi, variabili in funzione della quantità e della qualità del materiale conferiti, che costituiscono i maggiori oneri della raccolta differenziata".

CONAI indirizza l'attività e garantisce i risultati di recupero di 6 Consorzi dei materiali: acciaio (Ricrea), alluminio (CIAL), carta/cartone (COMIECO), legno (RILEGNO), plastica (COREPLA), vetro (COREVE), garantendo il necessario raccordo tra questi e la Pubblica Amministrazione.

### Il Contributo Ambientale CONAI (CAC)

Le aziende aderenti al CONAI versano un Contributo obbligatorio (CAC: Contributo Ambientale CONAI) che rappresenta la forma di finanziamento che permette a CONAI di intervenire a sostegno delle attività di raccolta differenziata e di riciclo dei rifiuti di imballaggi. Il CAC rappresenta la forma di finanziamento attraverso la quale CONAI ripartisce tra produttori e utilizzatori il costo per i maggiori oneri della raccolta differenziata, per il riciclaggio e per il recupero dei rifiuti di imballaggi. Tali costi, sulla base di quanto previsto dal D.Lgs. 152/06, vengono ripartiti "in proporzione alla quantità totale, al peso e alla tipologia del materiale di imballaggio immessi sul mercato nazionale".

Per comprenderne il funzionamento concreto, può essere utile citare il caso degli imballaggi in plastica. Il CAC, in questo caso, copre la differenza in un determinato esercizio tra da un lato i costi sopportati dal consorzio COREPLA (dovuti sia per i pagamenti ai Comuni, o alle imprese da essi incaricate, della materia plastica raccolta - oggi il prezzo è di 300 euro a tonnellata - sia alle spese per altri servizi quali quelli di selezione dei materiali e di informazione ai cittadini) e dall'altro lato gli incassi del consorzio, ottenuti grazie alla vendita della materie prime più nobili

tra quelle ricevute. Dal 1° gennaio 2018 il contributo specifico per gli imballaggi in plastica, è organizzato su più fasce, in funzione della riciclabilità del materiale conferito<sup>6</sup>. Nel 2019 il meccanismo delle fasce diversificate è stato esteso anche al ciclo della carta.

#### COMIECO

È il Consorzio nazionale per il recupero e il riciclo degli imballaggi a base cellulosa; raggruppa cartiere, produttori, trasformatori e importatori di carta e cartone per imballaggio (possono aderire anche i recuperatori). È stato istituito come ente privato nel 1985 a seguito della volontà di un gruppo di aziende del settore cartario interessate a promuovere il concetto di "imballaggio ecologico" e dal 1997 è diventato un consorzio nazionale obbligatorio, parte del sistema CONAI, in ottemperanza del D.Lgs. 22/97 (Decreto Ronchi), successivamente D.Lgs. 152/06. Il Consorzio stipula con le Amministrazioni locali convenzioni per la raccolta differenziata, e tramite questi soggetti gestisce volontariamente, d'intesa con CONAI, il sistema della raccolta e dell'avvio a riciclo dei rifiuti di carta e cartone (quindi non sono imballaggi) provenienti dalla raccolta comunale.

#### COREPLA

È il Consorzio nazionale per la raccolta, il riciclo ed il recupero degli imballaggi in plastica; raggruppa imprese appartenenti all'intera filiera degli imballaggi in plastica. È stato istituito come consorzio nazionale obbligatorio, parte del sistema CONAI, in ottemperanza del D.Lgs. 22/97 (Decreto Ronchi), sostituendo il precedente consorzio Replastic. Tramite convenzioni con le Amministrazioni locali il Consorzio assicura l'avvio a riciclo di materia o a recupero di energia delle sole plastiche provenienti dagli imballaggi, le uniche ammesse nel sistema della raccolta differenziata (questo dipende dalla difficoltà dei processi di riciclo dovuta alla presenza di tipologie di plastiche molto diverse, ognuna delle quali necessita di un processo dedicato).

#### CIC

È il Consorzio Italiano Compostatori, un'associazione senza fini di lucro, nata già nel 1992, i cui associati sono produttori e gestori di impianti di compostaggio e digestione anaerobica, associazioni di categoria, aziende e studi tecnici che si occupano di rifiuti, produttori di macchinari ed attrezzature, laboratori, enti pubblici e di ricerca. Non si tratta di un consorzio obbligatorio inserito nel sistema CONAI. Negli impianti aderenti viene trattato più del 70% del rifiuto organico totale trattato negli impianti italiani di taglia industriale.

<sup>6</sup> Fascia A (quella a cui è associato il contributo meno costoso): imballaggi con una filiera di selezione e riciclo efficace e consolidata da circuito commercio e industria; fascia B1: imballaggi con una filiera di selezione e riciclo efficace e consolidata da circuito domestico; fascia B2: imballaggi con una filiera di selezione e riciclo in fase di consolidamento e sviluppo, sia da circuito domestico che da commercio e industria; fascia C (quella a cui è associato il contributo più costoso): imballaggi non selezionabili o riciclabili allo stato delle tecnologie attuali. Nel 2020 la fascia A paga 150 euro a tonnellata, la fascia C 596 euro.

Da quel momento si crearono due precondizioni per lo sviluppo futuro del sistema: 1) la **separazione di grandi quantità di flussi a significativo valore aggiunto** dal flusso del rifiuto indifferenziato; 2) la creazione di una **relazione a somma positiva tra i comuni, portatori dell'interesse pubblico** (entro cui si colloca l'interesse ambientale, spesso difeso localmente da comitati cittadini) **e le imprese, portatrici dell'interesse economico privato**. Il risultato è stato lo sviluppo di una serie di ampliamenti di scala, ottimizzazioni e innovazioni industriali che hanno riguardato in particolare i due macro flussi maggiormente interessati dal passaggio (avvenuto a partire dagli anni '90) tra sistema di discarica e sistema orientato dall'economia circolare: la frazione organica dei rifiuti solidi urbani (o FORSU) e gli imballaggi in plastica<sup>7</sup>.

Da un punto di vista degli **sviluppi** e delle **innovazioni industriali** si sono creati:

- **servizi di raccolta differenziata con fatturati maggiori** e più **alto impatto occupazionale**, in particolare laddove la raccolta differenziata si è evoluta dal cassonetto stradale a sistema del porta a porta;
- un'industria di **produzione della bioplastica compostabile** che supporta i processi di recupero della raccolta organica;
- **impianti di selezione** dei rifiuti da imballaggi in **plastica**, (ad oggi in Italia ce ne sono 33);
- una rete più ampia di **imprese di riciclaggio** dei diversi flussi **di plastiche da imballaggio**;
- **bioraffinerie** (si veda la sezione dedicata) in grado di trattare i rifiuti organici, effettuando sia la produzione di **biogas** (eventualmente trasformato anche in biometano e CO<sub>2</sub>), sia la produzione di **ammendante compostato**.

Ad un livello di TRL (*Technology Readiness Level*) inferiore sono in corso processi di ricerca relativi ai possibili utilizzi dei rifiuti organici per la produzione di beni a maggior valore aggiunto rispetto al biometano e all'ammendante compostato. In parallelo una serie di startup sta sperimentando processi di *upcycling* di alcuni flussi specifici provenienti dalla frazione organica della raccolta. Si tratta di processi estremamente interessanti sul piano della ricerca, ma non ancora giunti a un livello di maturità industriale (si veda la sezione dedicata all'innovazione di prodotto).

<sup>7</sup> Il sistema di recupero della carta era già sviluppato.

## La relazione tra produzione di rifiuti e reddito: l'ipotesi di curva ambientale nel settore dei rifiuti

La gestione dei rifiuti è un problema che interessa non solo l'Italia, ma colpisce ogni singolo stato. Gli individui e i governi prendono giornalmente decisioni in materia di consumo e gestione dei rifiuti che influiscono sulla salute quotidiana, sulla produttività e sulla qualità della pulizia delle nostre città.

A livello globale, l'aumento del livello di reddito dei paesi è correlato ad un'evoluzione nella gestione dei rifiuti, a sua volta influenzata da un'ampia serie di fattori citati di seguito in forma sintetica.

La crescita della prosperità e lo spostamento verso aree a maggiore densità urbana favoriscono un aumento della produzione pro capite di rifiuti. Inoltre, lo sviluppo di centri abitati di dimensioni crescenti, rende più difficile la raccolta dei rifiuti e l'individuazione di terreni utili per la costruzione di siti atti al trattamento e lo smaltimento degli stessi.

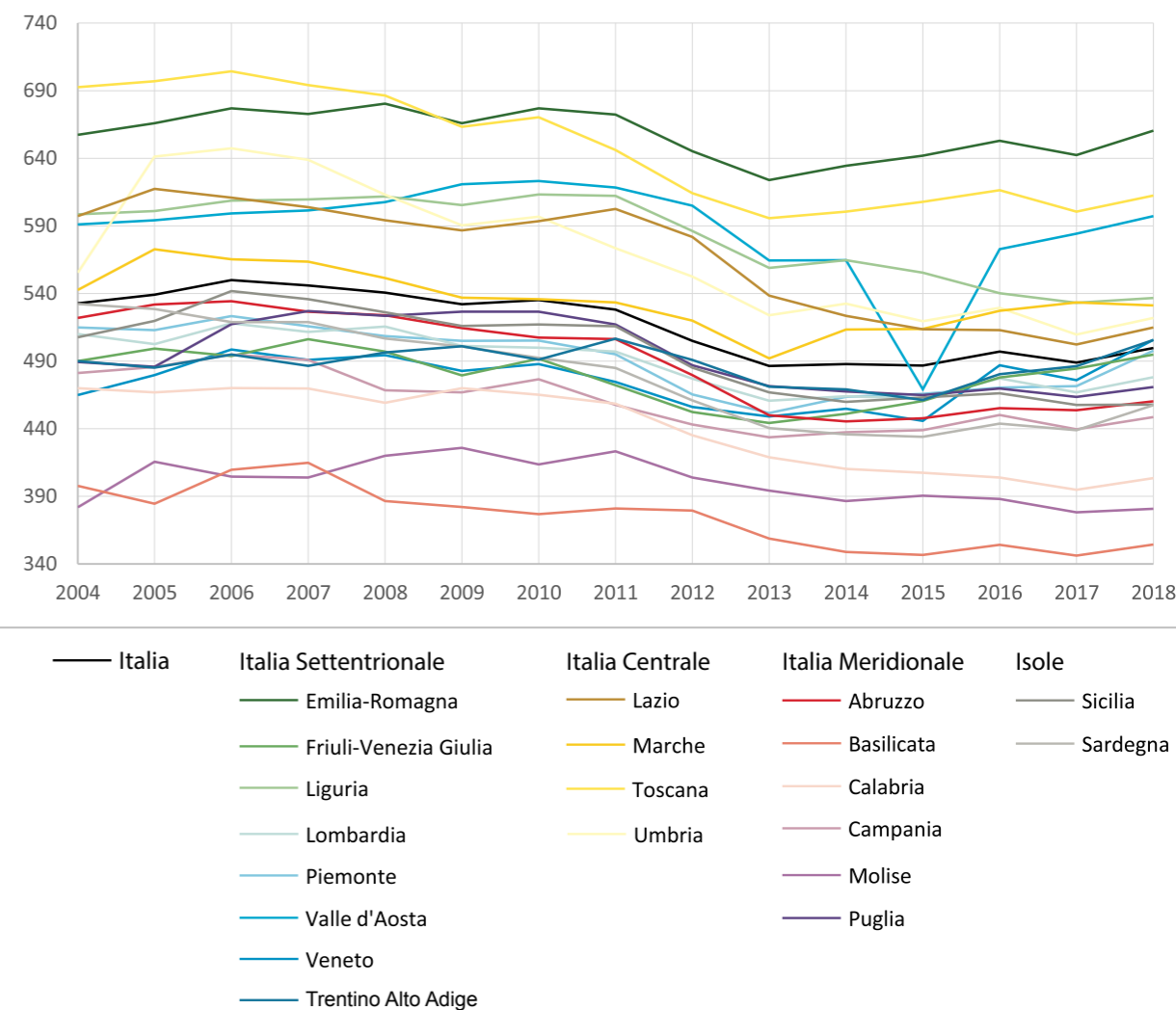
Un recente rapporto della Banca Mondiale "What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050" stima che al 2050, in assenza di una strategia che incentivi riuso e riciclo, arriveremo ad avere 3,14 miliardi di tonnellate di rifiuti solidi urbani ogni anno, rispetto ai 2,01 miliardi di tonnellate prodotte nel 2016 (un aumento del 56%). La maggiore quantità di rifiuti prodotti ad oggi è dovuta ai paesi ad alto reddito che, nonostante rappresentino solo il 16% della popolazione mondiale, generano il 34% dei rifiuti mondiali. Dunque, una volta che la restante parte della popolazione avrà raggiunto livelli reddituali simili a quelli dei paesi a più alto reddito, la quantità di rifiuti aumenterà in maniera sostanziale.

**Popolazione e tenore di vita** non sono gli unici fattori determinanti la quantità (e la tipologia) di rifiuti prodotti. Nella letteratura accademica sono elencati anche altri fattori socioeconomici quali il **numero di persone per abitazione**, il **livello di istruzione**, i **modelli culturali e religiosi**, gli **atteggiamenti personali**, **condizioni climatiche** ed altro ancora.

Se dalla situazione globale si passa alla situazione italiana, si osserva una **quota di produzione pro-capite di rifiuti che varia molto da regione a regione**, come mostrato nel grafico seguente: si notano infatti regioni che producono annualmente circa 350 kg per abitante (la Basilicata) e regioni che ne producono circa 650 (l'Emilia-Romagna), ovvero

l'85% in più per abitante. Sviluppare una gestione efficace dei rifiuti pensata specificatamente per ogni regione diventa quindi fondamentale.

Produzione pro capite di rifiuti urbani a livello regionale (kg/abitante)



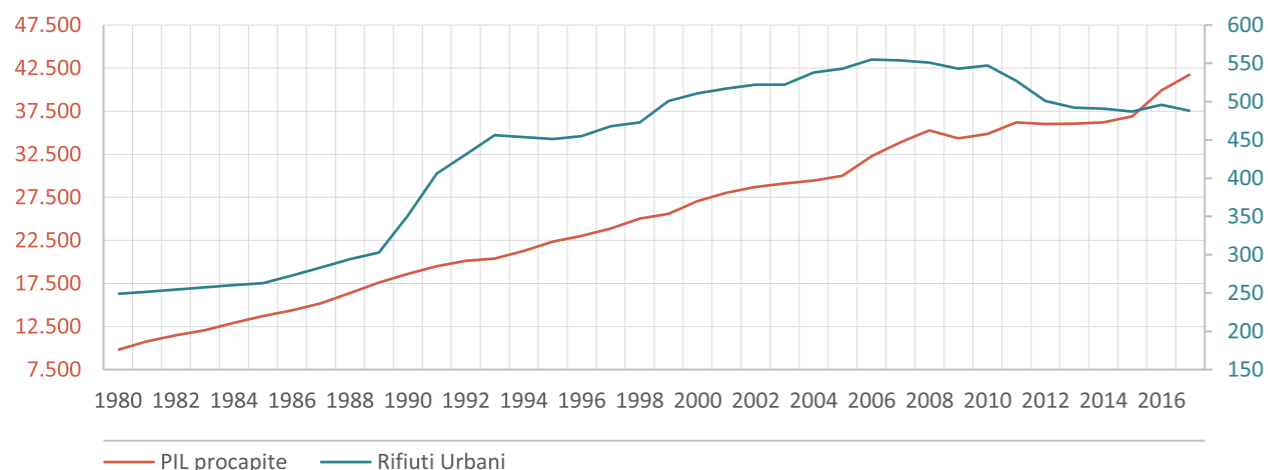
Fonte: ISPRA (2019). I dati nel presente grafico riguardano la produzione di rifiuti annuale espressi per Kg per abitante, la serie storica va dal 2004 al 2018 e viene rappresentata in valori assoluti).

Appare inoltre evidente, un dato su cui vale la pena soffermare l'attenzione: **in tutte le regioni italiane il trend è decrescente**. Dopo anni in cui la produzione di RSU è aumentata, a partire dal 2006 si nota un'inversione di tendenza.

Il trend diventa ancora più chiaro se vengono considerati i dati a livello nazionale, estendendo la serie storica e mettendola in relazione al PIL pro-capite. Emerge come durante la fase

di sviluppo industriale che va dal 1980 al 2016 la produzione di rifiuti sia inizialmente in continua crescita, per cominciare a stabilizzarsi intorno al 2002, toccare il picco massimo nel 2006 e da lì iniziare una lenta diminuzione.

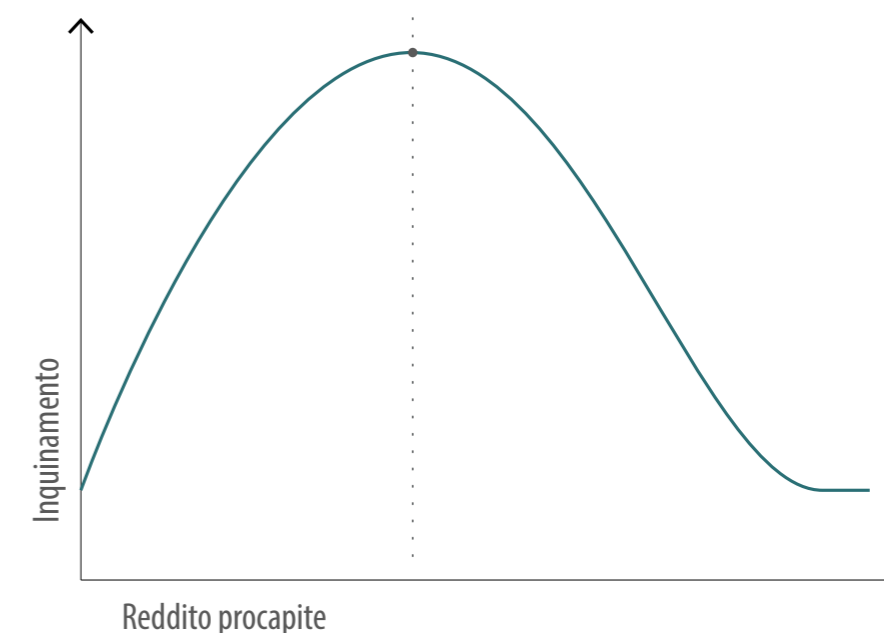
### Andamento storico PIL pro capite (dollari americani) - rifiuti urbani pro capite (Kg)



Fonte: OECD (2018). Il PIL pro capite è espresso a prezzi correnti, a parità di potere d'acquisto in dollari americani.

Per poter spiegare nel modo migliore possibile questo comportamento possiamo fare riferimento alla **Curva ambientale di Kuznets**, che in questa ricerca è stata anche testata nel settore dei rifiuti in Italia (si veda più avanti). Nella curva, la relazione tra crescita economica e inquinamento ha la forma di U-inversa (grafico seguente): entrambe le variabili crescono fino a un punto oltre il quale, se la ricchezza aumenta, l'inquinamento diminuisce evidenziando una relazione tra reddito pro-capite e inquinamento pro-capite. Il messaggio intrinseco nella curva di Kuznets è che la **crescita economica è, al tempo stesso, causa e soluzione del problema ambientale**. Una volta che la struttura produttiva di un paese si è formata e l'innovazione tecnologica ha raggiunto un livello tale da consentire la produzione della stessa quantità/qualità di beni/servizi con un impatto ambientale inferiore al ciclo economico precedente, allora avviene l'inversione di tendenza. Raggiunto un certo sviluppo, l'ambiente (inteso come qualità dell'aria, dell'acqua, ecc.) diventa una risorsa scarsa e la tecnologia è sufficientemente sviluppata da consentire la produzione degli stessi beni con maggior efficienza e minor esternalità ambientali negative.

### Curva ambientale di Kuznets



La curva di Kuznets è stata sottoposta a numerose critiche, la principale delle quali deriva dal fatto che essa **non contempla esplicitamente altre variabili rilevanti (quali ad esempio l'effetto di normative e politiche ambientali attive)**. Questa mancanza potrebbe favorire, soprattutto nei paesi ad economia più debole (e inquinamento più pronunciato), un atteggiamento politicamente passivo rispetto al problema ambientale, rendendo ancora più acuti i gravi rischi ambientali che il pianeta nella sua globalità sta correndo.

Fatta questa doverosa premessa, va comunque osservato che nei paesi ad economia industriale più forte la curva di Kuznets ha dimostrato una notevole validità empirica ad oggi difficile da sostituire con approssimazioni migliori. Secondo il parere di chi scrive, il principio della Curva di Kuznets può essere applicato al settore dei rifiuti dei paesi ad economia industriale avanzata. Secondo questo principio, una volta raggiunta una certa soglia di reddito e la stabilizzazione delle abitudini di un modello consumista abituato (sfortunatamente) all'"usa e getta", si dovrebbe osservare il picco nella produzione di RSU, dopo il quale la curva cambierebbe forma. Se si considera infatti il bene "qualità ambientale" come un "bene scarso", **all'aumentare del reddito la domanda di qualità ambientale aumenterà, facendo migliorare le abitudini comportamentali** (come l'aumento della differenziazione dei rifiuti) **e portando a privilegiare prodotti maggiormente sostenibili** (a parità

di prezzo verranno preferiti prodotti che comportano un inquinamento inferiore o comunque riciclabili). Una riallocazione delle preferenze degli individui avrà un effetto diretto sull'economia stessa, in termini di capacità di ridurre o aumentare la quantità di rifiuti generati. Occorre notare in ogni caso che questi effetti empirici, anche nei paesi economicamente più forti, non sono riconducibili a meri effetti di aumento del PIL pro-capite, ma si verificano e sono rafforzati dalla presenza contemporanea di un insieme di fattori. Infatti, **i cambiamenti volti ad una maggior attenzione alle tematiche ambientali, più che essere direttamente dipendenti dal reddito, dipendono dal livello di sviluppo complessivo della struttura produttiva del paese**, livello di sviluppo per il quale il reddito pro-capite è considerata una ottima proxy. Di fatto la tecnologia produce, attraverso il sistema economico, beni che influenzano la vita delle persone. Le innovazioni tecnologiche a loro volta sono influenzate dalla cultura della società che le sviluppa, determinando direttamente le capacità di produrre beni a basso impatto ambientale e ad alto potenziale di riciclo. Richiamando lo sviluppo della Legge di Engel, ad ogni ciclo produttivo la domanda di beni cambia, man mano i consumatori richiedono beni diversi, con caratteristiche sempre più eco-compatibili che i produttori sequenzialmente si adattano ad introdurre, per poi ampliarne il mercato. Non è quindi il solo reddito la vera determinante del futuro miglioramento ambientale, ma un insieme di elementi che nel tempo interagiscono tra loro: politiche pubbliche attente ai temi della protezione ambientale, del cambiamento climatico e dell'energia, tecnologie e prodotti a basso impatto ambientale, pratiche manageriali e comportamenti di consumo responsabili.

Fatta questa contestualizzazione, per confermare l'ipotesi iniziale è stato testato a livello econometrico se esista o meno la Curva ambientale di Kuznets nel settore dei rifiuti in Italia. Il risultato del test, condotto utilizzando le serie storiche dal 1980 al 2017 della produzione pro-capite di rifiuti (variabile dipendente) e del reddito pro-capite (variabile indipendente), dimostra la bontà della curva.

Il test sulla curva di Kuznets serve anche ai fini della valutazione delle necessità strutturali ed impiantistiche del nostro paese: dimostrata la bontà della curva, per il futuro si può ragionare sugli attuali quantitativi di rifiuti prodotti, sebbene il resto di questa ricerca mostri come le normative ambientali europee e l'evoluzione dei territori italiani spingano verso una maggiore intercettazione dei materiali differenziabili che ad oggi vengono conferiti nell'indifferenziato.

## Il ciclo integrato dei rifiuti urbani

I rifiuti sono classificati, in base alla loro origine, in rifiuti urbani (origine civile) e rifiuti speciali (origine industriale) e, secondo le caratteristiche di pericolosità, in rifiuti pericolosi e rifiuti non pericolosi. Il presente report prende in considerazione i soli **rifiuti urbani non pericolosi**, analizzando in particolare frazione organica (FORSU), plastica e carta. Tali rifiuti sono **gestiti dal servizio pubblico**.

### Il recepimento del pacchetto rifiuti<sup>8</sup>

La Direzione generale per i rifiuti e l'inquinamento (Direzione RIN del MATTM) è impegnata nel recepimento del cosiddetto "pacchetto rifiuti" ovvero il recepimento nell'ordinamento nazionale delle modifiche introdotte dalle più importanti direttive europee in materia di rifiuti. Le direttive hanno diverse implicazioni: per esempio definizioni delle tipologie di rifiuti, obiettivi di riciclaggio, metodi di calcolo. Per il loro recepimento la Direzione ha individuato i temi da affrontare e ha istituito specifici gruppi di lavoro.

La definizione di rifiuti urbani è contenuta nell'articolo 184 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale, conosciuto come Testo Unico Ambientale), ma andrà aggiornata a seguito del recepimento della Direttiva 851/2018, nella quale si dice che i rifiuti urbani sono a. rifiuti domestici indifferenziati e da raccolta differenziata quali carta e cartone, vetro, metalli, plastica, rifiuti organici, legno, tessili, imballaggi, rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, rifiuti di pile e accumulatori, e rifiuti ingombranti (compresi materassi e mobili); b. rifiuti indifferenziati e da raccolta differenziata provenienti da altre fonti e che sono simili per natura e composizione ai rifiuti domestici. I rifiuti urbani non includono i rifiuti della produzione, dell'agricoltura, della silvicoltura, della pesca, delle fosse settiche, delle reti fognarie e degli impianti di trattamento delle acque reflue, compresi i fanghi di depurazione, i veicoli fuori uso o i rifiuti da costruzione e demolizione.

<sup>8</sup> <https://www.minambiente.it/pagina/recepimento-direttive-rifiuti>

**I rifiuti urbani vengono raccolti in maniera differenziata**, ovvero tenendo separati flussi di rifiuti in base alla tipologia ed alla natura, al fine di facilitarne il trattamento specifico (la definizione di raccolta differenziata si trova nell'articolo 183 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, comma 1 lettera p). La differenziazione dei rifiuti a partire dall'ambito domestico è finalizzata a **massimizzare le quantità delle frazioni suscettibili di riciclo** (minor prelievo di risorse vergini) **e a ridurre contemporaneamente la quantità di rifiuti da inviare a smaltimento finale**, ovvero incenerimento e discarica (minori impatti ambientali). La raccolta differenziata in Italia è obbligatoria dal 2015 per carta, metalli, plastica e vetro, e ove possibile, per il legno (come scritto nel Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, che indica anche che, per gli stessi materiali, entro il 2020 la percentuale di riciclaggio dovrà arrivare al 50% in termini di peso). La raccolta differenziata per la frazione umida sarà invece obbligatoria a partire dal 31 dicembre 2023 (Direttiva 2018/851), ma in Italia già nel 2018 costituiva il 40,4% in peso del totale della raccolta differenziata (ISPRA, 2019), con il primo esperimento di raccolta porta a porta fatto nel 1992 nel Comune di Bellusco (a nord-est di Milano).

La raccolta differenziata dei rifiuti urbani è organizzata e gestita in forma singola o associata dai Comuni, che possono svolgere il servizio direttamente o, come ormai accade nella maggior parte dei casi, affidarlo nelle forme previste dalla legge ad imprese pubbliche, private o miste. Viene gestita con diverse modalità:

- **Porta a porta/domiciliare:** i cittadini conferiscono i rifiuti differenziati in sacchi, bidoni o contenitori posti presso le abitazioni (per esempio all'interno dei condomini, nei "locali immondizia") e gli incaricati del servizio passano al domicilio a ritirarli con frequenze prestabilite.
- **Stradale:** i cittadini conferiscono i rifiuti differenziati in appositi contenitori stradali di grandi dimensioni (per esempio cassonetti e campane) posti su suolo pubblico accessibile a tutti.
- Per alcune tipologie di rifiuto è anche possibile recarsi presso **aree ecologiche** recintate e presidiate dove sono presenti contenitori di grandi dimensioni o più campane e cassonetti.

La modalità porta a porta, logisticamente più complessa, viene solitamente introdotta dopo aver sperimentato la raccolta stradale. In un Comune possono essere presenti più modalità di raccolta.

## Bioplastica

La raccolta differenziata dell'umido è stata possibile anche grazie al sacchetto di bioplastica compostabile. Ma di cosa si tratta esattamente?

Le due caratteristiche che definiscono le bioplastiche sono la composizione bio-based e la biodegradabilità. Il termine "bio-based" significa che il materiale o prodotto è (in parte) derivato da biomassa (per esempio mais, canna da zucchero, cellulosa). La biodegradazione è un processo chimico durante il quale microrganismi disponibili nell'ambiente trasformano i materiali in sostanze naturali come acqua, biossido di carbonio e compost, senza l'aggiunta di additivi artificiali. La biodegradabilità di un materiale è legata alla sua struttura chimica, quindi plastiche interamente a base biologica possono essere non biodegradabili, così come plastiche tradizionali (da fonti fossili) possono essere biodegradabili.

Come spiega European Bioplastics, le bioplastiche possono dunque essere definite tali se appartengono a uno dei seguenti tre gruppi:

- plastiche biobased o parzialmente biobased non biodegradabili: per esempio il PE, PP, PVC o PET e i polimeri bio-based ad alte prestazioni tecniche come le poliammidi a base biologica (PA), i poliesteri (es. PTT, PBT), i poliuretani (PUR) e i poliossidi. Il loro impiego è molto vario: alcune applicazioni tecniche tipiche sono le fibre tessili (coprisedili, tappeti), applicazioni automobilistiche (come le schiume per sedili, involucri,...). Si tratta di prodotti "durevoli" per i quali la biodegradabilità non una proprietà ricercata.
- plastiche sia biobased che biodegradabili, quali PLA (acido polilattico) e PHA (polidrossialcanoato) o PBS. A differenza dei materiali in cellulosa, sono disponibili su scala industriale solo a partire dagli ultimi anni. Finora, sono stati utilizzati principalmente per prodotti a vita breve come gli imballaggi, ma si tratta di un settore in continua crescita grazie all'introduzione di nuovi monomeri a base biologica come l'acido succinico, il butandiolo, il diolo propano, o derivati degli acidi grassi.
- plastiche basate su risorse fossili e biodegradabili, come il PBAT. Si tratta di un gruppo relativamente piccolo e sono principalmente utilizzati in combinazione con l'amido o altre bioplastiche in quanto migliorano le prestazioni di queste ultime in funzione dell'applicazione specifica mediante la loro biodegradabilità e le loro proprietà meccaniche.

È importante non confondere le plastiche biodegradabili con quelle oxo-biodegradabili, che sono realizzate in plastica convenzionale con l'aggiunta di additivi specifici: queste plastiche imitano la biodegradazione, perché di fatto non si degradano ma si frammentano in piccolissime parti che rimangono nell'ambiente (oxo-frammentazione). Poiché il processo di biodegradazione dipende da diversi fattori (per esempio tempo e condizioni ambientali), è fuorviante indicare che un

materiale è biodegradabile senza aggiungere alcuna specifica; per questo si fa riferimento alla compostabilità industriale secondo la norma europea EN 13432:2002 (Imballaggi - Requisiti per imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione), secondo la quale un materiale per definirsi "compostabile", deve possedere le seguenti caratteristiche:

- biodegradabilità: deve subire una effettiva conversione metabolica in anidride carbonica in misura pari almeno 90% in 6 mesi (valori testati con il metodo standard EN14046);
- disintegrabilità: a contatto con materiali organici per un periodo di 3 mesi, la massa del materiale deve essere costituita almeno per il 90% da frammenti di dimensioni inferiori a 2 mm (valori testati con il metodo standard EN14045);
- il materiale non deve avere effetti negativi sul processo di compostaggio (requisito verificato con una prova di compostaggio su scala pilota).
- bassa concentrazione dei metalli pesanti additivati al materiale;
- altri parametri (valori di pH, contenuto salino, concentrazione di solidi volatili e concentrazione di azoto, fosforo, magnesio e potassio entro i limiti stabiliti);

### Bioraffinerie

La produzione di bioplastica avviene in bioraffinerie che, nel Piano di Azione triennale del Cluster Tecnologico Nazionale della Chimica Verde (SPRING, 2019), sono definite come "un sistema integrato di processi estrattivi, di purificazione, di modifica biochimica, in grado trasformare la biomassa in molteplici prodotti con diversi sbocchi di mercato". La biomassa può provenire da industrie agroalimentari, forestali, della pesca e dell'acquacoltura (materie prime, co-prodotti, sottoprodotti e residui generati da tali industrie nonché colture agricole e materie prime forestali) o rifiuti biodegradabili da parchi e aree verdi, scarti alimentari da cucine domestiche, ristoranti, attività di catering e rivendite di cibo, reflui domestici e fognari e CO<sub>2</sub>. Le bioraffinerie trasformano la biomassa in prodotti biobased (tra cui le bioplastiche compostabili appunto): prodotti chimici; plastiche, polimeri, materiali, imballaggi; prodotti ad alto valore aggiunto (per esempio surfattanti, lubrificanti, prodotti farmaceutici, nutraceutici, cosmetici); prodotti tessili; ingredienti alimentari e mangimi per animali; biocarburanti". L'utilizzo di biomassa consente di contrastare le emissioni di gas serra.

Le bioraffinerie sono dette di prima, seconda e terza generazione a seconda delle materie prime che utilizzano. Le bioraffinerie di prima generazione utilizzano prodotti a potenziale uso alimentare (per esempio amidi e zuccheri per produrre bioetanolo,

oli vegetali per produrre biodiesel): si tratta di processi produttivi che funzionano, ma che sono spesso causa di deforestazione e producono aumento dei prezzi degli alimenti vista la competizione cibo-combustibile sui terreni coltivabili. Le bioraffinerie di seconda generazione utilizzano invece piante non alimentari e scarti di coltivazioni (anche alimentari): il problema della concorrenza con le coltivazioni alimentari in questo caso non si presenta, ma i processi di produzione sono meno efficienti poiché le materie prime sono prevalentemente lignocellulosiche, ovvero costituite per il 30% da lignina che avvolge il restante 70% di cellulosa (un polisaccaride, costituito da molecole di glucosio, che costituisce la parte utile per l'idrolisi a zuccheri e quindi per la produzione di combustibili e altri prodotti); la conversione della cellulosa può avvenire solo dopo aver rotto la lignina che la protegge, operazione possibile solo a temperature molto alte. Ai fini di questa ricerca è importante sottolineare che i rifiuti organici fanno parte delle materie prime utilizzabili nelle bioraffinerie di seconda generazione. Infine le bioraffinerie di terza generazione utilizzano alghe o altri microrganismi fotosintetici: anche in questo caso non esiste la competizione cibo-combustibile (non si usano terreni coltivabili, ma bacini di acque naturali o vasche artificiali) e inoltre questi organismi danno alte rese di conversione dell'energia solare in biomassa (grazie al fatto che si riproducono molto velocemente); d'altra parte vanno separati dall'acqua della quale sono in gran parte costituiti (processo costoso), a meno di non usarle in processi che non prevedano tale separazione come per esempio la digestione anaerobica per produrre biogas e biometano (Saracco, 2017).

Il concetto di bioraffineria non è "verde", sostenibile o circolare di per sé, per questo bisogna che siano soddisfatte altre condizioni. Le bioraffinerie Novamont (soggetto finanziatore dello studio) si basano su tre pilastri:

- rigenerazione degli impianti dismessi, grazie all'applicazione di tecnologie particolarmente innovative. Tali impianti sono da intendersi come vere e proprie "infrastrutture di bioeconomia", integrate con il territorio e tra loro interconnesse;
- sviluppo di filiere agricole a basso impatto ambientale, rispettose del territorio, sviluppate in collaborazione con gli agricoltori e le loro associazioni;
- creazione di nuovi bio-prodotti, portatori di valore aggiunto sia a livello ambientale che sociale.

### L'industria della bioplastica compostabile

I manufatti di bioplastica compostabile stanno svolgendo un ruolo chiave all'interno dell'economia circolare (si veda la sezione sul ruolo del *food packaging* e *food service* nella raccolta differenziata). Sono connessi con la raccolta del rifiuto organico, con il sistema di compostaggio industriale (che rappresenta il loro naturale fine vita) e con il settore agricolo (che fornisce le materie prime per la loro produzione e che costituisce la destinazione del compost prodotto).

Il 5° rapporto annuale di Assobioplastiche indica che in Italia nel 2018 sono state prodotte 88.500 tonnellate di manufatti compostabili, con un fatturato minimo di 685 milioni di euro. In particolare circa 54.000 tonnellate sono di shopper per asporto merci (+8,4% rispetto al 2017, anno del sorpasso sugli shopper fuori norma, che sono ancora un fenomeno molto diffuso), 16.500 di sacchetti ultraleggeri per il primo imballo alimentare (più che raddoppiati rispetto al 2017), le restanti 18.000 tonnellate sono suddivise tra i sacchi per la raccolta della frazione organica, i manufatti per l'agricoltura, la ristorazione, il packaging alimentare e l'igiene della persona. Rispetto al 2017, gli articoli monouso sono aumentati poco meno del 90% (trainati dalla domanda da CAM e acquisti verdi) e anche le capsule del caffè hanno registrato un trend in crescita (Plastic Consult, 2019).

Oltre ai sacchi per la raccolta dell'umido (sostituiti nella RD con gli shopper e con i sacchetti ultraleggeri) e agli shopper, i prodotti in bioplastica compostabile interessanti per questa ricerca e attualmente disponibili sono:

- *food service*: posate, bicchieri, piatti, cannucce, coperchi per bicchieri, prodotti per le vending machine (bicchierino, paletta).
- *food packaging*: sacchetto per 1° gamma (per esempio mele, carote) e busta per 4° gamma (per esempio insalata), rete agrumi, sacchetto gelo, sacchetto pane/focaccia, sacchetto cereali, legumi e semi (in atmosfera protettiva), busta minestrone, vaschetta gelato, astucci per surgelati, incarto per il burro, foglio carta per il banco del fresco, bottiglia d'acqua.

Prodotti importanti per il tema della circolarità relativa al cibo ma non considerati in questa ricerca sono le capsule del caffè e i prodotti per l'agricoltura.

### Riciclo meccanico e chimico

Il fine vita naturale delle bioplastiche compostabili è il trattamento biologico della frazione umida. Il riciclo meccanico non è un'opzione praticabile perché le bioplastiche arrivano agli impianti di trattamento in uno stato di avanzata degradazione e non idonee ad essere separate. Inoltre, nel caso per esempio dei sacchetti, anche le dimensioni ridotte sono un ostacolo. Il riciclo chimico, ovvero il processo che permetterebbe (anche per le plastiche tradizionali) di risalire ai monomeri che compongono i materiali, attualmente è allo stadio di ricerca.

### L'importanza di una corretta raccolta differenziata

La raccolta differenziata (RD) non è un fine in sé, ma rappresenta lo strumento indispensabile per poter riciclare (in maniera chiusa o aperta) i materiali derivati dai singoli flussi. Avere **flussi di RD puliti è fondamentale** non solo **per migliorare la gestione attuale e i processi di riciclo** (in particolare di DA e compostaggio), ma anche nel caso in cui si vogliano **produrre prodotti a valore aggiunto** (si veda la sezione relativa all'innovazione di prodotto). Inoltre, una RD di scarsa qualità, all'interno del sistema CONAI è fortemente penalizzata nel riconoscimento dei corrispettivi previsti per il convenzionato (Comune o soggetto gestore del servizio).

Esistono differenze rilevanti nella purezza della RD a seconda del metodo di raccolta, per cui **il porta a porta dà risultati migliori della raccolta stradale**. Per esempio, nel caso della FORSU, il CIC ha stimato che la percentuale di MNC (Materiale Non Compostabile) presente nel sistema di raccolta porta a porta è pari al 4,3% mentre in quello del cassonetto stradale è pari al 10,1% (Centemero, 2020). Inoltre, l'umido conferito erroneamente nel sacchetto di plastica tradizionale, è molto più inquinato di quello conferito nel sacchetto compostabile.

Le **strategie per ottenere una RD più efficiente** sono diverse. Quelle di immediata realizzazione sono la comunicazione e il monitoraggio. La **comunicazione ai consumatori** per un corretto smaltimento è fondamentale: nel caso della FORSU, già dopo 6 mesi dall'ultima campagna di comunicazione, si nota un calo della qualità; inoltre, la sospensione della consegna del sacchetto compostabile da parte dei Comuni (consegna che veicola anche la comunicazione) determina un peggioramento. All'interno della comunicazione si può anche inserire il tema del **miglioramento della riconoscibilità della bioplastica compostabile** (spesso difficilmente riconoscibile dalla plastica tradizionale), per esempio attraverso loghi, scritte, colori o pattern. Il **monitoraggio**, fatto di analisi merceologiche e sanzioni, è un'altra strategia fondamentale. Ragionando più a lungo termine, lo **sviluppo tecnologico** impiantistico può notevolmente contribuire, migliorando per esempio la separazione dei materiali; inoltre un'area di intervento importante è la **sostituzione del food service e degli imballaggi alimentari tradizionali con prodotti compostabili**.

Nel caso specifico della bioplastica compostabile, un possibile contributo ad una RD più efficiente della frazione umida, può derivare dal CAC (Contributo Ambientale CONAI) che attualmente le bioplastiche compostabili pagano al



consorzio COREPLA: il riconoscimento di tale contributo a Biorepack (Consorzio nazionale per il riciclo organico degli imballaggi in plastica biodegradabile e compostabile, nato a Dicembre 2018 e autorizzato dal Ministro dell'Ambiente a maggio 2020) può finanziare attività volte a qualificare visivamente le bioplastiche, comunicare l'importanza della raccolta dell'umido (che malgrado sia il più grosso sistema di recupero in Italia, attualmente non ha risorse dedicate) e il ruolo delle bioplastiche all'interno di tale raccolta, fare campagne di monitoraggio e interventi presso gli impianti di compostaggio.

Nel miglioramento della RD non si deve solo pensare alla qualità delle frazioni raccolte, ma anche alla quantità: ciò significa diminuire nell'indifferenziato la presenza di frazioni differenziate e sviluppare nuovi flussi di materiali da differenziare.

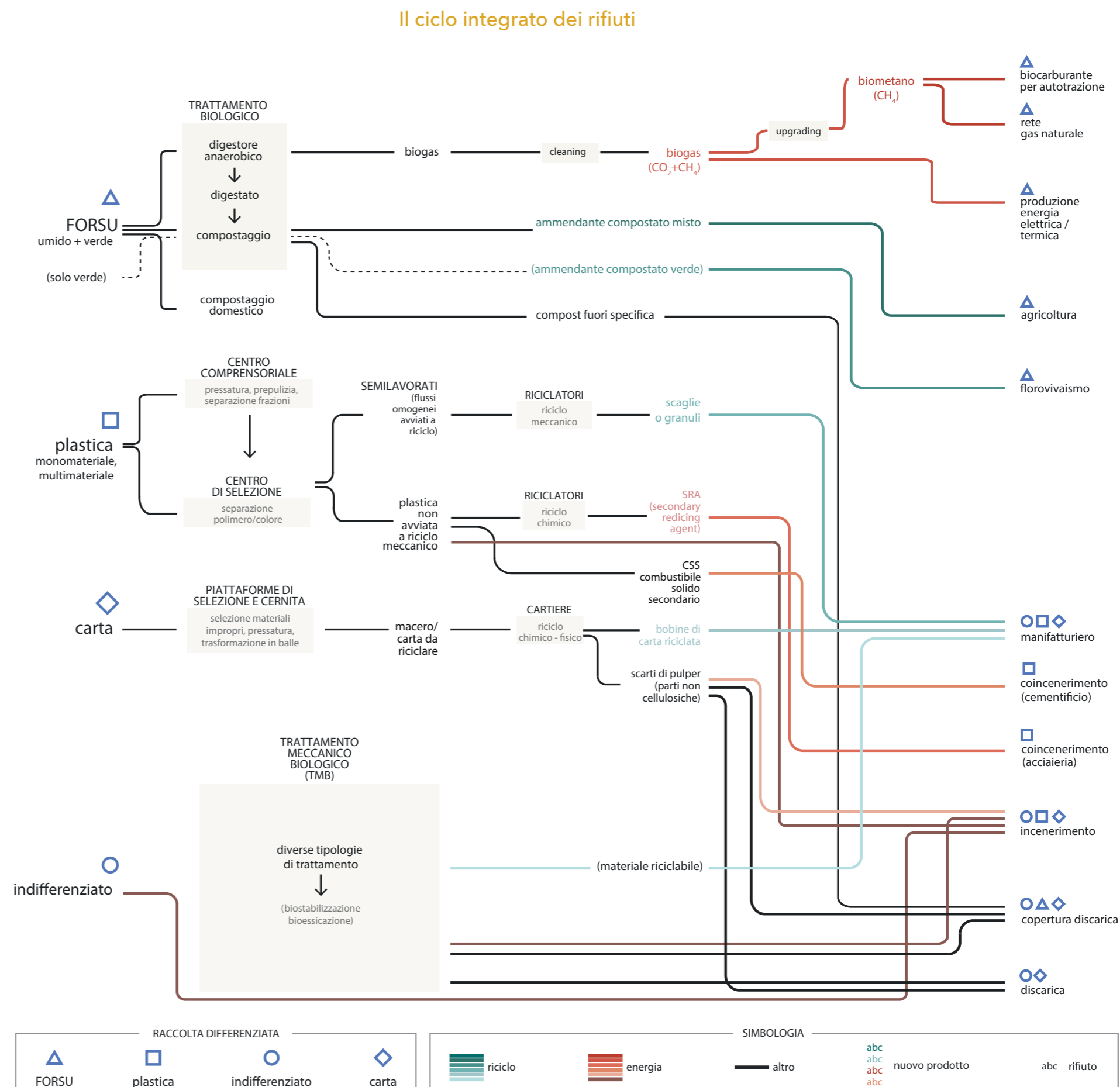
### Il ruolo del *food packaging* e *food service* nella raccolta differenziata e nella circolarità del sistema alimentare

Gli imballaggi alimentari sono prodotti che hanno un utilizzo sia limitato nel tempo (il sacchetto della mozzarella sfusa venduta al banco del fresco ha una vita di 72 ore) sia prolungato (anche oltre i due anni, come le confezioni di riso sottovuoto e pasta). Poiché molti devono avere elevate prestazioni di barriera (al fine di prolungare la durata dell'alimento) ed essere stampabili, spesso sono realizzati con più materiali (poliaccoppiati) che una volta assemblati sono difficilmente riciclabili. In generale, poiché anche l'imballaggio definisce la qualità di un prodotto, è necessario avere *packaging* di qualità, ovvero progettati anche per favorire la raccolta differenziata e rientrare nel ciclo biologico o tecnologico (per esempio attraverso la monomaterialità e la disassemblabilità), prima che per rispondere alle esigenze del *marketing*. Se ci sono aspetti (per esempio la *food safety*) che non possono essere messi in discussione, per altri la valutazione dei *trade-off* risulta indispensabile (per esempio nel caso di *shelf life* versus quantità di plastica immessa al consumo). Ci sono quindi casi in cui è auspicabile la sostituzione degli imballaggi alimentari tradizionali con analoghi prodotti compostabili: oltre ai già citati poliaccoppiati, si tratta di quegli imballaggi che al termine dell'utilizzo sono altamente inquinati da cibo (per esempio la confezione dei formaggi molli, che gettata nell'umido evita il conferimento di cibo nell'indifferenziato o nella plastica) e quelli che più di frequente vengono erroneamente conferiti nell'umido. Inoltre, sui prodotti con scadenza breve, un *packaging* compostabile garantisce una maggiore facilità di gestione dei prodotti scaduti (fatto salvo che la priorità deve comunque essere la minimizzazione dello spreco alimentare). La sostituzione con materiali compostabili non è invece giustificata nei casi in cui raccolta, trattamento e riciclo del *packaging* di plastica tradizionale sono particolarmente efficienti (per esempio la filiera del PET, utilizzato per le bottiglie).

Il *food service* è costituito da prodotti monouso (con requisiti di termoresistenza) utilizzati per il consumo di alimenti e bevande, con un utilizzo molto limitato nel tempo e spesso inquinati in maniera pesante dal rifiuto organico: averli in materiale compostabile consente di conferirli nell'organico insieme al rifiuto in essi contenuto, così da divergere il rifiuto organico dalle frazioni indifferenziate, evitare che nell'organico finisca erroneamente plastica tradizionale e in generale facilitare la raccolta (per esempio durante gli eventi, nelle mense,...) e limitare i danni nel caso di abbandono nell'ambiente (per esempio nei locali in cui le persone stazionano all'esterno).

### La descrizione del ciclo integrato dei rifiuti urbani

La figura di seguito schematizza, per le frazioni di interesse di questo report, il ciclo integrato dei rifiuti, che viene descritto in dettaglio nei paragrafi successivi. Le schematizzazioni per la FORSU riguardano la sequenza delle attività segnalate dal CIC, per plastica e carta riguardano la sequenza delle attività all'interno del circuito CONAI (come segnalate da COREPLA e da Assocarta). La frazione indifferenziata non viene trattata nel report, ma è stata aggiunta nello schema per completezza e perché diversi rifiuti generati dal trattamento delle frazioni differenziate hanno come destinazioni finali incenerimento e discariche, come la frazione indifferenziata.



## La frazione organica dei rifiuti solidi urbani

### La raccolta differenziata della frazione organica

La frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU) è costituita dall'insieme dei quantitativi di rifiuti biodegradabili prodotti da cucine e mense, dalla manutenzione di giardini e parchi, dalla raccolta presso i mercati e dai rifiuti biodegradabili destinati alla pratica del compostaggio domestico, anche se questi ultimi non sono conferiti al sistema di raccolta (ISPRA, 2019). Sono inclusi nella frazione organica anche i rifiuti di manufatti e imballaggi compostabili certificati secondo la norma UNI EN 13432:2002.

La frazione organica dei rifiuti urbani è la **quota più rilevante dei rifiuti raccolti in modo differenziato**. Malgrado la sua separazione non sia obbligatoria a livello nazionale (lo diventerà entro il 2023), è fondamentale per il raggiungimento dei target nazionali sia di raccolta differenziata (dal 35% del decreto Ronchi - Decreto Legislativo 5 Febbraio 1997, n° 22 - fino al 65% attuale - fissato per il 2012 dal D.Lgs 152/2006 noto come Testo Unico Ambientale - non ancora raggiunto), sia di riutilizzo e riciclo dei rifiuti urbani (la direttiva UE 2018/851 fissa per il riutilizzo e riciclo dei rifiuti urbani i seguenti target: 55% in peso al 2025; 60% al 2030, 65% al 2035).

Nel 2018 in Italia sono state raccolte quasi **7,1 milioni di tonnellate di FORSU** (7.079.800 tonnellate), così ripartite: il 67,6% è costituito dalla frazione umida da cucine e mense (circa 4,8 milioni di tonnellate), il 28,2% (quasi 2 milioni di tonnellate) dai rifiuti biodegradabili provenienti dalla manutenzione di giardini e parchi, il 3,3% (237 mila tonnellate) dai rifiuti avviati al compostaggio domestico e lo 0,9% (circa 63 mila tonnellate) dai rifiuti dei mercati (ISPRA, 2019). **La raccolta differenziata dell'umido è estesa oramai a più di 45 milioni di abitanti** (Centemero, 2020).

### Il riciclo della frazione organica

La frazione organica, quando raccolta separatamente, viene sottoposta a **trattamento biologico**, che può consistere in un **processo di solo compostaggio** (decomposizione in presenza di ossigeno) o di **digestione anaerobica** (decomposizione in assenza di ossigeno) e **post-compostaggio** (finissaggio), negli impianti integrati anaerobico/aerobico.

Nel 2018 sono stati censiti **339 impianti dedicati al trattamento della frazione organica** della raccolta differenziata: **281 impianti di compostaggio e 58 impianti per il trattamento integrato aerobico/anaerobico** (Centemero, 2020).

Negli impianti di compostaggio la frazione organica, tramite fermentazione aerobica, viene trasformata in **ammendante compostato**. Si tratta di un prodotto<sup>9</sup> che, utilizzato in **agricoltura e nel florovivaismo**, serve a reintegrare la sostanza organica nel suolo e ad apportare a quest'ultimo i principali elementi fertilizzanti (azoto, fosforo e potassio). Il compost prodotto a partire dalla FORSU è chiamato ammendante compostato misto perché per la sua produzione è necessario aggiungere una componente di scarto "verde" (derivante da sfalci e potature e altre fonti di rifiuti lignocellulosici), il cosiddetto strutturante, che serve a conferire la struttura necessaria per permettere un'adeguata aerazione (il solo scarto umido infatti risulta troppo compatto per essere aerato). L'ammendante compostato misto si distingue così dall'ammendante compostato verde, prodotto a seguito di un processo di compostaggio della sola frazione verde.

Negli impianti integrati, la prima fase è costituita dalla digestione anaerobica, in cui la frazione organica viene attaccata e degradata da microrganismi anaerobi che da un lato ne ricavano energia e sostentamento, dall'altro generano **biogas**, composto indicativamente per il 50-70% da metano e per il 30-50% da CO<sub>2</sub>. Dopo un processo di *cleaning* (separazione delle impurità), il biogas viene impiegato prevalentemente ai **fini energetici** per la produzione di energia elettrica, termica o cogenerativa, sia per i fabbisogni interni degli impianti, sia per l'immissione in rete. Il digestato prodotto dalla fase di digestione anaerobica (costituito da biomassa che non è stata convertita in biogas nei tempi di trattamento del digestore e da microrganismi), mescolato con lo strutturante, viene sottoposto ad un processo di compostaggio e trasformato quindi in ammendante compostato.

Negli ultimi anni si è assistito ad un aumento degli impianti che utilizzano la tecnologia di trattamento integrato anaerobico/aerobico, grazie anche alla riconversione (*revamping*) di alcuni impianti di compostaggio già esistenti, riconversione dovuta anche agli incentivi per la produzione di biometano. Infatti in alcuni impianti integrati (6 nel 2018<sup>10</sup>) il biogas, attraverso un processo di *upgrading*

9 L'articolo 183 del D.Lgs 152/06 definisce il compost di qualità un "prodotto, ottenuto dal compostaggio di rifiuti organici raccolti separatamente, che rispetti i requisiti e le caratteristiche stabilite dall'allegato 2 del decreto legislativo 29 aprile 2010, n. 75".

10 I 6 impianti integrati con produzione di biometano si trovano a Pinerolo

(separazione dell'anidride carbonica dal metano), viene trasformato in **biometano** utilizzato come **biocarburante per autotrazione** (per esempio per i veicoli di raccolta dei rifiuti, riducendo l'impatto in termini di gas serra rispetto alle motorizzazioni convenzionali a benzina e diesel) o **immeso nella rete gas nazionale**<sup>11</sup> (Centemero, 2020).

Malgrado gli impianti con il solo processo di compostaggio siano più dell'80% del totale di quelli dedicati al trattamento della frazione organica, nel 2018 tali impianti hanno trattato solo 3,3 milioni di tonnellate di FORSU (a fronte di una capacità di trattamento di 5,9 milioni di tonnellate), mentre 3,8 milioni di tonnellate sono state trattate negli impianti integrati. Questo perché gli impianti integrati (taglia superiore alle 50.000 tonnellate/anno) sono generalmente di dimensioni più rilevanti rispetto agli impianti di solo compostaggio (taglia media - relativamente alle installazioni industriali - di circa 26.000 tonnellate/anno). Il trend dal 2013 al 2018 rileva una crescita contenuta dei quantitativi trattati presso gli impianti di compostaggio e un sostanziale aumento di quelli trattati presso gli impianti integrati: questo è dovuto agli incentivi riconosciuti prima alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e poi al biometano<sup>12</sup> (Centemero, 2020).

### La circolarità dei trattamenti biologici della FORSU: caratteristiche dei prodotti

Gli ammendanti complessivamente prodotti nel 2018 **sono pari a 2,04 milioni di tonnellate**, con una composizione percentuale pari al 51% di ammendante compostato misto (ACM), al 29% di ammendante compostato verde (ACV) e al 20% di ammendante compostato con fanghi (Centemero, 2020). Il quantitativo di ammendante compostato misto prodotto potrebbe **concimare circa 50.000 ettari/anno di suolo agricolo**, essendo la dose raccomandata di 200 quintali/ettaro/anno (la SAU - superficie agricola utilizzata - dell'Italia nel 2017 è pari a circa 12,4 milioni di ettari). Secondo la definizione data nell'allegato 2 del D.Lgs 75/2010, l'ACM è "un prodotto ottenuto attraverso un processo controllato

(TO), Montello (BG), S. Angelo Lodigiano (LO), Sant'Agata Bolognese (BO), Rende (CS) e Foligno (PG).

<sup>11</sup> Il 30 giugno 2017 il primo biometano è stato immesso nella rete nazionale da parte dell'azienda Montello SpA

<sup>12</sup> L'incentivazione del biometano per l'immissione nella rete del gas naturale o per l'uso del settore del trasporto è prevista nel D.Lgs 3 marzo 2011 n°28 e nel Decreto del MISE del 2 marzo 2018.

di trasformazione e stabilizzazione di rifiuti organici che possono essere costituiti dalla frazione organica dei rifiuti urbani proveniente da raccolta differenziata, dal digestato da trattamento anaerobico (con esclusione di quello proveniente dal trattamento di rifiuto indifferenziato), da rifiuti di origine animale compresi liquami zootecnici, da rifiuti di attività agroindustriali e da lavorazione del legno e del tessile naturale non trattati, nonché dalle matrici previste per l'ammendante compostato verde". L'ACV è "un prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di rifiuti organici che possono essere costituiti da scarti di manutenzione del verde ornamentale, altri materiali vegetali come sanse vergini (disoleate o meno) od esauste, residui delle colture, altri rifiuti di origine vegetale". L'ACM, come si vede dalla tabella seguente, ha concentrazioni più elevate di azoto,

Valori medi per ammendante compostato verde, ammendante compostato misto da processi di solo compostaggio (ACM-C), ammendante compostato misto da processi da processi integrati anaerobico-aerobico (ACM-DA), anni 2013-2015

PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA	ACV	ACM - C	ACM - DA
Umidità	%	35,3	26,4	28,5
Carbonio organico	% s.s.	25,5	26,4	23,3
Acidi umici e fulvici	% s.s.	9,2	9,7	8,5
Azoto totale	% s.s.	1,8	2,3	2,3
Conducibilità	dS/m	1,3	3,5	3,1
Fosforo (P)	% s.s.	0,7	1,6	1,5
Potassio (K)	% s.s.	1,3	1,5	1,5

Fonte: CIC (2017)

fosforo e potassio rispetto all'ACV e pertanto trova impiego principalmente in agricoltura (77% in pieno campo, 7% amatoriale). L'ACV viene utilizzato sia in agricoltura (47%) che nel florovivaismo (40%) (Centemero, 2020).

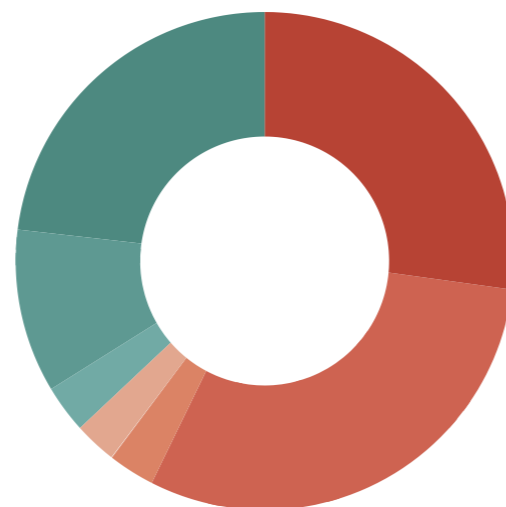
L'ammendante compostato misto prodotto in Italia deve rispettare le caratteristiche previste dall'allegato 2 (Ammendanti) del D.Lgs 75/2010, in particolare deve avere un tenore di materiali plastici, vetro e metalli (frazione di

diametro  $\geq 2$  mm) inferiore alle 0,5% s.s. La qualità di questo prodotto è determinata principalmente dalla purezza della FORSU e dalla tempistica del processo di compostaggio (che mediamente dura tre mesi).

La **purezza della FORSU** (fondamentale anche per l'ottimizzazione del processo di trattamento) è **controllata dal CIC dal 2008 attraverso campagne di monitoraggio** presso gli impianti associati, rilevando la quantità di MNC (Materiale Non Compostabile) conferito erroneamente (si veda la sezione "Il principale contaminante della FORSU"). I risultati 2018 mostrano una purezza merceologica media del 94,9% (percentuale di MNC pari al 5,1%). Il dettaglio del MNC presente è specificato nella figura seguente. La plastica ne costituisce la percentuale prevalente, rappresentando 3 dei 5,1 punti del MNC. Di questi, 1,4 punti sono costituiti dai sacchetti di plastica tradizionale (malgrado il divieto imposto dalla legge). Un'altra frazione rilevante sono i pannolini, dato in crescita (Centemero, 2020).

#### La ripartizione percentuale delle frazioni costituenti il materiale non compostabile

26,8%	Sacchetti di conferimento in plastica
30,8%	Plastica varia
3,0%	Vetro
2,8%	Metalli
3,2%	Inerti
10,6%	Pannolini
22,9%	Altro MNC



Fonte: Centemero (2020)

Un **tempo di compostaggio lungo aumenta la qualità del compost**. La tempistica è direttamente collegata alla capacità dell'impianto e allo spazio a disposizione, infatti un deficit di capacità di trattamento e uno scarso spazio a disposizione - che non consente di stoccare eventuale materiale in eccesso - portano entrambi ad accelerare il processo.

#### Gli accordi per migliorare la raccolta differenziata e la qualità del compost

Il CIC e COREPLA hanno firmato un accordo annuale per proseguire le attività di studio, ricerca e monitoraggio relative alla quantità e qualità degli imballaggi in plastica e compostabili conferiti con la frazione organica. Il monitoraggio punterà a verificare e quantificare gli imballaggi in plastica biodegradabile e compostabile idonei alla filiera dell'organico e che vengono avviati a recupero presso impianti di compostaggio e di digestione anaerobica. Inoltre sarà valutata anche la quantità di imballaggi in plastica tradizionale che, erroneamente, entrano nella filiera come impurità<sup>13</sup>.

Il CIC e Coldiretti hanno sottoscritto un protocollo d'intesa che prevede la promozione e l'incoraggiamento delle buone pratiche ambientali a partire dalla corretta raccolta differenziata, per arrivare alla fornitura di strumenti e la stesura di norme a livello nazionale<sup>14</sup>.

#### Valore ambientale ed economico del compost

L'utilizzo di compost di qualità nella fertilizzazione del suolo consente di attenuare i fenomeni di perdita di sostanza organica<sup>15</sup>, migliorare le caratteristiche fisiche dei terreni (maggiore porosità, maggiore contenuto di acqua disponibile, aumento della velocità di infiltrazione dell'acqua, riduzione dei fenomeni erosivi), apportare al suolo i principali elementi fertilizzanti (azoto, fosforo e potassio). Il compost di qualità è commercializzato come ammendante, ma può essere anche utilizzato come matrice per la produzione di altri fertilizzanti (ammendante torboso composto, substrato di coltivazione base, substrato di coltivazione misto,...).

Malgrado queste proprietà e nonostante il costo dei fertilizzanti chimici aumenti, il valore di mercato dell'ACM sfuso (che viene venduto completamente in ambito locale, in un raggio di 50 km) resta mediamente basso, oscillando tra 5 e 10 euro/ton (prezzo di vendita con ritiro diretto da parte dell'agricoltore). Attraverso azioni di marketing in grado di comunicare le proprietà del prodotto e instaurando un rapporto di fiducia con i clienti, i produttori riescono a raggiungere un prezzo di 50 euro/ton, che può arrivare a 70 euro/ton fornendo anche il servizio di consegna e spandimento. Esiste inoltre una stagionalità del prodotto, per cui in primavera e autunno la richiesta è alta, mentre nel resto dell'anno la vendita risulta più difficoltosa.

<sup>13</sup><http://www.corepla.it/news/rifiuti-organici-e-plastici-cic-e-corepla-firmano-accordo-il-monitoraggio-della-raccolta-differ?page=14>

<sup>14</sup>[https://www.adnkronos.com/sostenibilita/best-practices/2019/10/21/cic-coldiretti-intesa-per-rigenerazione-dei-suoli\\_69h9UfUE5LJYO3UUV3YWCO.html](https://www.adnkronos.com/sostenibilita/best-practices/2019/10/21/cic-coldiretti-intesa-per-rigenerazione-dei-suoli_69h9UfUE5LJYO3UUV3YWCO.html)

<sup>15</sup> A ottobre 2019 l'European Compost Network (Ecn), l'International Solid Waste Association (Iswa) e il Consorzio Italiano Compostatori (CIC) hanno lanciato a Bilbao l'iniziativa S.O.S. Soil "Save Organics in Soil" per attirare l'attenzione sulla gestione sostenibile del suolo e per incrementare le iniziative atte a valorizzare la materia organica nel suolo (<http://www.greenreport.it/news/agricoltura/save-organics-in-soil-al-via-liniziativa-europea-per-salvare-il-suolo/>)

Poiché il compost di qualità (ACM e ACV) rientra nei parametri fissati dai Criteri Ambientali Minimi<sup>16</sup> per l'affidamento del servizio di gestione del verde pubblico e per l'acquisto di ammendanti, gli acquisti pubblici verdi (Green Public Procurement<sup>17</sup>) possono essere un elemento cruciale per la creazione del mercato del riciclo della FORSU. Il CIC stima infatti che l'intera produzione annuale di compost sarebbe appena sufficiente a coprire la domanda per l'impiego nelle grandi opere pubbliche infrastrutturali, senza considerare la costruzione e cura del verde (CIC, 2017).

Rispetto all'impatto del trattamento dell'umido sul riscaldamento globale, il DEFRA (Department for Environment Food & Rural Affairs del governo britannico), in un database aggiornato annualmente (UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting), stima un risparmio di 0,6 kg di CO<sub>2</sub> equivalente per kg di rifiuto rispetto allo smaltimento in discarica e 0,011 kg di CO<sub>2</sub> equivalente per kg di rifiuto rispetto al processo di combustione. Il CIC stima che per ogni chilogrammo di rifiuto organico non smaltito in discarica si evitano 0,7-0,9 kg di CO<sub>2</sub> equivalente (CIC, 2017).

<sup>16</sup> I Criteri Ambientali Minimi sono indicazioni specifiche di natura ambientale collegate a diverse fasi che caratterizzano le procedure di gara: sono inseriti nel Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione (PAN GPP), documento che ha l'obiettivo di massimizzare la diffusione degli acquisti verdi (GPP) presso gli enti pubblici in modo da farne dispiegare in pieno le potenzialità in termini di miglioramento ambientale, economico ed industriale.

<sup>17</sup> Gli Acquisti Verdi o GPP (*Green Public Procurement*) sono definiti dalla Commissione europea come "l'approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita".

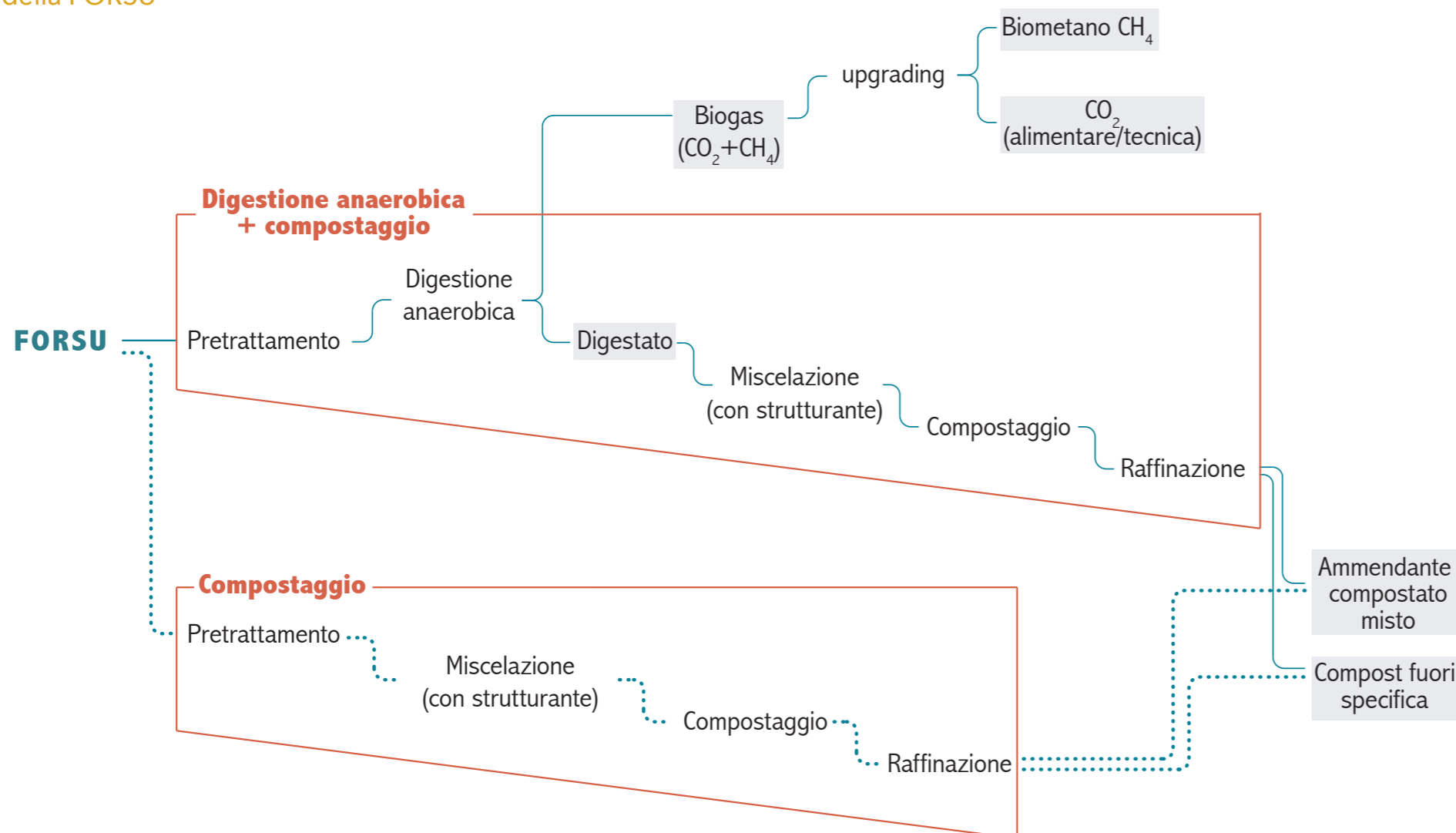
**Nel 2018 il biogas prodotto da impianti integrati è pari a 312 milioni di m<sup>3</sup>**, pari a 664 GWh di energia elettrica, ovvero il consumo annuale di 280 famiglie (Centemero, 2020). In media, la fase di digestione anaerobica dura circa due settimane (da pochi giorni a qualche decina di giorni a seconda della temperatura operativa) e la purezza della FORSU incide solo sulla resa finale del prodotto, ma non sulla qualità (infatti il biogas passa attraverso un processo di *cleaning*).

**Nel 2018 la produzione di biometano è di circa di circa 86 milioni di m<sup>3</sup>** e, secondo le stime del CIC, salirà a 104 milioni di m<sup>3</sup> nel 2019 (da 9 impianti) e a 200 milioni di m<sup>3</sup> nel 2020 (da 13 impianti). I benefici del biometano sono molteplici: oltre a quelli economici, ci sono benefici ambientali - si tratta di un combustibile *carbon neutral* - e sociali - viene prodotto in impianti innovativi e tecnologicamente avanzati, che creano occupazione e necessitano di competenze qualificate (Centemero, 2020). Se i rifiuti organici prodotti da un certo ambito territoriale venissero tutti destinati alla produzione di biometano (considerando una produzione media prudenziale di 110 Nm<sup>3</sup>/ton al 60% di CH<sub>4</sub>), si potrebbero alimentare le flotte dei mezzi di raccolta di tutti i rifiuti solidi urbani prodotti nel territorio di riferimento (CIC, 2017).

### Le principali questioni relative ai processi industriali di trattamento biologico

Questo non è un report tecnico, ma i processi di digestione anaerobica e compostaggio vengono analizzati in maniera speditiva perché **generano scarti che devono essere smaltiti e la cui minimizzazione è quindi importante**, sia per questioni economiche (costi di gestione e mancata produzione) che per i conseguenti impatti ambientali. L'analisi, ancorché speditiva, permette di evidenziare le principali motivazioni che portano alla generazione di tali scarti e alcuni possibili elementi di miglioramento. Il processo è schematizzato nella figura seguente.

### Schematizzazione del processo di trattamento biologico della FORSU



Fonte: EStà

La fase di **pre-trattamento**, sempre presente, è quella che **produce la maggiore quantità di scarto**. Consiste nell'apertura dei sacchi e nella vagliatura iniziale della FORSU. La vagliatura iniziale genera un sovrillo (scarto) e un sottovaglio (ciò che viene effettivamente sottoposto a trattamento biologico) ed è diversa a seconda della tecnologia di processo utilizzata: può essere grossolana (circa 50 mm) o fine (circa 10 mm) e produce una quantità di scarto proporzionale alla qualità del materiale in ingresso (più la RD è inefficiente, maggiore sarà la quantità di scarto che si produce). Nel caso del **solo compostaggio** la vagliatura iniziale è funzionale all'eliminazione del MNC. Una **RD inefficiente** (come per esempio quella fatta attraverso i cassoni stradali) **comporta percentuali di scarto tra il 10% e il 30%**.

Nel caso dello **schema integrato digestione anaerobica e post-compostaggio**, la vagliatura iniziale è sempre necessaria (anche nel caso di una RD particolarmente efficiente), al fine di non intasare il digestore, poiché all'interno non possono entrare pezzature troppo grosse di materiale: bisogna infatti eliminare anche i materiali compostabili troppo grossi, come legnetti, sacchi o manufatti di bioplastica (la bioplastica compostabile risulta comunque inerte al processo di digestione anaerobica, data la durata del processo). In questo caso la vagliatura in ingresso produce **percentuali di scarto che vanno dal 10% al 20%**, anche in presenza di un materiale in ingresso di buona qualità (RD efficiente). Questo dato è da tenere in considerazione, in particolare perché i trattamenti biologici si stanno sempre più spostando verso la digestione anaerobica (seguita da compostaggio). In un processo integrato di digestione anaerobica e compostaggio, il sovrillo generato può bypassare la fase di DA ed essere sottoposto ad un processo di compostaggio (il sovrillo contiene ancora rifiuto organico e infatti può essere nuovamente lavorato, non essendo catalogato come rifiuto generato dalla lavorazione dei rifiuti; può per esempio fungere da strutturante), oppure essere stabilizzato e smaltito.

In ogni caso, la vagliatura iniziale causa:

- **l'esclusione dal processo delle bioplastiche compostabili** (poiché queste in fase di vagliatura si comportano come le plastiche tradizionali), impedendone la trasformazione in ammendante compostato;
- un **effetto trascinalamento**, derivato dal fatto che il MNC (o anche il materiale di pezzatura elevata nel caso degli impianti integrati) che deve essere eliminato trascina con sé quantità rilevanti di materiale organico adeso alla superficie, sottraendolo al processo (che diventa così meno efficiente poiché produce minori quantità di ammendante). L'effetto trascinalamento, rispetto al peso del MNC presente, è pari al 2,5% nel processo di compostaggio e al 3,5% nel processo di DA e post-compostaggio.

Dopo il pretrattamento, se il materiale viene sottoposto a digestione anaerobica, deve essere ridotto in purea, con percentuali di acqua che vanno dal 65% al 90% circa, a seconda della tecnologia utilizzata (la FORSU dei comuni italiani ha in media una percentuale di acqua del 70%). Per poter essere sottoposto ad un processo di compostaggio, il digestato (derivato da un processo di digestione anaerobica) o la FORSU (dopo il pre-trattamento, nel caso del solo compostaggio) devono essere mescolati con lo strutturante

(scarto verde) per permettere un'adeguata aerazione. In alcuni digestori (per esempio quelli a tecnologia WET) il digestato viene prima centrifugato per avere una minore quantità di acqua (che poi viene mandata in purificazione); in altri casi lo si può direttamente mescolare con lo strutturante. In ogni caso, il compost prodotto può anche passare più volte attraverso la fase di digestione aerobica. Infine, per eliminare le impurità presenti nel compost (MNC, inerti), gli impianti operano una **raffinazione a valle del compostaggio**, fatta a diversi gradi di finezza; anche questa fase comporta degli scarti (proporzionali al livello di finezza), comunque considerevolmente inferiori a quelli generati dal pre-trattamento.

Dagli studi del CIC fatti nel 2015 risulta che il MNC rappresenta il 4,8% dell'umido e il 2,7% dello scarto verde: queste percentuali (e le attuali tecnologie) comportano un **costo diretto della separazione del MNC di circa 7 milioni di euro** (pretrattamenti, vagliature, raffinazioni del compost) e **costi di smaltimento di circa 45 milioni di euro (CIC, 2017)**.

### Il tema della plastica nel suolo

Il tema della presenza di plastica nel suolo è decisamente sottovalutato, almeno nel dibattito pubblico, che si concentra prevalentemente sulla presenza di plastica negli oceani. Occorre però ricordare che i livelli di contaminazione da microplastiche<sup>18</sup> nel suolo sono da 4 a 23 volte più alti che negli oceani (Machado, 2017, Horton, 2017) e i soli suoli agricoli potrebbero contenere più plastiche degli oceani (Nizzetto, 2017). Le principali fonti di microplastiche nei suoli agricoli sono: l'applicazione in agricoltura di fanghi di depurazione derivanti dal trattamento di acque urbane e usati poi come fertilizzanti (Horton et al. 2017); i fertilizzanti a rilascio controllato, una tecnica che se da un lato consente di modulare la quantità di fertilizzanti nel suolo, dall'altra immette microplastiche in quanto i nutrienti necessari alle piante (N, K, e P) sono contenuti in pillole fatte di polimeri (GESAMP, 2016); le plastiche usate in agricoltura per la produzione di tunnel, imballaggi per insilati, teli per la pacciamatura, contenitori, reti: l'esposizione ai raggi solari facilita la frammentazione delle plastiche e il vento può a sua volta provocare la dispersione delle microplastiche sui suoli e sul terreno; l'uso in agricoltura di fertilizzanti derivanti dalla raccolta di rifiuti organici sia domestici sia industriali (Weithmann, 2018).

<sup>18</sup> Piccole particelle di materiale plastico generalmente di dimensione inferiore a 5 mm. Le microplastiche primarie sono direttamente rilasciate nell'ambiente (ovvero intenzionalmente prodotte in piccole dimensioni), quelle secondarie si originano invece dalla frammentazione di rifiuti mesoplastici (compresi tra 0,5 mm e 200 mm) e macroplastici (> 200 mm) causata dall'azione di degrado degli agenti atmosferici, principalmente vento e sole.

## La plastica per imballaggi alimentari

### La funzione rispetto al ciclo del cibo

La plastica entra a contatto con il ciclo del cibo, un contatto che avviene nelle fasi di trasporto, vendita, gestione del cibo in qualità di rifiuto.

La plastica, o meglio, "le plastiche" al plurale, vista la vastità dei prodotti che ne compongono la famiglia, svolgono una molteplicità di funzioni. Qui si tratta solo di quelle direttamente connesse al ciclo del cibo, ossia gli imballaggi in plastica destinati ad avvolgere direttamente (imballaggi primari) o indirettamente gli alimenti. **Gli imballaggi connessi al ciclo del cibo costituiscono una frazione maggioritaria** (circa i due terzi) **rispetto all'intero mondo degli imballaggi plastici**. Gli imballaggi terziari (detti così perché tra loro e il prodotto vi sono altri livelli di imballaggio, un esempio è costituito dai pallet) vengono utilizzati per facilitare le fasi di trasporto degli alimenti, proteggendoli da rischi di rottura e rendendoli più adatti alla gestione ottimale dei volumi. Gli imballaggi primari, ossia quelli direttamente a contatto con il cibo (ad esempio una bottiglia, mentre il film che ne avvolge 6 alla volta è un imballaggio secondario o multiplo) sono utilizzati oltre che per il trasporto anche per la vendita e svolgono funzioni diverse a seconda che il cibo sia facilmente deperibile oppure no. Nel primo caso hanno caratteristiche di protezione rispetto ai microorganismi che possono deperire l'alimento, e sono composti generalmente da una pluralità di **plastiche accoppiate**, ognuna scelta per uno scopo specifico. Occorre tuttavia notare che alcuni alimenti (ad esempio il formaggio grana padano grattugiato) sono confezionati con il presupposto di assicurarne una conservazione per periodi non brevi, mentre altri (ad esempio le insalate confezionate) sono destinati in ogni caso ad essere consumati a breve. La differenza di conservazione rende più facilmente sostituibili con materiali compostabili, aventi analoghe caratteristiche, le plastiche destinate agli alimenti di rapida deperibilità rispetto alle altre.

Oltre a svolgere una funzione di supporto al trasporto e al confezionamento per la vendita dei cibi, ed una funzione di facilitazione della comunicazione orientata al marketing, gli imballaggi in plastica sono strettamente connessi con la fase di gestione dei rifiuti organici. I sacchetti attraverso cui i rifiuti organici vengono raccolti e conferiti agli operatori della raccolta differenziata sono infatti prodotti in un tipo particolare di plastica, la bioplastica compostabile, la cui specificità merita tuttavia un approfondimento a parte (si veda la sezione dedicata).



## Il COREPLA e la gestione degli imballaggi raccolti

Vista l'abbondanza nel loro uso, gli imballaggi in plastica (sia quelli destinati agli alimenti, sia gli altri) costituiscono un rischio ambientale alto, se non correttamente raccolti in maniera differenziata. Il COREPLA, nel suo ultimo rapporto di sostenibilità, fornisce questi dati complessivi, relativi al 2018.

**Nel 2018 in Italia sono state immesse al consumo 2.292.000 tonnellate di imballaggi in plastica.** (che corrispondono a 38,2 kg ad abitante, rispetto ai 33 kg del 1995). Nello stesso anno COREPLA ha contribuito per il 51% al recupero complessivo dei rifiuti di imballaggio in plastica conseguito a livello nazionale, gestendo 1.219.571 tonnellate da raccolta differenziata urbana. Nel 2018 i rifiuti di imballaggio in plastica avviati a riciclo da COREPLA hanno raggiunto le 643.544 tonnellate (+ 9,7% rispetto al 2017). Di queste, 616.178 tonnellate derivano dalla raccolta differenziata urbana, mentre 27.366 tonnellate da commercio e industria. La quantità di rifiuti di imballaggio in plastica avviati a recupero energetico dal Consorzio è stata di 383.057 tonnellate. Infine, nel corso del 2018 sono state avviate direttamente a smaltimento in discarica 89.421 tonnellate di residui derivanti dalle attività di selezione e riciclo della raccolta, pari all'7% del gestito.

Secondo i dati del Rapporto Rifiuti Urbani ISPRA 2019, in totale **nel 2018, il 44,5% degli imballaggi in plastica è stato avviato a riciclo** (1.019.000 tonnellate) e il 43% a **recupero energetico** (986.400 tonnellate).

L'insieme di questi dati fanno dell'Italia il secondo paese europeo dopo la Germania nel campo del recupero degli imballaggi in plastica; si noti che nel termine "recupero" sono compresi sia il riciclo dei materiali sia il loro incenerimento per recuperare energia.

### La selezione

Il processo di selezione è coordinato da COREPLA che ne affida la realizzazione tecnica ad altri enti. A seconda del territorio, il rifiuto da imballaggio plastico, che oggi rappresenta il 94% in peso dell'intera raccolta della plastica, viene raccolto o da solo oppure in combinazione con altri materiali. Questa seconda scelta permette di rendere più efficiente la logistica rispetto al rapporto kg/volumi raccolti, ma necessita di una prima fase di separazione. Una volta che il rifiuto è composto unicamente di plastiche, questo a seconda dei casi viene portato o a uno dei Centri

comprensoriali comunali che favoriscono l'accumulo di una certa quantità di materiali, svolgendo la pressatura, oppure direttamente presso un Centro di selezione, che effettua il servizio per conto di COREPLA. I Centri di selezione in Italia sono 33: situati in prevalenza al nord, si tratta di imprese terze specializzate che, possedendo i requisiti minimi stabiliti da COREPLA (autorizzativi, tecnici, gestionali) svolgono il servizio.

Il materiale in arrivo dai comuni, direttamente o attraverso l'impresa che svolge il servizio per conto degli stessi, viene vagliato da COREPLA, che può rifiutarlo e comminare multe per la scarsa qualità di quanto conferito, oppure può accettarlo e riconoscere il corrispettivo economico stabilito. La prima fase del processo di selezione vede l'eliminazione dei materiali troppo piccoli attraverso un setaccio di 5 cm di diametro. Successivamente si separano i materiali a due dimensioni (i film flessibili) da quelli a tre dimensioni, per facilitare le operazioni successive. Infine si procede con la **separazione per polimero** che nel 15% dei casi è ancora effettuata **manualmente**, mentre nell'85% dei casi è fatta con l'ausilio di **detettori ottici**. I detettori colpiscono i materiali che transitano sul nastro trasportatore con un emettitore di onde elettromagnetiche. Le onde riflesse dai diversi polimeri vengono riconosciute da uno spettrometro e i flussi omologhi vengono convogliati attraverso ugelli soffiatori.

Il mondo dei polimeri è estremamente vario e le loro combinazioni possono essere molteplici. Il 97% dei polimeri è riciclabile, ma spesso i processi di accoppiamento (per produrre i **poliaccoppiati**) li rendono impossibili da separare e destinati quindi ad alimentare il residuo del misto plastico (o plasmix). Il **plasmix viene prevalentemente bruciato** per trarne energia, dopo essere opportunamente trattato per togliere le componenti più inquinanti e meno adatte al processo. In alcuni impianti innovativi viene utilizzato anche per la produzione di bidoni per la raccolta di rifiuti, barriere "jersey" ed altri prodotti la cui domanda non pare tuttavia sufficiente ad assorbire - se non in parte ridotta - i semilavorati ottenuti dal plasmix, in particolare se si considera che la quantità di plastiche che attualmente viene destinata a recupero energetico è oggi pari a 383.057 tonnellate annue (dato 2018). Le plastiche separate sono invece classificate in **flussi di materiali omogenei**: la classificazione non segue solo la differenza di polimeri, ma le combina con altre caratteristiche, a cominciare dai colori. Le principali tipologie omogenee di semilavorati descritte da COREPLA, che, pur essendo considerati ancora rifiuti e quindi regolati dalla relativa disciplina, sono pronti per essere commercializzati dal consorzio sono le seguenti:

- bottiglie in PET (acque minerali, bibite, ecc.) incolore;

- bottiglie in PET azzurre;
- bottiglie in PET altre colorazioni;
- flaconi in polietilene ad alta densità-HDPE (detersivi, saponi, ecc.);
- film in polietilene (sacchetti, confezioni di bottiglie, imballi di elettrodomestici, ecc.);
- cassette per ortofrutta (la cui raccolta peraltro non è gestita da COREPLA);
- imballaggi misti (prevalentemente rigidi e flessibili in polietilene o polipropilene).

Dei diversi flussi ottenuti dalla fase di selezione dei rifiuti e ritenuti adatti a produrre nuove plastiche, quelli che hanno un mercato quantitativamente rilevante vengono avviati a riciclo. I riciclatori vengono scelti attraverso un doppio percorso: 1) un **sistema di aste**, aperte anche a imprese europee, in cui vengono ceduti materiali di pregio per i quali la domanda supera l'offerta; 2) la cessione via **trattativa privata**, in alcuni casi con riconoscimento di un corrispettivo al riciclatore, strada seguita solamente per i materiali selezionati di minor valore, per i quali la filiera di riciclo è ancora in fase di creazione o di consolidamento.

Con la cessione ai riciclatori termina la parte di filiera sotto il coordinamento del COREPLA. Da un punto di vista economico il complesso delle attività dell'ente, per il quale lavorano 63 dipendenti, assomma nel 2018 a un fatturato di 639 milioni di cui 449 provenienti dal CAC. Nello stesso anno i ricavi da vendite per riciclo erano pari a 141 milioni di euro.

## Il riciclo

Il riciclo può essere distinto in una pluralità di sottocategorie: innanzitutto occorre distinguere il **riciclo meccanico**, nettamente più diffuso, dal **riciclo chimico** con il quale si ottengono i polimeri iniziali ma che ha costi energetici più elevati. Il riciclo meccanico a sua volta può essere distinto in **riciclo meccanico omogeneo** - che riguarda principalmente PET, PE, PVC e che, con l'aggiunta di materia prima vergine, permette di ottenere oggetti dello stesso materiale - e **riciclo eterogeneo** in cui le diverse plastiche vengono mescolate ed hanno bisogno di leganti per produrre oggetti quali ad esempio le panchine o la cartellonistica stradale. Una quota di materiali frutto del processo meccanico eterogeneo di fatto risulta troppo scadente per gli utilizzi successivi e viene lavorato per ottenerne combustibili, utilizzati preferibilmente in sostituzioni di combustibili fossili in impianti termici esistenti (ad esempio i cementifici), ma anche negli inceneritori di ultima generazione (con

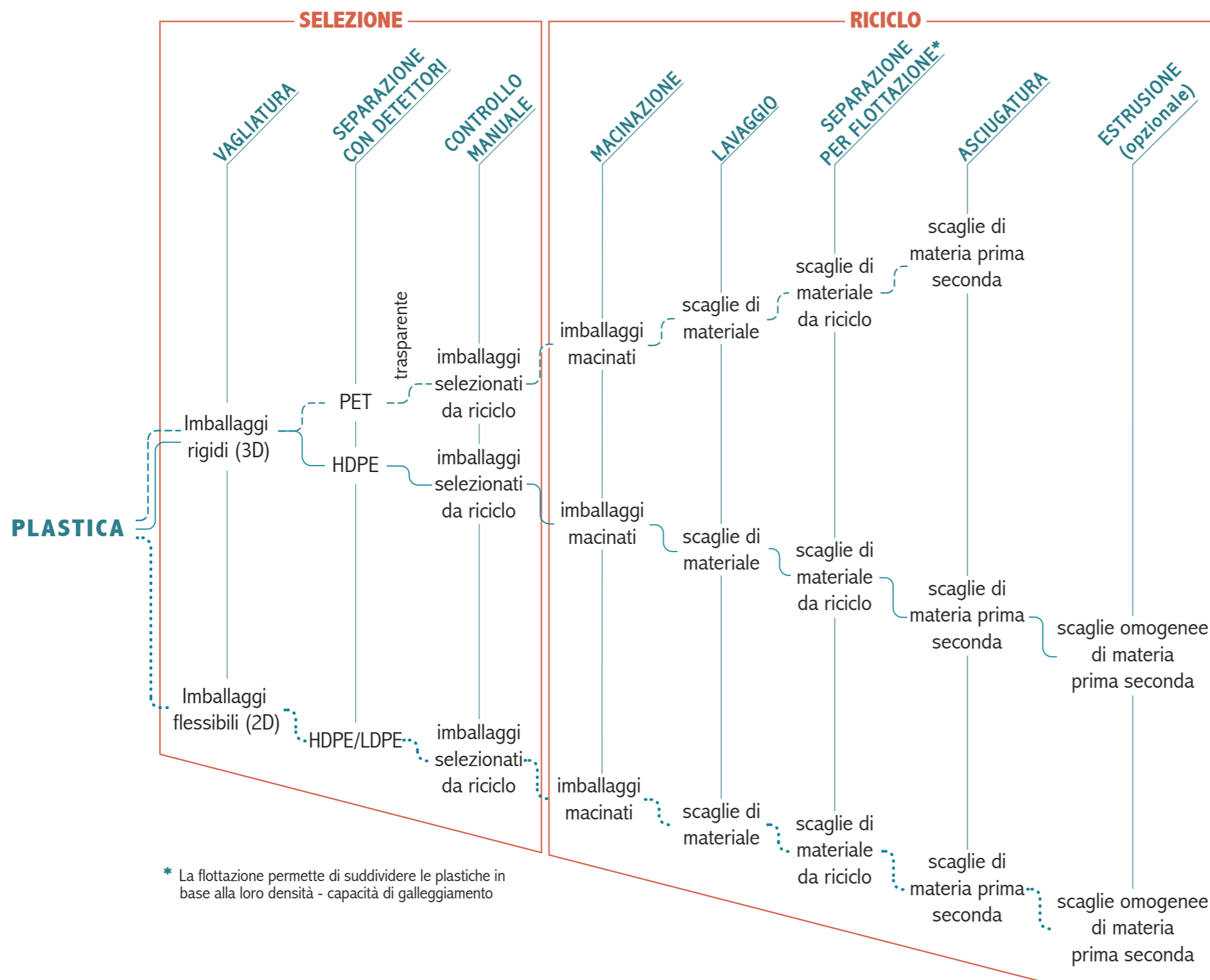
produzione di energia elettrica e termica). È opportuno notare come in questi casi sia corretto parlare di recupero di energia e non di riciclo di materia.

Un'applicazione del riciclo chimico, attualmente in via di sviluppo, riguarda l'utilizzo, nel campo della siderurgia, degli imballaggi in plastica non avviabili a riciclo meccanico. Il mix plastico derivato dai processi di selezione (plasmix), opportunamente preparato, diviene **SRA** (*Secondary Reducing Agent*) e viene utilizzato in altoforno nel ciclo di produzione della ghisa come "agente riducente" nelle reazioni di ossidazioni dei minerali ferrosi, con la possibilità di sostituire almeno il 20% del coke tradizionalmente utilizzato, con risparmi ambientali (minore produzione di CO<sub>2</sub>) ed economici.

Il processo di riciclo meccanico è composto da una sequenza di operazioni suddivise generalmente in fasi di macinazione, lavaggio e stadi plurimi di asportazione delle frazioni indesiderate. In molti casi viene aggiunto anche il processo di granulazione. L'insieme di queste attività viene svolto da imprese specializzate (riciclatori) e al termine della lavorazione si ottengono scaglie o granuli che costituiscono da questo momento in poi la nuova materia prima, la cosiddetta **Materia prima secondaria** (MPS) o *End of waste*. I campi di utilizzo dipendono dalle caratteristiche fisico-meccaniche del polimero e a volte dalle normative. Ad esempio le Materie prime secondarie come il PE (a bassa e alta densità) e il PP vengono utilizzate nell'edilizia (tubi, canaline, interruttori) nell'agricoltura come tubi per l'irrigazione o come vasi, come componenti per sedie e mobili, nell'*automotive* (componenti stampati) e in certi casi tornano ad essere imballaggi (cassette e flaconi per detersivi a detergenza domestica e pallet). Il PET oltre a fornire uno dei casi di recupero omogeneo chiuso (in cui viene ottenuto lo stesso tipo di prodotto iniziale, le bottiglie, sebbene con un apporto di materia vergine equivalente a quella recuperata), è utilizzato come tessuto non tessuto e nei tessuti industriali, in imbottiture, tappeti, moquette. Nel caso degli **imballaggi in PET** relativi ai liquidi alimentari, la **filiera del riciclo funziona bene**, il materiale è di pregio, i cittadini lo riconoscono facilmente e lo conferiscono correttamente, la plastica delle bottiglie viene conferita integra e pulita (gli unici residui spesso sono limitati a tracce d'acqua). Visto il buon funzionamento di questa filiera, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha autorizzato nel 2018 ad operare in via provvisoria, per un periodo di due anni un consorzio specifico, il Coripet che attualmente non ha accordi economici con il CONAI.

### Esempi di processi di selezione e riciclo

Nella figura sono rappresentati esempi di processi di selezione e riciclo di tre imballaggi differenti: una bottiglia trasparente, un flacone e un film. Le tre tipologie seguono fasi del processo simili, ma già in fase di selezione, i percorsi si dividono e, nella fase conclusiva, seguono un percorso che corrisponde a un impianto di riciclo differente e dedicato alla tipologia del materiale



### Il valore delle materie riciclate e recuperate

Una delle questioni spesso sottovalutate negli studi sull'economia circolare è un elemento pur fondante della stessa materia economica, ossia la perdita di valore e il livello dei prezzi delle materie prime secondarie rispetto al valore dei prodotti vergini. Solitamente le quantificazioni relative all'economia circolare riguardano il peso dei prodotti fisici recuperati e non la loro traduzione in denaro. La misura economica dell'entropia, ossia la misura della perdita di valore della materia una volta sottoposta al primo ciclo di uso è invece una misura utile dell'efficacia del sistema nel suo complesso. In questa sede non è possibile darne una quantificazione relativa al complesso del sistema nazionale, tuttavia i calcoli effettuati da una ricerca svedese possono essere utili per dare una misura generale della questione. Material Economics nello studio "Retaining value in the Swedish materials system" dice che per ogni 100 kg di plastica ne vengono riciclati 55 kg, ma solo 16 kg divengono nuova materia prima sostitutiva di quella vergine. Questa MPS vale in termini economici il 50% della materia vergine. Il rimanente 84% della plastica viene bruciato producendo un valore pari a circa il 6% del suo valore come materia vergine. Questo significa che il riciclo produce in Svezia un valore economico maggiore di oltre otto volte rispetto al recupero energetico, ma al contempo dice che, procedendo con i conti, il secondo ciclo di utilizzo delle plastiche produce solo circa il 13% del valore che la materia aveva nel primo ciclo, ossia la misura economica dell'entropia è misurabile in un 87% di perdita di valore. Il tema si complica concettualmente se seguiamo l'andamento contingente dei prezzi anziché ragionare su dati più solidi. Seguendo la contingenza ad esempio in questo periodo in Italia la MPS ha prezzi anche superiori alla materia vergine per una bolla di domanda dovuta al desiderio di molte imprese di mostrarsi attente all'ambiente mostrando l'uso di plastiche riciclate. Il valore in senso più stretto del riciclato (ossia la sua capacità di rispondere ad un bisogno) è invece minore essendo la MPS qualitativamente inferiore alla materia vergine.

## Le normative

Oltre alle norme generali già richiamate nella descrizione iniziale del sistema dei rifiuti, vi sono alcune norme specifiche destinate alle plastiche in generale o specificamente agli imballaggi in plastica. La ratio delle norme generali è da ricondurre alla politica dell'Unione europea e alla necessità di ridurre le destinazioni dei rifiuti più negative per l'ambiente (smaltimento in discarica, incinerazione per il recupero energetico) a favore di quelle più positive (riutilizzo, riciclaggio). La ratio delle norme specifiche è principalmente da riportare al forte potenziale di impatto sull'ambiente che la combinazione tra un materiale non biodegradabile e modalità non attente a utilizzo e dispersione dello stesso ha creato negli anni, con prospettive di ulteriori gravi peggioramenti.

Tra le normative generali sono da ricordare in particolare: la **direttiva europea 850 del 2018 che stabilisce un limite di smaltimento in discarica del 10%** in peso rispetto al totale dei rifiuti (il limite è da raggiungere entro il 2035, ma l'obiettivo è molto impegnativo rispetto alla realtà attuale, che nel 2018 vede una percentuale di smaltimento in discarica dei rifiuti urbani pari a circa al 21,5%); la **direttiva europea 852 del 2018** nella parte in cui fissa per gli imballaggi in plastica un **obiettivo di riciclo del 50% in peso entro il 2025 e del 55% entro il 2030**.

Tra le normative specifiche la più rilevante è la cosiddetta **direttiva europea 2019/904 detta SUP (Single use plastic - Plastica Monouso)** entrata in vigore nel giugno 2019. La direttiva non si rivolge al mondo della plastica in generale, o specificamente al mondo degli imballaggi, ma impone trasversalmente agli stati membri dell'Unione europea di **mettere al bando**, entro il 3 luglio 2021, i seguenti prodotti in plastica: bastoncini cotonati (già vietati in Italia dall'inizio del 2019); posate (forchette, coltelli, cucchiari, bacchette); piatti; cannuce (tranne quando rientrano nell'ambito di applicazione della direttiva 90/385/CEE o della direttiva 93/42/CEE); agitatori per bevande; aste da attaccare a sostegno dei palloncini, tranne i palloncini per uso industriale o altri usi e applicazioni professionali. Sono vietati anche: contenitori per alimenti in polistirene espanso, quali scatole con o senza coperchio destinati al consumo immediato, sul posto o da asporto. È da notare che la ratio della norma trae origine non solo dalle caratteristiche del materiale (non biodegradabilità e quindi permanenza per tempi lunghissimi nell'ambiente), ma anche dai comportamenti dei singoli cittadini. Lo studio condotto dai ricercatori belgi di Arcadis per conto della Commissione UE riporta ad esempio che

nel mare Mediterraneo la plastica è il rifiuto dominante, ma anche che la prima causa di lordura è data da bagnanti e turisti (52%), che il 53% dei rifiuti è generato direttamente sulla spiaggia, che quasi tutti i rifiuti trovati in spiaggia (il 70%) sono generati dalla fase di consumo dei prodotti, e il 91% da singole persone (a fronte di un 3% dalle attività economiche). Ad aumentare la sensibilità dei cittadini e del legislatore è stata anche l'attenzione crescente alle microplastiche in mare (frammenti di dimensioni inferiori a 5 mm, molto spesso provenienti da rifiuti di plastica usa e getta, che si concentrano tra i 200 e i 600 metri di profondità, creando problemi alla fauna marina e probabilmente anche alla salute umana).

Da un punto di vista tecnico la norma fissa anche **target di raccolta e riciclo più restrittivi per le bottiglie** (rispetto ad altri imballaggi in plastica): i paesi membri dovranno raccogliere il 90% di quanto immesso al consumo entro il 2029 (il 77% entro il 2025), mentre a partire dal 2025, le bottiglie in PET dovranno contenere un minimo del 25% di materiale riciclato, percentuale che salirà al 30% nel 2030. Le confezioni per bevande in plastica dovranno inoltre avere tappi e coperchi solidali con il contenitore.

In aggiunta, viene introdotta un'etichettatura obbligatoria che rammenti al consumatore l'impatto ambientale negativo dell'abbandono in ambiente, indicando il corretto smaltimento, per prodotti come filtri di sigaretta, bicchieri di plastica, salviette umidificate e assorbenti.

Per quanto concerne le bioplastiche, nelle considerazioni iniziali (punto 11) si legge: "I **polimeri naturali non modificati**, ai sensi della definizione di «sostanze non modificate chimicamente» di cui all'articolo 3, punto 40, del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio (13), **non dovrebbero essere inclusi nella presente direttiva** poiché sono presenti naturalmente nell'ambiente". Allo stato attuale non è tuttavia ancora chiaro se la direttiva verrà estesa anche alle bioplastiche compostabili.

Se la normativa europea stabilisce il pavimento, ossia il contenuto minimo di materiale riciclato delle bottiglie in PET al 2025 e al 2029, la normativa italiana al contrario stabilisce il tetto. Rispetto alla percentuale minima di PET contenuto per acque minerali e bevande analcoliche, il riciclo del PET avviene con le modalità stabilite dal Decreto ministeriale 113/2010 che consente **l'impiego di polietilentereftalato (PET) riciclato** nella produzione di bottiglie per uso alimentare con un **contenuto massimo del 50 % sul totale**, in deroga all'articolo 13 del Decreto ministeriale 21 marzo 1973. Il tetto è stato stabilito per ragioni sanitarie, nel

presupposto che la qualità del PET riciclato sia inferiore a livello di purezza della materia vergine.

Un ultimo provvedimento normativo importante a livello italiano è la legge 123 del 2017 relativa ai **sacchetti di plastica**. L'Unione Europea, con la direttiva UE 2015/720, ha richiesto agli stati membri di dotarsi di leggi che consentano la riduzione progressiva della plastica per la produzione di sacchetti.

In Italia era stato emanato fin dalla legge finanziaria 2007 un provvedimento che prevedeva, a partire dal 1° gennaio del 2011, il divieto di commercializzazione dei sacchetti di plastica non biodegradabili, provvedimento al centro di un conflitto legale, dopo la contestazione giuridica mossa nello stesso 2011 dall'Unionplast. Il nostro paese nel 2017 ha quindi accolto la direttiva europea di cui sopra, imponendone l'entrata in vigore dal 1° gennaio 2018 ed aggiungendo la qualifica di compostabile a quella di biodegradabile (la sola presente nella norma del 2007). Nella legge attuale i sacchetti in plastica sono stati divisi in 3 categorie:

- i **sacchetti per alimenti sfusi** che provengono da reparti ortofrutta, panetteria, gastronomia, macelleria, pescheria... devono essere biodegradabili, compostabili e con un contenuto minimo di materia prima rinnovabile: almeno il 40% a partire dal 1.1.2018, il 50% a partire dal 1.1.2020; il 60% a partire dal 1.1.2021;
- le **borse per i trasporti** (ad esempio quelle fornite alle casse dei supermercati), devono essere biodegradabili e compostabili;
- l'ultima categoria, le **borse riutilizzabili** più volte, non hanno obblighi di biodegradabilità e compostabilità, per essere riconoscibili devono avere manici esterni e per limitarne la diffusione non possono essere cedute gratuitamente.

## Le questioni

Le tre questioni maggiormente problematiche relative alla gestione dei rifiuti in plastica sono legate a tre dinamiche in aumento (percentuale di plastica raccolta in modo differenziato, quantità di prodotti in plastica poliaccoppiata immessi al consumo, gestione irresponsabile dei rifiuti da plastica monouso) rispetto alle quali le risposte tecnologiche delle imprese e le capacità di produrre informazioni ed educazione degli utenti hanno segnato un ritardo.

L'analisi della **percentuale di plastica raccolta in modo differenziato** mostra che mentre la **quantità complessiva di plastica immessa al consumo** (su cui si calcola il CAC,

Contributo Ambientale CONAI) **resta sostanzialmente invariata, la raccolta differenziata di questa frazione cresce continuamente**, sottoponendo a stress operativo e di costo i sistemi di selezione e finendo per incrementare la quantità della plastica che non trova una facile valorizzazione verso il riciclo. Il tema dei **poliaccoppiati** non è di facile soluzione: il 97% dei polimeri è riciclabile, ma se questi vengono accoppiati tra loro il riciclaggio diviene irrealizzabile. Le plastiche vengono accoppiate poiché ciascuna tra queste svolge una diversa funzione specifica rispetto allo scopo generale di proteggere l'alimento: alcuni tipi di plastica offrono un **effetto barriera** verso i microrganismi aumentando i tempi di conservazione, altri potenziano la **resistenza** dell'imballaggio, etc. Le possibili risoluzioni sono affidate al mondo della ricerca impegnate a capire ad esempio se le alternative in bioplastiche e/o carta saranno in grado di dare prestazioni simili, evitando l'incenerimento finale dell'imballaggio. Nel caso in cui le innovazioni tecnologiche si rivelassero insufficienti, occorrerà affrontare il problema da altri punti di vista, valutando ad esempio se sarà più utile conservare un determinato prodotto più a lungo oppure diminuire la quantità di plastica non riciclabile immessa al consumo.

Le questioni legate ai **prodotti monouso** invece hanno caratteristiche diverse, meno legate ad aspetti strettamente tecnici, ed hanno trovato una risposta normativa nel 2019 (a valere partendo dal 2021) con la citata direttiva sulla plastica monouso. Questa prevede di agire in maniera integrata sulle principali cause che stanno generando il problema: a monte vietando l'immissione in commercio di molte tipologie di prodotti, nella fase intermedia del ciclo di vita migliorando l'informazione agli utenti, e in fase finale innalzando gli obiettivi di riciclo.

Una questione parzialmente diversa da quelle citate in precedenza è invece legata all'introduzione della **bioplastica compostabile**. Il prodotto è funzionale al miglioramento dei sistemi di raccolta differenziata della frazione umida e alla riduzione della quantità di plastica non compostabile presente nella stessa frazione umida. Tuttavia l'ottimizzazione del suo potenziale richiede una maggiore informazione dei consumatori, favorita laddove avviene la distribuzione gratuita da parte dei Comuni dei sacchi in bioplastica per la raccolta domestica della frazione organica, e sistemi di riconoscibilità che limitino i rischi di confusione con le plastiche tradizionali da parte degli utenti (si veda la sezione sul ruolo del *food packaging* e del *food service* nella raccolta differenziata).

Una questione aperta invece è il **valore economico della plastica riciclata** rispetto alla plastica originale. Da un punto di vista fisico, il rapporto "L'Italia del riciclo" del 2016 afferma

che la quantità di materia prima secondaria ottenuta da 100 unità di rifiuto plastico conferito ai riciclatori, per quanto riguarda la plastica nel nostro paese è mediamente pari a 79, con una perdita fisica del 21%. La ricerca *"Retaining value in the swedish materials system"* svolta da Material Economics stima per la Svezia una perdita economica complessiva (data dalla perdita fisica sommata al deterioramento della qualità) pari al 50% tra valore della plastica vergine e valore della stessa plastica dopo il primo riciclaggio. A queste valutazioni va aggiunto che alcune variazioni di prezzo possono essere legate a fenomeni esterni alla qualità del materiale, quali la domanda in forte aumento delle plastiche riciclate a loro volta dovuta alla crescente richiesta di materie che conferiscano un marchio ecologico alle imprese che dichiarano di utilizzarle.

Rispetto all'**impatto del riciclaggio di plastica sul riscaldamento climatico** il COREPLA, nel suo ultimo rapporto sullo sviluppo sostenibile (relativo al 2018), parla di 643.544 tonnellate di plastica da imballaggio avviata a riciclo e di 916.000 ton di CO<sub>2</sub> equivalente evitate grazie al riciclo, ossia 1,42 kg di CO<sub>2</sub> equivalente per ogni kg di rifiuto plastico riciclato. Il calcolo è stato effettuato come differenza tra la CO<sub>2</sub> emessa durante la produzione di materia prima, e quella emessa nelle due fasi connesse al processo di riciclo (rilavorazione e trasporto).

Infine è utile ricordare il contesto internazionale entro cui si dispiegano le questioni citate. Un momento estremamente importante per le dinamiche dei flussi di rifiuti (non solo plastici, ma anche tessili e cartacei) è l'introduzione nel 2017 da parte della Cina, di un **bando di importazione**. Un blocco, dettato dal governo cinese sulla base di considerazioni ambientali e sanitarie e del miglioramento delle capacità di produzione interne, che ha portato al dimezzamento dell'esportazione globale dei rifiuti in plastica verso il paese asiatico tra il 2016 e il 2018. Il risultato finale per l'Italia, e per gli altri paesi che esportavano direttamente o indirettamente in Cina, è una pressione aumentata sui sistemi interni di gestione dei rifiuti plastici.

## La carta per imballaggi alimentari

La carta è un bene molto antico le cui modalità di produzione sono cambiate nel tempo, mantenendo alcune continuità. Il riciclo ad esempio è pratica antichissima, gli storici la fanno risalire alla stessa nascita della carta, nell'anno 105 d.C. quando il ministro cinese *T'sai Lun*, osservando uno stagno

adibito a lavatoio, si accorse che l'accumulo di piccole fibre staccate dai tessuti aveva formato nell'acqua stagnante un sottile velo consistente. Egli raccolse lo strato, lo pose ad essiccare e ne estrasse un foglio di una certa consistenza idoneo alla scrittura. Il processo di recupero di cotone per fare carta da stracci, cordami e vele in Italia è noto dal 1200, mentre dal 1855 il legno, cellulosa più economica a crescita più rapida, comincia a sostituire in maniera irreversibile il cotone. Oggi gli alberi da carta sono le conifere (pino, larice, abete) che forniscono fibre lunghe, di alta qualità e le latifoglie (pioppo, faggio, betulla) che forniscono fibre corte. Anche in epoca attuale **il riciclo** non solo permane, ma è **la modalità con cui viene ottenuta la maggiore quantità di carta da imballaggio**, come si vedrà in seguito.

Le principali tipologie di carta rispetto all'uso sono (in ordine quantitativo decrescente):

- la carta e il cartone per imballaggi
- la carta ad uso grafico (dai quotidiani agli usi artistici)
- la carta ad uso domestico (tovaglioli, carte igieniche...)

Nel 2019 sono stati prodotti in Italia 4,6 milioni di tonnellate carta e cartone per imballaggi e 4,3 milioni per usi grafici e igienico sanitari. **Gli imballaggi immessi al consumo** sono stati **4,94 milioni di tonnellate**.

## La funzione rispetto al ciclo del cibo

Mentre molti imballaggi plastici utilizzati per il contatto diretto con cibo e bevande sono riconoscibili dal tipo specifico di plastica che li compone, più difficile è isolare nei rifiuti, da un punto di vista qualitativo (tipo di carta) e quantitativo, la parte di imballaggi in carta che proviene da uso alimentare. In linea generale si può affermare che le plastiche da un lato e la carta dall'altro rappresentano le due famiglie di materiali entro cui viene imballato sia a livello primario (contatto diretto) sia a livelli secondari e terziari la quasi totalità degli alimenti. La differenza tra le due famiglie è comunque netta: mentre le plastiche tradizionali sono di provenienza fossile ed hanno filiere di riciclo complesse dovute all'eterogeneità dei materiali specifici, la **carta** - insieme alla bioplastica - **proviene da materia rinnovabile**. La carta inoltre è **facilmente riciclabile**: il processo si compie a temperatura ambiente con il solo ausilio di acqua e di una quantità adeguata di tempo ed energia per il processo di asciugatura. Infine mescolando vari tipi di materie riciclate si ottiene comunque una carta, non pregiata, ma utilizzabile. Da un punto di vista quantitativo il

rapporto 2019 di COMIECO, relativo ai dati 2018, parla di 10 tonnellate di macero recuperate ogni minuto e di un **tasso di riciclo di imballaggi cellulosici pari all'81,1%** (mentre il **7,7% viene recuperato ad uso energetico**). Il rapporto 2020, relativo ai dati del 2019, consolida i dati del riciclo attestandoli all'81%.

Viste queste caratteristiche, vista la crescente diffidenza delle cittadinanze verso la plastica sviluppatasi negli ultimi anni, la atomizzazione dei nuclei familiari e la crescita degli acquisti *online*, **l'utilizzo degli imballaggi in carta e cartone negli ultimi anni è in crescita**, mentre la riduzione della diffusione della carta stampata, quotidiani e stampa a diffusione gratuita, sta provocando una diminuzione della carta ad uso grafico. Queste tendenze combinate stanno aumentando la diffusione di carta riciclata: **la percentuale di materiale da riciclo nella carta e cartone da imballaggi è infatti molto più alta della media, collocandosi intorno all'80%**, contro un 49% medio riferito a tutte le categorie. È inoltre da ricordare come carta e cartone da imballaggio, a differenza delle altre categorie di carta, non vengano di fatto acquistati dalle famiglie poiché sono parte integrante del prodotto che contengono e non hanno un prezzo specifico.

### La raccolta e la selezione

La maggior parte della carta viene conferita dalle famiglie in modo separato dalle altre frazioni di rifiuti, mentre una **piccola parte, sporca di cibo, viene conferita insieme al resto della frazione organica** per essere avviata a compostaggio; non vi sono regole nette su quale delle due debba essere la destinazione della carta contaminata da cibo, sta all'attenzione delle famiglie decidere il percorso. A livello generale i problemi principali legati alla qualità della raccolta della carta si riscontrano nel Sud Italia, sebbene occorra fare una distinzione: i piccoli e medi centri solitamente danno buone prestazioni, in alcuni casi anche ottime, mentre i problemi appaiono concentrati in grossi centri come Roma, Napoli, Palermo.

Una volta raccolta la carta viene destinata a una delle 364 piattaforme di libero mercato convenzionate con COMIECO che selezionano i materiali impropri nel rispetto della norma europea EN 643, li pressano, li trasformano in balle e la trattano in base alle ricette di cui hanno bisogno le diverse cartiere. A differenza della plastica, la carta non viene divisa tra materiale proveniente da imballaggi e da altre categorie (ai fini del riciclo questa differenza non è rilevante). Il contributo ambientale CONAI (CAC) viene riconosciuto solo sulla carta da imballaggio con un'eccezione: il tetrapak

(circa 100.000 mila tonnellate in tutto) è soggetto ad un CAC specifico, contiene fibre di qualità molto elevata, ma il processo di macero è più complesso e vive pertanto un flusso diversificato così da farlo arrivare alle sole due cartiere italiane che lo trattano.

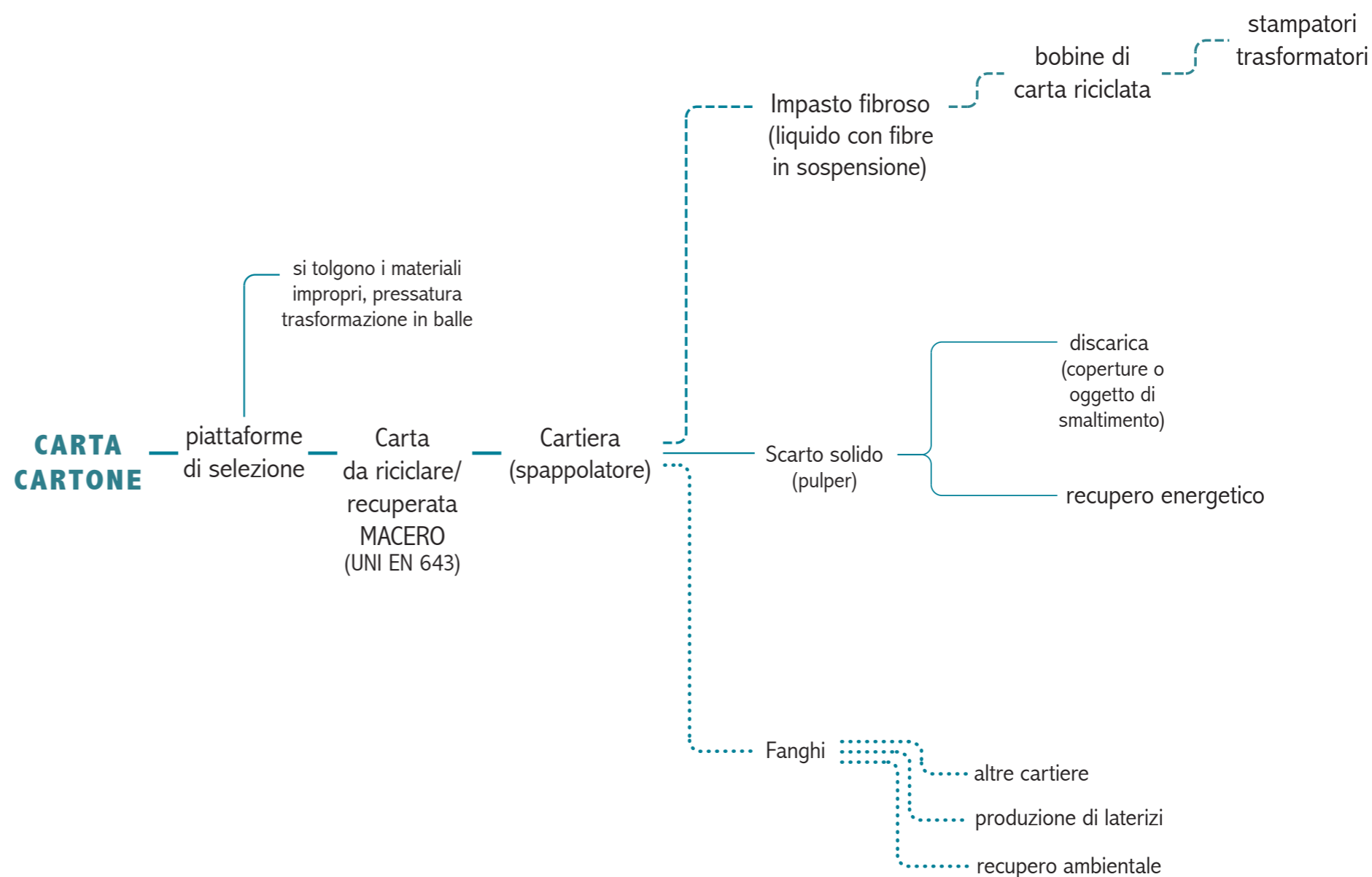
**I comuni italiani raccolgono nel complesso 3,5 milioni di tonnellate di carta e cartone** (dato 2020 relativo al 2019) che possono decidere se conferire a COMIECO (il consorzio nel 2019 ha riconosciuto loro 129,2 milioni di euro), oppure venderlo direttamente sul mercato, in funzione della maggiore convenienza economica. I dati parlano di 2 milioni avviati a riciclo attraverso COMIECO (una quota che diviene più rilevante specialmente nel Sud) e di 1,5 milioni di tonnellate vendute dai comuni direttamente sul mercato. Gli andamenti del prezzo determinano le destinazioni (quanto più è alto, quanta più carta va sul mercato), ma le tendenze recenti stanno **portando il prezzo verso il basso**: la carta da macero ha toccato lo scorso maggio (2019) il minimo storico dai tempi della crisi economica del 2008: nei primi cinque mesi del 2019, il prezzo medio del cartone è passato da 52,50 euro per tonnellata a 40,50 euro per tonnellata, con un calo del 25% (all'ingrosso la carta nuova costa circa 1000 euro a tonnellata). Nei mesi seguenti il processo non si è fermato: nel caso del cartone, ad esempio, il prezzo da gennaio a dicembre 2019 è sceso dell'88%, toccando il minimo da sempre. Una dinamica che non colpisce solo l'Italia: per incentivare una filiera circolare interna la Cina lo scorso anno ha annunciato pesanti limitazioni nelle importazioni di carta e cartone di scarto dai paesi esteri, e a questo si è aggiunta la guerra commerciale dichiarata al paese asiatico dagli Stati Uniti il che ha portato un surplus di carta da macero su tutti i mercati internazionali e al conseguente affossamento delle quotazioni della materia prima. In Italia stanno partendo misure di assorbimento del macero in eccedenza attraverso un rinforzo della capacità complessiva delle cartiere, ma il prezzo è ormai quasi azzerato. Dinamiche come queste mostrano l'impossibilità di gestire il sistema attraverso meri meccanismi di mercato. In conseguenza di tutto questo il Contributo Ambientale CONAI (CAC), che nel 2014 era sceso a 4,00 € a tonnellata ed è rimasto tale fino al 2017, a causa di tale situazione dal 1° gennaio 2020 è passato a 35,00 € a tonnellata con un incremento del 40% rispetto al 2019 e del 250% rispetto al 2018.

## Il riciclo

Mentre una parte minoritaria di carta viene direttamente avviata a compostaggio (perché contaminata con il cibo oppure perché proveniente da fonti particolari quali i rifiuti degli aeroplani o degli eventi pubblici), la carta restante, raccolta separatamente e selezionata attraverso i passaggi descritti in precedenza, viene avviata a riciclaggio, un processo che reimmette in circolazione un valore economico superiore a quello prodotto dal compostaggio.

Per arrivare ad essere riciclata la carta selezionata dal sistema COMIECO ha due strade possibili: **la maggior parte** (circa il 60%) viene **trasferita pro quota a 56 cartiere diffuse sul territorio nazionale** (sebbene il Sud Italia ne possieda solo 4), mentre **il restante viene assegnato attraverso aste periodiche** a cui possono partecipare enti nazionali o esteri che possiedano la capacità tecniche necessarie. Il rapporto tra le due possibili destinazioni è predeterminato attraverso un meccanismo di quote (non collegato alle qualità del materiale). Gli enti assegnatari attraverso aste nel 2019 sono stati 34 (nel 2018 il 98% del materiale riciclato da questa categoria risultava comunque essere stato lavorato in Italia). Come ricordato già in precedenza i tassi di riciclo per gli imballaggi sono molto alti: nel 2019 a fronte di 4,9 milioni di tonnellate di imballaggi celluloseici immesse al consumo poco meno di 4,0 milioni sono avviati a riciclo. Trasformando i dati assoluti in percentuali si evince che sono state riciclate ad un tasso dell'80,8% e, considerando anche il recupero energetico, che il tasso sale all'88,4%. Questi valori dimostrano come siano **già stati raggiunti a livello nazionale gli obiettivi sugli imballaggi in carta e cartone previsti dalla direttiva 2018/852/CE per il 2025** (75% di riciclo, mentre per il 2030 è previsto l'85%). È interessante anche valutare la serie storica: nel 1998 anno in cui era entrato in vigore da poco il cosiddetto Decreto Ronchi, il totale nazionale di percentuale di riciclo e recupero degli imballaggi celluloseici era solo del 37%. Da un punto di vista dei vantaggi economici e ambientali del processo, la sola attività di riciclo imballaggi gestita da COMIECO nel 2019 si è concretizzata, secondo lo stesso ente, in 65 milioni di euro di benefici calcolati sommando il valore della materia prima generata (32 milioni di euro) e le mancate emissioni di CO<sub>2</sub> risparmiate grazie ai processi di riciclo (queste ultime quantificate in 1.092.000 tonnellate per 1,27 milioni di tonnellate di imballaggi avviati a riciclo, per un corrispettivo economico di 33 milioni di euro sui 65 indicati).

### Raccolta differenziata e riciclo di carta e cartone



Fonte: Elaborazioni Està su informazioni Assocarta



Le questioni del sistema del riciclo nel suo complesso, annoverano alcuni elementi che vale la pena evidenziare. Come punto di forza va citata la **capacità di recupero a cascata**: le fibre di scarto di alcune cartiere divengono materia per altre cartiere seguendo la procedura del sottoprodotto (devono rispondere a quattro caratteristiche: andare da un processo di produzione ad un altro, non avere bisogno di trattamenti, avere un uso certo e non comportare altri problemi ambientali) e il resto dei fanghi contenuto nelle acque reflue delle cartiere può essere utilizzato nei cementifici, dietro versamento di un prezzo per il servizio, oppure per ripristini ambientali (copertura e ripristino delle discariche e delle cave). Un punto sensibile è invece rappresentato dallo **scarto di pulper**. Lo scarto di pulper è composto da una miscela costituita da tutti quei materiali che non sono riciclabili nel processo produttivo cartario per la produzione di nuova carta. La composizione dello scarto di pulper è descritta dal decreto del Ministero dell'Ambiente 5 febbraio 1998, il quale così lo definisce: "Scarti di cartiera, derivanti dallo spappolamento della carta da macero costituiti da una miscela di materiali plastici, legno, residui di carta, frammenti di vetro, materiale ghiaioso e metallico". Lo scarto di pulper deriva dalle **impurità che contaminano la carta** nel momento in cui viene fatta divenire rifiuto e le uniche destinazioni ad oggi disponibili sono la discarica e il recupero energetico tramite combustione, i tentativi di utilizzarlo per produrre bancali si sono rivelati commercialmente insostenibile, né appare all'orizzonte una modalità economicamente ed ambientalmente sostenibile per estrarne la fibra (di cattiva qualità) ancora contenuta.

### Le normative

I principali filoni normativi collegati con gli imballaggi di carta e cartone sono due, uno riguarda la **disciplina dell'uso alimentare** (con quali alimenti è possibile usarli) e l'altro la **disciplina della filiera del riciclo**.

L'uso degli imballaggi a base cellulosica a contatto con gli alimenti è disciplinato in Italia da una normativa che ha ben 47 anni, il Decreto Ministeriale del 21 marzo 1973 che, tra l'altro, vieta il contatto con gli alimenti acquosi ed oleosi. A differenza di ciò che accade con la plastica non esistono normative europee che normino questi aspetti e ciò comporta differenze significative tra i diversi paesi, con l'Italia che rientra tra i più conservativi.

La filiera del riciclo degli imballaggi in carta e cartone, così come avvenuto per altre tipologie di rifiuti in Italia conosce

un punto di svolta normativo con il cosiddetto Decreto Ronchi del 1997. Già dodici anni prima, nell'aprile 1985, sette imprese cartarie avevano fatto nascere COMIECO (la sigla è la contrazione di "Comitato per l'imballaggio ecologico"), all'epoca la raccolta di carta e cartone a livello nazionale raggiungeva le 300.000 tonnellate circa.

Il 31 dicembre 1994, viene pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale la "Direttiva 94/62/ CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio" che assegna alla politica gli obiettivi e i controlli, e ai privati la gestione. Su questo principio di "responsabilità condivisa" si basa la nuova legislazione europea, e si ispira anche il conseguente Decreto legislativo 22/97, più noto come "Decreto Ronchi". Con questo decreto COMIECO passa da ente volontario ad ente obbligatorio interno al sistema CONAI, costituendosi il 24 ottobre 1997 in Consorzio Nazionale Recupero e Riciclo degli imballaggi a base Cellulosica. COMIECO associa tutti i protagonisti della filiera del riciclo, a cominciare dai produttori di materie prime e dai produttori/importatori di imballaggi a base di fibra di cellulosa, ai quali spetta il versamento del Contributo Ambientale CONAI (CAC). COMIECO utilizza questo contributo per coprire i maggiori oneri sostenuti dai Comuni per organizzare il servizio di raccolta differenziata. A tale scopo, stipula convenzioni con le Amministrazioni locali garantendo il ritiro e l'avvio a riciclo dei rifiuti di imballaggio conferiti da cittadini e imprese alla raccolta differenziata. COMIECO quindi non produce carta o cartone, non li trasforma, non li distribuisce e non raccoglie neppure i rifiuti da imballaggio: con un organico di poche decine di collaboratori, è però al centro del ciclo economico e produttivo e ne garantisce il funzionamento. Negli anni il sistema garantisce un grosso aumento della quantità di imballaggi cellulosici conferiti al riciclo che passa dalle circa 1,3 milioni di tonnellate del 1998 alle 3,9 del 2018, nonostante la quantità di materiale immesso al consumo non conosca un aumento altrettanto ampio (da circa 4 milioni di tonnellate a 4,91 milioni), il tasso di avvio al riciclo in venti anni passa pertanto dal 37% all'81,1%.

### Le questioni

Una prima questione relativa al ciclo della carta nel suo insieme attiene alla **qualità della raccolta differenziata**, da cui deriva la quantità e qualità del prodotto riciclato. Il tema è divenuto più pressante con il calo del prezzo della carta, ricordato in precedenza, ed il conseguente minor incasso dei Comuni per coprire i servizi di raccolta.

Un secondo tema sono i campi di utilizzo della carta riciclata.

Mentre nulla osta al suo utilizzo nelle carte e cartoni da imballaggio e nelle carte ad uso domestico (se non le abitudini dei consumatori), nel campo delle carte grafiche il tema è più controverso. Non in tutti i luoghi innanzitutto è disponibile carta riciclata per uso grafico a km-zero, e soprattutto per la carta dalle elevate caratteristiche di colore e patinatura, le carte riciclate - soprattutto a causa dell'utilizzo di cloro - possono impattare sull'ambiente più di quanto sia il beneficio derivante dalla raccolta differenziata. Nel caso i dubbi orientino verso carte derivanti da materia vergine certificata, il sito italiano di Greenpeace nelle sue raccomandazioni sull'uso della carta consiglia di non ricorrere a certificazioni PEFC - Programme for the Endorsement of Forest Certification - in quanto "non forniscono adeguate garanzie di conservazione delle foreste e protezione dei diritti umani"; né a "prodotti etichettati FSC Misto, in quanto possono contenere legno o cellulosa provenienti da aree ad Alto Valore di Conservazione e in cui i diritti dei Popoli Indigeni e le comunità tradizionali sono stati violati"; la raccomandazione positiva di Greenpeace è pertanto la seguente: "quando non è possibile acquistare prodotti in carta riciclata, scegliere articoli con il marchio FSC 100% è la migliore opzione".

Per le questioni relative allo scarto di pulper si rinvia invece ai paragrafi relativi al riciclo.

## La frazione indifferenziata: il trattamento meccanico biologico

La frazione indifferenziata dei rifiuti urbani può essere inviata direttamente ad incenerimento, ma non in discarica (la direttiva discariche lo vieta, poiché la parte organica ha un indice respirometrico elevato). Prima dell'invio in discarica è infatti necessario sottoporla ad un **trattamento meccanico biologico** (TMB) per **stabilizzare la parte organica ed eventualmente estrarre frazioni valorizzabili**. La presente ricerca non si occupa dei rifiuti indifferenziati, ma nell'ottica di mostrare uno schema generale del ciclo integrato dei rifiuti, è utile ricomprendere anche il trattamento della frazione indifferenziata. Il TMB (al quale arrivano per la maggior parte rifiuti urbani indifferenziati, ma anche altre frazioni, come i rifiuti pretrattati e i rifiuti speciali) prevede processi di stabilizzazione ed essiccamento, a valle dei quali si ottiene un materiale secco che, deferrizzato con un magnetino rotante, può essere destinato a incenerimento, coincenerimento, sottofondazioni stradali, discarica.

## L'innovazione in relazione al tema dell'economia circolare

Come altrove nel corso di questa ricerca, il termine "innovazione" va preventivamente qualificato in modo non generico.

Mentre **l'invenzione** attiene al campo della creazione di qualcosa di nuovo e originale, seguendo la lezione di Schumpeter l'innovazione è intesa qui come l'applicazione da parte di un imprenditore di quelle invenzioni che offrono la possibilità di un cambiamento radicale dapprima nei mercati di riferimento e poi sotto forma di beneficio esteso all'intera società.

**L'innovazione può essere incrementale oppure radicale.**

Mentre la prima si traduce in miglioramenti dell'esistente la seconda può produrre un effetto profondo di distruzione degli equilibri e delle posizioni costituite andando a provocare, laddove accolta su larga scala, un salto di paradigma produttivo.

Altra categoria ancora è quella dell'**ottimizzazione**, che avviene nei casi di diffusione di un processo o prodotto esistenti laddove questo ancora non sia stato accolto ed è conveniente che lo sia, oppure nei casi della riduzione di un costo, o del miglioramento di un processo.

## Innovazione e rifiuti organici

### Innovazione di processo sui prodotti esistenti (sintesi delle questioni già trattate)

Il trattamento biologico, in particolare nella fase di pre-trattamento, produce scarti: il compostaggio a causa di una raccolta differenziata mai perfettamente efficiente, la digestione anaerobica a causa delle dimensioni dei materiali (anche di quelli compostabili) presenti nella frazione organica (FORSU). Gli **scarti prodotti durante il pre-trattamento** sono di difficile gestione: **sono ricchi di sostanza organica** (putrescibile), pertanto, se devono essere smaltiti in discarica, vanno prima stabilizzati biologicamente; inoltre, poiché hanno un elevato contenuto di umidità, vanno asciugati (per risparmiare sia in termini di costi di trasporto che di costi di smaltimento). Tali scarti causano **effetto trascinamento**, rendendo il processo meno efficiente. Inoltre, **contengono bioplastiche compostabili** che, non

potendo essere distinte in fase di vagliatura dalle plastiche non compostabili, diventano rifiuto, causando a loro volta effetto trascinamento invece che entrare nel trattamento biologico ed essere trasformate in compost, per chiudere il ciclo.

La **qualità del compost** è fortemente **influenzata** dalla **qualità del materiale in ingresso** (purezza della FORSU) e dalla **tempistica del processo di compostaggio**, a sua volta influenzata dalle scelte impiantistiche. Queste ultime non sono flessibili e vengono fatte anche in funzione della FORSU da trattare: se le caratteristiche della FORSU cambiano (per esempio registrando un aumento delle quantità di prodotti da *food service* in bioplastica compostabile), gli impianti attuali possono necessitare di interventi di ammodernamento.

In questo senso, se il problema degli impianti di compostaggio è la massiccia presenza di plastica, il tema dell'aumento delle bioplastiche compostabili è da tenere in considerazione, poiché si tratta di materiali che, scartati dal processo in fase di vagliatura iniziale, rappresentano un problema per gli impianti di trattamento biologico, anche se il quantitativo di bioplastiche (rispetto alla quantità di umido da trattare) è molto scarso: su circa 7,1 milioni di tonnellate di FORSU raccolto nel 2018 (di cui circa 4,6 milioni di tonnellate sono costituite da scarto umido), 88.500 tonnellate (circa l'1,25%) sono di bioplastica compostabile (Plastic Consult, 2019), per la maggior parte costituita da manufatti flessibili. È comunque ragionevole pensare che i **quantitativi di bioplastiche compostabili** (anche rigide) in futuro **aumenteranno**, sia per l'accresciuta sensibilità sulla problematica della dispersione delle plastiche nell'ambiente, sia per gli effetti della direttiva Single Use Plastic (anche se al momento non vi sono certezze sul fatto che tale direttiva possa essere applicata o meno alle bioplastiche).

Con il recepimento delle direttive rifiuti europee, il focus si sposterà dalle percentuali di RD alle percentuali effettive di riciclo di materia: diventerà quindi imperativo che gli impianti di trattamento della FORSU abbiano **adeguate capacità di trattamento**, prevedano la **gestione di importanti flussi di materiale compostabile** (*packaging* e prodotti per *food service* di carta e bioplastica) e siano in grado di **gestire scarti/sovalli**. Questo significa per esempio migliorare le tecnologie di pretrattamento (in modo che si possano separare i materiali compostabili ma non idonei alla digestione anaerobica), avere la possibilità di integrare negli attuali impianti sistemi che consentano al sovrappiù di saltare la fase di digestione anaerobica per essere trattato in un **processo di compostaggio ad hoc** (adatto per le bioplastiche compostabili) e infine migliorare la separazione del MNC a valle di quest'ultimo processo.

Tutto questo diminuirebbe i costi di gestione e l'impatto ambientale, aumenterebbe quantità e qualità di compost prodotto e assicurerebbe alle bioplastiche compostabili il fine vita per cui sono state progettate. Il CIC stima che le innovazioni tecnologiche di cui necessita l'attuale sistema impiantistico, considerando solo gli impianti che trattano più di 10.000 tonnellate di FORSU, corrispondano ad un investimento di circa 250 milioni di euro (Centemero, 2020).

### Carenza impiantistica per il trattamento della frazione organica

Si segnala una carenza impiantistica nel trattamento della frazione umida, in particolare nelle regioni del centro-sud dove si registra il tasso di raccolta dell'organico più basso: nel 2018 un valore di 95,1 kg/abitante/anno contro una media nazionale di 117,3 kg/abitante/anno, che nel centro Italia sale al 119,2 e al nord al 123,9 - dati ISPRA 2019). Il CIC stima una carenza impiantistica attuale di circa 1 milione di tonnellate (concentrata nel centro-sud), che nel 2025 aumenterà fino a 2 milioni di tonnellate<sup>19</sup>. In queste stime viene considerato anche il fatto che la capacità effettiva degli impianti è circa il 20% in meno di quella effettiva (Centemero, 2020). Assoambiente stima che per raggiungere gli obiettivi al 2035 definiti per i rifiuti urbani nelle direttive europee del Pacchetto Rifiuti (preparazione per il riutilizzo e riciclo dei rifiuti urbani 65% - Direttiva 2018/851 - e riduzione della collocazione dei rifiuti urbani in discarica fino ad un massimo del 10% in peso del totale dei rifiuti urbani prodotti - Direttiva 2018/850), con uno scenario di produzione stabile di rifiuti al 2035, si dovrà arrivare ad un livello di raccolta differenziata pari all'80%, ovvero circa 23,7 milioni di tonnellate di rifiuti urbani. Considerato il ruolo fondamentale del rifiuto umido nel computo della raccolta differenziata, sarà imperativo in particolare nelle regioni del centro-sud, aumentare la raccolta della frazione organica e la capacità impiantistica. In uno scenario di aumento da 110 a 140 kg/ab/anno, servirebbero circa 22 impianti di digestione anaerobica (DA) da 90.000 ton/anno ciascuno, poiché la carenza impiantistica si aggirerebbe intorno ai 2 milioni di tonnellate di rifiuti umidi. La proposta viene indirizzata sugli impianti di DA per la possibilità di abbinare al recupero di materia (digestato), il recupero di energia e per il contributo del biometano alla decarbonizzazione del settore dei trasporti. Per la costruzione degli impianti Assoambiente stima un fabbisogno di investimento pari a 2 miliardi di euro (600 euro/tonnellata). Applicando un coefficiente conservativo questa cifra potrebbe corrispondere a un impiego di circa 30.000 unità lavorative annue per la realizzazione degli impianti e calcolando le tonnellate di trattamento aggiuntivo apportate dai 22 nuovi impianti si possono ragionevolmente calcolare 3000 nuovi occupati per la loro gestione.

Il percorso per la costruzione di nuovi impianti - quantificazione del fabbisogno, individuazione delle aree più adatte, tipologia di impianti e relativo bilancio di materia, rispondenza alle BAT (Best Available Technologies) e tracciabilità dei flussi - vede nel Piano regionale per la gestione dei rifiuti lo strumento di riferimento. Poiché gli ostacoli principali per questo tipo di impianti sono la "sindrome NIMBY" e il lungo iter autorizzativo, è necessario da un lato garantire elevati standard qualitativi e un

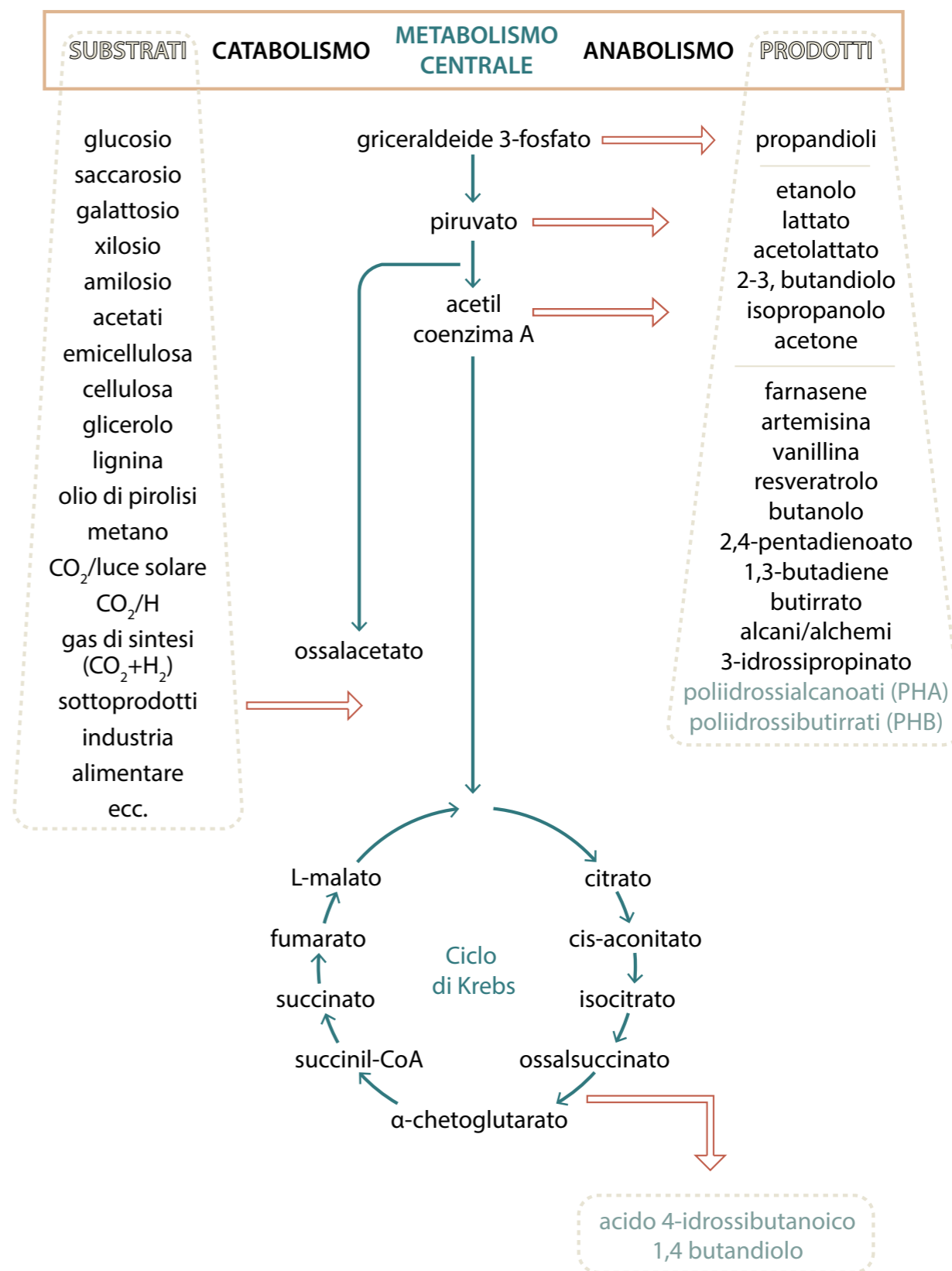
<sup>19</sup> Il 38% dell'umido si trova ancora nell'indifferenziato.

lavoro di coordinamento tra le Regioni e i Comuni per guadagnare la fiducia dei cittadini e dall'altro introdurre semplificazioni burocratiche e tempistiche certe. Infine non bisogna dimenticare che la criminalità organizzata, avendo grandi interessi negli inceneritori, osteggia la costruzione e il funzionamento anche degli impianti di trattamento biologico della FORSU.

### Innovazione di prodotto

**Recuperare carbonio** dai rifiuti organici e dalla  $CO_2$ , per trasformarlo in sostanze organiche (ovvero prodotti a valore aggiunto significativo) consentirebbe di avere prodotti rinnovabili, minimizzare le quantità di rifiuti da smaltire e diminuire le emissioni di  $CO_2$  in atmosfera (riducendo i processi che immettono  $CO_2$ , riducendo direttamente la  $CO_2$  immessa). Perché questi processi chimici possano avvenire servono **microrganismi** ed **enzimi** (potenti catalizzatori biologici, ovvero organismi che abbassano l'energia di attivazione di una reazione aumentandone così la velocità) capaci di **cibarsi** di determinati substrati quali gli stessi i **rifiuti organici**. Questi microrganismi possono essere sintetizzati (biologia di sintesi) oppure si possono ottenere modificando il metabolismo di organismi esistenti (ingegneria metabolica): in entrambi i casi si ottengono batteri che nei bioreattori si cibano del carbonio presente in substrati diversi e lo processano con un metabolismo studiato ad hoc per produrre composti di interesse che possono poi essere separati e purificati. Nella figura seguente sono schematizzati i principali substrati coinvolti e i prodotti che si possono ottenere (Saracco, 2017).

### Principali substrati e prodotti coinvolti nel campo dell'ingegneria metabolica



Fonte: Saracco (2017)

### Estrarre prodotti a valore aggiunto dagli scarti dell'industria agroalimentare

In generale esiste allo stato attuale una difficoltà nel trattare la **FORSU** come materiale di base (substrato) per estrarre prodotti a valore aggiunto, poiché si tratta di un **rifiuto organico molto complesso**, che contiene carboidrati, proteine, lipidi,... Più semplice, e infatti più sperimentato, risulta utilizzare **scarti dell'industria agroalimentare**, i quali hanno una **composizione più omogenea** rispetto alla FORSU: i processi già sperimentati consistono in valorizzazioni di scarti di lavorazione (per esempio scarti di birra, barbabietola da zucchero, nocchie, residui della produzione vitivinicola,...) per produrre energia, concime, mangimi, prodotti chimici e materiali, ma consistono anche in valorizzazioni di eccedenze (per esempio di latte) e di sottoprodotti (per esempio sottoprodotti del processo di estrazione dell'olio di oliva).

Molte esperienze restano dimensionalmente piccole, ma questo non deve essere visto necessariamente come un aspetto negativo qualora il fenomeno aggregato sia diffuso e generi benessere: la natura diffusa delle fonti rinnovabili (compresi i rifiuti) suggerisce infatti impianti di piccola scala e integrazione dei processi. Resta comunque innegabile che esistano ostacoli allo sviluppo di queste esperienze: non si tratta di ostacoli di carattere tecnologico, poiché le tecnologie esistono e possono essere mutate da altri settori, ma principalmente di ostacoli di carattere legislativo (per esempio tempi lunghi di recepimento delle direttive europee). In questo senso, le **grandi città** dovrebbero farsi **promotrici di sperimentazioni**, per dimostrare ai legislatori i grandi vantaggi che si potrebbero ottenere per esempio da una ridefinizione del concetto di rifiuto.

### Estrarre prodotti a valore aggiunto dalla FORSU

L'innovazione relativa al tema economia circolare e rifiuti organici è stata affrontata circoscrivendo l'analisi principalmente al concetto di bioraffineria, esposto precedentemente. In ambito europeo, sono stati analizzati i **progetti finanziati da Horizon 2020** (il Programma Quadro dell'Unione Europea per la ricerca e l'innovazione) e da **BBI JU** (the Bio-Based Industries Joint Undertaking, un partenariato pubblico-privato che mira ad aumentare gli investimenti per lo sviluppo di un settore industriale bio-based sostenibile in Europa) in quanto riconosciuti come i più avanzati.

Si è scelto di analizzare **progetti** che fossero **in fase almeno preindustriale**, poiché l'analisi anche speditiva

di esperienze ancora a livello di ricerca o start up non sarebbe stata compatibile con l'impostazione della ricerca. Per questo si è fatto riferimento al Technology Readiness Level (TRL), una metodologia per la valutazione del grado di maturità di una tecnologia, basata su una scala di valori da 1 a 9, che possono essere così raggruppati: ricerca (ovvero sviluppo del concept, TRL 1-3), demo (ovvero prova dei principi, TRL 4-6), *flagship* (ovvero prova delle prestazioni, TRL 7-9). I progetti considerati, schematizzati nel quadro sinottico che segue, hanno tutti TRL 4-6: non sono infatti stati presi in considerazione progetti con TRL inferiore a 4, e non sono stati trovati progetti con TRL superiore a 6. Lo schema mostra la materia prima di partenza (che in qualche caso è costituita anche dal biorifiuto HoReCa e retail), il processo principale a cui viene sottoposta, i prodotti che si vogliono ottenere e la loro destinazione (in alcuni casi si tratta di **prodotti che ritornano all'agricoltura**, in altri si tratta direttamente di **prodotti per alimentazione umana**, in altri ancora gli utilizzi possono essere diversi).

Alcuni progetti prevedono l'impiego di insetti (mosche soldato) per trasformare la FORSU in cibo per alimentazione umana o mangimi; per esempio, nel caso dei mangimi, le farine proteiche prodotte potrebbero sostituire le attuali farine proteiche a base di farina di pesce, che sono prodotti molto costosi (circa 1000 euro/ton) e la cui produzione incide sulla vita nei mari. Comunque, i processi che trasformano la FORSU in mangime ed alimentazione umana attraverso il metabolismo degli insetti, in Europa richiedono ancora approfondimenti relativi alla legislazione e agli impatti sulla salute.

### Quadro sinottico dei processi coinvolti nei progetti finanziati da Horizon 2020 e da BBI JU (TRL > 3)

Progetto	TRL	Input	Processo	Prodotti intermedi/ Prodotti finali	Applicazioni
Valuewaste	4-6	Umido	DA (--> metano) + batteri metanotrofi + minerali + ammoniaca	proteine, grassi, acidi nucleici	cibo
			DA (--> digestato) + mosche soldato	proteine	mangimi
			DA (--> acqua di disidratazione)	struvite (P) e solfato di ammonio (N)	biofertilizzanti
Scalibur	4-6	Umido (HoReCa e Retail)	mosche soldato	proteine, lipidi, chitina chitina	cibo e mangimi bioplastiche e biomateriali
		Umido	Idrolisi enzimatica e fermentazione	PHA, altri	bioplastiche, biomateriali e biopesticidi
		Fanghi di depurazione	DA Fermentazione	alcool e acidi organici PHA	biomateriali e bioplastiche
Urbiofin	4-6	Umido	Idrolisi e fermentazione (--> bioetanolo) + catalisi DA (--> digestato)	bioetilene acidi grassi volatili (VFAs)--> polidrossialcanoati a catena media (MCL-PHAs) acidi grassi volatili (VFAs)-> polidrossialcanoati a catena corta (SCL-PHAs)	maturazione della frutta Bioplastiche per i cosmetici Bioplastiche per l'agricoltura e sacchetti di plastica
			DA (--> biogas) + upgrading	biometano	immissione in rete, autotrazione
			DA (--> biogas)	polidrossialcanoati a catena corta (SCL-PHAs)	Bioplastiche per l'agricoltura e sacchetti di plastica
			DA + upgrading (--> CO <sub>2</sub> ) + microalghe + idrolisi		biofertilizzanti

Fonte: Siti web dei progetti menzionati

### Recuperare CO<sub>2</sub> ed estrarne prodotti a valore aggiunto

Come inizialmente dichiarato, la ricerca non si occupa dei rifiuti generati dal trattamento dei rifiuti urbani, ma è comunque importante ricordare che la loro valorizzazione è un passaggio obbligato. In particolare si evidenzia il tema del recupero della CO<sub>2</sub>: sia per prevenirne l'immissione in atmosfera sia come **prodotto biogenico da usare direttamente** (per esempio per alimentare le serre, nella coltivazione di alghe) o come materia prima per ottenere altri prodotti rinnovabili (per esempio biocombustibili, *biochemicals*). Non è semplice rendere la CO<sub>2</sub> una materia prima: si tratta infatti di un composto molto stabile, quindi difficile da catturare, purificare e convertire (il costo di purificazione della CO<sub>2</sub> dall'aria si aggira intorno agli 800 euro/ton) e il suo trattamento è energeticamente molto dispendioso, per cui è fondamentale che l'energia provenga da fonti rinnovabili. La **fotosintesi artificiale**<sup>20</sup> al momento non è in grado di convertire direttamente acqua e CO<sub>2</sub> in composti organici, ma serve per ricavare idrogeno (H<sub>2</sub>) da utilizzare a questo scopo. In questo processo il primo passo è convertire la luce solare in elettricità (per esempio con i pannelli fotovoltaici) così da utilizzarla per produrre H<sub>2</sub> (ovvero energia chimica, che quindi può essere stoccata) dalla fotolisi dell'acqua, come nel primo passaggio della fotosintesi naturale<sup>21</sup> (Saracco, 2017).

Se si percorrerà coerentemente la strada indicata dall'Accordo COP di Parigi del 2015 (ovvero contenimento del riscaldamento globale entro i 2° - auspicabilmente 1,5° - tra il 1880 e il 2100, con conseguente lotta ai gas serra), le **bioraffinerie** (fonti di CO<sub>2</sub> prodotta da fermentazioni degli zuccheri) e gli **impianti di digestione anaerobica** dei rifiuti con produzione di biometano (fonti di CO<sub>2</sub> da *upgrading* del biogas) rientreranno tra le **fonti di emissione di CO<sub>2</sub> sulle quali concentrare l'attenzione** in futuro (Saracco, 2017).

<sup>20</sup> La fotosintesi clorofilliana è un processo naturale che permette la trasformazione di sostanze inorganiche (acqua e CO<sub>2</sub>) in sostanze organiche (principalmente carboidrati) grazie alla capacità delle piante e di altri microrganismi fotosintetici di utilizzare l'energia solare. Nel processo la CO<sub>2</sub> viene catturata, trasformata in glucosio e altre molecole organiche e viene rilasciato ossigeno. Questo processo naturale, insieme con l'azione svolta dagli oceani, è anche il principale meccanismo di sequestro della CO<sub>2</sub> presente in atmosfera.

<sup>21</sup> L'ossigeno è un sottoprodotto della fotosintesi artificiale, con un valore commerciale di circa 200 euro/ton; il valore dell'idrogeno è di circa 1000 euro/ton.

## Innovazione e plastica

Nell'ambito dell'innovazione legata alla plastica, ciò che ha a che fare con il **riciclo meccanico** è da riferire al campo dell'ottimizzazione, perché su un terreno così **consolidato** non appaiono all'orizzonte avanzamenti ulteriori.

Le **innovazioni possono invece provenire dal campo del riciclo chimico** che oggi è una nicchia capace di assorbire poco più dello 0,8% della plastica esistente, ma il cui incremento appare l'unica possibilità concreta per arrivare entro il 2030 al 55% di riciclo della plastica, ossia alla quota prevista dalla direttiva europea 852 del 2018, oltre la quale i margini di aumento appaiono per ora limitati ad un 5% ulteriore. Nel campo del riciclo chimico le dinamiche principali riguardano:

- l'ipotesi di introduzione nelle **acciaierie** dell'utilizzo di **SRA** derivante da riciclo chimico di plasmix non solo negli altiforni classici, ma anche nei forni ad arco elettrico (esiti ancora in corso di verifica);
- la **depolimerizzazione** delle vaschette in **PET** (progetto pilota).

Altri campi di sperimentazione da segnalare sono:

- La miscelazione del **plasmix** con bitumi per la **produzione di asfalti**<sup>22</sup>, soluzione testata in Italia già negli anni '80 (e ora applicata in altri paesi come l'Inghilterra), con risultati positivi in termini di prestazioni sia tecniche (aumento della durata del manto stradale, anche in condizioni estreme di salinità e soleggiamento, e diminuzione dell'inquinamento acustico da rotolamento) che economiche (possibilità di dare un destino industriale ad almeno un milione di tonnellate di plasmix).
- la **gassificazione della plastica** - e del plasmix in particolare - a 1800° per ottenere idrogeno (progetto per ora a livello di ricerca);
- la **biodegradazione** delle plastiche di origine fossile attraverso microrganismi specifici (processo tecnicamente verificato, ma di cui è in corso di verifica la redditività economica attraverso la start up francese CARBIOS).

Parallelamente proseguono le ricerche e lo sviluppo di **nuove plastiche** che accorpino proprietà richieste dall'industria alimentare finora appartenenti a materiali diversi (alto effetto barriera per la conservazione dei cibi, trasparenza, stampabilità, resistenza, facilità di lavorazione). Tra queste

<sup>22</sup> <https://twitter.com/arpaumbria/status/970298152057176064>

si può citare il PEF (polietilene furanoato), una plastica di origine vegetale e non fossile, che, pur non essendo biodegradabile ha sia caratteristiche funzionali importanti (forte effetto barriera, forte resistenza), sia una notevole facilità di riciclo. La European Bioplastic Nova Institute nel 2018 ne prevede l'avvento su scala commerciale nel 2023.

## Innovazione e carta

Gli anni 2000 segnano il deciso salto di qualità degli imballaggi cellulósici verso la direzione della sostenibilità ambientale. Gli imballaggi vengono ripensati tenendo conto del loro intero ciclo di vita: dalla produzione al riciclo. Il processo investe tanto la **progettazione** (rivisitazione dell'imballo, contenimento del peso complessivo, riciclabilità) quanto la **produzione** (innovazione tecnologica e gestionale) e la **gestione post-consumo**. In generale l'innovazione, oltre a concentrarsi sul risparmio di materia prima e sul crescente utilizzo di materiale riciclato, punta a facilitare le fasi di recupero e di riciclo del *packaging* (da qui il crescente impiego di imballaggi monomateriali), a semplificare i sistemi di imballo (integrando in una sola componente più funzioni quali, ad esempio, il trasporto e l'esposizione sul punto vendita) e ad ottimizzarne la capacità di carico.

Una recente direzione dei processi di innovazione è la promozione dell'**accoppiamento tra materiali in carta e materiali in bioplastica**, per eliminare la plastica e promuovere la possibilità di raccogliere l'intero poliaccoppiato nei contenitori della carta, o, se sporco, dei rifiuti organici

Altro processo affermatosi negli ultimi anni è l'**imballaggio cellulósico attivo** ossia cassette di cartone ondulato progettate in collaborazione con l'Università di Bologna, a cui vengono aggiunti oli essenziali, capaci di sviluppare attività antibatterica e prolungare la vita della frutta intatta.

## Il modello Milano

### Evoluzione della gestione dei rifiuti urbani a Milano

#### Danilo Vismara

Milano è la prima città europea, con popolazione superiore al milione di abitanti, per quantità di rifiuti urbani avviati a riciclo: nel 2019 la **raccolta differenziata ha raggiunto il 61,8%** (era il 3% nel 1991), malgrado le caratteristiche della città - in particolare una densità di popolazione al di sopra di 7.000 abitanti per chilometro quadrato e oltre l'80% delle famiglie che vive in grandi condomini - rendano complessa la raccolta dei rifiuti e in parte anche la successiva gestione. La transizione da un sistema di rifiuti urbani gestito attraverso le discariche ad un **sistema orientato dall'economia circolare** è avvenuto attraverso una serie di passaggi, connessi con la scala europea e nazionale e facilitati da AMSA, società del gruppo A2A che si occupa da oltre centodieci anni della raccolta rifiuti e pulizia delle strade di Milano, responsabile insieme con A2A Ambiente del ciclo di gestione integrata dei rifiuti.

#### Le origini del sistema di gestione dei rifiuti

Nel 1929 il Comune di Milano, sostituendo la figura del **ruèe** - che con gerla, pala e carretto trainato a mano e da un asino svuotava la ruera, ovvero l'angolo del cortile dei caseggiati dove si accatastavano i rifiuti - assegna il servizio alla S.P.A.I., Servizi Pubblici Anonima Italiana, i cui operatori - sempre con l'ausilio di un carro trainato da un cavallo - trasportano i **rifiuti** nel quartier generale dell'azienda dove vengono **differenziati a mano**. Negli anni '50 si recuperano alcune decine di tipologie di materiali su un totale di circa 240.000 tonnellate all'anno di rifiuti raccolti. Nel **1968** viene inaugurato in via Zama un forno di incenerimento dei rifiuti, il **primo inceneritore in Italia in grado di produrre energia da cedere alla rete elettrica**. Due anni dopo l'azienda, che nel tempo ha cambiato più volte nome, diviene AMNU - Azienda Municipale Nettezza Urbana (e poi AMSA, Azienda Municipalizzata Servizi Ambientali, nel 1985) e realizza nel **1975** un **secondo impianto di incenerimento** in via Silla.

### Gli anni '80: AMSA e l'avvio della raccolta differenziata

Negli anni '80 - quando ancora non esistono i consorzi obbligatori che portano allo sviluppo di un sistema industriale a sostegno delle filiere del riciclo - Milano pone l'enfasi sul recupero dei materiali e sulla riduzione del ricorso alla discarica, smaltendo anche tramite incenerimento quanto non riciclabile. La **raccolta differenziata** parte da quei **materiali** che hanno già una **cultura e una storia di recupero** alle spalle: primo il **vetro**, nel 1982, grazie all'introduzione delle campane stradali, col tempo sostituite dai cassonetti verdi collocati all'interno del locale immondizia degli stabili; subito dopo si avvia la raccolta della **carta**, prima presso le scuole e le parrocchie e - dalla fine degli anni ottanta in via sperimentale - anche con campane per la carta in alcuni quartieri e cassonetti condominiali in centro. La raccolta delle **pile esauste** inizia nel maggio 1988, insieme a quella dei **medicinali scaduti**, da conferire in appositi contenitori posti nei negozi di materiale elettrico e nelle farmacie e poi da smaltire in impianti specializzati di partner dell'azienda. A marzo 1989, in collaborazione con alcune Onlus, inizia la raccolta di **indumenti e scarpe** destinati ad associazioni di beneficenza, mentre bisogna attendere gli anni '90 per la raccolta delle **cassette di legno** nei mercati ortofrutticoli e rionali, cassette da conferire a ditte specializzate nella produzione di pannelli di truciolato. La **plastica** entra a fare parte della raccolta differenziata a partire dal 1990, con la nascita del consorzio obbligatorio Replastic: il sistema è comunque poco efficiente, poiché le bottiglie raccolte da AMSA, inizialmente in un centinaio di supermercati, vengono conferite a Ferrara, nei centri di selezione e riciclo del consorzio.

L'inizio degli anni '90, con la crescita dei consumi, segna anche una profonda evoluzione nelle abitudini dei cittadini e un conseguente incremento dei rifiuti prodotti pro-capite, in particolare delle bottiglie in plastica per l'acqua minerale. A Milano, che durante il giorno ospita un numero di persone pari circa a 2 milioni e che nel 1991 ha un tasso di raccolta differenziata del 3%, si creano così le condizioni che portano all'**emergenza rifiuti**. Lo smaltimento in discarica è ancora massiccio e quando i siti intorno alla città (Osio Sotto, Cavenago, Gerenzano, Cerro Maggiore) vengono progressivamente chiusi, il sistema entra in crisi e si registrano sacchi di rifiuti per strada. La gravità della situazione è testimoniata dal fatto che nel 1995, quando le tonnellate di rifiuti da smaltire sono 400.000, gli inceneritori milanesi hanno capienza solo per 190.000. La dichiarazione da parte del Governo dello stato di emergenza e l'arrivo di un Commissario, portano nello stesso anno il Sindaco



Formentini ad emanare l'ordinanza che rende **obbligatoria la raccolta differenziata dei rifiuti per tutti i milanesi**.

Si accelera la distribuzione sul territorio di campane e di contenitori stradali dedicati alla raccolta di carta e vetro; parallelamente inizia anche la fornitura, presso i 52.000 stabili milanesi, dei **contenitori condominiali per carta, plastica e vetro** (da raccogliere con l'alluminio), distribuzione terminata a fine 1998, quando diventano progressivamente operativi anche 45 mezzi compattatori bi-camera per il ritiro, in un unico passaggio porta a porta, del contenuto dei due cassonetti condominiali della carta e del vetro. A fine '95 la raccolta differenziata ammonta già a circa 70.000 tonnellate. Nel mentre, un grande impulso al sistema di riciclo dei rifiuti viene dal decreto Ronchi, che nel 1997 segna la nascita del sistema CONAI (si ricorda che la nascita del CIC è del 1992) e l'inizio dell'industrializzazione del sistema, in particolare di quello per il riciclo dei rifiuti domestici, dal momento che il mondo delle aziende è già attrezzato per reimmettere nel sistema gli sfridi di lavorazione. Un primo test di raccolta dell'umido domestico, partendo dal quadrante nord ovest della città, viene abbandonato nel 2001 a causa della scarsa qualità della raccolta e limitato poi solo ad alcune utenze specifiche (ortomercato, ristoranti, mense). Nel 2001 viene inaugurato il **nuovo inceneritore di Silla** (Silla2) e contestualmente vengono **dismessi i vecchi inceneritori**. In via Zama viene aperto un impianto di separazione della frazione umida del rifiuto indifferenziato, per preparare il combustibile del nuovo inceneritore. Questi nuovi insediamenti - che avvengono non senza contestazioni da parte della cittadinanza non solo del comune di Milano, ma anche dei comuni limitrofi - sono sempre accompagnati da azioni di informazione e coinvolgimento dei cittadini, anche per stimolarne la collaborazione sulla differenziazione della raccolta.

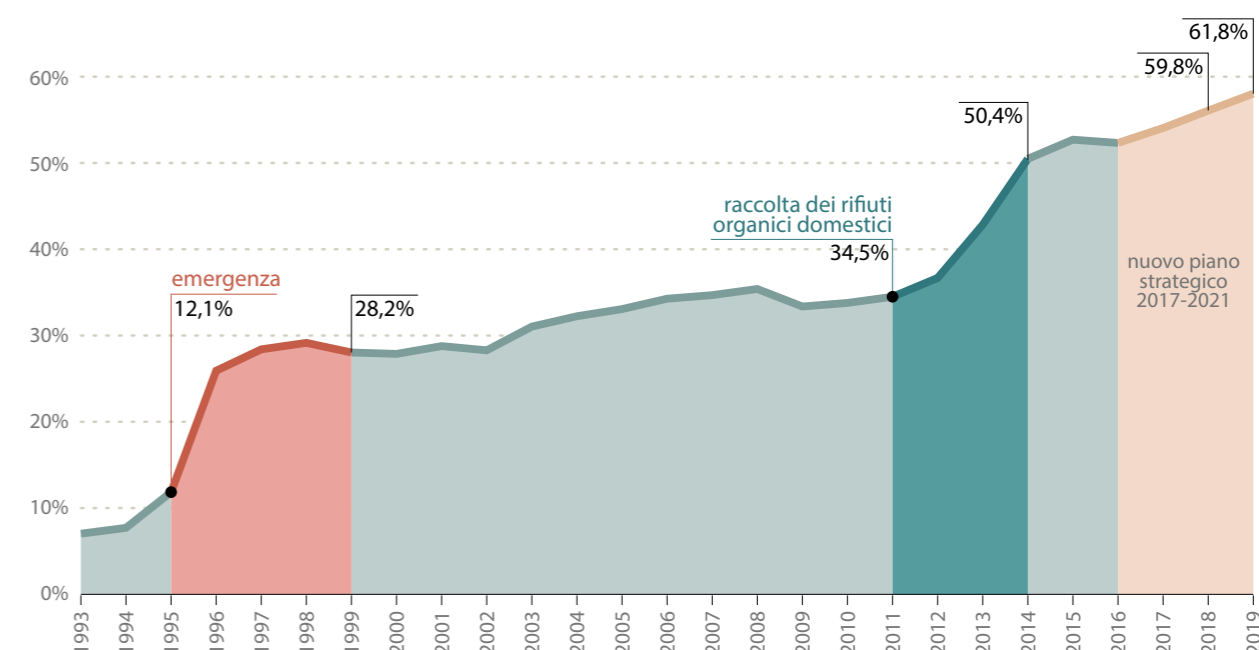
### AMSA nel nuovo millennio

In poco più di 10 anni la raccolta differenziata è salita dal 10% ad oltre il 30% del 2006, il nuovo inceneritore Silla2 ha trattato il 54% del rifiuto complessivamente raccolto (nel 1995 trattava meno del 30%) ed è stato **azzerato il ricorso alla discarica per il rifiuto primario** (che nel 1995 finiva in discarica per il 58%). La progressione della raccolta differenziata è rappresentata nel grafico seguente. Inoltre, per migliorare la qualità del **vetro** raccolto, AMSA realizza un proprio **impianto di separazione a Muggiano**, per eliminare le frazioni inquinanti - anzitutto la ceramica - così da poter vendere il rottame di vetro al sistema dei trasformatori che alimentano le vetrerie. I mezzi in servizio iniziano ad

essere alimentati a metano, come ulteriore passo verso la sostenibilità ambientale.

A inizio 2008 AMSA è entrata nel gruppo A2A, la multiutility nata dalla volontà dei Comuni di Milano e di Brescia di unire le rispettive aziende del settore energetico e dell'igiene ambientale. I passi successivi - la **raccolta differenziata dell'umido porta a porta estesa a tutta la città nel 2014**, che fa schizzare la percentuale dal 34,5% al 50,2%, i nuovi servizi ad integrazione delle raccolte domiciliari come il centro mobile ambientale, la raccolta dell'**olio vegetale esausto** di provenienza domestica realizzata nei punti vendita della GDO (grande distribuzione organizzata), la **raccolta differenziata nei mercati scoperti rionali** estesa nel 2018 a tutti i 94 mercati all'aperto e il **nuovo impianto di selezione della plastica di Muggiano** (entrato in esercizio a luglio 2019) di proprietà di A2A Ambiente - sono dettagliatamente presentati nelle pagine seguenti. Infine, è stata messa a punto una sala operativa in funzione 24 ore su 24, che tramite la digitalizzazione di tutti i percorsi dei mezzi di trasporto permette un monitoraggio costante del servizio e dello stato di riempimento dei cestini stradali intelligenti.

Andamento percentuale della raccolta differenziata a Milano (anni 1993, 2019)



Fonte: AMSA (2018)

## I volumi dei rifiuti solidi urbani nel 2018

Il sistema di gestione dei rifiuti connessi al cibo realizzato dalla Città di Milano è considerato internazionalmente di livello eccellente soprattutto se paragonato a città di dimensioni simili: **Milano è la più grande città europea con il sistema di raccolta porta a porta** e la quantità di rifiuto umido pro capite raccolta è tra le più alte registrate nelle capitali europee.

La tabella seguente presenta una comparazione dei dati 2018 di raccolta differenziata dei rifiuti urbani nazionali, delle grandi città (ovvero città con più di 200.000 abitanti) e del comune di Milano. A tal fine è stata usata come unica fonte dei dati l'edizione 2019 del Rapporto Rifiuti Urbani di ISPRA.

In termini di percentuale di raccolta differenziata, con il 58,8% il Comune di Milano - prima tra le città al di sopra del milione di abitanti - si colloca al secondo posto tra le grandi città (la prima è Venezia con 59,5%), leggermente al di sopra della media nazionale (58,1%) e al di sotto della media del Nord Italia (67,7%). In termini di **produzione di rifiuti urbani pro capite (502,1 kg/ab/anno)**, il Comune di Milano si colloca al di sotto dei valori delle altre grandi città (solo Genova e Messina hanno valori più bassi), al di sotto della media del Nord Italia (516,8 kg/ab/anno) e al di sopra della media nazionale (499,8 kg/ab/anno).

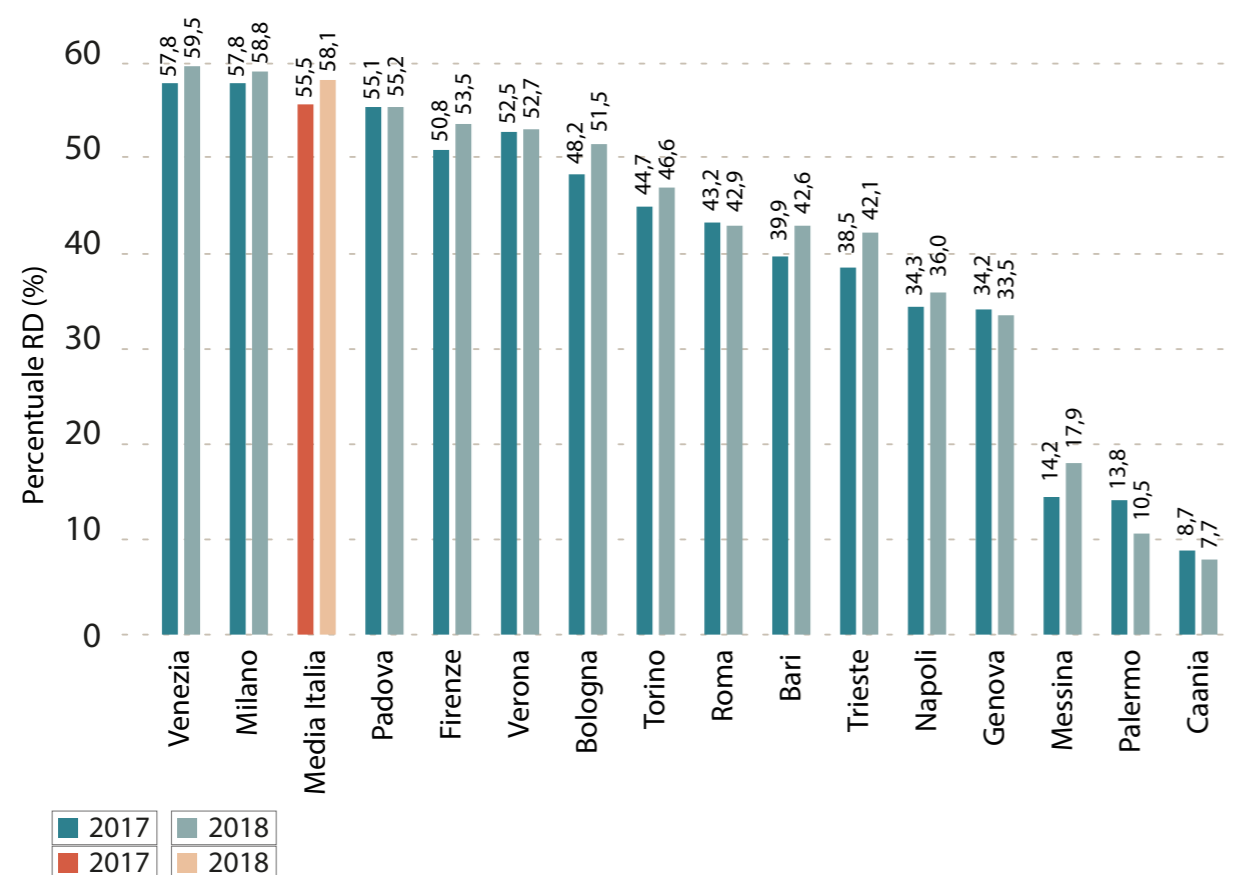
Dati relativi alla raccolta differenziata di alcune frazioni di RSU, nei comuni con popolazione superiore ai 200.000 abitanti e confronto con dati nazionali e aggregati geografici (anno 2018)

	popolazione	RD (ton)	RU (ton)	RD (%)	RD pro capite (kg/ab/anno)	RU pro capite (kg/ab/anno)	FORSU pro capite (kg/ab/anno)	Carta e cartone pro capite (kg/ab/anno)	Plastica pro capite (kg/ab/anno)
Venezia	260.520	98.997,66	166.353,93	59,5	380,0	638,6	134,5	87,8	20,3
<b>Milano</b>	<b>1.378.689</b>	<b>407.318,38</b>	<b>692.228,24</b>	<b>58,8</b>	<b>295,4</b>	<b>502,1</b>	<b>108,9</b>	<b>60,0</b>	<b>**</b>
Padova	210.912	70.245,22	127.260,53	55,2	333,1	603,4	132,0	76,4	11,1
Firenze	378.839	131.259,63	245.317,83	53,5	346,5	647,6	135,4	83,8	21,6
Verona	257.993	71.695,51	136.063,25	52,7	277,9	527,4	96,0	65,5	24,2
Bologna	390.636	116.684,70	226.618,07	51,5	298,7	580,1	70,8	95,6	25,5
Torino	875.698	209.835,86	450.467,03	46,6	239,6	514,4	63,3	69,7	18,0
Roma	2.856.133	741.979,25	1.728.428,90	42,9	259,8	605,2	90,5	86,0	9,7
Bari	320.862	84.125,63	197.346,23	42,6	262,2	615,1	73,8	109,7	16,0
Trieste	204.267	43.391,01	103.032,08	42,1	212,4	504,4	47,9	46,1	17,4
Napoli	959.188	181.790,32	505.149,81	36,0	189,5	526,6	71,8	40,0	17,1
Genova	578.000	94.466,53	282.094,82	33,5	163,4	488,1	28,9	47,4	10,6
Messina	232.555	20.859,33	116.645,05	17,9	89,7	501,6	38,2	20,0	3,9
Palermo	663.401	38.420,64	366.741,31	10,5	57,9	552,8	20,1	15,7	0,3
Catania	311.584	17.629,22	228.360,76	7,7	56,6	732,9	8,3	20,5	0,9
<b>NORD</b>	<b>27.746.113</b>	<b>9.708.633,33</b>	<b>14.338.478,44</b>	<b>67,7</b>	<b>349,9</b>	<b>516,8</b>	<b>132,9</b>	<b>64,5</b>	<b>26,9</b>
<b>CENTRO</b>	<b>12.016.009</b>	<b>3.561.985,88</b>	<b>6.581.902,40</b>	<b>54,1</b>	<b>296,4</b>	<b>547,8</b>	<b>119,2</b>	<b>68,3</b>	<b>20,6</b>
<b>SUD</b>	<b>20.597.424</b>	<b>4.264.781,87</b>	<b>9.244.134,72</b>	<b>46,1</b>	<b>207,1</b>	<b>448,8</b>	<b>95,2</b>	<b>39,3</b>	<b>18,2</b>
<b>ITALIA</b>	<b>60.359.546</b>	<b>17.535.401,09</b>	<b>30.164.515,55</b>	<b>58,1</b>	<b>290,5</b>	<b>499,8</b>	<b>117,3</b>	<b>56,6</b>	<b>22,7</b>

\*\* Si ritiene che il dato del Catasto ISPRA relativo al 2018 (14,43 kg/ab/anno) sia errato

Fonte: elaborazione EStà su dati Catasto Nazionale Rifiuti Urbani ISPRA (2018)

### Percentuale di raccolta differenziata nei comuni con popolazione superiore ai 200.000 abitanti e confronto con media nazionale, anni 2017-2018



Fonte: ISPRA (2019)

### Stime sui potenziali economici della produzione e gestione di rifiuti nella città di Milano

La presente analisi stima gli effetti sull'economia milanese prodotti dalla differenziazione dei rifiuti solidi urbani e dal loro successivo riciclo: per le categorie di rifiuto analizzate (organico, imballaggi in plastica, carta e cartone) si stimano, sulla base delle quantità trattate a Milano, il **fatturato**, il **numero occupati**, la **CO<sub>2</sub> risparmiata** ed altri fattori a seconda della frazione analizzata. Tali stime sono fatte sulla base di parametri nazionali, non essendo disponibili i dati di dettaglio a livello milanese (unica eccezione i dati ambientali che si ricavano dal sito della Montello spa, impianto presso il quale AMSA conferisce l'umido milanese).

### L'economia circolare: i principali dati socio-economici

Nel report "Economia circolare in Italia" (Bianchi, 2019), si stima che le attività inerenti questo settore nel 2017 valgono oltre 100 miliardi in termini di fatturato, circa 33 miliardi in termini di valore aggiunto e impegnano 653.000 occupati. L'analisi comprende attività industriali, commerciali e di servizi, ma solo se finalizzate al riciclo o alla prevenzione.

### Dati socio-economici dell'economia circolare in Italia (2017)

	Fatturato (mln €)	Occupati	Valore aggiunto (mln €)	VA per addetto
<b>Riuso e noleggio</b>	<b>991,7</b>	<b>12.659</b>	<b>326,8</b>	<b>25.816</b>
Riuso e prevenzione (vendita usato)	429,6	5.354	113,6	21.218
Servizi di noleggio alla persona	562,1	7.305	213,2	29.185
<b>Riparazioni e manutenzioni</b>	<b>31.323,1</b>	<b>375.047</b>	<b>11.239,9</b>	<b>29.969</b>
Riparazioni prodotti domestici e pc	2.496,6	45.272	972,3	21.477
Riparazione macchinari	11.258,6	116.678	4.893,3	41.938
Manutenzione veicoli	14.023,1	195.467	4.936,2	25.253
Manutenzione motocicli	3.544,8	17.630	438,1	24.850
<b>Raccolta differenziata urbani e speciali</b>	<b>4.965,4</b>	<b>67.450</b>	<b>2.999,2</b>	<b>44.466</b>
RSU	3.148,0	42.718	1.900,0	44.478
Altro	1.817,4	24.732	1.099,2	44.444
<b>Preparazione al riciclo e compostaggio</b>	<b>15.978,8</b>	<b>45.644</b>	<b>2.514,4</b>	<b>55.087</b>
Preparazione al riciclo	15.482,1	40.695	2.296,4	56.430
Compostaggio e digestione	496,7	4.949	218,0	44.049
<b>Ciclo idrico</b>	<b>933,3</b>	<b>4.298</b>	<b>466,5</b>	<b>108.539</b>
<b>Produzione industriale da materie prime seconde</b>	<b>38.325,5</b>	<b>91.331</b>	<b>7.123,2</b>	<b>77.993</b>
<b>Fonti energetiche rinnovabili</b>	<b>nd</b>	<b>57.094</b>	<b>7.907,0</b>	<b>138.491</b>
<b>Totale</b>	<b>&gt;100.000</b>	<b>653.522</b>	<b>32.576,9</b>	<b>49.848</b>

Fonte: Bianchi (2019)

Nell'**economia circolare italiana** poco meno del **39% del valore aggiunto** e circa il **31% degli occupati è riconducibile alla filiera del riciclo**, ovvero i settori: raccolta differenziata rifiuti urbani e speciali, preparazione al riciclo e compostaggio, produzione industriale da

materie prime seconde. Come si può osservare in tabella, le diverse tipologie di attività presentate (riuso, riparazioni-manutenzioni, raccolta differenziata, preparazione riciclo, produzione industriale da materie prime seconde), in un ordine simile alla gerarchia dei rifiuti stabiliti dalla direttiva europea 2008/98<sup>23</sup> mostrano un valore aggiunto per addetto crescente (e conseguentemente un tasso di occupazione per valore aggiunto decrescente). Il settore della **raccolta differenziata** vede il **miglior rapporto tra valore aggiunto e fatturato** (circa il 60%), il settore della preparazione al riciclo vede invece il rapporto peggiore (circa il 16%, con il settore della produzione industriale da materie prime seconde che ottiene risultati solo di poco migliori). Da un punto di vista dei valori assoluti invece il settore che evidenzia i risultati più elevati, sia nella produzione di nuova ricchezza (ossia di valore aggiunto), sia nel numero di occupati, è quello delle riparazioni-manutenzioni.

### Il sistema di economia circolare del cibo a Milano: fatturato, occupati ed emissioni di CO<sub>2</sub> eq evitate

L'analisi a livello territoriale è stata fatta applicando ai quantitativi di rifiuti milanesi i coefficienti ricavati da dati aggregati a livello nazionale, riassunti nella tabella seguente, la quale conferma come tali coefficienti varino sensibilmente a seconda della fase di processo (raccolta, trattamento, riciclo e smaltimento) e mostra come questi cambino anche in funzione della tipologia di materiale trattato.

I dati economici (fatturato e occupati) non sono omogenei per le tre frazioni, in particolare:

- per la frazione organica si considera la filiera dalla raccolta al trattamento
- per carta e cartone si considera la sola lavorazione della carta/cartone (fatturato e occupati sono parametrati sulla percentuale di materia riciclata presente nel totale della produzione di carta e cartone; il riciclo di carta e cartone riguarda l'intero settore e non solo gli imballaggi immessi al consumo)
- per gli imballaggi di plastica il fatturato è quello COREPLA e gli occupati riguardano solo la fase di riciclo (compreso il suo indotto)

<sup>23</sup> All'articolo 4 della direttiva si dice, "La seguente gerarchia dei rifiuti si applica quale ordine di priorità della normativa e della politica in materia di prevenzione e gestione dei rifiuti": a) prevenzione; b) preparazione per il riutilizzo; c) riciclaggio; d) recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia; e) smaltimento.

### Coefficienti socio-economici e di emissione di CO<sub>2</sub> per le diverse frazioni di raccolta differenziata (medie nazionali)

	Frazione organica	Carta e cartone	Imballaggi in plastica
Fatturato (€/t)	272,72 <sup>A</sup>	822,00 <sup>B</sup>	512,46 <sup>C</sup>
Fatturato incluso indotto (€/t)	-	1644 <sup>D</sup>	-
Occupati (numero di occupati/t)	0,0015 <sup>E</sup>	0,002144 <sup>F</sup>	0,002248 <sup>G</sup>
Occupati incluso indotto (occupati/t)	-	0,004289 <sup>H</sup>	0,004812 <sup>I</sup>
Emissioni di CO <sub>2</sub> eq. Evitate, coefficiente Legambiente (t/t)	0,21	0,97	1,55
Emissioni di CO <sub>2</sub> eq. Evitate, coefficienti diversi (t/t)	0,3 <sup>L</sup>	1,308 <sup>M</sup>	0,7346 <sup>N</sup>

Fonte: rielaborazioni EStà su fonti diverse (si vedano le note a piè di pagina)

Tutti i coefficienti sono rapportati alle quantità differenziate (e non alle quantità riciclate).

A Dati pubblicati su "Crescita e occupazione nel settore del riciclo dei rifiuti urbani" - Sintesi dei risultati di uno studio promosso dal Ministro dell'Ambiente e realizzato da CONAI in collaborazione con Althesys.

B Viene considerato il fatturato del settore cartario in relazione alla percentuale di materia riciclata presente nel totale della produzione di carta e cartone (il riciclo di carta e cartone riguarda l'intero settore e non solo gli imballaggi immessi al consumo). Fonte dati: Assocarta, disponibile in <http://www.assocarta.it/it/dati-di-settore/lindustria-cartaria-in-cifre.html>

C Dato determinato dal rapporto tra il fatturato di Corepla (Contributo Ambientale CONAI e ricavi dalle vendite per il riciclo) e la quantità raccolta di plastica, fonte dati: Corepla, Rapporto di sostenibilità 2018.

D Intervista Assocarta

E Dati pubblicati dal Consorzio Italiano Compostatori su elaborazione dell'European Compost Network (ECN).

F Viene considerata l'occupazione del settore cartario in relazione alla percentuale di materia riciclata presente nel totale della produzione di carta e cartone. Fonte dati: Assocarta, disponibile in <http://www.assocarta.it/it/dati-di-settore/lindustria-cartaria-in-cifre.html>

G Dati base sull'occupazione da "L'Italia del riciclo 2019"

H Intervista Assocarta

I Dati base sull'occupazione da "L'Italia del riciclo 2019"

L Dato relativo al processo della Montello spa, disponibile in [http://www.montello-spa.it/riciclo\\_rifiuti\\_organici/](http://www.montello-spa.it/riciclo_rifiuti_organici/)

M Coefficiente Ambiente Italia, "Studio su consumi energetici della raccolta e della selezione di carta e cartone"

N Coefficiente Corepla, determinato dal rapporto tra emissioni di CO<sub>2</sub> evitate e raccolta di imballaggi in plastica, riferimento al "Rapporto di sostenibilità 2018"

Applicando i coefficienti indicati nella tabella precedente ai quantitativi delle tre frazioni di organico, carta e plastica raccolti nel comune di Milano (dati AMSA 2019), è possibile stimare gli effetti sull'economia milanese prodotti dalla differenziazione delle tre frazioni e dal loro successivo riciclo, effetti riassunti nella tabella seguente.

### I macrodati della raccolta e del trattamento dei rifiuti urbani legati al cibo a Milano

	Frazione organica	Carta e cartone	Imballaggi in plastica
Quantità trattata (t)	153.939	86.424	36.555*
Fatturato (milioni di €)	41,982	71,041	18,733
Fatturato incluso indotto (milioni di €)		142,081	
Occupati (n° occupati)	230,9	185,3	82,2
Indotto occupazionale (n° occupati)		370,7	175,9
CO <sub>2</sub> risparmiata secondo i coefficienti Legambiente (t)	32.327,2	83.831,3	56.661,0
CO <sub>2</sub> risparmiata secondo coefficienti diversi (t)	46.181,7	113.042,6	26.853,7

\* La quantità di plastica e alluminio raccolti nel 2019 da AMSA sono pari a 50.076 tonnellate. La suddivisione fornita da A2A Ambiente è circa 73% plastica (36.555 tonnellate) e 27% metallo.

Fonte: rielaborazioni ESTà su dati AMSA 2019

Il sistema di gestione e trattamento dei rifiuti urbani del Comune di Milano ha un **costo complessivo** per gli abitanti milanesi di circa **320 milioni di euro** (Catasto Nazionale Rifiuti Urbani, 2018) e crea un numero di **posti di lavoro direttamente coinvolti di 2.700 unità**<sup>24</sup>, ovviamente impegnate anche in settori ulteriori rispetto a quelli considerati in questo studio.

Considerando che la **frazione organica** del Comune di Milano ha raggiunto nel 2019 le 154.000 tonnellate, si può affermare che **l'occupazione** stimata specifica per il settore dovrebbe attestarsi intorno alle **230 unità**, mentre il fatturato prodotto, includendo anche le numerose attività correlate al riciclo della frazione organica (ad esempio i servizi di raccolta, il supporto tecnico per la realizzazione e la progettazione di impianti, le attività per la valorizzazione e l'impiego del

<sup>24</sup> Dipendenti AMSA addetti al Comune di Milano, fonte dati: intervista AMSA

compost), supera i **41 milioni di euro**. La **CO<sub>2</sub> risparmiata** rispetto allo smaltimento in discarica si aggira sulle **32.000 tonnellate annue** secondo i coefficienti di Legambiente, sulle 46.000 tonnellate annue secondo i parametri forniti dalla Montello spa.

Considerando che la **carta e cartone** del Comune di Milano ha raggiunto nel 2019 le 82.000 tonnellate, si può stimare che il **fatturato** prodotto raggiunge i **71 milioni di euro** e **l'occupazione** specifica del settore le **185 unità**. Secondo stime approssimative di Assocarta, il rapporto con l'indotto in termini di volume di affari e occupazionali si attesta sull'1 a 1, determinando un fatturato totale di 142 milioni di euro e 370 posti di lavoro. La **CO<sub>2</sub> risparmiata** (rispetto allo smaltimento in discarica) si aggira sulle **84.000 tonnellate annue** secondo i coefficienti di Legambiente, sulle **113.000 tonnellate annue** secondo i parametri di Ambiente Italia (in questo ultimo caso il risparmio in termini di CO<sub>2</sub> include sia l'evitato smaltimento in discarica, sia il risparmio di produzione di fibra vergine).

Considerando che gli **imballaggi in plastica** del Comune di Milano hanno raggiunto nel 2019 circa 36.500 tonnellate<sup>25</sup>, si può affermare che **l'occupazione** dovuta al riciclo raggiunge le **82 unità** (includendo l'indotto si arriva a 175). **Il fatturato** prodotto dal sistema COREPLA, includendo sia il Contributo Ambientale CONAI che le vendite di materiale riciclabile, supera i **18 milioni di euro**. La **CO<sub>2</sub> risparmiata** rispetto allo smaltimento in discarica si aggira sulle **57.000 tonnellate annue** secondo i coefficienti di Legambiente, sulle **27.000 tonnellate annue** secondo i parametri forniti da COREPLA. Inoltre, il risparmio di materia prima vergine è pari a quasi 13.000 tonnellate<sup>26</sup> e quello di energia a 265 GWh<sup>27</sup>.

<sup>25</sup> Il totale della raccolta del multimateriale per il 2019 è pari a 50.076. La suddivisione fornita da A2A Ambiente è circa 73% plastica (36.555 tonnellate) e 27% metallo.

<sup>26</sup> Viene stimato un coefficiente di 0,349657 tonnellate di materia prima vergine risparmiata per ogni tonnellata di imballaggi in plastica intercettata, base calcoli: dati Corepla disponibili nel "Rapporto di sostenibilità 2018".

<sup>27</sup> Viene stimato un coefficiente pari a 0,00725 GWh di energia primaria risparmiata per ogni tonnellata di imballaggi in plastica intercettata, base calcoli: dati Corepla disponibili nel "Rapporto di sostenibilità 2018".

## Le caratteristiche del sistema milanese

Il sistema di gestione integrata dei rifiuti di Milano, spiegato dettagliatamente nei paragrafi successivi, presenta le seguenti caratteristiche generali:

- è un sistema a **discarica zero per i rifiuti primari**. In Italia, nel 2018, il 22% dei rifiuti urbani è stato smaltito in discarica (ISPRA, 2019) e la Direttiva europea 2018/850 prevede che entro il 2035 la collocazione dei rifiuti urbani in discarica sia ridotta fino ad un massimo del 10% in peso del totale dei rifiuti urbani prodotti.
- La **frazione residua** (indifferenziato) viene interamente gestita a **incenerimento** (non viene sottoposta a trattamento meccanico biologico) in un inceneritore posto al confine nord ovest della città (Figino). In Italia i rifiuti urbani avviati a forme di trattamento di tipo meccanico biologico intermedie prima di una destinazione definitiva di recupero o smaltimento rappresentano, nel 2018, quasi il 35% dei rifiuti urbani prodotti (ISPRA, 2019).
- La **raccolta differenziata dell'organico** è entrata in vigore a novembre 2012 (direttamente con la modalità porta a porta, già utilizzata per le altre frazioni) ed è stata **estesa a tutta la città a giugno 2014**. Si ricorda che la Direttiva europea 2018/851 prevede che entro il 31 dicembre 2023 i rifiuti organici siano differenziati e riciclati alla fonte o siano raccolti in modo differenziato e non miscelati con altri tipi di rifiuti..
- Per quanto riguarda le tre tipologie di rifiuto considerate nella presente ricerca (umido, plastica e carta), il sistema di raccolta e di gestione coinvolge un territorio limitato per quanto riguarda plastica e carta: la selezione della prima avviene in un impianto situato in un quartiere ad ovest della città (Muggiano), la selezione della seconda e la sua predisposizione in balle di macero avvengono in due piattaforme situate in due Comuni a nord (Novate Milanese) e a sud ovest (Buccinasco) della città. Il trattamento dell'organico, data la carenza di impianti di trattamento biologico nell'area metropolitana (si veda la sezione dedicata) avviene in un Comune in provincia di Bergamo (Montello), a 60 km di distanza dalla stazione di trasferimento Maserati Light dove l'organico della città viene inviato prima della destinazione finale.

Il sistema di raccolta differenziata è affidato alla società AMSA spa, parte della multiutility A2A spa<sup>28</sup>, attraverso un contratto di servizio firmato con l'Amministrazione comunale, i cui costi sono finanziati dalla tassa rifiuti, al netto dei ricavi della vendita delle materie raccolte che AMSA riesce a realizzare nei mercati specifici. Il contratto disciplina il rapporto tra Comune ed AMSA per:

- la gestione dei servizi di raccolta e di spazzamento dei rifiuti urbani, dei rifiuti speciali assimilati ai rifiuti urbani e dei rifiuti urbani pericolosi;
- le attività relative all'igiene e alla pulizia urbana in tutto il territorio di Milano;
- le azioni previste per il miglioramento dei servizi sopra descritti.

<sup>28</sup> La capogruppo A2A, posseduta per il 25% dal Comune di Milano, controlla al 100% A2A Ambiente, che a sua volta controlla al 100% AMSA.

Il dettaglio della raccolta differenziata 2018, pubblicato annualmente da AMSA sul sito, è schematizzato nella tabella seguente.

### Sintesi dei dati della raccolta differenziata nel comune di Milano (2018-2019)

Anno di riferimento	2018		2019	
Rifiuti Urbani totali (tonnellate)	696.028		702.209	
<b>Dati dei principali rifiuti raccolti in modo differenziato</b>	<b>tonnellate</b>	<b>% sul totale della RD</b>	<b>tonnellate</b>	<b>% sul totale della RD</b>
Organico*	148.991	35,8%	153.939	35,5%
Sfalci e potature**	1.102	0,3%	1.039	0,2%
Carta	61.506	14,8%	69.022	15,9%
Cartone	20.579	4,9%	17.402	4,0%
Vetro	68.122	16,4%	70.318	16,2%
Plastica e lattine***	47.679	11,5%	50.076	11,5%
Legno	7.352	1,8%	7.954	1,8%
Tessili - Indumenti	3.800	0,9%	4.221	1,0%
Metalli	2.119	0,5%	2.318	0,5%
Pneumatici	66	0,0%	64	0,0%
Imballaggi misti da raccolta mercati	4.323	1,0%	5.763	1,3%
Macerie da ricicleria	4.289	1,0%	4.303	1,0%
RAEE - R1 (apparecchi per il freddo e il clima)	676	0,2%	769	0,2%
RAEE - R2 (grandi elettrodomestici bianchi) e RAEE - R3 (tv e monitor)	1.275	0,3%	1.399	0,3%
RAEE - R4 (piccoli elettrodomestici, elettronica di consumo)	1.411	0,3%	1.472	0,3%
RAEE - R5 (sorgenti luminose)	15	0,0%	15	0,0%
Ingombranti	19.465	4,7%	21.249	4,9%
Residui da spazzamento	22.172	5,3%	21.835	5,0%
Rifiuti urbani Pericolosi	601	0,1%	634	0,1%
Altro	380	0,1%	361	0,1%
<b>Totale raccolte differenziate</b>	<b>415.923</b>	<b>100,0%</b>	<b>434.153</b>	<b>100,0%</b>
<b>% RACCOLTA DIFFERENZIATA</b>	<b>59,80%</b>		<b>61,80%</b>	

\* Il 30% circa della frazione organica proviene dalle utenze commerciali.

\*\* La voce "sfalci e potature" si riferisce al materiale che i cittadini conferiscono in ricicleria (la frazione organica milanese non contiene sfalci e potature, se non i pochissimi che derivano dalle piante di appartamento. Il verde dei giardini privati (per esempio le foglie), poiché contaminato, viene conferito nei sacchi dell'indifferenziato oppure in ricicleria. La gestione del verde pubblico è affidata, tramite un contratto di global service, ad una società diversa da AMSA).

\*\*\* La suddivisione fornita da A2A Ambiente è circa 73% plastica e 27% metallo.

Fonte: dati presenti sul sito AMSA

### Come avviene la raccolta differenziata

Il sistema di gestione dei rifiuti solidi urbani realizzato dalla Città di Milano è un ciclo integrato che comprende raccolta, trasporto, trattamento, recupero delle frazioni riciclabili e recupero energetico, attraverso incenerimento, della frazione residua. Si tratta di un sistema che non fa ricorso alla discarica e che va verso modelli sempre più spinti di raccolta domiciliare e integrazione con altre modalità (contenitori stradali, riciclerie,...).

La **raccolta dei rifiuti urbani avviene principalmente tramite la modalità porta a porta**. I cittadini differenziano frazione organica, carta e cartone, vetro, plastica e metalli leggeri. Il deposito di queste frazioni e della frazione residua (tutto ciò che non viene differenziato) avviene in **locali privati all'interno di edifici**, in particolare in bidoni per le frazioni di carta, vetro e organico, in sacchi per le frazioni di metalli leggeri e plastica (raccolti congiuntamente) e rifiuti residui.

### La raccolta differenziata a Milano



Sacco trasparente neutro: rifiuto residuo (tutti i rifiuti non oggetto di raccolta differenziata)

Sacco giallo: plastica e metallo

Cassonetto verde: vetro

Cassonetto bianco: carta e cartone

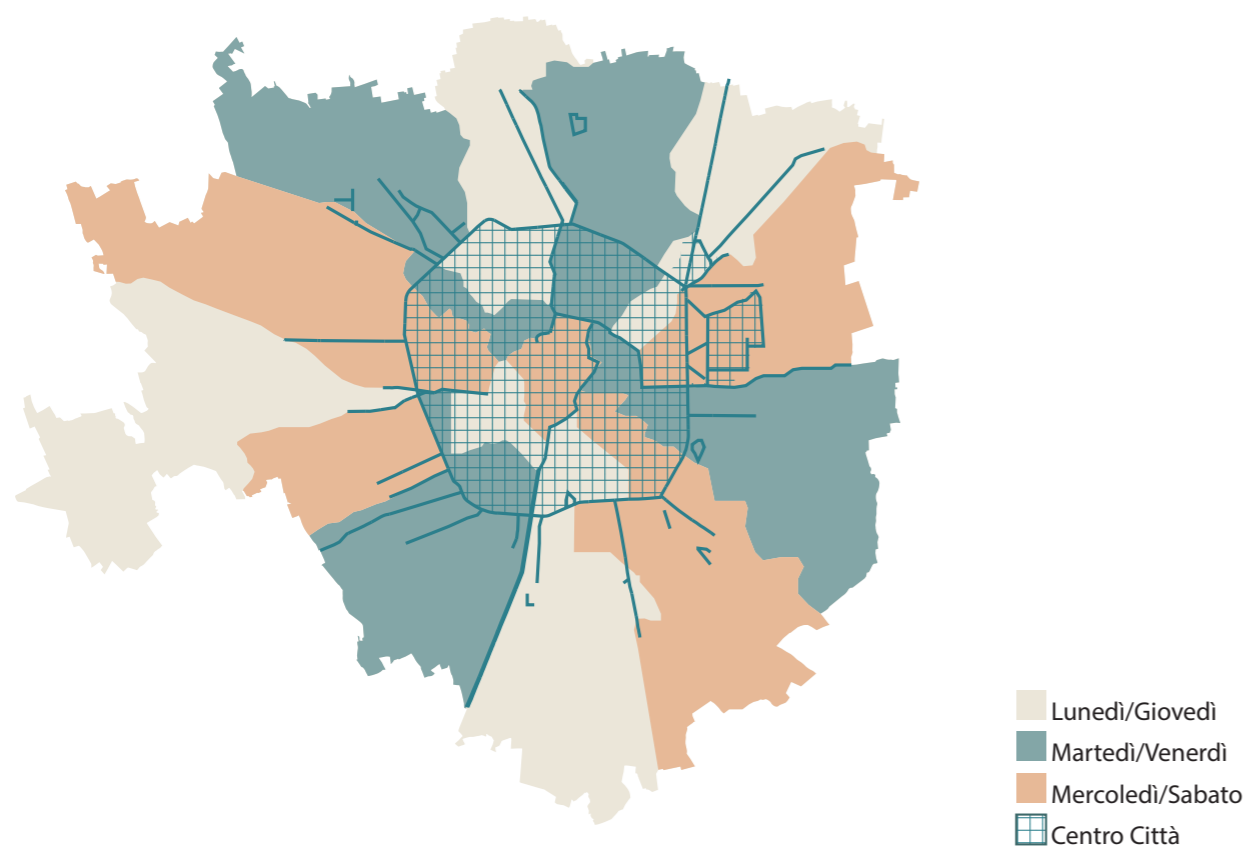
Cassonetto marrone: rifiuti organici/umido domestico

Fonte: AMSA

Bidoni e sacchi vengono portati in strada in giorni e orari specifici stabiliti da AMSA. A parte la **frazione organica, ritirata bisettimanalmente**, tutte le altre frazioni vengono ritirate una volta alla settimana (la frazione residua in passato veniva ritirata bisettimanalmente, ma per incentivare gli utenti ad una maggiore differenziazione, a partire da

ottobre 2017 AMSA ha iniziato la sperimentazione del ritiro settimanale). I ritiri per le utenze domestiche vanno dal lunedì al sabato (entro mezzogiorno); per le **utenze commerciali la frazione umida viene ritirata 7 giorni su 7**, durante la notte (tutte le utenze commerciali si rivolgono ad AMSA per il ritiro della frazione umida). I punti di raccolta sono 55.000. Il centro città (zona a maggior traffico) è servito prima delle 8:00 del mattino.

#### Cadenza di ritiro dei rifiuti nelle diverse zone del comune di Milano



Fonte: AMSA (2018)

#### SogeMI e Milano Ristorazione

L'interesse della ricerca verso SogeMI e Milano Ristorazione è costituito da tre fattori: sono controllate dal Comune di Milano, generano eccedenze che possono essere distribuite (e di fatto lo sono già, ma questa parte dell'analisi sarà affrontata nella sezione della ricerca dedicata) e generano rifiuti umidi con una composizione più omogenea di quelli generati dalle famiglie (quindi di interesse in particolare per i temi legati all'innovazione di prodotto, ma in entrambi i casi i flussi di FORSU non vengono tenuti separati da quelli della città).

**SogeMI** - Società per l'Impianto e l'Esercizio dei Mercati Annonari all'Ingrosso di Milano - è la Società per Azioni che, per conto del Comune di Milano (il 99.99% delle azioni è di proprietà del Comune), gestisce i 4 mercati agroalimentari all'ingrosso della città (ortofrutticolo, ittico, floricolo, carni).

Il mercato ortofrutticolo è il più grande in Italia, ed è anche il più grande dei quattro mercati presenti all'interno di SogeMI: ospita 113 grossisti presenti stabilmente e 97 produttori (originariamente produttori locali, ora per la maggior parte di provenienza regionale) con presenza saltuaria. I 2/3 di frutta e verdura sono di provenienza nazionale (in particolare centro-sud); pochissima merce proviene dall'area metropolitana. Sul volume di affari totale, il 60% è costituito da verdura e il 40% da frutta. Il mercato ittico ha 25 operatori, quello delle carni (mercato unico per carni bianche e rosse) ha 2 operatori presenti quotidianamente e altri 10 presenti 3 giorni alla settimana. Gli operatori della carne vendono anche i diversi prodotti che non si trovano negli altri mercati all'ingrosso, il che permette loro di servire il mondo della ristorazione.

Gli utenti che si servono da SogeMI sono circa 11.000 (numero delle tessere): si tratta di 6.000 acquirenti (il 55% ambulanti, non solo dei mercati milanesi, ma anche di alcune zone del Piemonte e dell'Emilia; il 20-25% dettaglianti, il resto operatori HoReCa) e di 5.000 produttori medio-piccoli che per servire la GDO devono passare dai mercati all'ingrosso.

La differenziazione dei rifiuti all'interno del mercato prevede che ogni postazione faccia la propria raccolta differenziata, che viene poi portata nelle oasi ecologiche dalla società Econord (che per conto di SogeMI fa spazzamento e recupero dei rifiuti). Da queste aree, AMSA ritira la FORSU, Econord plastica e terre di spazzamento, Sel Power legno, carta e metalli misti.

La FORSU è costituita prevalentemente da ortofrutta, poiché gli scarti di lavorazione di carne e pesce sono rifiuti speciali. Gli imballaggi provengono prevalentemente dal mercato ittico (polistirolo) e dal mercato ortofrutticolo (carta, cartone e legno delle cassette).

Le principali problematiche riguardano i rifiuti che restano a terra, perché abbandonati (in particolare nelle aree parcheggio) o perché provenienti da incidenti di ribaltamento della merce dai muletti.

Nella tabella seguente sono riassunti i dati dei rifiuti generati all'interno di SogeMI



### Rifiuti generati all'interno di SogeMi (2018)

tipologia di rifiuto	quantitativo (m <sup>3</sup> )	quantitativo (Kg)
imballaggi in legno	443	112.700
imballaggi carta-cartone	117	54.420
imballaggi in plastica	65	25.580
metalli misti	34	3.720
rifiuti inorganici diversi da quelli di cui alla voce 160303	0	0
percolato di discarica diverso di quello di cui alla voce 190702	2	2.350
apparecchiature fuori uso contenenti componenti pericolosi	0	0
rifiuti ingombranti	170	58.840
rifiuti biodegradabili	30	3.260
	<b>861</b>	<b>260.870</b>

Fonte: dati forniti da SogeMi

nell'anno 2018

La società **Milano Ristorazione S.p.A.**, di cui il Comune di Milano detiene il 99% del capitale, gestisce la ristorazione collettiva della città, verso utenza scolastica e verso altra utenza, dal 1° gennaio 2001, consegnando ogni giorno circa 85mila pasti. In particolare la Società, attraverso 26 centri cottura, garantisce il servizio di ristorazione scolastica a favore di 200 nidi d'infanzia (81 con cucina interna) e 437 refettori presenti nelle scuole pubbliche dell'infanzia, primarie e secondarie di primo grado, oltre al servizio di ristorazione per 3 case di riposo e al servizio a domicilio per anziani. Fornisce inoltre pasti al cotto ai C.D.I. (Centri Diurni Integrati), ai C.S.E. (Centri Socio Educativi), al ricovero notturno di Viale Ortles, alla Protezione Civile, al Consiglio Comunale e a 5 case vacanze mentre alle scuole private convenzionate vengono consegnati pasti al crudo, cioè solamente prodotti alimentari non lavorati. Milano Ristorazione si avvale di 4 cooperative che distribuiscono i pasti nelle scuole e di una piattaforma logistica a Buccinasco (magazzino centrale da cui vengono distribuite le materie prime ai centri cottura). La fornitura dei pasti per le scuole avviene in legume fresco caldo (ciò che viene preparato oggi deve essere consumato oggi) mentre nel centro di produzione di Sammartini (il più grande dei centri cottura) vengono preparati anche i pasti per le utenze non scolastiche in legume refrigerato (quindi ciò che viene cucinato oggi viene consegnato anche il giorno successivo). Questa modalità permette di dirottare il cibo che avanza nella preparazione dei pasti per le scuole sulle altre utenze e ridurre così lo spreco alimentare.

Gli scarti di lavorazione del centro di produzione di Sammartini (il più grande dei centri cottura) mediamente si attestano intorno ai 270 kg al giorno per 11.000 pasti prodotti.

Dal 2012 è iniziato un processo di eliminazione della plastica tradizionale: prima sostituendo i contenitori in polipropilene per il trasporto dei pasti con contenitori in

acciaio e poi, dal 2014, sostituendo le stoviglie monouso (piatti, bicchieri, coppette) con stoviglie biodegradabili e compostabili. Nel 2017 sono state raggiunte dalla sostituzione tutte le utenze scolastiche con un risparmio annuale di 720.000 kg di plastica tradizionale. Una valutazione preliminare di LCA (Life Cycle Assessment) condotta da Novamont aveva confrontato la situazione al 2014 (stoviglie in plastica tradizionale PP e PS con smaltimento tramite incenerimento con recupero energetico) con quella che vede tutte le stoviglie in bioplastica compostabile (Mater-Bi con BDO fossile<sup>29</sup>, con fine vita in digestione anaerobica e post compostaggio): le stoviglie compostabili possono ridurre l'impatto ambientale di 46 tonnellate di CO<sub>2</sub> eq. Le diete vengono ancora gestite con contenitori di plastica tradizionale, data la necessità di termo sigillare i piatti, operazione al momento non possibile con materiali compostabili; inoltre ci sono 11 scuole prive di punto acqua nelle quali viene ancora distribuita acqua in bottiglia (così come l'acqua riservata a lattanti).

<sup>29</sup> BDO: l'1,4 butandiolo è un composto chimico utilizzato come *building block* (elemento base) per la produzione delle bioplastiche Novamont. Nello stabilimento di Adria in Veneto è ora possibile la produzione di bio BDO, ovvero di 1,4 butandiolo prodotto dalla fermentazione di zuccheri.

Le altre modalità di conferimento dei rifiuti riguardano **120 contenitori stradali** (campane per carta e vetro, in diminuzione rispetto alle 300 presenti nel giugno 2013), **5 riciclerie** dove il cittadino può conferire qualsiasi tipo di rifiuto domestico, **2 C.A.M.** (Centro Ambientale Mobile, ovvero una ricicleria mobile per la raccolta di diverse tipologie di rifiuti<sup>30</sup>), **58 punti di raccolta per olio alimentare in partnership con la grande distribuzione organizzata** (presso cui vengono raccolti anche R4, ovvero rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche di piccole dimensioni), **23.000 cestini stradali**<sup>31</sup> e un servizio di ritiro degli ingombranti. La raccolta è assicurata con circa **350 veicoli** (che vengono utilizzati anche in altri 13 comuni) e **13 T-riciclo**, biciclette ad energia solare con sistema di pedalata assistita studiate per migliorare l'efficienza del

<sup>30</sup> Si tratta di una stazione ecologica itinerante per la raccolta dei rifiuti solidi urbani, dei RUP (Rifiuti Urbani Pericolosi) e dei RAEE (rifiuti elettrici ed elettronici). L'isola ecologica mobile è composta da due parti principali: un container mobile su ruote che può essere trasportato facilmente e un "totem" informatizzato multimediale che permette l'acquisizione di dati significativi al fine di conoscere e registrare la quantità e tipologia dei rifiuti e materiali conferiti. Ogni stazione, presieduta da personale AMSA specializzato, può ricevere fino a 200 conferimenti al giorno: i cittadini possono portare fino a 10 tipi di materiali differenti, come ad esempio, batterie di cellulari, pile, contenitori spray, cartucce toner, oltre a carta e cartone, imballaggi in plastica, acciaio, alluminio e vetro, scegliendo la postazione più vicina al proprio quartiere.

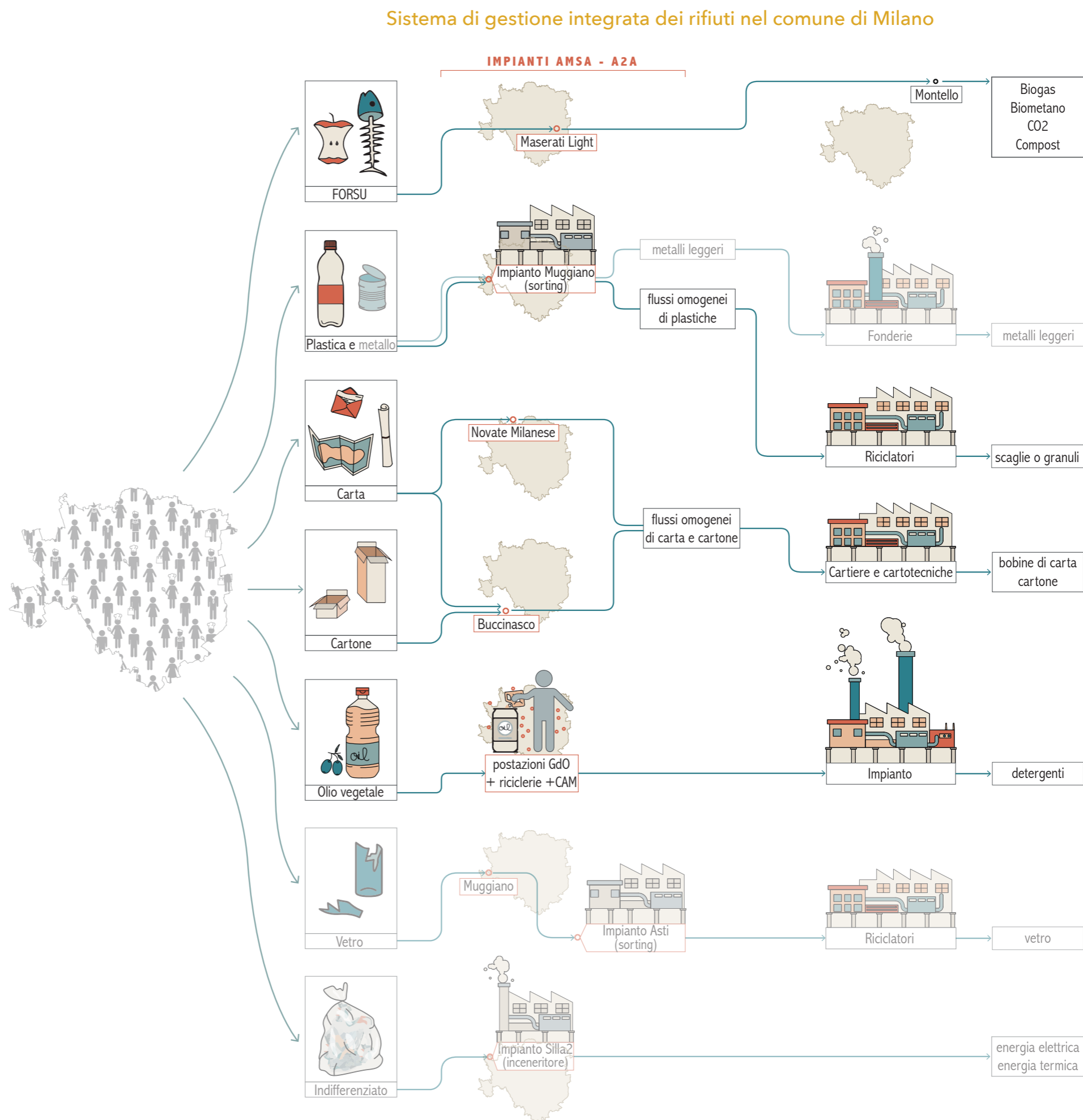
<sup>31</sup> I cestini stradali costituiscono circa il 10% del totale dei rifiuti urbani. Le analisi condotte nel 2017 rilevano in particolare elevate presenze di sostanza organica putrescibile, ma anche una presenza sensibile delle diverse frazioni differenziabili. Questi risultati suggeriscono una riflessione su come valorizzare il contenuto dei cestini stradali.

servizio di pulizia delle strade nelle zone a traffico limitato, nelle aree pedonali o con modifiche alla viabilità.

La gestione tra il 2017 e il 2021 del parco automezzi dedicati alla raccolta prevede sostanzialmente una **diminuzione diesel (-23%) a favore del metano (+69%)** e un contestuale abbandono della classe Euro 3, in parte sostituita da automezzi di classe Euro 6 e in parte da automezzi a metano. Nel 2021 gli automezzi a metano costituiranno il 48% dei 349 automezzi dedicati alla raccolta (AMAT, 2020).

### Il trattamento e riciclo dei rifiuti differenziati

Il sistema di gestione integrata dei rifiuti, schematizzato nella figura e nella tabella seguenti, avviene attraverso passaggi logistici che tendono ad ottimizzare volumi trasportati e uso della flotta. Per alcune frazioni un ruolo importante hanno le stazioni di trasferimento, dove i rifiuti vengono scaricati (divisi per frazioni) dai camion della raccolta e caricati (in alcuni casi dopo pressatura) su mezzi di dimensioni maggiori per essere inviati agli impianti di trattamento che si trovano a distanze importanti (Montello, Asti,..).



Fonte: Rielaborazione Està su informazioni AMSA/A2A Ambiente

### Quadro sinottico dei flussi di raccolta differenziata analizzati nel comune di Milano

Tipologia di rifiuto	Quantità 2019 (tonnellate)	Ubicazione dell'impianto di trattamento	Proprietà dell'impianto	Capacità di trattamento (tonnellate/anno)	Prodotti
Organico	153.939	Montello (BG)	Montello spa	600.000	Compost, biogas, biometano, CO <sub>2</sub>
Plastica (e lattine)	50.076	Muggiano (MI)	A2A Ambiente	45.000	Flussi omogenei di materiale da riciclare
Carta	69.022	Novate Milanese e Buccinasco (MI)	A2A Recycling		Balle di macero
Cartone	17.402	Buccinasco (MI)	A2A Recycling		Balle di macero
Indifferenziato	268.056	Silla2*(MI)	A2A Ambiente	500.000	Energia elettrica e termica**

\* L'inceneritore Silla 2, oltre all'indifferenziato, brucia anche materiali che provengono da lavorazioni di altre frazioni.

\*\* L'impianto produce energia elettrica e acqua calda per la rete di teleriscaldamento del quartiere Gallaratese, polo Fiera Rho-Pero e diverse utenze dei comuni limitrofi. A pieno regime, la centrale è in grado di produrre calore sufficiente a riscaldare oltre 33.000 famiglie; l'energia elettrica prodotta dall'impianto può far fronte al consumo energetico annuo di circa 140.000 famiglie.

Fonte: Rielaborazione EStà su dati AMSA/A2A Ambiente

In particolare:

- la **frazione organica** transita per la stazione di trasferimento Maserati Light per essere caricata su veicoli di maggiori dimensioni (rispetto a quelli che operano la raccolta porta a porta) e inviata presso gli impianti della Montello SpA (a Montello, in provincia di Bergamo), dove viene trasformata in biogas, biometano e CO<sub>2</sub> attraverso i processi di digestione anaerobica e in ammendante compostato attraverso processi di digestione aerobica. Gli scarti negli impianti di trattamento biologico (come già ampiamente trattato nella sezione dedicata) dipendono molto dalla purezza della FORSU: i dati ISPRA riferiti all'intero impianto di Montello indicano uno scarto dell'8,6%.
- la **plastica da imballaggio** (insieme al metallo leggero) viene trasferita<sup>32</sup> presso il nuovo impianto di

32 Il multimateriale raccolto nella parte ovest della città viene consegnato direttamente a Muggiano, quello raccolto nella parte est passa prima da una stazione di trasferimento, per essere compattato in balle e caricato su mezzi di dimensioni maggiori che lo conferiscono a Muggiano.

selezione della plastica di Muggiano (entrato in esercizio a luglio 2019) di proprietà di A2A Ambiente che opera la selezione suddividendo la plastica in flussi omogenei sotto forma di balle (e separando anche i materiali ferrosi e non ferrosi). I flussi sono i seguenti: PET azzurrato, PET colorato, PET trasparente, polietilene HDPE, mix di plastiche rigide, mix di poliolefine, film neutro, film colorato, film LDPE, polistirene, plasmix (ovvero tutto ciò che non è possibile avviare a riciclo). L'impianto di Muggiano, un CSS (Centro di Selezione) COREPLA, riceve un corrispettivo da COREPLA sulla base delle tonnellate delle diverse frazioni separate. Lo scarto (plasmix), interamente avviato ad incenerimento, è pari al 46-50% del totale trattato.

- gli **imballaggi di carta e cartone** vengono inviati alle piattaforme di Novate Milanese e Buccinasco (il cartone viene inviato solo a Buccinasco) di proprietà di A2A Recycling; in queste piattaforme, una volta tolti i materiali non cellulocici, carta e cartone vengono divisi in 3 o 4 tipologie omogenee, pressati in balle e trasferiti alle cartiere (questo può avvenire in convenzione con COMIECO oppure sul libero mercato, scelta che viene rinnovata ogni anno). La percentuale di scarto generato dai trattamenti nelle piattaforme si aggira intorno al 4-6%.
- la **frazione indifferenziata** dei rifiuti viene invece inviata all'inceneritore Silla 2, di proprietà di A2A Ambiente, nel quartiere milanese di Figino; il costo del conferimento si aggira intorno ai 110-120 euro/tonnellata; gli scarti intorno al 20% del totale trattato
- l'**olio vegetale** viene conferito presso le postazioni della GDO, le riciclerie e i C.A.M. e viene poi inviato ad un impianto di rigenerazione per la produzione di materie prima per la detergenza;
- il **vetro** viene inviato alla stazione di trasferimento di Muggiano e poi all'impianto di selezione di Asti (di proprietà A2A Ambiente), dove si genera il cosiddetto pronto forno (rottame di vetro con bassissime impurità adatto ad essere trattato in vetreria). Lo scarto è pari a circa il 20% del totale trattato.

Non è invece possibile calcolare il **tasso di reimmissione** nel sistema di materia prima seconda in quanto il mercato di questa è territorialmente molto aperto e non rende possibile tracciare quanto quella prodotta venga reimpiegata nel sistema locale. Per esempio, la plastica più nobile viene venduta da COREPLA tramite aste telematiche alle quali possono partecipare imprese di riciclo con un impianto autorizzato ubicato nel territorio dell'Unione Europea; il compost prodotto a Montello (BG) a partire dal rifiuto

organico della città di Milano, difficilmente viene impiegato su terreni agricoli milanesi, poiché il CIC stima che la totalità dell'ammendante compostato misto circola all'interno di un raggio di 50 km. Come indicato nella nella tabella seguente, la quantità di **compost** prodotta dall'organico milanese si aggira intorno alle **23.000 tonnellate** (la stima si basa sui dati forniti dalla Montello spa sul proprio sito); l'area agricola del Parco Agricolo Sud è di circa 35.000 ettari (di cui l'87% a seminativi) e, stando alle stime fornite da diverse fonti bibliografiche, la quantità di compost necessaria per ogni ettaro di terreno agricolo è di circa 200 quintali/anno. Questo significa che per concimare l'intero Parco Agricolo Sud servirebbero circa 700.000 tonnellate di compost.

#### Dati relativi all'impianto integrato della Montello spa

Dati totali dell'impianto		Dati ricavati per la quantità di FORSU proveniente dal Comune di Milano	
600.000	tonnellate di FORSU	153.939	tonnellate di FORSU
15,8	MWh elettrici	4,1	MWh elettrici
14,8	MWh termici	3,8	MWh termici
32.000.000	m <sup>3</sup> biometano	8.210.080	m <sup>3</sup> biometano
38.000	tonnellate CO <sub>2</sub> liquida	9.749	tonnellate CO <sub>2</sub> liquida
90.000	tonnellate compost	23.091	tonnellate compost

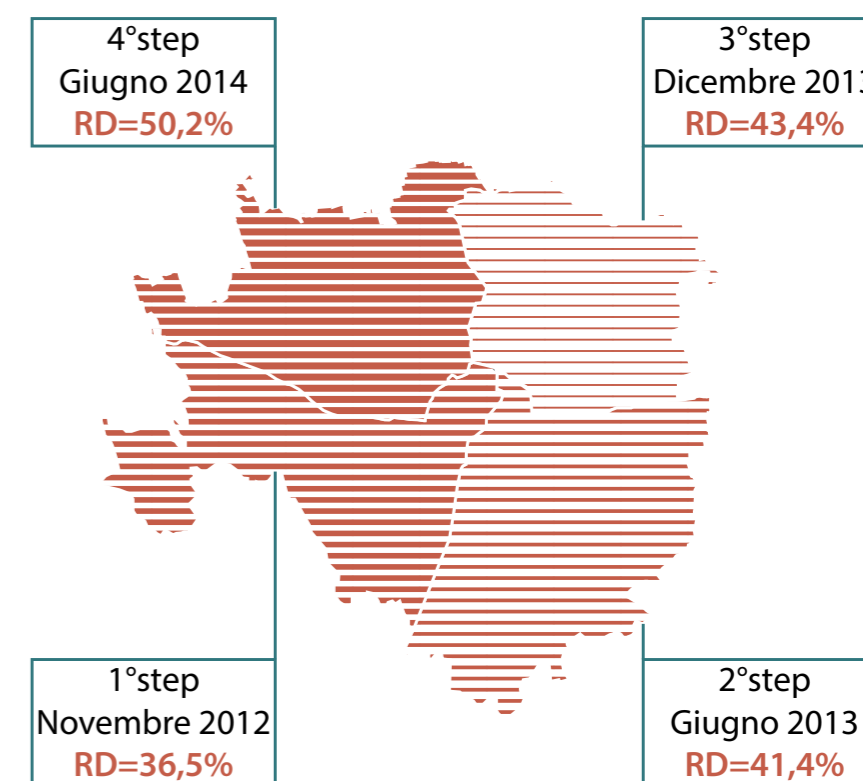
Fonte: Rielaborazioni EStà su dati dal sito della Montello spa e su dati AMSA

#### La raccolta differenziata porta a porta della frazione organica

Nel 2011, Milano aveva il 35% di raccolta differenziata, costituita in prevalenza da carta e cartone, vetro, plastica e metalli. La frazione umida raccolta separatamente era solo quella proveniente da attività commerciali (ristoranti, supermercati, alberghi e scuole). A partire da novembre 2012 AMSA ha iniziato la sperimentazione della raccolta dell'umido porta a porta nel quadrante sud ovest della città (avendo anche sostituito a febbraio dello stesso anno il sacco nero per la frazione residuale con il sacco trasparente). Sono stati consegnati cassonetti condominiali (bidoni carrellati) da 120 litri e cestelli domestici da 10

litri con un kit contenente il leaflet con le istruzioni per la raccolta della frazione umida, una cartolina "questo dove lo butto?", un pacco di sacchetti biodegradabili e una cartolina informativa sui sacchetti. La sperimentazione è stata poi ampliata agli altri quadranti in step successivi, ogni volta ottenendo un importante incremento del tasso di raccolta differenziata, come schematizzato nella figura seguente. Con la raccolta porta a porta dell'umido estesa a tutta la città la percentuale di raccolta differenziata è arrivata nel Giugno 2014 a superare il 50%.

#### Step successivi di sperimentazione della raccolta differenziata dell'umido nei diversi quadranti del comune di Milano



Fonte: Presentazione AMSA "La Gestione dei rifiuti in una grande città" a Eco Forum Lombardia - Dai rifiuti alle risorse

La raccolta differenziata della frazione umida e il successivo trattamento biologico (compostaggio o DA) permettono un risparmio di CO<sub>2</sub> rispetto allo smaltimento in discarica o all'incenerimento. I parametri forniti dal DEFRA (Department for Environment Food & Rural Affairs del governo britannico) in un database aggiornato annualmente (UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting), indicano un risparmio di 0,6 kg di CO<sub>2</sub> equivalente per kg di rifiuto rispetto al trattamento in discarica; quelli forniti dallo studio

“Economia circolare in Italia” (2019) indicano un risparmio di 0,18 kg di CO<sub>2</sub> equivalente per kg di rifiuto rispetto al processo di combustione.

### Risparmio di CO<sub>2</sub> eq a seguito del trattamento biologico della FORSU per il comune di Milano

Anno	Popolazione	Frazione Organica (tonnellate)	CO <sub>2</sub> risparmiata rispetto a smaltimento in discarica (ton CO <sub>2</sub> eq)	CO <sub>2</sub> risparmiata rispetto a incenerimento (ton CO <sub>2</sub> eq)
2010	1,324,110	34.939	20.963	6.289
2011	1,242,123	36.451	21.870	6.561
2012	1,240,173	41.536	24.922	7.476
2013	1,324,169	72.472	43.483	13.045
2014	1,337,155	118.968	71.381	21.414
2015	1,345,851	135.824	81.494	24.448
2016	1,351,562	139.740	83.844	25.153
2017	1,366,180	142.291	85.375	25.612
2018	1,378,689	150.093	90.056	27.017

\*Le quantità indicate della frazione organica derivano dal Catasto Nazionale Rifiuti Urbani ISPRA 2018.

Fonte: Elaborazioni EStà su dati Catasto Nazionale Rifiuti Urbani ISPRA 2018 e DEFRA 2019.

Un tema strettamente collegato alla questione rifiuti, è quello dello **spreco alimentare**, che qui non viene trattato, ma solo richiamato per evidenziare la presenza di materiale ancora edibile nell'organico. Non ci sono dati specifici per la città di Milano, ma una ricerca fatta dal Politecnico di Milano all'interno del progetto REDUCE - Ricerca, EDUcazione, Comunicazione (sostenuto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) stima che nel Nord Italia il **30% circa dei 100 kg che ogni cittadino conferisce in un anno al sistema dei rifiuti sia rifiuto alimentare evitabile**, ovvero cibo (in particolare ortofrutta e prodotti di panetteria) che sebbene consumabile prima del conferimento, è stato scartato per una qualche ragione.

### Il principale contaminante della FORSU

La frazione umida milanese è composta prevalentemente da scarto di cucina, con una trascurabile presenza di carta, cartone e scarto verde (quest'ultimo composto dal verde degli appartamenti). Su questa frazione, il CIC fa analisi merceologiche a bocca di impianto (ovvero prima che l'organico venga trattato), in particolare per determinare la presenza di materiale non compostabile (MNC). Sul Comune di Milano la presenza di MNC si attesta in media intorno al 5%. Si tratta di un dato positivo per un Comune di così grandi dimensioni: secondo le analisi del CIC infatti la qualità della RD dell'umido peggiora sensibilmente nei Comuni con più di 50.000 abitanti (4,1% di MNC nei Comuni con meno di 50.000 abitanti e 7,0% di MNC nei Comuni con più di 50.000 abitanti) (Centemero, 2020). Il principale responsabile della contaminazione da MNC è il sacchetto di plastica non compostabile. Infatti, sebbene per la raccolta della frazione umida si debbano obbligatoriamente utilizzare sacchetti compostabili (di carta o di bioplastica), è ancora però diffuso l'utilizzo di sacchetti non compostabili (sacchetti di plastica utilizzati impropriamente), che costituiscono il 90% della frazione non compostabile (AMSA, 2017).

Al fine di valutare la tipologia di contenitore normalmente utilizzata dai cittadini per il conferimento della frazione umida e l'incidenza della presenza delle diverse tipologie sulla qualità dell'umido, nel periodo gennaio - dicembre 2018 il CIC, nell'ambito delle indagini merceologiche commissionate dagli impianti associati, ha analizzato le tipologie di sacchetti utilizzati. I sacchetti sono stati contati e classificati secondo le seguenti 12 categorie di manufatto:

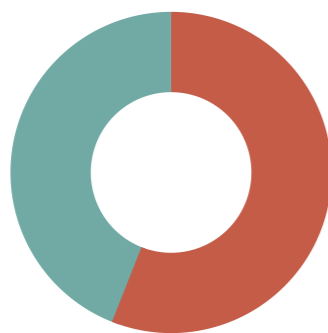
- PE SHOP: Shopper in polietilene classico
- PE APPOS: Sacchetto in polietilene apposito per la raccolta dell'umido (con apposita indicazione, dato in dotazione dai Comuni)
- PE ORTOFRUTTA: Shopper polietilene per l'ortofrutta
- PE 20-30: Sacco in polietilene da 20-30 litri
- PE 80-100: Sacco in polietilene da 80-100 litri
- PA SHOP: Shopper in plastica additivata (oxo, ecm ...)
- PA APPOS: Sacchetto in plastica additivata apposito per la raccolta dell'umido (con apposita indicazione, dato in dotazione dai Comuni)
- COMP SHOP: Shopper in bioplastica compostabile certificato (con Marchio di compostabilità e/o riferimento alla UNI EN 13432).
- COMP APPOS: Sacchetto in bioplastica compostabile certificato apposito per la raccolta dell'umido (con apposita indicazione, dato in dotazione dai Comuni)
- COMP ORTOFRUTTA: Sacchetto in bioplastica compostabile certificato apposito per l'ortofrutta
- COMP APPOS 80-100: Sacchetto in bioplastica compostabile di grande capacità volumetrica, certificato apposito per la raccolta dell'umido (con apposita indicazione, dato in dotazione dai Comuni)
- CARTA: Sacchetto in carta

Di seguito si riportano i risultati per l'Italia, la Lombardia e il comune di Milano

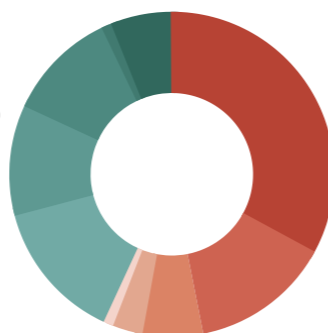
### Tipologia di manufatto di contenimento della FORSU - Italia e Lombardia, monitoraggi effettuati tra gennaio e dicembre 2018

#### ITALIA 2018

0% Plastica additiva  
43% Plastica  
57% Compostabili



33% Comp. shop  
14% Comp. appos  
6% Comp. ortofrutta  
3% Comp. appos 80-100  
1% Carta  
14% PE 20-30  
11% PE 80-100  
11% PE shop  
1% PE appos  
6% PE ortofrutta  
0% PA shop  
0% PA appos

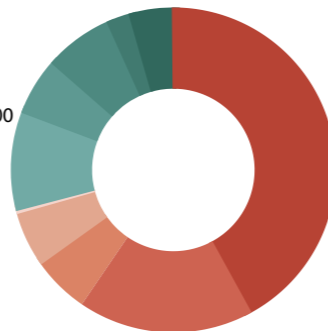


#### LOMBARDIA 2018

0% Plastica additiva  
28,9% Plastica  
71,1% Compostabili

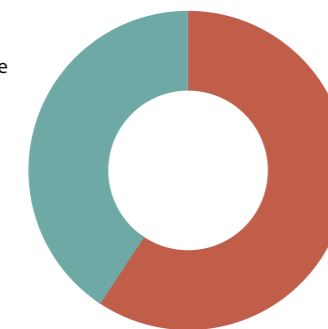


42,1% Comp. shop  
17,5% Comp. appos  
5,6% Comp. ortofrutta  
5,5% Comp. appos 80-100  
0,3% Carta  
9,8% PE 20-30  
5,7% PE 80-100  
6,8% PE shop  
2,3% PE appos  
4,3% PE ortofrutta  
0% PA shop  
0% PA appos

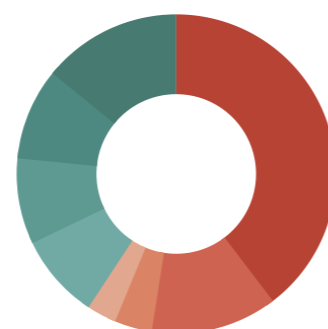


#### MILANO 2018

59,3% Compostabile  
40,7% Non compostabile



39,6% Comp. shop  
12,8% Comp. appos  
3,8% Ortofrutta bio  
3,0% Comp appos > 501  
8,6% PE shop  
8,7% PE ortofrutta  
9,3% PE < 501  
14,1% PE > 501



Fonte: CIC (2019)

### Miglioramento del recupero della frazione organica dai mercati (e differenziazione del rifiuto secco riciclabile)

La frazione organica mercatale (codice CER 200108) deriva dallo smercio di prodotti ortofrutticoli e dalla lavorazione degli stessi e risulta quindi **particolarmente ricca di scarti vegetali** ad alto contenuto di acqua (non comprende i sottoprodotti di origine animale e i prodotti derivati non destinati al consumo umano). La raccolta differenziata della frazione organica nei mercati rionali scoperti avveniva con modalità a cassonetti da 120 litri. Tra febbraio e luglio 2016 è stato sperimentato presso 20 mercati un **sistema di raccolta ad hoc**: per ogni bancarella alimentare sono stati distribuiti trespoli di acciaio e anelli porta sacco (per i banchi con dimensioni maggiori) e sono stati consegnati sacchi biocompostabili da 60 litri e le istruzioni in 5 lingue per una corretta raccolta dell'umido. È stata garantita la presenza di un agente accertatore in ogni mercato in collaborazione con la polizia locale e sono stati rimossi i contenitori di grande capacità, ove presenti. A seguito dell'elevato incremento della frazione organica intercettata rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente, a ottobre 2017 tale modalità è stata introdotta nella zona Nord Ovest ed estesa ogni tre mesi a nuove aree fino a raggiungere la totalità dei mercati scoperti (94) a luglio 2018. La sperimentazione del 2016 ha permesso di stimare il valore di **10 kg di rifiuto organico raccolto alla settimana per ogni banco alimentare**, con un incremento del 372% rispetto allo stesso periodo del 2015. L'obiettivo fissato è di recuperare 2.500 tonnellate di rifiuti organici da compostare (circa il 20% del totale dei rifiuti raccolti nei mercati scoperti). I valori della frazione umida recuperati nel 2018 e nel 2019 sono rispettivamente pari a 1.628 e 2.008 tonnellate.

Anche gli **imballaggi** vengono **raccolti separatamente** (ma tutti insieme, ovvero una raccolta separata di imballaggi misti) dagli operatori del mercato e successivamente suddivisi dagli operatori di AMSA in plastica, carta e legno (le percentuali di queste frazioni sono indicate nella tabella successiva e derivano dall'ultima analisi merceologica condotta da AMSA nel 2018). Se non si considera la separazione a valle, la raccolta differenziata ha portato negli anni 2018 e 2019 ad una diminuzione sostanziale della frazione indifferenziata, che è passata dal 47% del totale raccolto nel 2018 al 34% nel 2019. Se si considera anche la separazione a valle, poiché la raccolta degli imballaggi misti contiene comunque una parte non avviabile a riciclo (indicata come sovrillo, circa il 32% del totale degli imballaggi), la percentuale di indifferenziato passa dal 60% del 2018 al

50% del 2019. AMSA e A2A Recycling stanno analizzando la composizione merceologica dell'indifferenziato dei mercati per capire se sia utile una differenziazione a valle.

#### Raccolta differenziata all'interno dei mercati rionali scoperti (anni 2018-2019)

MERCATI	2018		2019	
	tonnellate	% sul totale	tonnellate	% sul totale
<b>Tutti i rifiuti</b>	<b>11.533</b>		<b>11.807</b>	
di cui organico	1.682	15%	2.008	17%
di cui indifferenziato (a)	5.463	47%	4.034	34%
di cui imballaggi misti	4.388	38%	5.765	49%
di cui % carta 17%	746		980	
di cui % plastica 29%	1.273		1.672	
di cui % legno 22%	965		1.268	
di cui % sovrvallo 32% (b)	1.404		1.845	
<b>totale indifferenziato (a+b)</b>	<b>6.867</b>	<b>60%</b>	<b>5.879</b>	<b>50%</b>
<b>totale differenziato</b>	<b>4.666</b>	<b>40%</b>	<b>5.928</b>	<b>50%</b>

Fonte: Dati forniti da AMSA

Novamont, che ha collaborato alla sperimentazione, tramite un'analisi LCA ha calcolato che per ogni tonnellata di frazione organica intercettata ed inviata a DA (invece che ad incenerimento, come accadrebbe se venisse conferita nell'indifferenziato) si risparmiano 168 kg di CO<sub>2</sub> eq. immessi in atmosfera; per le 2.500 tonnellate target, significa un **risparmio di 420 tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente**.

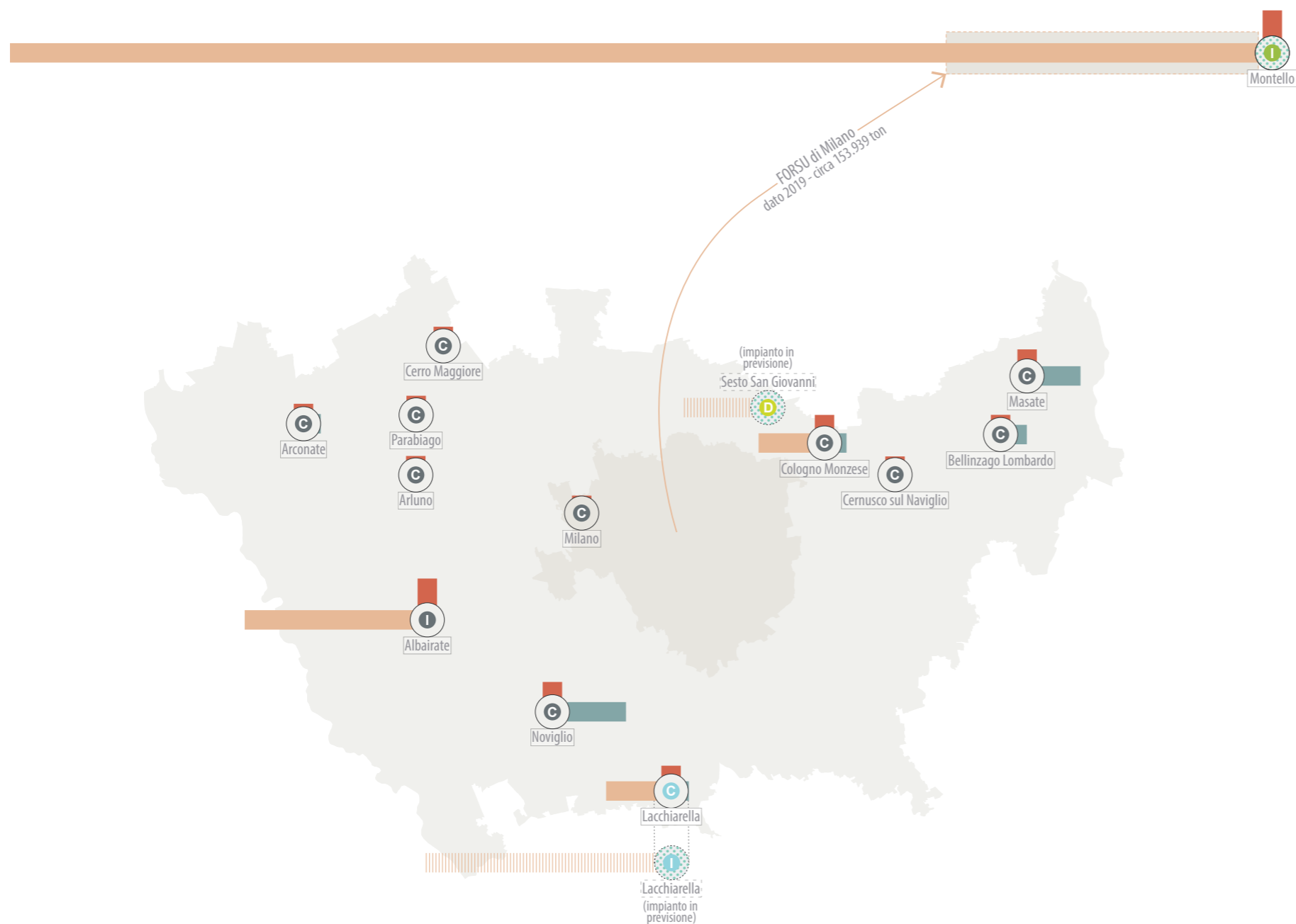
#### Carenza di impianti di trattamento dell'umido

Gli impianti di trattamento biologico della frazione organica all'interno della Città metropolitana di Milano sono 3: un impianto integrato (digestione anaerobica e aerobica) ad Albairate (72.071 tonnellate trattate nel 2018, produzione di biogas ma non *upgrading* a biometano) e due impianti di compostaggio, uno a Cologno Monzese (21.226 tonnellate trattate nel 2018) e un impianto di A2A Ambiente a Lacchiarella (20.795 tonnellate trattate nel 2018) (Catasto Rifiuti Urbani, 2019).

Il gap impiantistico stimato tre anni fa a livello nazionale, pari a circa 1-1,5 milioni di tonnellate di FORSU da trattare, ha portato alcuni grandi gruppi, tra cui A2A, a prevedere la costruzione di nuovi impianti integrati, con anche *upgrading* di biogas a biometano; A2A Ambiente ha in previsione la **costruzione di 4 impianti integrati**: due in provincia di Brescia, uno a Santhià (Biella) e uno a Lacchiarella (Milano), quest'ultimo con una capacità di 100.000 tonnellate/anno e una produzione di compost pari a 20.000 tonnellate/anno<sup>33</sup>. I nuovi impianti, con una capacità di trattamento totale di 280.000 tonnellate/anno, sono però bloccati dalla normativa *end of waste* per il biometano (A2A, 2019a). Il Gruppo CAP ha in previsione a Sesto San Giovanni (Milano) la costruzione di un impianto di digestione anaerobica della FORSU (capacità di trattamento 30.000 tonnellate/anno, per i Comuni di Sesto San Giovanni, Pioltello, Cormano, Segrate, Cologno Monzese) con produzione di biometano ([biopiattaformalab.it/](http://biopiattaformalab.it/)).

<sup>33</sup> Si tratta di un nuovo impianto da costruire in sostituzione dell'impianto attuale di compostaggio presente a Lacchiarella.

### Dislocazione degli impianti di trattamento dell'umido nella Città Metropolitana



INPUT		TIPOLOGIA IMPIANTO		PROPRIETÀ IMPIANTO	
<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:orange;"></span> frazione umida	<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:red;"></span> verde	<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:teal;"></span> altro	<span style="border:1px solid black; border-radius:50%; padding:2px;">C</span> impianti di compostaggio	<span style="border:1px solid black; border-radius:50%; padding:2px;">D</span> impianti di digestione anaerobica	<span style="border:1px solid black; border-radius:50%; padding:2px;">I</span> impianti integrati (digestione anaerobica + compostaggio)
<span style="border:1px solid black; border-radius:50%; padding:2px;">C</span> impianti che producono anche biometano					
				<span style="border:1px solid black; border-radius:50%; padding:2px;">A2A</span> A2A ambiente	<span style="border:1px solid black; border-radius:50%; padding:2px;">M</span> Montello Spa
				<span style="border:1px solid black; border-radius:50%; padding:2px;">CAP</span> CAP	<span style="border:1px solid black; border-radius:50%; padding:2px;">A</span> Altri

### Raccolta differenziata e ristorazione multiculturale: il progetto "Un sacco et(n)ico"

AMSA ha individuato nella ristorazione un ambito di intervento importante per migliorare quantità e qualità della raccolta differenziata, con una attenzione particolare agli esercizi commerciali etnici. Con il **progetto "Un sacco et(n)ico"**, nel 2019 sono stati selezionati alcuni ristoranti etnici nelle zone di Paolo Sarpi e Porta Venezia con cui avviare, grazie al supporto di mediatori culturali e linguistici, una nuova forma di relazione per spiegare le modalità di differenziazione dei rifiuti, comunicandone anche motivazioni e finalità. L'analisi dei rifiuti degli esercizi selezionati, fatta prima e dopo l'intervento, ha mostrato le grandi potenzialità di un approccio diverso dalla sola comminazione di multe (Urban Genoma/ESTà, 2019).

### La raccolta dell'olio vegetale

Come segnalato da Legambiente, gli oli vegetali esausti, se smaltiti nella rete fognaria intasano condutture e depuratori compromettendone il corretto funzionamento e aumentando il **costo di depurazione** delle acque inquinate di **1,10 € al kg**. Poiché si stima che si producano circa 5 kg all'anno di olio esausto per cittadino, la raccolta differenziata di questo rifiuto è assolutamente auspicabile. Prima della sperimentazione della raccolta dell'olio vegetale presso alcuni punti vendita della GDO, partita a luglio 2015 in collaborazione con Coop Lombardia e Simply Market, era possibile conferire l'olio solo presso le riciclerie o i CAM. A fine 2019 sono **58 le postazioni** all'interno di supermercati Carrefour, COOP, Esselunga, Il Gigante, Simply e NaturaSi nelle quali si può inserire l'olio dopo averlo raccolto in bottiglie di plastica ben chiuse. È possibile raccogliere oli vegetali e grassi animali usati per frittura, per la preparazione degli alimenti o per la loro conservazione (es. sottoli); oli di conservazione dei cibi in scatola (tonno, funghi, carciofini, condimento per riso ecc.); oli e grassi alimentari deteriorati e scaduti (lardo, strutto, burro). Periodicamente l'olio viene prelevato da un'azienda che lo utilizza per produrre detersivi (la bottiglia di plastica, se possibile, viene riciclata). Nel 2017 sono state raccolte circa **40 tonnellate di olio esausto**.

Fonte: Catasto Nazionale Rifiuti Urbani ISPRA (2018)



## La raccolta congiunta di carta e cartone

Nel **2016 l'analisi dell'indifferenziato** ha evidenziato la presenza di cartone per il 18%, plastica e multimateriale per il 13%, carta per il 12% e organico per il 7%. Inoltre nel 2017 c'è stato un grande sviluppo dell'e-commerce a Milano (l'acquisto di merci fisiche online ha pareggiato l'acquisto di servizi online): 650.000 pacchi consegnati al mese (**23.000 consegne al giorno su 46.000 numeri civici**), con una crescita annua del 20%, che si stimava sarebbe raddoppiata nei successivi 3 anni. A seguito di queste considerazioni, a ottobre 2017 nel Municipio 8, AMSA ha avviato la sperimentazione della **raccolta settimanale porta a porta del cartone**: esposizione delle scatole di cartone di grandi dimensioni affianco al cassonetto della carta, adozione del cestello da 50 litri per le utenze monofamiliari, caricamento dei cartoni di grandi dimensioni esposti a bordo strada in maniera manuale, caricamento dei cassonetti bianchi in maniera automatica. A ottobre 2019 la raccolta porta a porta del cartone ha raggiunto tutta la città. La raccolta congiunta di carta e cartone ha implicato una modifica ai compattatori bi-camera, automezzi dotati di due camere separate che, in un unico passaggio porta a porta, consentivano il ritiro di carta e vetro (caricamento e svuotamento automatico dei cassonetti di carta e vetro in due camere dell'automezzo separate). I cartoni di grandi dimensioni, esposti a bordo strada, non possono infatti essere caricati manualmente sui compattatori bi-camera (nei la carica avviene dall'alto), che sono stati quindi adattati per questo scopo.

## Il contatore ambientale

Il Comune di Milano, l'Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio, CONAI, AMSA e A2A Ambiente, hanno firmato un protocollo per la realizzazione di un "Contatore Ambientale" del sistema di gestione integrata dei rifiuti. Come si legge sul sito di AMSA, si tratta di "uno strumento per la contabilizzazione degli impatti ambientali e sociali delle attività di raccolta differenziata e di recupero delle principali frazioni dei rifiuti. Il Contatore Ambientale analizza l'intero ciclo di vita del materiale, dal momento in cui diventa rifiuto fino al suo recupero o trasformazione in energia riconsegnata alla città". I risultati sono schematizzati nella figura seguente.

### Il contatore ambientale a Milano: risultati 2018

#### abbiamo risparmiato:



**354.000**  
tonnellate  
di CO<sub>2</sub>



**3**  
milioni di mc  
di acqua



**1.700**  
megawattora di  
energia elettrica



**145.000**  
tonnellate di  
materie prime

#### con il ciclo dei rifiuti si potranno ottenere:



dalla plastica  
**14,8**  
milioni di  
felpe in pile



dal vetro  
**114**  
milioni di  
bottiglie di vetro



dalla carta  
**420**  
milioni di  
scatole di cartone



dall'alluminio  
**208.000**  
caffettiere  
moka



dall'acciaio  
**3,9**  
milioni di  
chiavi inglesi



dal legno  
**123.000**  
armadi  
in legno



dall'organico  
**19.000**  
tonnellate  
di compost

Fonte: sito AMSA <https://www.amsa.it/progetti/contatore-ambientale>

## Conclusioni

Le città sono spazi entro cui possono agire in modo efficace le strategie di economia circolare applicate al cibo, in particolare per le quantità di rifiuti prodotti e i relativi sistemi di raccolta e trattamento che le aree urbane e il loro dintorni concentrano in spazi relativamente limitati.

Le **potenzialità del recupero del rifiuto umido** sono molteplici, sia per l'ottimizzazione dei processi relativi a beni già attualmente prodotti su larga scala (ammendanti e/o fertilizzanti organici per agricoltura, biogas, biometano), sia per la ricerca sull'estrazione di prodotti a maggior valore aggiunto (cibo per alimentazione umana, mangimi, biofertilizzanti, bioplastiche, biomateriali) attualmente non ancora giunti ad una fase di produzione industriale.

Per quanto riguarda l'innovazione di processo, gli attuali **impianti di trattamento della FORSU** - in particolare a causa della presenza di materiale non compostabile - generano **scarti che devono essere smaltiti e la cui minimizzazione è importante**, sia per gli impatti ambientali che per quelli economici. Inoltre, nella fase iniziale di separazione del materiale non compostabile, viene esclusa dal processo anche la plastica compostabile, impedendone così il fine vita per cui è stata progettata. Con il recepimento delle direttive rifiuti europee, il focus si sposterà dalle percentuali di raccolta differenziata alle percentuali effettive di riciclo di materia. La FORSU è la quota più rilevante dei rifiuti raccolti in modo differenziato e sarà quindi fondamentale per il raggiungimento dei nuovi target di riutilizzo e riciclo dei rifiuti urbani fissati dalla direttiva 2018/851.

Diventerà quindi **imperativo migliorare la qualità della raccolta differenziata**, prevedere una **strategia di ammodernamento degli impianti** attuali e **colmare la carenza impiantistica** attuale. Nel primo caso si può agire sulla tipologia di raccolta (il sistema porta a porta presenta una percentuale di MNC - materiale non compostabile - decisamente minore del cassonetto stradale), sulla comunicazione (anche per il miglioramento della riconoscibilità della bioplastica compostabile, spesso difficilmente distinguibile dalla plastica tradizionale) e sul monitoraggio. Nel secondo caso diventerà imperativo che gli impianti di trattamento della FORSU abbiano adeguate capacità, prevedano la **gestione di importanti flussi di materiale compostabile** (*packaging* e prodotti per *food service* di carta e bioplastica) e siano in grado di gestire gli scarti: questo significa per esempio migliorare le tecnologie di pretrattamento (in modo che si possano separare i materiali compostabili ma non idonei alla digestione anaerobica), avere la possibilità di integrare negli attuali

impianti sistemi che consentano al sovrappiù di saltare la fase di digestione anaerobica per essere trattato in un **processo di compostaggio ad hoc** (adatto per le bioplastiche compostabili) e infine migliorare la separazione del MNC a valle di quest'ultimo processo. Tutto questo diminuirebbe i costi di gestione e l'impatto ambientale, aumenterebbe quantità e qualità di compost prodotto e assicurerebbe alle bioplastiche compostabili il fine vita per cui sono state progettate.

Infine occorre una particolare attenzione a **colmare la carenza impiantistica**, concentrata in particolare nelle regioni del centro-sud. La carenza riguarda attualmente circa **un milione di tonnellate di FORSU, che diventeranno in futuro 2 milioni**, richiedendo la costruzione di 22 impianti di digestione anaerobica da 90.000 ton/anno ciascuno, un problema che una volta risolto potrebbe avere un impatto positivo in termini di occupazione e contribuire per un ulteriore 1% alla riduzione delle emissioni complessive di gas climalteranti del nostro paese.

Per quanto riguarda l'innovazione di prodotto, esiste allo stato attuale una difficoltà nel trattare la **FORSU** come materiale di base per estrarre prodotti a valore aggiunto, poiché si tratta di un **rifiuto organico molto complesso**, che contiene componenti molto diverse (carboidrati, proteine, lipidi,...). I progetti di ricerca europei che se ne occupano - e che studiano, attraverso processi diversi, l'estrazione di prodotti che possono essere trasformati in cibo per alimentazione umana o mangimi, biofertilizzanti, bioplastiche e biomateriali - sono ancora tutti ad una fase pre-industriale.

La **bioplastica compostabile** svolge un ruolo importante sia nel facilitare il riciclaggio dei rifiuti da cibo, sia per le potenzialità di sostituzione delle plastiche fossili negli imballaggi degli alimenti e nel food service; si tratta inoltre di uno dei prodotti a valore aggiunto che può essere ottenuto dalla FORSU stessa. Uno dei maggiori punti di attenzione rispetto alle plastiche è dato dal bisogno della loro **riconoscibilità da parte del consumatore**: la bioplastica attualmente è poco distinguibile dalle plastiche chimiche, generando una raccolta differenziata non abbastanza efficace e i conseguenti problemi a valle nella fase di riciclo. **Le plastiche** possono essere gestite in maniera ambientalmente sostenibile, tenendo conto che per alcune loro funzioni non sono immediatamente sostituibili e che una forte dose di pragmatismo è necessaria per ottenere un buon equilibrio tra temi economici, temi funzionali e temi ambientali.

Occorre innanzitutto informare in maniera capillare, e con la massima chiarezza anche i soggetti in ambito urbano con cui possono esistere difficoltà di comunicazione (ad esempio

attività di ristorazione e somministrazione con titolare e personale non italofono) relativamente ai comportamenti che vanno evitati. E fra questi spicca l'utilizzo delle **plastiche monouso vietate dalla normativa europea**, il cui bando va reso effettivo.

In secondo luogo occorre **ridurre l'immissione al consumo e l'uso dei poliaccoppiati plastici**, promuovendo sia la ricerca tecnologica per i loro sostituti (la bioplastica in alcuni casi sembra avere un ruolo promettente), sia, laddove la ricerca scientifica non possa produrre soluzioni facilmente adottabili, una valutazione pragmatica su quali siano i vantaggi dei poliaccoppiati legati a solidi criteri di funzionalità (ad esempio un maggior tempo di conservazione dei cibi) da quelli che rispondono a più discutibili criteri di marketing.

In terzo luogo è necessario valutare **strategie ad hoc per le diverse tipologie di plastica**, promuovendo selettivamente presso la cittadinanza la raccolta differenziata spinta di quelle tipologie che offrono le possibilità più vantaggiose da un punto di vista economico ed ambientale (ad esempio il PET).

Infine è da ricordare come la plastica in un numero rilevante di casi (si pensi ad esempio agli oggetti legati alla consegna a domicilio del cibo o *food delivery*) sia sostituibile con oggetti frutto dell'**accoppiamento di materiali compostabili** (in particolare dell'accoppiamento tra la carta e i film di bioplastica, dotati di maggiore impermeabilità).

La **carta è facilmente riciclabile** - il processo si compie a temperatura ambiente con il solo ausilio di acqua e di una quantità adeguata di tempo ed energia per il processo di asciugatura - e infatti sono già stati raggiunti a livello nazionale gli obiettivi di riciclo sugli imballaggi in carta e cartone previsti dalla direttiva 2018/852/CE per il 2025. Ma è importante ricordare che il punto sensibile del processo è rappresentato dallo **scarto di pulper** - composto da tutti i materiali non riciclabili - per il quale le uniche destinazioni ad oggi disponibili sono la discarica e il recupero energetico tramite combustione. Inoltre, negli ultimi anni si è registrata una **crescita degli imballaggi in carta e cartone**, a seguito dell'atomizzazione dei nuclei familiari, dell'aumento degli acquisti *online* e della crescente diffidenza delle cittadinanze verso la plastica. Infine si ricorda che una parte, seppur minoritaria, di carta viene conferita nell'umido (in quanto contaminata con il cibo) e quindi avviata a trattamento biologico, ma il processo di riciclo che dà vita a nuova carta reimmette in circolazione un valore economico superiore a quello prodotto dal compostaggio.

Rispetto ai temi trattati nei capoversi precedenti occorre sottolineare come **Milano** sia la **prima città europea, con popolazione superiore al milione di abitanti, per**

**quantità di rifiuti urbani raccolti in modo differenziato:** questi nel 2019 hanno raggiunto il 61,8%, malgrado una densità di popolazione al di sopra di 7.000 abitanti per chilometro quadrato e oltre l'80% delle famiglie che vive in grandi condomini, caratteristiche che rendono complessa la raccolta e la successiva gestione. Il sistema milanese di gestione dei rifiuti in ottica circolare, rispetto ad altre modalità, implica fatturati maggiori, un più elevato impatto occupazionale e una diminuzione di emissioni di CO<sub>2</sub> più sensibile.

I **punti di forza** di tale sistema, per quanto riguarda le frazioni di rifiuti analizzate in questa ricerca, sono tre. L'**eliminazione**, già da diversi anni, **del ricorso allo smaltimento in discarica per i rifiuti primari**: la frazione residua (e materiali che provengono da lavorazioni di altre frazioni), non viene sottoposta a trattamento meccanico biologico e viene interamente gestita a incenerimento, per essere convertita in energia elettrica e termica in un impianto a Figino, al confine nord ovest della città. Il secondo elemento è costituito dalla **raccolta differenziata dell'organico**, già estesa a tutta la popolazione fin da giugno 2014. Infine un **sistema di raccolta e di gestione per plastica e carta-cartone che coinvolge un territorio delimitato e più facilmente gestibile**: la selezione della plastica avviene in un nuovo impianto di proprietà di A2A Ambiente situato in un quartiere ad ovest della città (Muggiano), la selezione della carta-cartone e la sua predisposizione in balle di macero avvengono in due piattaforme di proprietà di A2A Recycling situate in due Comuni a nord (Novate Milanese) e a sud ovest (Buccinasco) della città.

I principali **punti di debolezza** sono due: innanzitutto il **trattamento della frazione umida**, data la carenza di impianti all'interno della città Metropolitana, avviene in un Comune in provincia di Bergamo (Montello) a 60 km di distanza dalla stazione di trasferimento Maserati Light dove il rifiuto organico della città viene inviato prima della destinazione finale; in secondo luogo il **plasmix** che esce dal nuovo impianto di selezione della plastica di Muggiano, pari al 46-50% del totale trattato, **è interamente avviato ad incenerimento**.

Gli elementi sui quali lavorare sono quelli che valorizzano le peculiarità della città: la presenza di **università e centri di ricerca** - anche collegati ad incubatori e acceleratori di impresa nei quali vengono sviluppate nuove attività economiche - per lavorare sul tema della **produzione di beni a valore aggiunto derivanti dalla FORSU e dal plasmix**; la posizione dominante sul tema del design, per la riprogettazione di beni (*packaging* e prodotti per il *food service*) e servizi in logica di economia circolare; la presenza di soggetti legati al Comune quali Milano Ristorazione,

SogeMi e i Mercati Settimanali Scoperti come **generatori di flussi molto puri di FORSU**, adatti quindi all'estrazione di prodotti a valore aggiunto significativo.

## Bibliografia

A2A (2019a). Bilancio Integrato 2018. Disponibile in <https://www.a2a.eu/it/sostenibilita#bilancio>

A2A (2019b). Bilancio di sostenibilità Milano 2018. Disponibile in <http://www.forumascaltoa2a.eu/sostenibilita-territoriale/2018/milano>

Ambiente Italia. Studio su consumi energetici della raccolta e della selezione di carta e cartone. Disponibile in: [https://www.comieco.org/allegati/energia-e-CO2-nel-ciclo-di-recupero-della-carta\\_28534.pdf](https://www.comieco.org/allegati/energia-e-CO2-nel-ciclo-di-recupero-della-carta_28534.pdf)

AMSA (2017). La gestione dei rifiuti in una grande città. Eco Forum Lombardia

AMSA (2018). Separate waste collection and circular economy. The integrated waste cycle in Milan

AMSA (2020). Dati della raccolta differenziata e dei servizi di pulizia del comune di Milano. Disponibili in: <https://www.amsa.it/cittadini/milano>

AMAT (2019). Contatore ambientale Milano

ASSOAMBIENTE (2019), Per una strategia nazionale dei rifiuti. Disponibile in <http://www.assoambiente.org/files/Report%20-%20Per%20una%20strategia%20nazionale%20dei%20rifiuti%202019.pdf>

Assocarta (2018). Rapporto ambientale 2016-2017. Disponibile in <http://www.assocarta.it/it/pubblicazioni.html>

Assocarta [Website]. Disponibile in <http://www.assocarta.it/it/dati-di-settore/lindustria-cartaria-in-cifre.html>

Bianchi D., Ambiente Italia (aggiornamento 2019) "Economia circolare in Italia - La filiera del riciclo asse portante di un'economia senza rifiuti. Milano: Edizioni Ambiente

Catasto Nazionale Rifiuti Urbani [Dataset]. ISPRA 2018. Disponibile in: <https://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/index.php?pg=ru>

Centemero M., (2020), Biowaste. Risorsa per l'economia circolare. Edizioni Ambiente

CIC [Website]. Disponibile in: <https://www.compost.it/>

CIC (2017). Biowaste. I dati del settore del riciclo del rifiuto organico.

CIC (2017-2018). Dalla terra alla terra - La valorizzazione del compost di qualità in Italia. Disponibile in: <https://www.compost.it/rapporti-cic/>

CIC (2019a). Risultati sull'indagine qualitativa della tipologia del manufatto di contenimento

CIC (2019b). Ottimizzazione del riciclo dei rifiuti organici. Accordo di programma CIC-COREPLA. XXI Conferenza sul Compostaggio e Digestione Anaerobica - I Conferenza sui fertilizzanti organici di qualità e la conservazione della fertilità organica del suolo. Ecomondo Rimini Novembre 2019

COMIECO [Website]. Disponibile in: <https://www.comieco.org/>

COMIECO (2010) Il futuro in una scatola 1985-2010

COMIECO (2018), 2018 COMIECO SOSTENIBILE - Il ciclo del riciclo di carta e cartone: un valore per l'ambiente, un valore per l'Italia; Milano. Disponibile in <https://www.comieco.org/pubblicazioni/pubblicazioni-comieco/news/comieco-sostenibile---edizione-2018.aspx>

COMIECO (2019). 24° Rapporto Raccolta, riciclo e recupero di carta e cartone. Disponibile in [https://www.comieco.org/allegati/2019/8/24mo-rapporto-comieco\\_dati-anno-2018\\_179877.pdf](https://www.comieco.org/allegati/2019/8/24mo-rapporto-comieco_dati-anno-2018_179877.pdf)

Commissione Europea (2000). L'UE e la gestione dei rifiuti, Direzione generale Ambiente, Lussemburgo. Disponibile in [https://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/eufocus\\_it.pdf](https://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/eufocus_it.pdf)

Comune di Milano (2019) - Il Comune di Milano per l'economia circolare

CONAI [Website]. Disponibile in: <http://www.conai.org/>

CONAI, Linee guida per la facilitazione delle attività di riciclo degli imballaggi in materiale plastico. Disponibile in [http://www.conai.org/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2017/07/Linee-Guida\\_Riciclo\\_Plastica.pdf](http://www.conai.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2017/07/Linee-Guida_Riciclo_Plastica.pdf)

CONAI (2014), Crescita e occupazione nel settore del riciclo dei rifiuti urbani - Sintesi dei risultati di uno studio promosso dal Ministro dell'Ambiente e realizzato da Conai in collaborazione con Althesys; Milano. Disponibile in [https://www.nestle.it/asset-library/documents/pdf\\_cartellastampa/crescita\\_occupazione\\_settore\\_riciclo\\_rifiuti\\_urbani\\_7\\_7\\_2014.pdf](https://www.nestle.it/asset-library/documents/pdf_cartellastampa/crescita_occupazione_settore_riciclo_rifiuti_urbani_7_7_2014.pdf)

CONAI (2017) La green economy e il contributo di CONAI al sistema Paese.

COREPLA [Website]. Disponibile in: <http://www.corepla.it/>

COREPLA (2018). Rapporto di sostenibilità 2018. Disponibile in: <http://www.corepla.it/documenti/7ebe111b-2082-46d5-8da6-7567154632ca/Rapporto+di+Sostenibilita%CC%80+2018.pdf>

Croci E., Colelli F. (2019), GLI SCENARI ECONOMICI DEL RICICLO DEI RIFIUTI IN ITALIA IN UN'OTTICA DI CIRCULAR ECONOMY, Università Bocconi, RESEARCH REPORT N. 01 JANUARY 2019, Milano. Disponibile in [http://www.iefc.unibocconi.it/wps/wcm/connect/2bb4e31c-aba9-4300-a2a1-8181a0feec34/RR+2019\\_1.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mxVSAeN](http://www.iefc.unibocconi.it/wps/wcm/connect/2bb4e31c-aba9-4300-a2a1-8181a0feec34/RR+2019_1.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mxVSAeN)

Danise P., Danise C. (1997) Rifiuti ieri, risorse domani. Firenze: Editore Bulgarini.

Decreto Legislativo 152/2006. Norme in materia ambientale. Disponibile in: <https://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/06152dl.htm>

DEFRA (2019). UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting. Conversion factors 2019: full set (for advanced users). Disponibile in: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019>

Direttiva (UE) 2019/904 sulla riduzione dell'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente. Disponibili in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/>

[PDF/?uri=CELEX:32019L0904&from=EN](https://www.fondazionevilupposostenibile.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2017/12/Rapporto_Italia_del_riciclo_2017.pdf)

Edizioni Ambiente (2018), Gli imballaggi nell'economia circolare, Materia Rinnovabile, Insight 2018, Milano. Disponibile in [https://issuu.com/edizioniambiente/docs/insight02\\_conai\\_ita\\_issu](https://issuu.com/edizioniambiente/docs/insight02_conai_ita_issu)

Ellen MacArthur Foundation (eds.) (2012) Toward a circular economy. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.

European Bioplastics [Website]. Disponibile in: <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/>

European Paper Recycling Council (EPRC) (2018), MONITORING REPORT 2018, European Declaration on Paper Recycling 2016-2020, Brussels. Disponibile in <http://www.paperforrecycling.eu/publications/>

Eurostat [Dataset]. Disponibile in: <https://ec.europa.eu/eurostat/help/first-visit/database>

Experts' Workshop on Urban Circular Bioeconomy (2018). Brussels

Fernàndez Fernàndez Y., Fernàndez Lòpez M.A. (2018). Innovation for sustainability: The impact of R&D spending on CO<sub>2</sub> emissions. Journal of Cleaner Production 172, 3459-3467

Fise Unicircular e Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile (2018 e 2019) Rapporto L'Italia del riciclo

Fondazione per lo sviluppo sostenibile, FISE UNICIRCULAR, Unione Imprese Economia Circolare (2017); L'Italia del Riciclo 2017, Roma. Disponibile in [https://www.fondazionevilupposostenibile.org/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2017/12/Rapporto\\_Italia\\_del\\_riciclo\\_2017.pdf](https://www.fondazionevilupposostenibile.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2017/12/Rapporto_Italia_del_riciclo_2017.pdf)

Fondazione per lo sviluppo sostenibile, FISE UNICIRCULAR, Unione Imprese Economia Circolare (2018); L'Italia del Riciclo 2018, Roma. Disponibile in [https://www.fondazionevilupposostenibile.org/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2018/12/REPORT\\_2018\\_web\\_0412-compressed.pdf](https://www.fondazionevilupposostenibile.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2018/12/REPORT_2018_web_0412-compressed.pdf)

Fondazione per lo sviluppo sostenibile, FISE UNICIRCULAR, Unione

Imprese Economia Circolare (2019); L'Italia del Riciclo 2019, Roma. Disponibile in [https://www.fondazionevilupposostenibile.org/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/L%E2%80%99Italia-del-Riciclo-2019.pdf](https://www.fondazionevilupposostenibile.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/L%E2%80%99Italia-del-Riciclo-2019.pdf)

GESAMP (2016). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment. International Maritime Organization. Disponibile in: <http://www.gesamp.org/site/assets/files/1275/sources-fate-and-effects-of-microplastics-in-the-marine-environment-part-2-of-a-global-assessment-en.pdf>

Hatzigeorgiou E., Polatidis H. Dias (2011). CO<sub>2</sub> emissions, GDP and energy intensity: A multivariate cointegration and causality analysis for Greece, 1977–2007. Applied Energy 88, 1377–1385.

Holtz-Eakin D., Selden T. M. (1995). Stoking the fires? CO<sub>2</sub> emissions and economic growth. Journal of Public Economics 57 (1995) 85-101

Horton A.A., Walton A., (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. Science of The Total Environment.

ISPRA (2017), Rapporto Rifiuti Urbani, edizione 2017, Roma. Disponibile in <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-urbani-edizione-2017>

ISPRA (2018), Rapporto Rifiuti Urbani, edizione 2018, Roma. Disponibile in <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-urbani-edizione-2018>

ISPRA (2019), Rapporto Rifiuti Urbani, edizione 2019, Roma. Disponibile in <http://www.isprambiente.gov.it/it/events/rapporto-rifiuti-urbani-edizione-2019>

Kaika D., Zervas E. (2013). The Environmental Kuznets Curve (EKC) theory—Part A: Concept, causes and the CO<sub>2</sub> emissions case. Energy Policy 62, 1392–1402.

Kaza S., Yao L. (2018); What a Waste 2.0 - A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, World Bank Group, Urban Development Series, Washington, DC

Legambiente (2018), Comuni Ricicloni 2018, Semestrale di Legambiente, numero 1, Milano. Disponibile in <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/comuni-ricicloni-2018.pdf>

Longhi G. (2004), Gestione rifiuti, riciclo materiali, recupero energetico: il possibile contributo alla sfida di Kyoto; Ecomondo, Milano. <https://www.comieco.org/pubblicazioni/news/gestione-rifiuti-riciclo-materiali-recupero-energetico-il-possibile-contributo-alla-sfida-di-kyoto.aspx>

Machado A., Kloas W., (2017). Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems', Global Change Biology.

Milan Urban Food Policy Pact Monitoring Framework (2018). Disponibile in: <http://www.milanurbanfoodpolicypact.org/milan-urban-food-policy-pact-monitoring-framework/>

Milano Ristorazione (2018). L'eliminazione della plastica dalle mense milanesi. 4° Rapporto Annuale Assobioplastiche. Disponibile in <http://www.assobioplastiche.org/ricerca.html>

Milano Ristorazione (2019). Bilancio sociale e bilancio di esercizio 2018. Disponibile in: [https://www.milanoristorazione.it/files/Bilanci/11\\_11\\_2019\\_BILANCIO\\_SOCIALE\\_WEB.pdf](https://www.milanoristorazione.it/files/Bilanci/11_11_2019_BILANCIO_SOCIALE_WEB.pdf)

Montello S.P.A. [Website]. Disponibile in [http://www.montello-spa.it/riciclo\\_rifiuti\\_organici/](http://www.montello-spa.it/riciclo_rifiuti_organici/)

Nizzetto L., Futter M., (2016). Are Agricultural Soils Dumps for Microplastics of Urban Origin?

Environmental Science & Technology.

OECD Statistic. [Dataset], Disponibile in: <https://stats.oecd.org/>

Pacchetto rifiuti (2018). Direttive europee 849/2018/UE, 850/2018/UE, 851/2018/UE, 852/2018/UE. Disponibili in: <https://www.minambiente.it/pagina/recepimento-direttive-rifiuti>

Plastic Consult (2019). La filiera dei polimeri compostabili. Dati 2018 – Evoluzioni attese. 5° Rapporto Annuale Assobioplastiche. Disponibile in: <http://www.assobioplastiche.org/ricerca.html>

Reduce (2019). Lo spreco alimentare nel rifiuto urbano in Italia. Proposta di una metodologia di analisi quali-quantitativa, evidenze sperimentali e stima dell'impatto ambientale – REDUCE - Ricerca, EDUcazione, Comunicazione: un approccio integrato per la prevenzione degli sprechi alimentari.

SPRING (2019). Cluster Tecnologico Nazionale della Chimica Verde. Piano di Azione Triennale

The European House – Ambrosetti (2013), L'eccellenza della filiera della plastica per il rilancio industriale dell'ITALIA e dell'EUROPA. Disponibile in <https://www.ambrosetti.eu/ricerche-e-presentazioni/filiera-plastica/>

Tnani M. (2018). Relationships between economic growth, CO<sub>2</sub> emissions, and innovation for nations with the highest patent applications. Environmental Economics, 9(2), 47-69.

Tondo (2019). Circular Economy Forum Re-Thinking Milano 2019 Ripensare, seguendo i principi dell'Economia Circolare. Disponibile in: [https://re-think.today/pdf/Report\\_Re-think\\_Circular\\_Economy\\_Forum\\_Milano.pdf](https://re-think.today/pdf/Report_Re-think_Circular_Economy_Forum_Milano.pdf)

Saracco, S. (2017). Chimica verde 2.0. Impariamo dalla natura come combattere il riscaldamento globale. Zanichelli

Scalibur [Website]. Disponibile in: <http://www.scalibur.eu/>

Stahel, W. (2019) The circular Economy. A user's guide. Cowes: Ellen MacArthur Foundation

Urban Genoma/ESTà (2019). Un sacco et(n)ico. Raccolta differenziata e ristorazione multiculturale in due quartieri di Milano

Urbiofin [Website]. Disponibile in: <https://www.urbiofin.eu/>

Valuwaste [Website]. Disponibile in: <http://valuwaste.eu/>

Weithmann, N., Moller, J. N., (2018). Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastics into the environment. Sciences Advances, 04 Apr 2018: Vol. 4, no. 4, eaap8060.



# LA REDISTRIBUZIONE DELLE ECCEDEXENZE

**La redazione di questa sezione è stata possibile grazie ai preziosi contributi di:**

Paolo Azzurro, Waste Management Consultant  
Giulia Bartezzaghi, Politecnico di Milano  
Alessandra Bini, Milano Ristorazione  
Cecilia Giussani, Milano Ristorazione  
Mario Grosso, Politecnico di Milano  
Andrea Magarini, Comune di Milano  
Marco Magnelli, Banco Alimentare Lombardia  
Chiara Pirovano, Comune di Milano  
Annalaura Silvestro, Politecnico di Milano  
Elena Volturo, Recup  
Nicola Zaffra, SogeMI

Revisione scientifica: Osservatorio Food Sustainability  
Politecnico di Milano



## Il problema dello spreco alimentare

Lo spreco alimentare negli ultimi anni ha assunto proporzioni tali da essere considerato una priorità nel dibattito internazionale sulla sostenibilità dei modelli di produzione e consumo. Lo studio realizzato dallo Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK) nel 2011 per conto della FAO (Gustavsson, J. et al. 2011) stima, a livello globale, **gli sprechi e le perdite** alimentari lungo la filiera in **1,3 miliardi di tonnellate all'anno**, pari a circa **un terzo della produzione totale di cibo destinato al consumo umano**. La rilevanza del fenomeno non viene quantificata solo in termini di milioni di tonnellate di cibo sprecato, ma anche stimando gli **impatti ambientali** (emissioni di gas serra, consumo di acqua, suolo utilizzato per produrre risorse), **sociali** (di solito quantificati con il totale delle persone indigenti) ed **economici** (generalmente calcolati in base al costo di produzione - proporzionato quindi alle risorse necessarie a produrre il cibo sprecato - o al prezzo che si forma sul mercato) del cibo prodotto e mai consumato. Lo spreco alimentare determina inoltre un **impatto culturale** perché trattare il cibo come merce significa privarlo del suo valore sociale e culturale (Slow Food, 2015). Gli impatti correlati in termini di consumo di acqua, suolo, emissioni di gas serra e perdita di biodiversità sono stati stimati dalla FAO (2013a, 2013b) nell'ambito del progetto "Food Wastage Footprint, impacts on natural resources": **3.3 miliardi di tonnellate di emissioni di CO<sub>2</sub>equivalente** (se lo spreco alimentare fosse un paese, per quantità di emissioni sarebbe il terzo dopo Cina e Stati Uniti), 250 km<sup>3</sup> di consumo di acqua, 1,4 miliardi di ettari di consumo di suolo (pari a circa il 30% del suolo agricolo disponibile sul pianeta), per **750 miliardi di dollari di valore economico del cibo sprecato** (esclusi pesce e frutti di mare). Il valore è stato poi corretto in 936 miliardi di dollari nel successivo studio 'Food wastage footprint - Full-cost accounting' (FAO 2014a), che riporta anche le valutazioni economiche delle esternalità negative: secondo le stime FAO, ai costi economici annuali diretti, bisogna aggiungere 700 miliardi di dollari di costi ambientali - emissioni di gas climalteranti, scarsità di acqua, erosione del suolo, rischi per la biodiversità - e 900 miliardi di costi sociali - aumento del rischio dei conflitti dovuti all'erosione del suolo, effetti sulla salute dovuto all'uso di pesticidi. Il valore economico dei *food loss* e *food waste* (FLW) diventa così di 2600 miliardi di dollari.

Non è un caso quindi che l'ONU nel 2015 abbia inserito la **riduzione degli sprechi alimentari tra i 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile** (SDG) dell'Agenda 2030: nel GOAL n°12 - Ensure sustainable consumption and production

patterns<sup>1</sup> compare infatti il dimezzamento entro il 2030 degli sprechi alimentari nelle fasi di distribuzione e consumo e la riduzione delle perdite alimentari negli stadi a monte della filiera.

La riduzione dello spreco alimentare è anche una delle **priorità della strategia europea per l'economia circolare**. Nel documento del 2015 'L'anello mancante. Piano d'azione dell'Unione Europea per l'economia circolare' la Commissione Europea si impegna a sviluppare una metodologia comune per quantificare i rifiuti alimentari e ad adottare misure volte a facilitare il dono di alimenti<sup>2</sup>. Anche la nuova normativa sui rifiuti, adottata a maggio 2018 nell'ambito del piano d'azione per l'economia circolare, fornisce indicazioni (non tutte vincolanti) relative alle politiche di contrasto dello spreco alimentare e alla donazione di cibo. La direttiva 851/2018/UE<sup>3</sup>, che modifica la 2008/98/CE, chiede agli Stati membri di attuare programmi nazionali di prevenzione dei rifiuti alimentari in ogni fase della filiera, incoraggiando "la donazione di alimenti e altre forme di redistribuzione per il consumo umano", e di monitorare i livelli dei rifiuti alimentari secondo la metodologia comune approvata dalla Commissione Europea (la norma approvata nel 2019 prevede la realizzazione da parte degli Stati membri di un quadro di monitoraggio dei rifiuti alimentari con il 2020 come primo anno di riferimento in modo da fornire alla Commissione i primi dati entro la metà del 2022)<sup>4</sup>. Infine, la strategia 2020 Farm to Fork della Commissione UE suggerisce di dimezzare lo spreco pro capite di rifiuti alimentari della vendita al dettaglio e dei consumatori entro il 2030.

## Le diverse definizioni di eccedenza e spreco alimentare

Affrontare il tema dello spreco alimentare necessita di una definizione chiara e comune ai fini della predisposizione di modalità uniformi di quantificazione, della comparabilità dei dati raccolti e dell'individuazione di politiche di prevenzione. Nella letteratura scientifica però una terminologia univoca

1 <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production>

2 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>

3 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851>

4 [https://ec.europa.eu/food/safety/food\\_waste/eu\\_actions/food-waste-measurement\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/eu_actions/food-waste-measurement_en)

non è stata ancora raggiunta (Priefer et al. 2013; Schneider 2013; Yeo 2014; Östergren et al. 2014).

Una delle definizioni più usate è quella della FAO che, nel già citato studio del 2011, distingue le perdite alimentari (*food loss*) dagli sprechi di cibo (*food waste*):

- il termine **food loss** si riferisce alla **perdita di cibo che si determina nella prima parte della filiera agroalimentare**, principalmente in fase di semina, coltivazione, raccolta, conservazione e prima trasformazione agricola, perdite solitamente causate da inefficienze nella filiera (maggiori nei Paesi in via di sviluppo);
- il termine **food waste** si riferisce allo **spreco di cibo commestibile che avviene nelle fasi di distribuzione e consumo**, imputabile al comportamento d'acquisto del dettagliante e del consumatore finale (maggiori nei Paesi industrializzati).

Le tonnellate (1,3 miliardi) di *food loss* e *food waste* (FLW), che nello studio del 2013 la FAO ha chiamato *food wastage* (FAO, 2013a) sono egualmente distribuite tra paesi industrializzati - 670 milioni di tonnellate - e paesi in via di sviluppo - 630 milioni di tonnellate. Il FLW pro-capite raggiunge i 280-300 kg/cap/anno in Europa e Nord America e ammonta a 120-170 kg/cap/anno nell'Asia sud-sud-orientale e nell'Africa subsahariana. Il *food waste* pro-capite a livello di consumatori in Europa e Nord America è 95-115 kg/anno, mentre nell'Africa subsahariana e nell'Asia sud-sud-orientale ammonta a solo 6-11 kg/anno (FAO, 2011). I dati FAO sul FLW si riferiscono solo al cibo originariamente destinato ad alimentazione umana; tale cibo, accidentalmente escluso dalla filiera per alimentazione umana, continua ad essere considerato come spreco anche se viene poi utilizzato per fini quali l'alimentazione animale o la produzione di bioenergia.

Il problema della **mancanza di una definizione armonizzata di food waste** è stato sollevato anche dal Parlamento Europeo (EP 2011; EP 2012) e dal Comitato Economico e Sociale Europeo (EESC 2013). Il compito di elaborare una definizione comune a livello europeo è stato affidato al progetto FUSIONS (Food Use for Social Innovation by Optimizing Waste Prevention Strategies), durato dal 2012 al 2016, che ha avuto come risultato la creazione di una piattaforma comune multi-stakeholder e il "FUSIONS definitional framework for food waste" (Östergren et al. 2014), al quale ha fatto seguito nel 2016 il report 'Recommendations and guidelines for a common european

food waste policy framework' (Vittuari M., Azzurro P., et al. 2016).

La definizione adottata da FUSIONS si discosta in maniera sostanziale dall'approccio prevalente in letteratura scegliendo di utilizzare l'espressione *food waste* e abbandonando la distinzione tra *food waste* e *food loss*, utilizzata diffusamente nella letteratura scientifica (Gustavsson et al. 2011; BCFN 2012; FAO 2013b; FAO 2014a; FAO 2014c; Bagherzadeh et al. 2014). In secondo luogo viene inclusa nella definizione di *food waste* anche la frazione non edibile degli alimenti, mentre viene escluso il flusso in uscita dalla *food supply chain* diretto verso la produzione di mangimi o di bio-materiali. Aspetti entrambi che a livello internazionale vengono di solito gestiti in modo inverso, cioè escludendo la frazione non edibile e includendo il cibo destinato all'alimentazione animale e alla bio-energia, così come emerge dall'approccio utilizzato generalmente in letteratura e in particolare dalla FAO (FAO 2013b; FAO 2014a). La decisione di includere nella definizione anche la parte non edibile (o generalmente non edibile) degli alimenti è stata motivata in particolare dalla necessità di dotarsi di una definizione il più possibile indipendente da fattori di tipo culturale/sociale/religioso, ivi incluse le preferenze/abitudini alimentari (che influiscono sul concetto di edibilità di un alimento) e dalla difficoltà intrinseca di quantificare in maniera distinta la parte edibile da quella non edibile.

La **definizione di spreco alimentare utilizzata da FUSIONS** è quindi la seguente:

*"Food waste is any food, and inedible parts of food, removed from the food supply chain to be recovered or disposed (including composted, crops ploughed in/not harvested, anaerobic digestion, bio-energy production, co-generation, incineration, disposal to sewer, landfill or discarded to sea)"<sup>5</sup>.*

La scelta terminologica adottata da FUSIONS di utilizzare il termine *food waste* al posto di *food wastage* porta inevitabilmente ad una sovrapposizione concettuale con l'espressione *food waste* intesa come "rifiuti alimentari". Il problema risulta evidente nel momento in cui ai lavori per la definizione di una strategia europea per la prevenzione degli sprechi alimentari si affiancano quelli sulle politiche europee per la prevenzione dei rifiuti (Azzurro, 2016). La definizione di *food waste* elaborata da FUSIONS ha quindi un significato diverso rispetto a quella utilizzata dalla Commissione Europea nella Waste Framework Directive 2008/98/EC (in Italia recepita con DLGS 205/2010) dove il termine inglese *waste* all'art. 3, comma 1 definisce "qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia

<sup>5</sup> Tuttavia nel Technical framework utilizzato dal progetto FUSIONS i flussi destinati ad "*animal feed, bio-based materials e biochemical processing*" sono considerati come "*valorisation and conversion*".

l'intenzione o l'obbligo di disfarsi".

Il progetto FUSIONS stima che **nell'UE 88 Mt circa di alimenti vengano buttati ogni anno** (dati 2012) e che i maggiori contribuenti sarebbero i consumatori con 47 Mt (53%). Ma le perdite nella produzione e nella trasformazione sono probabilmente sottostimate a causa della mancanza di dati. Secondo i dati FAO la quota relativa di spreco nel consumo inciderebbe per il 36% del totale (ISPRA 2018). Come dimostrano questi dati, lo spreco alimentare è un tema complesso per la questione della definizione e della quantificazione del fenomeno anche perché coinvolge tutto il ciclo alimentare, dalla produzione al fine vita: ogni stadio di questo ciclo ha problematiche, organizzazioni e attori molto diversi, che costringono ad un approccio sistemico. Gli studi esistenti non risultano ancora del tutto adeguati per affrontare pienamente la problematica degli sprechi alimentari (Chaboud e Daviron, 2017; Xue et al., 2017). In generale si considera che l'approccio orientato all'alimentazione (*food-focused approach*) affronti la questione in modo maggiormente strutturale rispetto a quello orientato ai rifiuti (*waste-focused approach*) (HLPE, 2014).

In Italia gli studi più completi sullo spreco alimentare sono due: 'Il libro nero dello spreco in Italia: il cibo' (Segrè e Falasconi, 2011) e 'Dar da mangiare agli affamati. Le eccedenze alimentari come opportunità' (Garrone, 2012) del Politecnico di Milano. Nel presente report si è deciso di far riferimento al secondo studio perché più funzionale alla comprensione del tema dello spreco alimentare e della redistribuzione delle eccedenze a fini sociali.

Partendo dal presupposto che non tutto il cibo prodotto all'interno della filiera viene consumato, lo studio del Politecnico definisce lo scarto alimentare come la parte non commestibile (che grazie all'innovazione tecnologica diventa in parte materia prima seconda per altri processi produttivi) e **l'eccedenza come il cibo commestibile e sicuro che per varie ragioni non viene acquistato o consumato.**

I motivi della generazione dell'eccedenza alimentare possono essere diversi: ad esempio, negli stadi a monte, vi possono essere **errori di previsione della domanda, difetti qualitativi** che riducono il valore percepito del prodotto, anche in termini estetici, **danneggiamenti nel packaging** e così via. Nello stadio del consumo, vi sono comportamenti come la **bassa frequenza della spesa, l'acquisto di confezioni non divisibili, gli acquisti d'impulso.** Il risultato finale è un'eccedenza che deve essere gestita al di fuori degli usuali canali commerciali e di consumo domestico.

## La gestione dell'eccedenza alimentare

Le modalità di gestione di tale eccedenza sono state definite dall'Environmental Protection Agency degli Stati Uniti d'America, secondo una precisa gerarchia che nel 2014 è stata aggiornata dalla FAO e Unep nella **Food and Drink Material Hierarchy**<sup>6</sup>. La gerarchia, dove al primo posto compare la **prevenzione**, individua diverse destinazioni per l'eccedenza secondo un ordine di priorità: alimentazione **umana** (sconti, rilavorazioni, vendita a mercati secondari e donazione a enti caritativi o *food bank*), **alimentazione animale** (vendita o donazione a rifugi per animali, conferimento ad aziende specializzate nella produzione di mangimi), **produzione di energia, compostaggio** e, infine, lo **smaltimento in discarica.**

"Dar da mangiare agli affamati" definisce quindi "spreco alimentare in una prospettiva sociale" l'eccedenza alimentare che non è recuperata per il consumo umano, "spreco alimentare secondo una prospettiva sociale e zootecnica" l'eccedenza alimentare che non viene recuperata né ai fini dell'alimentazione umana né quella animale, "spreco alimentare secondo una prospettiva di sistema" il rifiuto non valorizzato, ossia l'eccedenza alimentare smaltita in discarica.

Dai dati del Politecnico di Milano (Garrone, 2015) emerge che **in Italia vengono prodotte in un anno circa 5,6 milioni di tonnellate di eccedenze alimentari**, un valore in calo rispetto alla rilevazione di 4 anni prima grazie all'effetto concomitante di due fenomeni: la contrazione generale dei consumi e una maggiore attenzione alle cause di generazione delle eccedenze e alla loro donazione. La redistribuzione delle eccedenze, seppur in crescita, è però ancora poco consistente: 5,1 milioni sono le tonnellate di cibo sprecate in una prospettiva sociale (ovvero non utilizzate per alimentazione umana), che rappresentano il 15,4% dei consumi annui alimentari e il 91,4% dell'eccedenza alimentare. Ogni anno vengono così persi 12,6 miliardi di euro, pari a 210 euro pro capite. Eccedenza e spreco si generano in tutti gli stadi della filiera agroalimentare ma i principali responsabili sono lo stadio del consumo (dove, tra l'altro, tutta l'eccedenza si trasforma in spreco) e della produzione; a seguire gli stadi della distribuzione, trasformazione e ristorazione. Ogni stadio ha ampi margini di miglioramento.

<sup>6</sup> UNEP/Think-Eat-Save, FAO, WRAP, Food and drink material hierarchy, 2014, p. 24

### Ecceденza e spreco sociale: valori assoluti e incidenza percentuale (2015)

Stadio	Flussi annui gestiti (1.000 ton)	Ecceденza (1.000 ton)	% ecceденza su flussi annui (singolo stadio)	% ecceденza (singolo stadio) su totale ecceденza	Spreco (1.000 ton)	% spreco su ecceденza (singolo stadio)	% spreco (singolo stadio) su totale spreco
Primario	71.975	2.045	2,8%	36,58%	1.755	85,8%	34,3%
Trasformazione	46.085	175	0,4%	3,13%	75	42,9%	1,5%
Distribuzione	29.810	755	2,5%	13,51%	690	91,4%	13,5%
Ristorazione	3.280	210	6,4%	3,76%	185	88,1%	3,6%
Consumo	29.935	2.405	8,0%	43,02%	2.405	100,0%	47,1%
<b>TOTALE</b>		<b>5.590</b>			<b>5.110</b>	<b>91,4%</b>	

Fonte: Surplus food management against food waste (Garrone, 2015)

In Italia una sensibilità sul tema dello spreco e del recupero delle eccedenze è maturata prima che nel resto d'Europa, merito del lungo percorso normativo avviato con la legge n.155/2003 detta del Buon samaritano, che ha consentito di avviare programmi di donazione e recupero degli alimenti, e finalizzato nel 2016 con l'approvazione della legge n.166/2016, detta anche legge Gadda, che recepisce in larga misura le proposte elaborate attraverso un'ampia consultazione degli stakeholder. L'intento incentivante e non sanzionatorio, come invece previsto dalla legge antisprechi francese, è dato dal fatto che il legislatore è consapevole della difficoltà di trovare sul territorio soggetti in grado di ricevere e redistribuire tutte le eccedenze che si generano e in particolare quelle dei prodotti freschi confezionati o freschissimi sfusi, per i quali tempistiche e logistica sono determinanti.

La legge si inserisce nel contesto di cambiamento e transizione verso l'economia circolare avviato dall'Unione Europea e viene citata nella Risoluzione del Parlamento Europeo sull'"Efficienza sotto il profilo delle risorse: ridurre lo spreco alimentare, migliorare la sicurezza alimentare" del 16 maggio 2017. La Risoluzione "osserva che non esiste una definizione e una metodologia comune a livello di UE per misurare le "eccedenze alimentari"; evidenzia che l'Italia ha

adottato una legislazione che definisce le eccedenze della catena alimentare e prevede una gerarchia per il recupero delle eccedenze dando la priorità al consumo umano; invita la Commissione a esaminare gli effetti di detta legislazione sulla donazione e gli sprechi di alimenti in Italia, e a valutare la possibilità di proporre, se necessario, una normativa simile a livello di UE<sup>7</sup>.

Anche le **regioni**, che hanno la competenza in materia di rifiuti, sono chiamate dalla Commissione Europea (Direttiva 851/2018) a stanziare specifiche risorse per favorire la riduzione dei rifiuti alimentari, e quindi dello spreco, attraverso **progetti di prevenzione** all'interno dei propri programmi di prevenzione dei rifiuti. La Consulta del Cibo della Regione Lombardia, ad esempio, ha previsto per il 2019 un contributo di 200 mila euro per sostenere le startup che combattono lo spreco alimentare<sup>8</sup>.

Per gli enti del terzo settore che invece si occupano di redistribuzione delle eccedenze, Ciessevi (Centro di Servizio per il volontariato) ha pubblicato l'*instant book* "Io non butto. Vademecum per i volontari attivi nel recupero a filiera corta delle eccedenze alimentari"<sup>9</sup>. Il Vademecum fa parte del **progetto "Io non butto"**, un network che sostiene lo sviluppo di reti di prossimità impegnate nel recupero delle eccedenze alimentari "di giornata" della piccola e media distribuzione<sup>10</sup>.

Sono sempre più numerose le iniziative contro lo spreco alimentare. Per promuoverle e favorirne la condivisione da parte degli enti territoriali, nel 2014 è nata l'associazione nazionale [www.sprecozero.net](http://www.sprecozero.net) che vede come partner il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) e l'Associazione Nazionale dei Comuni Italiani. L'ANCI è impegnata anche in un progetto, sempre finanziato dal Ministero dell'Ambiente, per la realizzazione di una banca dati on-line delle iniziative di riduzione degli sprechi alimentari nelle scuole italiane<sup>11</sup>.

<sup>7</sup>[https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0207\\_IT.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0207_IT.html)

<sup>8</sup><https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/lombardia-notizie/DettaglioNews/2019/04-aprile/08-14/alimentazione-assessore-200000-euro-per-sostenere-startup/alimentazione-assessore-200000-euro-per-sostenere-startup>

<sup>9</sup> <https://www.csvlombardia.it/wp-content/uploads/2018/05/instant-book-io-non-butto-Ciessevi.pdf>

<sup>10</sup><https://www.csvlombardia.it/milano/milano-comunita-territorio/io-non-butto/>

<sup>11</sup>[https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/trasparenza\\_valutazione\\_merito/RIN/provvedimenti\\_dirigenti/2018/accordo\\_ANCI\\_spreco\\_alimentare.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/trasparenza_valutazione_merito/RIN/provvedimenti_dirigenti/2018/accordo_ANCI_spreco_alimentare.pdf)

## Il processo di donazione delle eccedenze<sup>12</sup>

Il processo di donazione delle eccedenze alimentari alle persone in difficoltà economica presuppone la presenza di almeno due soggetti: **il donatore**, per esempio la GDO, e **il beneficiario** - o donatario, secondo la definizione della legge Gadda - tipicamente un ente del terzo settore che si occupa della redistribuzione delle eccedenze a fini solidali. I Comuni rivestono un ruolo sia nei confronti dei donatori - attraverso la definizione della tariffa sui rifiuti - sia nei confronti delle organizzazioni no profit (donatari) che si occupano di assistenza agli indigenti - attraverso le politiche sociali. Nel primo caso, in virtù della legge Gadda, **i Comuni possono anche decidere una riduzione sulla parte variabile della TARI** (nel caso in cui la modalità di tariffazione dei rifiuti sia la TARIP, la riduzione è già assicurata). Nel secondo caso, il ritiro e la redistribuzione delle eccedenze alimentari è tra i servizi che i Comuni stabiliscono con gli enti non profit del territorio: generalmente si tratta di un servizio che viene svolto dalle onlus senza alcun finanziamento e che non viene formalizzato; l'utenza territoriale si può anche interfacciare direttamente con gli enti non profit superando i settori che si occupano delle politiche sociali del Comune di riferimento (Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2017). Nel processo di donazione gli enti del terzo settore rappresentano l'anello "debole". La capacità di recupero delle eccedenze da parte di tali organizzazioni dipende infatti in larga misura dalla disponibilità di mezzi e attrezzature idonei per il trasporto e la corretta conservazione degli alimenti. La legge Gadda non ha tuttavia previsto specifici incentivi/sgravi fiscali al fine di sostenere la capacità operativa di tali soggetti.

Gli enti No Profit, possono essere divisi in due tipologie di organizzazioni: **enti di primo livello** (o *back line*) ed enti di secondo livello (o *front line*). I primi, tipicamente i **banchi alimentari**, non hanno un contatto diretto con gli indigenti e hanno un'alta capacità di interazione con le aziende donatrici (e con AGEA, Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura della Comunità Europea<sup>13</sup>): infatti sono dotati di una forte capacità logistica - magazzini e spesso mezzi di trasporto propri - operano ad una scala territoriale vasta

<sup>12</sup> Il paragrafo è tratto dal report Il Sistema del cibo a Milano. Approfondimenti tematici (ESTà, 2018).

<sup>13</sup> L'Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura (AGEA) è un ente statale, sottoposto alla vigilanza del ministero delle Politiche agricole e forestali, che gestisce i finanziamenti della politica agricola comune della Comunità Europea e il fondo di aiuti europei agli indigenti (FEAD). Il Fondo sostiene economicamente i paesi dell'UE nel fornire agli indigenti cibo, indumenti e articoli essenziali per uso personale. L'assistenza deve essere accompagnata da misure di integrazione sociale, come le iniziative per aiutare le persone a uscire dalla povertà.

e per queste caratteristiche si pongono come intermediari tra chi dona (aziende della filiera produttiva, privati cittadini, AGEA) e chi distribuisce direttamente agli indigenti (gli enti di secondo livello). Gli enti di primo livello quindi ritirano, stoccano e ridistribuiscono. Nei magazzini talvolta viene anche effettuato il riconfezionamento dei prodotti. Gli **enti di secondo livello** ricevono i prodotti dagli enti di primo livello e li **ridistribuiscono agli utilizzatori finali**. Operano a livello locale e sono meno strutturati dal punto di vista dell'organizzazione logistica rispetto agli enti di primo livello. Queste organizzazioni distribuiscono cibi e bevande tramite unità di strada, pacchi alimentari per il consumo domestico (anche tramite gli empori solidali), pasti pronti (modello delle mense per i poveri e dei ristoranti solidali). Entrambe le tipologie prevedono un forte **coinvolgimento dei volontari**. Esiste poi una tipologia di **organizzazioni ibride**, per le quali le due funzioni di ritiro dalle aziende donatrici e distribuzione agli indigenti sono egualmente strutturate: questi enti servono un'utenza limitata alla scala locale con propri accreditamenti presso le strutture della GDO. Gli stessi enti ritirano anche dalle realtà di primo livello. Per tutti viene evidenziata l'importanza della **capacità di fare rete**, tra loro e con le istituzioni (Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2017; Garrone, 2012).

In generale, si segnala l'importanza di alcuni elementi chiave nel processo di redistribuzione: **tecnologia; collaborazione** (verticale di filiera, orizzontale o cross settoriale); **conferimento proattivo** e non passivo; **processi di gestione strutturati** (per le aziende che donano - coordinamento tra le diverse funzioni aziendali, responsabilità chiaramente assegnate, sistema di misurazione periodica - e per gli enti del terzo settore - assegnazione chiara dei ruoli e delle competenze, infrastrutture adeguate come mezzi dotati di celle frigo o coibentati); **formazione; trasferimento di buone pratiche; creazione di reti locali, coordinate da attori di eccellenza**.

Infine, **il processo di donazione permette un importante effetto moltiplicatore (rapporto tra valore recuperato e costo per il recupero)** grazie al quale ogni euro investito nella filiera del recupero consente di mettere a disposizione degli indigenti cibo per un valore compreso tra i 3 e i 10 euro (Garrone, 2015).

## Milano contro lo spreco alimentare

### La Food Policy del Comune e la lotta allo spreco alimentare

#### Andrea Magarini

Il Comune di Milano e la Fondazione Cariplo hanno avviato nel 2014 i lavori per la definizione di una **Food Policy della città per rendere il sistema alimentare milanese più sostenibile, equo e resiliente**. L'analisi preliminare, realizzata per dare avvio al processo, ha raccolto e analizzato i dati disponibili sul sistema alimentare locale, permettendo di individuare le principali tendenze e fornendo gli stimoli per l'individuazione degli ambiti di azione della politica.

Nel 2015, dopo un processo di consultazione pubblica, il Consiglio Comunale ha approvato le **Linee di Indirizzo della Food Policy** di Milano, definendo **5 priorità** tra cui "ridurre lo spreco alimentare". La rinnovata attenzione a questo tema e la necessità di dare luogo ad azioni concrete hanno avvicinato il Comune ai soggetti che, in alcuni casi da diverso tempo, si occupavano in città di riduzione dello spreco attraverso la donazione di eccedenze alimentari, campagne di sensibilizzazione verso i cittadini e valorizzazione dello spreco già avvenuto.

Fin dalle prime fasi di attività dell'Ufficio Food Policy, il tentativo è stato quello di mantenere un **approccio sistemico alle progettualità già esistenti**, migliorando la sinergia tra i diversi settori del Comune che a vario titolo contribuivano al tema. Lo scambio e il coordinamento con gli attori del territorio è stato ulteriormente rafforzato e ha permesso lo sviluppo di progettualità innovative - alcune delle quali descritte nei paragrafi successivi - e che tengono conto degli sviluppi internazionali connessi al tema.

La priorità della Food Policy sulla **riduzione dello spreco alimentare** ha stimolato una consapevolezza più precisa anche nelle società partecipate del Comune di Milano e favorito lo sviluppo di azioni concrete, in un primo momento non ispirate dall'Ufficio Food Policy. Alcune buone pratiche sono state messe in atto presso **Milano Ristorazione** nelle mense scolastiche e nei centri cottura, **SogeMi** nel mercato ortofrutticolo e **AMSA** nella gestione della frazione umida. Per lo sviluppo e il monitoraggio delle azioni, in particolare legate alla raccolta e redistribuzione delle eccedenze alimentari per fini solidaristici, sono state organizzate a partire dal 2018 una serie di **Comunità di Pratica**, dal vivo e virtuali, per favorire lo scambio di conoscenza sulle pratiche presenti in città, connettere le università e i ricercatori con gli

attori sociali e sviluppare relazioni di valore con le istituzioni attente al tema sia dal punto di vista ambientale che da quello sociale, come Fondazione Cariplo e CSV (Centro servizi per il volontariato) Milano.

Il monitoraggio delle tendenze legate allo spreco alimentare risulta cruciale anche per quanto riguarda il contributo della Food Policy agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030. L'impegno è quello di sviluppare un sistema di monitoraggio per dimostrare il raggiungimento del target 12.3 "Entro il 2030, dimezzare lo spreco pro capite globale di rifiuti alimentari nella vendita al dettaglio e dei consumatori" nell'arco dei prossimi 10 anni.

### Il coinvolgimento di altre città italiane

In rapporto ai diversi progetti locali, il Comune di Milano ha attivato **progetti europei** sia per finanziare parte delle attività locali stesse, sia per consolidare rapporti con città italiane ed europee del MUFPP. In Italia sono quasi 30 le città che hanno firmato il patto e molte di queste stanno sviluppando azioni innovative contro lo spreco alimentare. In occasione della IV edizione di Seeds&Chips (l'incontro annuale sul tema dell'innovazione per la sostenibilità del sistema cibo) il 10 maggio 2018, Milano ha coinvolto Roma, Torino, Genova, Modena e Cremona in un momento di approfondimento sulla gestione dello spreco alimentare, uno dei temi al centro delle politiche alimentari sviluppate dalle città, con l'obiettivo di fare rete per portare le istanze delle città a livello nazionale.

### Il lavoro in Europa

Tra le cinque priorità della Food Policy di Milano, la lotta agli sprechi alimentari è quella maggiormente proiettata in Europa. Dal 2017 Milano è l'unica città a far parte della **European Platform for Food Losses and Food Waste** (EU Platform FLW) promossa dalla Commissione Europea, che ha chiesto al Comune di Milano di diventare "Rapporteur" per aiutare a costruire raccomandazioni chiave in grado di contrastare lo spreco alimentare nelle città. Milano promuove il ruolo delle città europee contro lo spreco alimentare anche all'interno del **Working Group Food** nato nel 2016 all'interno di **Eurocities**, la principale associazione dei sindaci europei. Per favorire la diffusione delle pratiche è stato creato un database online "Refresh Community of Expert" ([www.refreshcoe.eu](http://www.refreshcoe.eu)) di buone

pratiche dove le città possono caricare documenti, video, infografiche, slides riferite alle proprie buone pratiche. Milano ha aderito anche alla **rete C40** sui cambiamenti climatici, a **100 Resilient Cities** e **CE100**, il programma di innovazione della Fondazione Ellen MacArthur per facilitare lo sviluppo di progetti di economia circolare. Partecipare a queste reti favorisce l'internazionalizzazione delle esperienze e degli attori che stanno innovando sul tema, integrandoli in un dibattito che unisce la dimensione locale a quella globale.

Nel 2018 Milano è stata inclusa tra le replicant city del progetto "Life+ TRiFOCAL". Il progetto mira a sviluppare una campagna di comunicazione contro lo spreco alimentare a Londra e a replicare alcuni contenuti in 8 città europee, tra cui Milano. Nello stesso anno, Milano è stata anche inclusa nello stakeholder group del progetto Interreg CircE, capofila Regione Lombardia, sull'economia circolare associata alla riduzione dello spreco alimentare. Infine, nell'aprile 2018, Milano ha organizzato insieme ad Eurocities un meeting di due Working Group (Food + Waste) ad Amsterdam per condividere esperienze tra le città europee sul tema.

### Hub di quartiere

L'idea di aprire hub di quartiere per la **redistribuzione veloce di eccedenze alimentari** è nata in occasione di EXPO 2015 e nel 2016 è stato siglato da Comune, Assolombarda e Politecnico il protocollo di intesa "Milano a zero sprechi: smart city e food sharing", proprio con l'obiettivo di progettare "**microdistretti del recupero a chilometro zero**", un modello innovativo adatto all'area urbana, estendibile e replicabile, basato su circuiti veloci di raccolta e redistribuzione dei prodotti edibili in eccedenza per sostenere le famiglie in stato di indigenza con bambini e adolescenti. Il primo hub è stato inaugurato in Via Borsieri (si trova nel Municipio 9, ma serve anche il Municipio 8) a inizio 2019: il Comune di Milano ha messo a disposizione tramite bando uno spazio pubblico non utilizzato di 72 mq; il Banco Alimentare della Lombardia (vincitore del bando) ha garantito la gestione operativa; il Programma QuBi (lanciato da Cariplo per combattere la povertà alimentare dei minori a Milano e con già due empori inaugurati) ha finanziato l'allestimento (cella frigorifera per la gestione del cibo fresco, scaffalature per il cibo secco e confezionato, postazione amministrativa) e la gestione dello spazio e ha favorito le connessioni con le reti locali di quartiere sostenute e coinvolte dal programma stesso; il Politecnico di Milano - al fine di costruire un modello logistico replicabile in altri

quartieri - ha implementato un sistema di misurazione e reportistica e ha contribuito al coordinamento della rete di imprese donatrici di eccedenze; Assolombarda infine ha coinvolto alcune aziende del territorio.

La gestione operativa è la seguente: i volontari del Banco Alimentare alla mattina, con un furgoncino provvisto di cella frigorifera (fornito dall'operatore logistico Number1 Logistics Group) recuperano le eccedenze dai supermercati, al pomeriggio, con un altro furgone, quelle delle mense. La presenza nell'hub di una cella frigorifera consente di stoccare anche la merce fresca e deperibile prima di creare i mix alimentari pronti per le donazioni. Le organizzazioni caritative si recano nell'hub per ritirare con i propri mezzi gli alimenti di cui hanno bisogno in modo assortito. Le eccedenze che provengono dalle mense vengono invece direttamente consegnate dal Banco Alimentare alle organizzazioni caritative dotate di servizio mensa.

Le eccedenze recuperate sono di cibo fresco e secco, frutta e verdura e pane.

### I dati dell'Hub di Via Borsieri a gennaio 2020<sup>14</sup>

Le tonnellate di cibo donato nell'Hub di via Borsieri durante il 2019 (8 mesi di rilevazione) sono state 77<sup>15</sup>, per un totale di circa 154.000 pasti equivalenti<sup>16</sup>, con un valore economico di 308.000 euro, 3.950 persone raggiunte, di cui 2.470 adulti e 1.480 minori. Le quantità di frutta e verdura sono superiori al 20%. Sulla base di WRAP 2015 sono state stimate **240 tonnellate di emissioni di CO<sub>2</sub> eq. evitate** e 77.000 tonnellate di acqua risparmiata.

Gli **11 supermercati** che hanno partecipato (catene Carrefour, Coop Lombardia, LIDL, Il Gigante), hanno generato un'eccedenza del 2,08% del totale dei flussi gestiti, eccedenza che è stata donata per il 31% ed è diventata rifiuto per il 69%; le mense aziendali (Deutsche Bank, Maire Tecnimont, Pirelli, Siemens e mense gestite da Pellegrini) hanno generato un'eccedenza dello 0,8% del totale dei flussi gestiti, eccedenza che è stata donata per il 75% ed è diventata rifiuto per il 25%.

Sono inoltre aumentati nel corso dell'anno gli attori sociali che usufruiscono del servizio: le **organizzazioni non profit** sono infatti passate da 14 a 21 (Balikatan, C.A.S.T.,

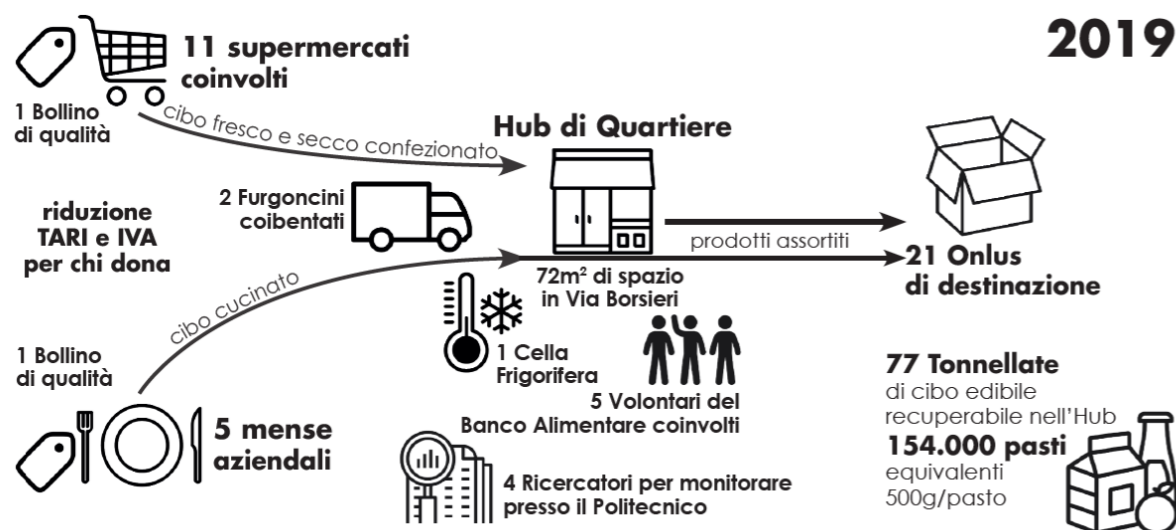
<sup>14</sup> Ufficio Food Policy, Hub di quartiere per il dono del cibo contro lo spreco alimentare. Risultati e attività del 2019.

<sup>15</sup> Il valore di 77 tonnellate è stato calcolato dall'Osservatorio della Food Sustainability del Politecnico di Milano partendo da dati in valore economico ed applicando un coefficiente di trasformazione per ottenere i dati in peso.

<sup>16</sup> Tale valore viene calcolato assumendo che un pasto equivalente corrisponda a 500 g di cibo.

Caritas Nerviano, Casa alla Fontana, Cena dell'Amicizia, Centro Ascolto Dergano, Club Itaca, Corpus Domini, F.lli San Francesco, Il Nostro Giramondo, Maria Madre della Misericordia, Messa della Carità, Parrocchia san Paolo, Pro Tetto, Refettorio Ambrosiano, San Carlo in Ca Granda, San G.Battista alla Bicocca, San Ildefonso, San Paolo Apostolo, San Vincenzo e San Felice, Santa Giustina).

### Il modello degli Hub di quartiere (2019)



Fonte: Ufficio Food Policy del Comune di Milano

Nel corso del 2020, all'hub di Via Borsieri e agli altri due hub finanziati con il programma QuBì (uno in Via degli Umiliati - Municipio 4 - e uno al confine tra i Municipi 2 e 3), si aggiungerà un quarto hub<sup>17</sup> (per il quale AVIS fornisce lo spazio e la BCC di Milano il finanziamento) nel Municipio 3, a Lambrate. È anche in programma l'apertura di nuovi hub in altri Municipi di Milano per diffondere e replicare il modello in modo capillare nella città. Infatti, **l'obiettivo del Comune è di creare un hub di stoccaggio e distribuzione di eccedenze alimentari in ogni quartiere**. Per questo è stato fatto un avviso pubblico, curato dalla Direzione Quartieri e Municipi, che resterà permanentemente aperto fino al 30 settembre 2020, con date di valutazione semestrale delle candidature ricevute. L'avviso pubblico permette di candidare tre tipologie di supporto: la messa a disposizione di spazi (pubblici o privati), le sponsorizzazioni tecniche e finanziarie utili all'allestimento e al funzionamento degli spazi.

<sup>17</sup><https://www.fondazionecripito.it/it/news/servizi/a-lambrate-un-nuovo-hub-contro-lo-spreco-alimentare.html>

### Le questioni rilevanti nel modello dell'Hub di quartiere

La sperimentazione degli hub di quartiere nasce all'interno di un quadro di lotta allo spreco alimentare in un contesto urbano, le cui caratteristiche sono da un lato **eccedenze estremamente variabili** (sia in termini di frequenza temporale che di quantità generate) e **spesso mono-categoria** (in alcuni giorni è disponibile solo una tipologia di eccedenza, che impedisce quindi il mix nutrizionale che serve alle persone indigenti), dall'altro **associazioni no profit con scarsa o nulla capacità logistica** e con **limitate competenze nella gestione di processi** (competenze necessarie per lavorare in maniera strutturata con le aziende). Recuperare da più punti vendita e convogliare tutto in un solo luogo consente di creare un mix equilibrato di alimenti da consegnare alle strutture in base alle diverse necessità: è stato fatto uno sforzo per intercettare più categorie merceologiche possibili, anche frutta e verdura sfusa e confezionata, gastronomia (dal banco della GDO), fresco confezionato e il cucinato delle mense; inoltre il mix di alimenti può essere mirato anche alla composizione familiare, per cui si cerca di distribuire alle famiglie con bambini latticini, frutta e verdura. L'hub di quartiere permette il coinvolgimento non solo dei supermercati ma anche dei negozi di vicinato e dei laboratori artigianali (infatti lo stesso furgone coibentato può passare a ritirare anche dai piccoli negozi e ottimizzare il recupero). Inoltre, essendo dotato di cella frigorifero ma lavorando anche su circuiti veloci, permette il recupero di quei prodotti che a causa della breve vita residua (scadenza 1-2 giorni) non è possibile stoccare. Infine avendo una scala di quartiere, **rafforza i legami sul territorio**.

I principali fattori di successo del progetto, dichiarati dai partner, sono la collaborazione tra diversi attori e la rimozione dei vincoli che, da letteratura, sono l'asimmetria di importanza e peso tra i diversi attori, la resistenza al cambiamento e i conflitti pregressi. Tali vincoli sono stati superati introducendo una **governance partecipata**, lavorando su incentivi economici e reputazionali, puntando su mediazione e confronto, individuando un soggetto facilitatore, tutti elementi che hanno indotto un circolo virtuoso che ha aumentato la fiducia degli attori coinvolti. Il progetto ha consentito un allargamento della rete: sono infatti entrate realtà del territorio che non avevano una collaborazione pregressa con Banco Alimentare (alcune realtà hanno collaborato solo per pochi mesi, al fine di tamponare picchi di attività o per raggiungere una diversa utenza). È importante che il **modello di rete resti flessibile**



**e aperto:** tra le altre cose, questo consente anche di ovviare al problema della quantità che le diverse onlus possono assorbire. Inoltre fondamentale è stato il sostegno dei **soggetti finanziatori** e il **monitoraggio continuo** delle prestazioni: le analisi mensili hanno infatti permesso in caso di rilevamento di scostamenti (per esempio aumento eccedenze, diminuzione donazioni) di intervenire prontamente per individuarne le cause. Il monitoraggio consente inoltre di ottimizzare i processi, per esempio minimizzando i tempi di sosta nelle mense e nei punti vendita della GDO, così da poter inserire più ritiri all'interno dello stesso giro.

Ci sono comunque alcune criticità da risolvere, come per esempio il fatto che alcuni prodotti arrivano in quantità troppo elevate (il pane), o la necessità di sensibilizzare le imprese, che hanno policy specifiche sulla donazione, per inglobare nuovi prodotti interessanti a livello nutrizionale.

### Milano Ristorazione

La società Milano Ristorazione S.p.A., di cui il Comune di Milano detiene il 99% del capitale, gestisce dal 1 gennaio 2001 la ristorazione collettiva della città, consegnando **ogni giorno circa 85.000 pasti** (16.987.305 pasti anno, di cui 14.250.879 - l'84% - sono pasti al cotto destinati alle scuole). In particolare la Società, attraverso 26 centri cottura, garantisce il servizio di ristorazione scolastica a favore di 180 scuole dell'infanzia comunali, 27 scuole dell'infanzia statali, 155 scuole primarie, 58 scuole secondarie di primo grado, per un totale di 437 refettori presenti nelle scuole pubbliche. Inoltre, attraverso 81 cucine interne, fornisce i pasti a 200 nidi (104 a gestione comunale diretta). Infine gestisce il servizio di ristorazione anche per 16 Centri Diurni Disabili, 9 Centri Multiservizi Anziani, 5 Case vacanza, 3 Residenze Sanitarie Assistenziali, 1 Centro di Accoglienza Notturmo (Casa Jannacci di Viale Ortles), Protezione Civile, Consiglio Comunale e per il servizio di consegna dei pasti a domicilio agli anziani<sup>18</sup>. Alle scuole private convenzionate vengono consegnati pasti al crudo, cioè prodotti alimentari non lavorati (Milano Ristorazione, 2018).

Milano Ristorazione si avvale di quattro cooperative che distribuiscono i pasti nelle scuole e di una piattaforma logistica a Buccinasco (magazzino centrale da cui vengono distribuite le materie prime ai centri cottura). La fornitura dei

<sup>18</sup> Gli anziani indicati dalle politiche sociali ricevono quotidianamente a domicilio il pranzo e un complemento di colazione e cena; la consegna è fatta da una società a cui il Comune ha affidato il servizio, la società ritira i pasti da Milano Ristorazione e li consegna a casa.

pasti per le scuole avviene in **legame fresco caldo** (ciò che viene preparato oggi deve essere consumato oggi) mentre nel centro di produzione di Sammartini (il più grande dei centri cottura, con 11 mila pasti) vengono preparati anche i pasti per le utenze non scolastiche in **legame refrigerato** (quindi ciò che viene cucinato oggi viene o può venire consegnato anche il giorno successivo). Questa modalità permette di dirottare il cibo che avanza nella preparazione dei pasti per le scuole sulle altre utenze e ridurre così lo spreco alimentare. Tutto il cibo che viene consegnato ai refettori viene scodellato; i quantitativi preparati sono leggermente superiori rispetto al numero di utenti previsti al pasto: questa scelta permette di assicurare la fruizione del servizio a tutti gli alunni anche in caso del verificarsi di eventi accidentali inattesi, come il rovesciamento di una teglia nella cucina o durante il trasporto.

Per decidere quanti pasti preparare ogni giorno, Milano Ristorazione si basa sullo storico dei dati e sulle prenotazioni che arrivano dalle scuole ogni mattina (ore 9 nidi e primarie - ore 10 secondarie, anche se gli orari non vengono sempre rispettati). I centri cottura iniziano a preparare i pasti che prevedono lavorazioni più lunghe e successivamente i primi piatti, che appena cucinati vengono trasferiti nelle gastronomie in acciaio. Nelle scuole in cui gli studenti mangiano su più turni i pasti non vengono consegnati tutti insieme ma in momenti successivi.

Le azioni messe in campo da Milano Ristorazione contro lo spreco alimentare riguardano l'introduzione del sacchetto salva-merenda, il progetto frutta a metà mattina e la collaborazione con il Banco Alimentare (progetto Siticibo) e altri enti caritativi per la redistribuzione di pane e frutta non consumati nelle scuole.

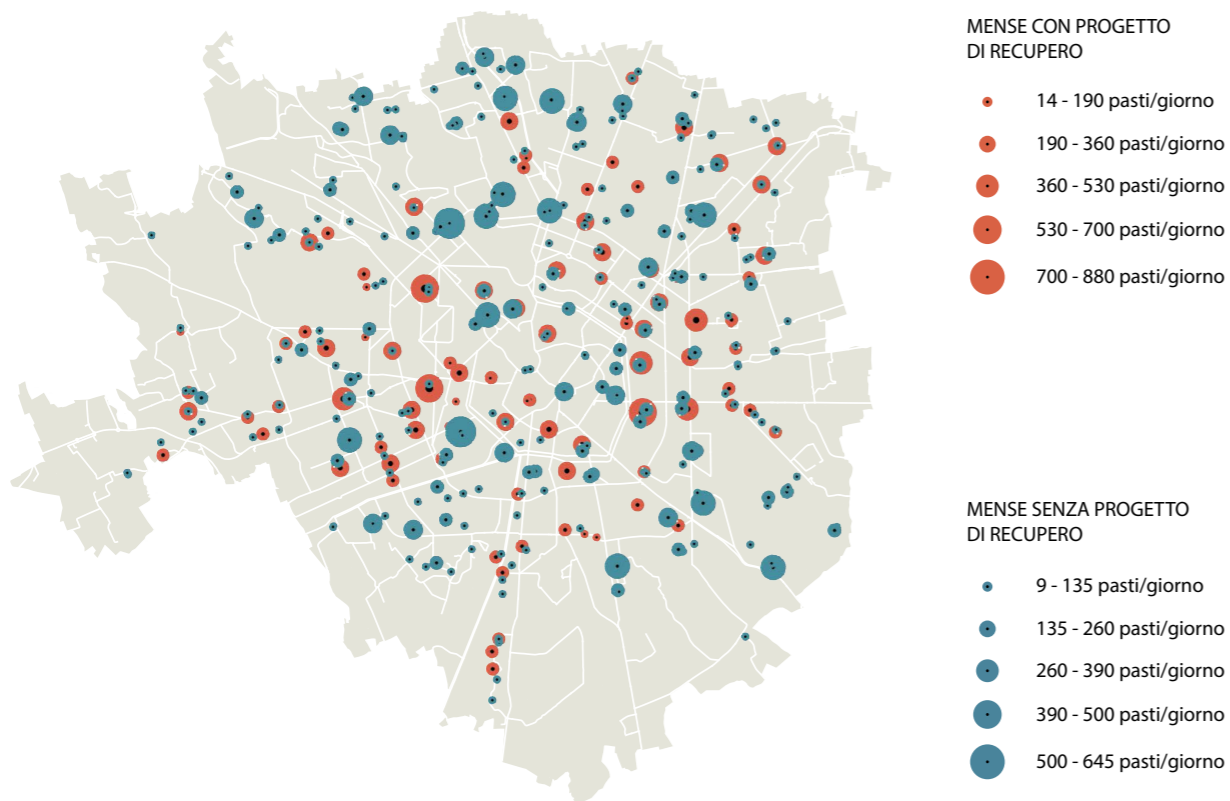
Dal 2014 sono stati distribuiti più di 40 mila sacchetti salvamerenda in oltre 90 scuole che ne hanno fatto richiesta. Il sacchetto, adatto a contenere gli alimenti, è lavabile e riciclabile. I bambini lo portano con sé quando vanno in refettorio per riporvi il pane e la frutta o il dessert qualora a pranzo non li abbiano consumati. L'obiettivo è coinvolgere anche i bambini e le famiglie in una rete di prevenzione e limitazione dello spreco alimentare, consentendo il consumo a casa del cibo avanzato a scuola, che per le famiglie in difficoltà economica rappresenta anche una possibilità di arricchire il pasto serale dei figli.

Il progetto "Frutta a metà mattina" propone, a tutte le scuole primarie di Milano che aderiscono con almeno il 50% delle classi per ogni plesso, di sostituire la merenda acquistata dalle famiglie e consumata abitualmente dai bambini a scuola, anticipando al momento dell'intervallo la distribuzione della frutta prevista a fine pasto. A gennaio 2020 le scuole aderenti al progetto sono 64 con 874 classi

coinvolte per un totale di 18.851 alunni. Il progetto oltre a promuovere una sana abitudine alimentare ha portato a un calo dello spreco alimentare perché i bambini erano meno propensi a consumare la frutta alla fine del pasto.

La lotta allo spreco nelle scuole milanesi avviene anche attraverso l'azione di raccolta di pane e frutta eccedenti e non consumati presso i refettori delle scuole dell'infanzia e primarie, effettuata dalla Fondazione Banco Alimentare (all'interno del programma Siticibo) e da altre associazioni. Nel 2018/19, su 418 scuole (tra scuole dell'infanzia, primarie e secondarie), 106 erano impegnate in progetti di recupero delle eccedenze: 99 in collaborazione con il Banco Alimentare, 3 con l'Associazione La Grangia, 2 con la Caritas Ambrosiana e 2 con i City Angels.

Mappa distribuzione mense scolastiche delle scuole d'infanzia, primarie e secondarie con e senza progetti di recupero delle eccedenze (maggio 2018)

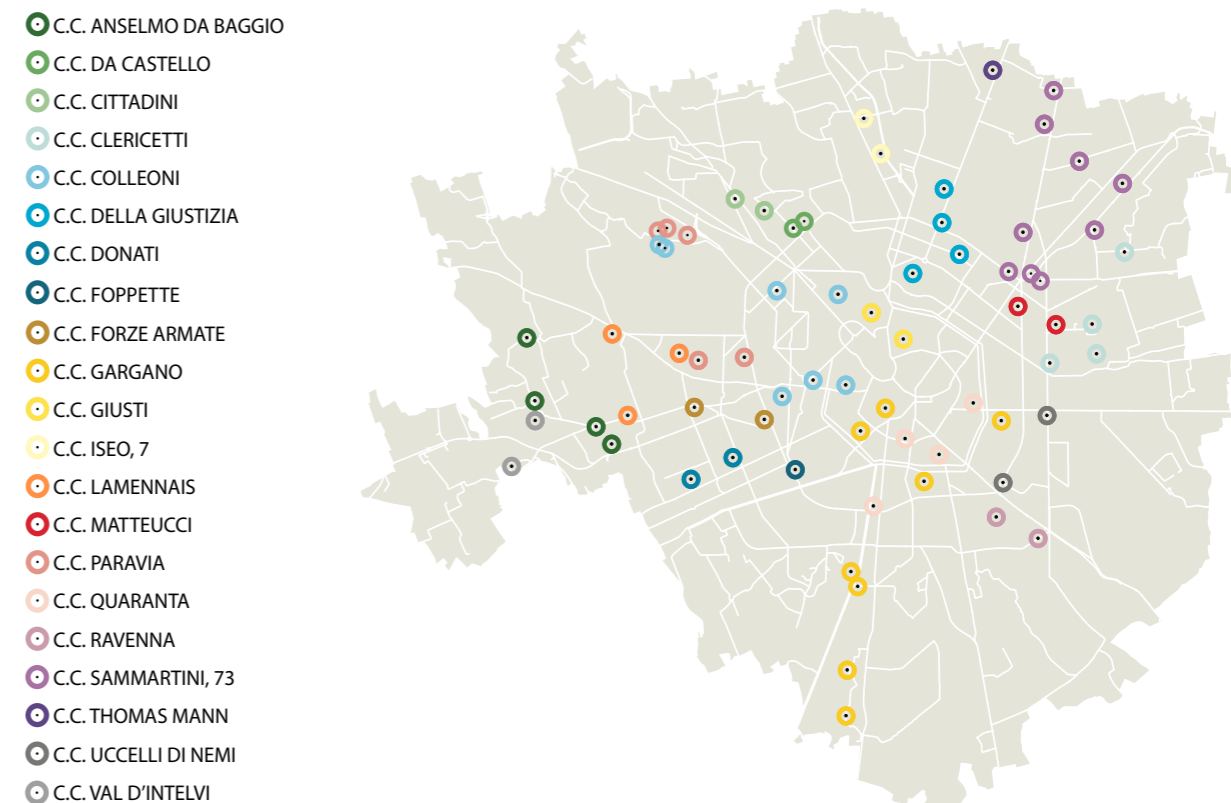


Fonte: Cartografia ESTà su dati di Milano Ristorazione

Nell'anno scolastico 2019/20, la redistribuzione delle eccedenze di pane e frutta ha coinvolto 91 scuole (di cui 88 primarie, 2 secondarie di primo grado e 1 scuola

dell'infanzia): 71 con il programma Siticibo e 20 con altri soggetti (MM, Caritas Ambrosiana, Comunità di S.Egidio, Ass. Case Popolari Calvairate, l'Alveare Onlus di via Neera, Farsi Prossimo, Opera San Vincenzo, La Grangia Onlus, City Angles). I refettori coinvolti attraverso il progetto Siticibo sono rappresentati nella mappa seguente.

Mappa distribuzione mense scolastiche delle scuole primarie con progetti di recupero delle eccedenze (anno 2019/20)



Fonte: Cartografia ESTà su dati di Milano Ristorazione

Il numero dei refettori che donano varia in base alla disponibilità del Banco Alimentare (quanti volontari sono disponibili), ma è convinzione di Milano Ristorazione che tutte le scuole che hanno eccedenze da donare siano già attive e pertanto non esistano margini di miglioramento. Il Banco Alimentare vorrebbe comunque sperimentare la centralizzazione nei 26 centri cottura delle eccedenze dei refettori, così da poter effettuare un numero ridotto di ritiri. Una sperimentazione simile è stata condotta da Milano Ristorazione con i propri mezzi (che al pomeriggio sono fermi) e non ha dato buoni risultati per problemi logistici e di disponibilità dei volontari.

Gli unici dati disponibili sulle donazioni di pane e frutta sono quelli relativi alle scuole coinvolte in Siticibo: nel 2018 sono stati recuperati 58.942 kg di pane (50.600 nel 2016 e 59.326 nel 2017) e 78.643 kg di frutta (91.710 nel 2016 e 74.201

nel 2017) da 98 refettori. Vengono inseriti nel programma solo i refettori per i quali la quantità delle eccedenze rende conveniente il ritiro, decisione presa a seguito di una valutazione costi-benefici. Le scuole che donano sono principalmente scuole elementari perché le scuole dell'infanzia sono di piccole dimensioni e producono poco scarto mentre negli istituti secondari i pasti vengono serviti solo 2-3 giorni a settimana quando le lezioni si svolgono anche nel pomeriggio.

Infine Milano Ristorazione in collaborazione con Banco Alimentare e City Angels donava anche i pasti pronti avanzati negli unici 5 centri cottura dotati di abbattitore. Nel 2018 sono state donate 2.380 porzioni di cibo cotto. Dall'anno scolastico 2019/2020 questo progetto è stato abbandonato, secondo l'opinione di Milano Ristorazione a causa della quantità variabile e insufficiente a rendere sostenibile il recupero finora effettuato. Il Banco Alimentare ritiene comunque che tutti i centri cottura andrebbero forniti di un abbattitore e andrebbe sperimentata la raccolta di tutto il cibo in un centro cottura per facilitare il recupero e la redistribuzione. Anche l'iniziativa 'Adotta un nonno'<sup>19</sup> (che da gennaio a giugno 2018 aveva distribuito 530 pasti) nell'anno scolastico 2019/2020 non è stata più attivata per difficoltà organizzative.

Le eccedenze raccolte dal Banco vengono subito redistribuite alle strutture residenziali e alle mense solidali, ma mentre **frutta e verdura sono molto ricercate** per garantire un pasto dal giusto apporto nutrizionale ai propri assistiti, per il Banco una **maggiore quantità di pane sarebbe difficile da redistribuire** perché ogni settimana ne riceve circa 2.600 kg dal progetto nato con Esselunga dopo l'approvazione della legge Gadda nel 2016 (che definisce eccedenza il pane invenduto dopo le 24 ore dalla produzione e ne permette quindi la donazione). Esselunga convoglia presso la propria piattaforma logistica le rimanenze di pane e ogni giorno entro le 9.30 ne consegna una quantità predefinita presso il magazzino di Muggiò (circa 7 o 8 quintali al giorno), dove viene ritirato e redistribuito in giornata da alcune strutture caritative.

Non si hanno dati sullo spreco alimentare all'interno delle mense servite da Milano Ristorazione ma secondo i dati del

<sup>19</sup> Il progetto promosso da Milano Ristorazione e Comune di Milano consisteva nell'ospitare al pranzo servito in mensa anziani che abitano nei quartieri limitrofi ai plessi scolastici e che abitualmente consumano a casa da soli il pasto servito dai servizi sociali. Oltre agli anziani, l'iniziativa potrebbe essere estesa anche ad altre persone, identificate dal Comune, che non necessariamente presentano problemi di sussistenza. Questa soluzione oltre a permettere di risolvere gli ostacoli normativi e logistici legati alla cessione degli alimenti, rappresenterebbe un'azione dall'elevato valore sociale e di inclusione, di cui beneficiano sia gli ospiti che i bambini.

**progetto REDUCE<sup>20</sup>**, che ha monitorato 109.656 pasti in 78 scuole primarie in Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna e Lazio, il cibo non consumato durante il pasto ammonta a quasi il 30% ed è così composto: il 16,7% della quantità preparata è costituito da avanzi nei piatti, mentre il cibo intatto ammonta al 12,3% della quantità preparata. Al netto delle quantità di cibo recuperato per essere destinato al consumo umano, che rappresentano circa l'8% e sono costituite quasi interamente da porzioni di pane e frutta portate in classe, lo spreco totale si attesta intorno al 22% della quantità preparata pari a 117 g di cibo sprecato per bambino (su un pasto che supera i 500 g giornalieri). L'analisi ha evidenziato un **notevole margine di intervento per la lotta allo spreco alimentare nelle mense scolastiche**. Le principali soluzioni proposte includono l'integrazione nella programmazione didattica dell'educazione alimentare, alla lotta allo spreco di cibo e alla sostenibilità dei sistemi alimentari; la riduzione dei quantitativi di pane e frutta previsti per ciascun alunno; proposte di cambiamento relative alla struttura del pasto generalmente servito a mensa, come una maggiore frequenza del piatto unico o la fornitura delle verdure all'inizio del pasto; l'adozione di strategie per assicurare il consumo di spuntini a metà mattina più equilibrati da parte degli alunni come previsto dal progetto di Milano Ristorazione.

Se si applicasse il dato stimato da REDUCE (117 g di cibo sprecato) per le mense delle scuole primarie ai 7.997.400 di pasti serviti nel 2018 da Milano Ristorazione alle scuole primarie si otterrebbe uno spreco di 936 tonnellate di cibo all'anno.

## SogeMi

I **quattro mercati agroalimentari all'ingrosso di Milano** (ortofrutticolo, ittico, florico, carni) sono gestiti da SogeMi S.p.A. (Società per l'Impianto e l'Esercizio dei Mercati Annonari all'Ingrosso di Milano) per conto del Comune di

<sup>20</sup> REDUCE è un progetto finanziato nel 2015 dal Ministero dell'Ambiente con l'obiettivo di prevenire e ridurre gli sprechi alimentari nelle ultime fasi della filiera agroalimentare: distribuzione organizzata (34% frutta e verdura, 19% prodotti derivati dei cereali 19%, 13% latticini e derivati, 35% sia ancora idoneo al consumo umano e quindi possa essere recuperato attraverso le donazioni), consumo domestico (530 g pro capite a settimana con verdura, frutta e latte ai primi posti e il 60% ancora commestibile) e mense scolastiche. L'attività di ricerca condotta nell'ambito della ristorazione scolastica ha l'obiettivo di sviluppare una metodologia di riferimento per la raccolta di dati sul fenomeno che sia applicabile in studi di vasta scala e proporre raccomandazioni per la prevenzione e riduzione degli sprechi.

Milano (il 99.99% delle azioni è di proprietà del Comune). Le **eccedenze si formano principalmente nel mercato ortofrutticolo** (il più grande in Italia e anche dei quattro mercati presenti all'interno di SogeMi); la vendita della carne, in confezioni, e quella del pesce non producono eccedenza (inoltre, nel caso della carne i pochi scarti non sono comunque riutilizzabili perché considerati rifiuti speciali e nel caso del pesce il recupero sarebbe complesso). Per il recupero delle eccedenze SogeMi ha sottoscritto un **protocollo con le associazioni degli operatori, Banco Alimentare, Caritas e Pane Quotidiano**. Questi ultimi tre soggetti ritirano in un anno circa 1,5 milioni di chili di ortofrutta (il numero è fornito a consuntivo dai tre soggetti). Poi ci sono Asilo Mariuccia e circa 40 parrocchie che recuperano eccedenze senza accordi formali, ma con intese informali con i singoli operatori. Non è nota la quantità di eccedenza ritirata da questi soggetti. L'ortofrutta donata è composta da prodotti in condizioni limite per la vendita, da quantità troppo alte o anche prodotti fuori calibro. Inoltre una parte viene comunque donata dagli operatori anche se ancora assolutamente vendibile.

Caritas e Pane Quotidiano sono presenti quotidianamente, il Banco Alimentare dal martedì al giovedì. Caritas e Pane Quotidiano rilavorano la merce nel mercato, preparando in loco casse di composizione diversa da quelle che raccolgono (e quindi inevitabilmente producono scarto). Banco Alimentare invece trasferisce le casse che raccoglie direttamente a Muggiò, senza lavorarle.

Il **recupero delle eccedenze all'ortomercato deve avvenire con tempi molto rapidi**: il deperimento dell'ortofrutta è infatti accelerato dalla struttura datata del mercato (per esempio si scarica all'aperto, quindi la merce è sottoposta ad intemperie e caldo). La onlus deve dunque essere presente nel momento in cui l'eccedenza si genera e se questo non accade interviene Econord (che per conto di SogeMi fa spazzamento e recupero dei rifiuti) e conferisce tutto nell'area ecologica per la raccolta dei rifiuti. Il recupero eccedenze è sicuramente migliorabile, ma il mercato è molto frammentato, quindi non è semplice ottimizzare.

SogeMi ha sottoscritto nel 2012 un accordo con la **Fondazione Banco Alimentare** per la raccolta delle eccedenze di prodotti ortofrutticoli da grossisti e produttori che operano in ortomercato. Il rapporto con i singoli (grossisti o produttori) è invece informale. All'interno dell'ortomercato la raccolta da parte del Banco avviene tre giorni alla settimana: martedì, mercoledì e giovedì (poiché il lunedì e il venerdì si recuperano scarse quantità). Il Banco ha un'azienda partner all'interno di SogeMi che fornisce un servizio di facchinaggio con i muletti (i volontari del Banco passano sui muletti tra i banchi a raccogliere le eccedenze).

Il Banco, che raccoglie circa 400 tonnellate anno di ortofrutta, ritiene che la qualità dei prodotti in ortomercato sia più critica rispetto alle altre situazioni che gestisce. Inizialmente per lo stoccaggio veniva utilizzata una cella frigorifera concessa dall'ortomercato ma, con l'incremento delle quantità raccolte quotidianamente, si è optato per l'immediato trasporto al magazzino di Muggiò. Il Banco della Lombardia non vede facilmente attuabile l'eventuale trasformazione della frutta in succhi come avviene nel mercato di Barcellona per opera del Banco locale e come a Milano sta proponendo l'associazione Recup.

### Mercati settimanali scoperti

A Milano il **recupero dai mercati settimanali scoperti risulta una pratica poco diffusa** e portata avanti soprattutto dall'associazione di promozione sociale Recup nata nel 2014. Con la collaborazione di AMSA, l'azienda municipale che gestisce la raccolta dei rifiuti e che ha fornito cargo bike e piccole infrastrutture, e in alcuni casi con l'aiuto di associazioni di quartiere, Recup raccoglie la frutta e la verdura che a fine mercato i commercianti decidono di donare, la seleziona in un punto di raccolta e la redistribuisce (nei mercati che hanno orti condivisi nelle vicinanze il cibo che non può essere recuperato diventa compost).

Il progetto è attivo in **undici mercati rionali**, di cui dieci del Comune di Milano e uno, più in periferia, nel Comune di Melegnano. In questo modo l'associazione copre differenti zone della città, operando principalmente su quattro di esse (1, 2, 4, 6), pur raggiungendo solo una parte dei 92 mercati milanesi. I **beneficiari** sono spesso di diverse nazionalità e generalmente vengono **coinvolti direttamente nell'attività di recupero**, durante la quale hanno la possibilità di apprendere come utilizzare nel modo corretto prodotti che non sempre conoscono.

L'intervento di Recup nei mercati rionali, oltre a fornire un aiuto concreto per coloro che hanno difficoltà di accesso al cibo, promuove la **collaborazione** e il **senso di comunità** tra persone diverse, fornendo l'opportunità per un contatto interculturale e intergenerazionale che prima mancava.

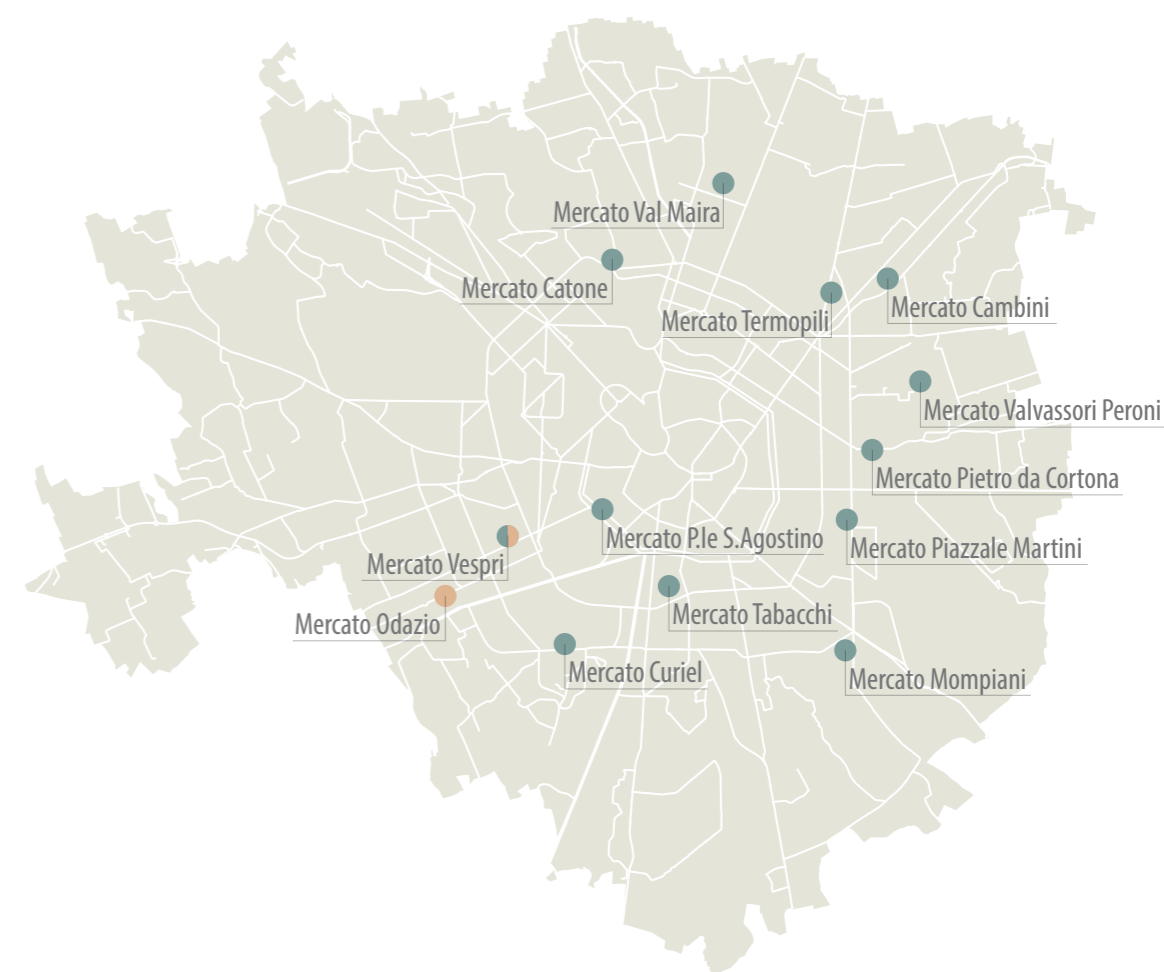
Nei primi tre anni di attività (2015-2018) Recup ha raccolto 40 ton di frutta e verdura, che sono salite a 94 alla fine del 2019 (il forte aumento della quantità recuperata in un anno è legato sia all'incremento del numero dei mercati in cui Recup opera sia a quello dei volontari che si avvicinano in modo spontaneo ai punti RECUP, permettendo di recuperare più prodotti e di redistribuirli in modo diretto). Si tratta tuttavia di un dato stimato perché la frutta e la verdura non vengono pesate in tutti i mercati. Sempre secondo

una stima dell'associazione ogni mercato può arrivare a recuperare 150 kg di cibo alla settimana (70 kg nei mesi freddi). Dal 2019 l'associazione ha una sede operativa e sta lavorando ad un progetto per la **trasformazione delle eccedenze** ortofrutticole in succhi e conserve con il quale ha partecipato al bando "Get it", promosso da Giordano dell'Amore Social Venture e Cariplo Factory che offre la possibilità di incubare idee imprenditoriali con una ricaduta positiva a livello sociale. Frutta e verdura potrebbero essere recuperate da SogeMi (ad esempio il sabato che è un giorno critico perché non sono presenti il Banco Alimentare e le altre realtà impegnate contro lo spreco alimentare) o grazie ad una collaborazione con Milano Ristorazione nelle scuole non servite da Siticibo.

Un altro progetto attivo nei mercati è quello degli **Ecomori** che, sull'esperienza del mercato di Porta Palazzo a Torino, vede un gruppo di migranti richiedenti asilo collaborare all'attività di recupero e redistribuzione delle eccedenze. Gli Ecomori operano al quartiere Giambellino: il mercoledì nel mercato di via Vespri Siciliani e il giovedì in quello di via Odazio dove in due giorni recuperano fino a mezza tonnellata di frutta e verdura. Insieme ai volontari italiani e ai richiedenti asilo, provenienti soprattutto dall'Africa subsahariana, sono presenti anche volontari bulgari e rumeni che fanno parte di un progetto internazionale di scambio promosso dalla Onlus Comunità Nuova di via Bellini<sup>21</sup>.

<sup>21</sup><http://www.ecodallecitta.it/notizie/390601/milano-nei-mercati-di-vespri-siciliani-e-odazio-migranti-e-italiani-combattono-lo-spreco-alimentare-ridistribuendo-linvenduto/>

Mapa dei mercati comunali scoperti con progetti di recupero delle eccedenze (2020)



Fonte: Cartografia ESTà su dati di RECUP e Eco dalle Città<sup>22</sup>

<sup>22</sup><http://www.ecodallecitta.it/notizie/390601/milano-nei-mercati-di-vespri-siciliani-e-odazio-migranti-e-italiani-combattono-lo-spreco-alimentare-ridistribuendo-linvenduto/>

## Programma Siticibo

Siticibo è il programma attivato dal Banco Alimentare a livello nazionale che prevede il recupero e l'immediata redistribuzione delle eccedenze di cibo nella ristorazione organizzata e nei supermercati. Il recupero dai punti vendita della GDO è importante per le tipologie di prodotti raccolti, prevalentemente freschi come frutta, verdura, pane e derivati del latte. Il breve residuo di vita del prodotto in scadenza richiede un'elevata efficienza logistica che porta il Banco della Lombardia a pianificare il ritiro mettendo in contatto le strutture caritative direttamente con i punti vendita più vicini per un recupero a Km zero. Nel 2018 sono state 21 le catene della GDO aderenti per un totale di 346 punti vendita e 2.662 ton di cibo raccolto. Il programma Siticibo prevede anche la raccolta di pane e frutta dalle mense scolastiche e di pasti cotti dalla ristorazione collettiva. Abbattuti termicamente e conservati a temperatura idonea, gli alimenti vengono prelevati con furgoni coibentati e consegnati alle strutture caritative nelle vicinanze che, dopo averli riscaldati, li distribuiscono ai loro assistiti. Siticibo è attiva a Milano, Varese e provincia, Pavia, Como, Monza, Brescia e Bergamo.

## Stima dell'impatto ambientale evitato attraverso la redistribuzione dell'eccedenza alimentare

L'eccedenza alimentare che diventa rifiuto implica pesanti **impatti ambientali in termini di consumo di acqua, suolo, emissioni di gas serra e perdita di biodiversità**. Per quanto riguarda le emissioni di gas serra (e quindi l'impatto sul clima), studi diversi applicano **parametri** diversi, tipicamente **derivati da analisi LCA**, ovvero analisi del ciclo di vita applicata alle categorie di alimenti sprecati. Vengono quantificati gli impatti di tutta la filiera produttiva e distributiva fino alle fasi di raccolta e trattamento del rifiuto. Per valutare l'impatto ambientale (dell'eccedenza alimentare che diventa rifiuto) in termini di gas serra emessi si utilizzano in questa ricerca i coefficienti (espressi in kg CO<sub>2</sub> eq. per kg di prodotto sprecato) calcolati nel progetto **REDUCE**, che ha stimato attraverso indagini sul campo la composizione del rifiuto organico evitabile (perché ancora edibile) presente sia nella FORSU che nell'indifferenziato e il conseguente impatto in termini di emissioni complessive di CO<sub>2</sub> eq, consumo netto complessivo di acqua e occupazione complessiva di suolo agricolo. La scelta di utilizzare i coefficienti del progetto REDUCE è stata dettata dal fatto che nell'analisi LCA viene considerata tutta la filiera (comprese le perdite lungo le diverse fasi) e le stime sono basate sul nord Italia (per esempio il chilometraggio medio per i trasporti).

La stima che viene qui proposta ha diverse approssimazioni: infatti, oltre ad alcune valutazioni fatte da REDUCE che probabilmente non sono adatte ai fini della presente ricerca<sup>23</sup>, bisogna specificare che anche la fase di redistribuzione comporta delle emissioni di CO<sub>2</sub> (abbattimento dei pasti pronti, utilizzo di celle frigorifere, trasporti,...), che in questo caso non vengono considerate; inoltre, i coefficienti REDUCE comprendono anche le fasi di consumo che nel caso dell'eccedenza generata da SogeMi o dai mercati scoperti non dovrebbe essere considerata. Nella ricerca vengono quindi applicati tout court i coefficienti calcolati da REDUCE: in particolare un coefficiente generale (per tutte le tipologie di rifiuto alimentare) di **2,3 tonnellate di**

<sup>23</sup> Il progetto REDUCE considera anche la fase di fine vita e per tutti i prodotti analizzati (eccetto che per i pomodori e per le bevande) tale fase, che consiste in un processo di incenerimento o digestione anaerobica, presenta un beneficio ambientale dovuto al recupero energetico in fase di trattamento con conseguente produzione evitata di energia elettrica e termica da fonti tradizionali. Nel calcolo dei coefficienti, tale beneficio ambientale si traduce in un valore negativo relativo alla fase in questione, che quindi diminuisce il valore del coefficiente.

**CO<sub>2</sub> eq per ogni tonnellata di alimento che diventa rifiuto**

(REDUCE stima che 27 kg/abitate/anno di spreco generano 62 kg/abitate/anno di CO<sub>2</sub> eq) e alcuni coefficienti specifici per le diverse tipologie di alimento (ad esempio pane e frutta). La stima è riassunta nelle tabelle seguenti.

**Emissioni di CO<sub>2</sub>-eq. evitate grazie alla redistribuzione delle eccedenze (2019)**

Soggetto/Progetto	Quantità recuperata (ton/anno)	Emissioni di CO <sub>2</sub> (ton CO <sub>2</sub> eq/ton di alimento)	Emissioni di CO <sub>2</sub> -eq. evitate (ton)
HUB di Via Borsieri	77	2,3	177
Mercati Settimanali Scoperti (Recup)	54	0,393*	21
SogeMi (Banco Alimentare/Caritas/Pane Quotidiano)	1500	0,393*	590

\* poiché le eccedenze dei Mercati Scoperti e di SogeMi sono composte solo da ortofrutta (ma non si conosce la composizione percentuale) si applica un coefficiente conservativo (quello della patata, in assoluto il più basso tra quelli disponibili per le categorie frutta e verdura).

Fonte: Elaborazioni ESTà su dati di Milano Ristorazione e REDUCE

**Emissioni di CO<sub>2</sub>-eq. evitate grazie alla redistribuzione delle eccedenze di frutta e pane di Milano Ristorazione**

Categorie merceologiche (Milano Ristorazione*)	Quantità recuperata (ton)	Emissioni di CO <sub>2</sub> (ton CO <sub>2</sub> -eq/ton di alimento)	Emissioni di CO <sub>2</sub> -eq. evitate (ton)
pane	59	0,69	41
frutta	79	0,54	42

\* non si considerano i pasti pronti recuperati poiché non se ne conosce il peso

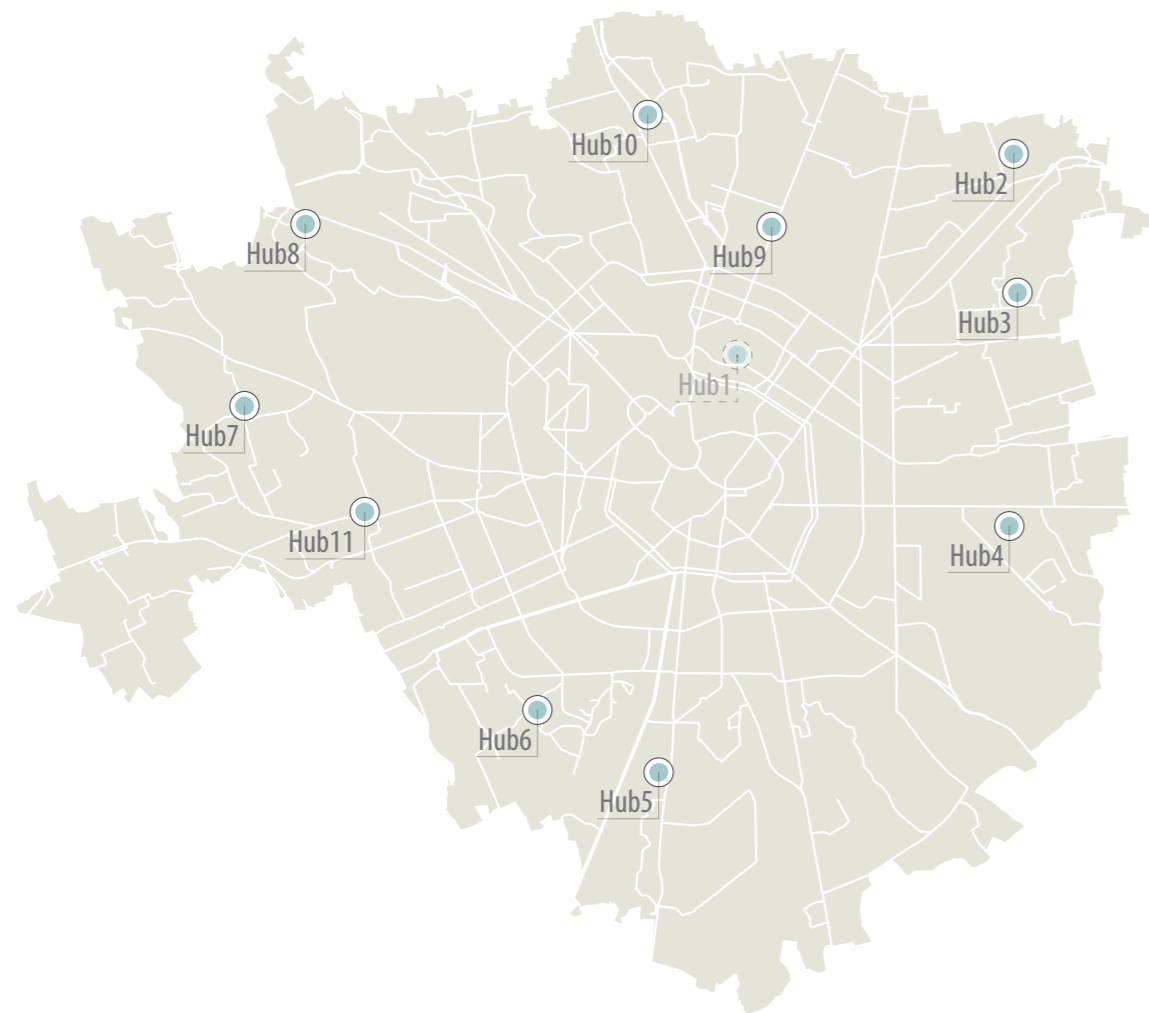
Fonte: Elaborazioni ESTà su dati di Milano Ristorazione e REDUCE

**“Milano aiuta”: il Comune riorganizza la filiera delle donazioni alimentari durante l'emergenza Coronavirus**

A causa dell'emergenza Coronavirus il sistema degli aiuti alimentari a domicilio, gestito dal terzo settore, è andato in crisi e l'hub di via Borsieri ha temporaneamente chiuso. La maggior parte dei volontari sono infatti over 65, una delle categorie più a rischio di contagio. Per evitare un collasso del sistema, il Comune di Milano ha lanciato l'iniziativa **'Milano aiuta'** sviluppando il **Dispositivo Aiuto Alimentare** che centralizza tutta la filiera della donazione e **sopperisce alla chiusura di associazioni ed enti caritatevoli**. Questo è stato possibile grazie alla collaborazione tra l'assessorato alle Politiche Sociali, l'Ufficio Food Policy, la Protezione Civile, le società pubbliche Milano Ristorazione e AMAT, il Banco Alimentare della Lombardia, la Caritas Ambrosiana, la Croce Rossa Italiana di Milano, la Fondazione Cariplo e il Programma QuBì. Il Dispositivo prende in carico la distribuzione degli aiuti alimentari settimanali fino alla fine dell'emergenza Covid19 attraverso 10 hub temporanei individuati nei centri socio ricreativi per anziani delle zone periferiche della città. Per evitare i contagi è stato sviluppato un protocollo di sicurezza basato sulla sanificazione delle infrastrutture utilizzate e sull'utilizzo di DPI per tutti gli operatori coinvolti.

Gli hub fungono da punti di smistamento dei pacchi alimentari da consegnare agli anziani e alle persone in condizioni di fragilità individuate dai servizi sociali del Comune, dagli operatori del terzo settore Caritas Ambrosiana e Programma QuBì (per la prima volta è stato creato un database unico). Il cibo viene recuperato dai centri logistici del Banco Alimentare della Lombardia a Muggiò e della Croce Rossa di Milano a Segrate da 4 mezzi di Milano Ristorazione che riforniscono gli hub, dove dipendenti del Comune e volontari organizzano e preparano i pacchi alimentari che 25 pulmini per il trasporto dei disabili distribuiscono in tutta la città. Il pacco contiene una base di alimenti a lunga conservazione composto da pasta, riso, passata di pomodoro, legumi, tonno, biscotti ai quali si aggiungono altri prodotti come olio, sale, zucchero e prodotti extra con differenze tra i diversi hub (latte, succhi di frutta, caffè, budini, salumi). In una seconda fase sono state introdotte anche frutta e verdura grazie alla collaborazione con SogeMi. Le **persone coinvolte sono oltre 150** tra **dipendenti del Comune** (con mansioni che in periodo di *lockdown* non possono essere svolte da remoto), **personale delle imprese di trasporto che lavorano per le partecipate** (per esempio

## Hub temporanei allestiti dal Comune di Milano



- Hub1 Via Borsieri 2 - *chiuso*
- Hub2 Via Trasimeno 41
- Hub3 Via Crescenzago 56
- Hub4 Via Zante 36
- Hub5 Via Fabrizio De Andrè 9
- Hub6 Piazza Donne Partigiane
- Hub7 Via Caio Mario 18
- Hub8 Via Appennini 147
- Hub9 Via Santa Monica 4
- Hub10 Via Val di Bondo, 13
- Hub11 Via Ostenno, 2/A

Fonte: Cartografia ESTà su dati dell'Ufficio Food Policy del Comune di Milano

per Milano Ristorazione) e **volontari**. I destinatari del progetto non sono solo i nuclei familiari in situazioni economiche di emergenza ma anche anziani soli che, pur potendo pagare la spesa, sono impossibilitati ad uscire. Durante l'emergenza anche molti **produttori diretti, aziende agricole e distributori hanno organizzato servizi di consegna a domicilio** in città e nelle zone limitrofe. Il Comune ha fornito il proprio contributo con l'iniziativa **Spesa a domicilio** (<https://www.comune.milano.it/spesa-a-domicilio>), realizzando una mappatura georeferenziata che permette a tutti i cittadini milanesi di conoscere le attività di vicinato presenti nel proprio quartiere che effettuano consegne a domicilio.



## Soluzioni innovative nella prevenzione e gestione delle eccedenze alimentari

La riduzione dello spreco alimentare è uno degli obiettivi di sviluppo sostenibile che sta maggiormente interessando la riconfigurazione circolare della filiera agroalimentare. Uno studio dell'Osservatorio Food Sustainability del Politecnico di Milano mostra come la spinta innovativa provenga in particolare dalle **startup che offrono il loro know-how alle imprese consolidate del settore**, sempre di più alla ricerca di idee e modelli innovativi per rispondere alle sfide di sostenibilità. Il 20% (835) delle 4.242 startup internazionali dell'agri-food mappate persegue uno o più target di sostenibilità dell'Agenda 2030 e di queste il 10% (86) hanno come obiettivo la riduzione dello spreco alimentare<sup>24</sup>.

Le soluzioni innovative per la prevenzione e la gestione delle eccedenze riguardano tutte le fasi della filiera e rispondono alla Food Waste Hierarchy. La **tecnologia** e le **collaborazioni** lungo l'intera filiera permettono di incrementare l'efficienza delle azioni di prevenzione e redistribuzione delle eccedenze per consumo umano riposte nei livelli più alti della FWH, mentre muovendosi verso i livelli più bassi della gerarchia sono le **innovazioni di processo** ad aprire strade alternative per il recupero del valore degli scarti.

Nel **prevenire la generazione dell'eccedenza** le soluzioni sono orientate prevalentemente ad estendere la *shelf life* dei prodotti e ad agire sulle cause di generazione delle eccedenze grazie a sistemi di raccolta dati in grado di elaborare previsioni della produzione agricola, monitorare le condizioni di stoccaggio e selezionare i prodotti per migliorare la qualità dell'offerta. Ad esempio le eccedenze di frutta e verdura si generano prevalentemente in campo e in fase di stoccaggio, a causa della richiesta da parte della GDO di lotti omogenei in termini di colore, qualità e confezionamento. Garantire la disponibilità immediata e costante della merce comporta inoltre la necessità per i produttori di conservarla in celle frigo, generando inevitabilmente scarti durante il periodo di conservazione.

Si osserva sul mercato anche una **sperimentazione di sostanze innovative** da utilizzare a livello di prodotto. La startup israeliana **Sufresca** ([www.sufresca.com](http://www.sufresca.com)) ha creato un rivestimento commestibile, un *breathable coating* in grado secondo l'azienda di allungare la vita di frutta e verdura di diverse settimane. L'approccio è simile a quello proposto dall'azienda **Apeel Sciences**

<sup>24</sup> Cresce l'innovazione in risposta alle sfide di sostenibilità agroalimentare. Report dell'Osservatorio Food Sustainability, 2019.

([www.apeelsciences.com](http://www.apeelsciences.com)), che aggiunge uno strato di protezione di origine vegetale alla superficie dei prodotti ortofrutticoli per rallentare la perdita d'acqua e l'ossidazione. Altre soluzioni innovative permettono la vendita in mercati secondari di frutta e verdura non conforme agli standard di mercato (normalmente scartata e smaltita). La vendita a un prezzo ridotto può avvenire da produttori o grossisti a consumatori finali, come promosso ad esempio dalla startup **Hungry Harvest** (<https://www.hungryharvest.net>), o da produttori a ristoratori, come nel caso della **Grogreen Tech** ([www.grogreen.co](http://www.grogreen.co)), entrambe americane.

Per quanto riguarda la **gestione dell'eccedenza**, le innovazioni tecnologiche e di processo consentono di ridare valore ai prodotti, trasformandoli e indirizzandoli a nuovi mercati o consentendone la redistribuzione a fini sociali<sup>25</sup>. La startup tedesca **FoPo** ([www.myfopo.com](http://www.myfopo.com)), ad esempio, trasforma frutta e verdura in polveri poi vendute online da cui il consumatore finale può ricavare succhi a casa propria. **Barnana** ([www.barnana.com](http://www.barnana.com)) in America ha ottimizzato il processo di disidratazione per creare chips dalle banane invendute a causa di difetti estetici ed eccessiva maturazione. L'italiana **Biova** ([www.biovaproject.com](http://www.biovaproject.com)) ha creato invece un modello innovativo di economia circolare che trasforma gli scarti del pane di GDO e HORECA in una birra artigianale personalizzata e da filiera corta. La startup offre un servizio accessibile a ristoratori e GDO che consiste nel creare una filiera corta personalizzata, producendo in *co-branding* una birra unica a partire dagli scarti del pane del cliente. Nei casi sopracitati le tecnologie innovative consentono di creare dei prodotti con una *shelf life* che può arrivare fino a due anni. Uno dei processi più consolidati è quello che riguarda la **trasformazione di frutta e verdura rimaste invendute** a causa di difetti estetici, eccessiva maturazione o danneggiamento, in prodotti finiti come succhi, zuppe e conserve. Questi processi possono nascere dalla collaborazione tra una grande impresa della GDO e una startup, come nel caso della svedese Ica con la startup **Rescued**<sup>26</sup>, o tra una startup e il mercato ortofrutticolo della città come nel caso di **Rubies in the Rubble** ([www.rubiesintherubble.com](http://www.rubiesintherubble.com)) che crea condimenti e salse partendo da frutta e verdura avanzata nei mercati londinesi. Ma la trasformazione delle eccedenze può essere gestita anche da enti non profit come fa il **Banco Alimentare di Barcellona** che, oltre ad occuparsi della redistribuzione delle eccedenze, dal 2010 ha attivato un progetto in collaborazione con l'organizzazione dei produttori di frutta

<sup>25</sup> Il circolo virtuoso del cibo: come trasformare lo spreco in valore. Report dell'Osservatorio Food Sustainability, 2017.

<sup>26</sup> <https://www.norden.org/en/nominee/ica-and-rescued-fruit-sweden>

e verdura (OPFH) per trasformarle in succhi distribuiti gratuitamente alle persone più bisognose. In otto anni sono stati prodotti e distribuiti 950 mila litri di succhi di frutta<sup>27</sup>.

A Milano progetti simili sono ancora in fase di studio e anche qui riguardano sia il mondo profit con la startup **Bella Dentro** (che ha sospeso l'attività di vendita di frutta e verdura con difetti estetici per dedicarsi a un laboratorio di trasformazione), sia il terzo settore con una collaborazione tra l'associazione **Recup** e Cariplo Factory.

La tecnologia può favorire anche la **condivisione delle eccedenze**. Tra i retailer e i ristoratori proliferano startup innovative che ottimizzano la gestione delle eccedenze a valle della filiera, come le app che segnalano in tempo reale sconti e promozioni su prodotti vicini alla scadenza presso negozi al dettaglio e supermercati: è il caso della startup francese **Optimiam** ([www.optimiam.com](http://www.optimiam.com)) e delle startup italiane **LastMinuteSottoCasa.it** e **MyFoody.it**, fino all'ultima arrivata **TooGoodToGo**<sup>28</sup>. Queste app permettono alle aziende non solo di fronteggiare la problematica degli sprechi, ma anche di beneficiare di un'immagine sostenibile rafforzata e di un aumento del numero di visite al punto vendita.

Anche nella **donazione delle eccedenze** a realtà non profit, la tecnologia può giocare un ruolo abilitante. In Italia l'App **BringtheFood** ([www.bringfood.org](http://www.bringfood.org)), in collaborazione con il Banco Alimentare, permette alle aziende di produzione e alla ristorazione collettiva (includendo sia mense aziendali che scolastiche) di donare con facilità, generando tutta la documentazione necessaria ad accedere alle agevolazioni fiscali previste dalla legge 166/2016.

<sup>27</sup> [www.bancdelsaliments.org/es/programas/transformacion-de-fruta-en-zumos-fruta-liquida/\\_programa:6/](http://www.bancdelsaliments.org/es/programas/transformacion-de-fruta-en-zumos-fruta-liquida/_programa:6/)

<sup>28</sup> Dopo il successo in molti Paesi d'Europa, la startup danese nel 2019 è entrata nel mercato italiano con la sua applicazione contro lo spreco alimentare che consente a supermercati, ristoranti e servizi catering di offrire a circa un terzo del prezzo una *magic box* (il cliente non conosce il contenuto) con i prodotti rimasti invenduti a fine giornata o vicini alla data di scadenza.

## Conclusioni

La redistribuzione delle eccedenze alimentari - che si generano in ogni stadio della filiera e per cause diverse - appartiene al campo delle strategie di prevenzione dei rifiuti, ma viene spesso indicata come una forma di lotta alla povertà alimentare. **Tenere distinti i due ambiti - le politiche di contrasto allo spreco e quelle di contrasto alla povertà - è fondamentale.**

La valorizzazione delle eccedenze tramite la redistribuzione a fini solidali è una pratica in crescita grazie agli sforzi di semplificazione normativa e misure di incentivo, al diffondersi di buone pratiche aziendali che fanno leva su alleanze strategiche con enti non profit e alla più recente introduzione sul mercato di software e piattaforme digitali innovativi per la gestione dei flussi di donazioni. La **tecnologia** è proprio uno degli elementi chiave nel processo di redistribuzione, insieme **con la collaborazione verticale di filiera, orizzontale o cross settoriale**, il conferimento proattivo da parte dei soggetti che generano eccedenza, la presenza di **processi di gestione strutturati** sia per le aziende che donano che per gli enti del terzo settore, la **formazione**, il trasferimento di buone pratiche e infine la creazione di reti locali coordinate da attori di eccellenza. Malgrado il costo da sostenere, la redistribuzione permette un importante effetto moltiplicatore grazie al quale **ogni euro investito nella filiera del recupero consente di mettere a disposizione degli indigenti cibo per un valore fino a 10 volte maggiore**. Ora la sfida è quella di innovare il tradizionale processo di donazione degli alimenti, passando da azioni di recupero spesso isolate ad una prospettiva di sistema o "filiera del recupero", come mostra il caso degli Hub di quartiere contro lo spreco alimentare nati a Milano. La **Food Policy del Comune di Milano** si è molto focalizzata sul contenimento dello spreco e delle eccedenze alimentari, soprattutto attraverso il recupero e la redistribuzione a favore delle fasce più a rischio. Gli elementi che hanno permesso al Comune di sviluppare questo filone di lavoro, fino a diventare un punto di riferimento anche in tempi di emergenza sanitaria, sono stati la **collaborazione tra Direzioni diverse** del Comune, le consultazioni tecniche con attori rilevanti e con organizzazioni quali le associazioni di categoria in grado di coinvolgere i propri associati, il focus sulle risorse interne al Comune come per esempio la ristorazione collettiva istituzionale, la sinergia tra diversi progetti e lo sforzo di **misurazione dei risultati**. Il ruolo di connessione, integrazione ed indirizzo svolto dall'istituzione locale è stato determinante per dare impulso e diffusione alle numerose iniziative, alcune delle

quali presenti anche prima dello sviluppo della Food Policy, trasformandole in progetti della città.

Molti degli elementi indicati sono presenti nello sviluppo dell'hub di quartiere, un modello di redistribuzione veloce di eccedenze alimentari che smorza le principali criticità della generazione di eccedenze in un contesto urbano, ovvero eccedenze estremamente variabili e spesso mono-categoria, associazioni no profit con scarsa capacità logistica e con limitate competenze nella gestione di processi. **L'hub di quartiere è un modello facilmente replicabile**, che permette il coinvolgimento di soggetti diversi e rafforza i legami sul territorio. Il monitoraggio continuo delle prestazioni permette di ottimizzare i processi e di intervenire prontamente qualora si rilevino scostamenti. Malgrado ciò, la situazione vede ancora alcuni prodotti disponibili in quantità troppo elevate ed altri, preziosi a livello nutrizionale, scarsamente presenti. La **diffusione del modello in ogni Municipio**, come previsto, è assolutamente auspicabile, anche alla luce del fatto che l'esperienza fatta con il primo hub, insieme con l'impostazione generale data alla Food Policy, hanno aumentato notevolmente la capacità di risposta della città durante l'emergenza Coronavirus. La situazione che si è creata nei mesi di *lockdown* ha anche evidenziato da un lato le **debolezze** di un sistema di redistribuzione delle eccedenze che si regge prevalentemente su **volontari spesso anziani**, dall'altro la **forza dei legami sociali e delle reti** che hanno dato vita a moltissime iniziative autorganizzate su base locale. In generale, in tema di redistribuzione delle eccedenze, è certamente auspicabile la **rilevazione della soddisfazione dell'utenza finale**, un tema che si tende a sottovalutare.

**Milano Ristorazione** ha lavorato molto sulla riduzione dello spreco alimentare, ma le decisioni sulla redistribuzione delle eccedenze vengono prese in base a valutazioni costi-benefici e alla disponibilità dei volontari del Banco Alimentare, fattori che non consentono di redistribuire tutto ciò che avanza da refettori e cucine. In generale sarebbe importante una **rilevazione puntuale dello spreco nei centri cucina e nei refettori**, invece che rilevazioni indirette fatte tramite analisi di gradimento; si capirebbe così l'eventuale utilità di alcune ottimizzazioni logistiche, come per esempio dotare tutti i centri cucina di abbattitori piuttosto che centralizzare i ritiri delle eccedenze in un unico centro.

**SogeMi** ha volumi importanti di eccedenza di ortofrutta e le condizioni per il suo recupero sono sfidanti sia perché il deperimento del prodotto è accelerato dalla struttura datata del mercato, sia perché gli operatori del mercato sono molti. La presenza di diversi enti - pochi di grandi dimensioni e molti di piccole dimensioni - che si occupano del recupero delle eccedenze e che operano sia con accordi formali che

informali, permette in parte un recupero contestuale alla generazione dell'eccedenza e quindi la minimizzazione dello spreco.

Alcune esperienze, quasi interamente gestite da volontari e concentrate in poche situazioni, hanno dimostrato il grande potenziale in termini di recupero delle eccedenze, di **coesione sociale** e di **educazione alimentare** presente all'**interno dei mercati settimanali scoperti**; analizzare quali siano le condizioni per estendere queste esperienze ad un numero più ampio di mercati è prioritario.

## Bibliografia

Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile [Website]. Disponibile in: <https://asvis.it/agenda-2030>

Azzurro P. (2015). La donazione degli alimenti invenduti, verso la semplificazione normativa. Disponibile in: [http://www.bit.ly/positionpaper\\_donazioni](http://www.bit.ly/positionpaper_donazioni)

Azzurro P., Vittuari M. et al. (2016), Recommendations and guidelines for a common European food waste policy framework

Azzurro P. (2016), La prevenzione degli sprechi dopo la legge 166/2016, in ECOSCIENZA Numero 5

Bagherzadeh, M., Inamura, M., & Jeong, H. (2014). Food Waste Along the Food Chain. Disponibile in: <http://bit.ly/1D0xwvz>

Barilla Center for Food & Nutrition (2012), Lo spreco alimentare: cause, impatti e proposte. Disponibile in: [http://bit.ly/BCFN\\_foodwaste](http://bit.ly/BCFN_foodwaste)

Barilla Center for Food & Nutrition (2013), Contro lo spreco. Sconfiggere il paradosso del food waste

Canali, M., Östergren, K., Amani, P., Aramyan, L. et al. (2014). Drivers of current food waste generation, threats of future increase and opportunities for reduction - FUSIONS Report - European Commission FP7

Grant agreement no. 311972. Disponibile in: <http://bit.ly/18fe4xM>

Chaboud G., Daviron B (2017), (French Agricultural Research Centre for International Development), Food losses and waste: navigating the inconsistencies, Global Food Security. Disponibile in: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2016.11.004>

CSV Milano (2019), Io non butto. Guida agli adempimenti e alle agevolazioni fiscali per chi dona eccedenze alimentari

EESC (2013) - Prevenzione e riduzione degli sprechi alimentari, Parere del Comitato economico e sociale europeo sul tema Il contributo della società civile a una strategia di prevenzione e riduzione delle perdite e degli sprechi alimentari (parere d'iniziativa), Relatore Somville. Disponibile in: [http://bit.ly/EESC\\_somville](http://bit.ly/EESC_somville)

Ellen MacArthur Foundation [Website]. Disponibile in: <https://www.economiacircolare.com/cose-leconomia-circolare/>

EP (2011). Report on how to avoid food wastage: strategies for a more efficient food chain in the EU (2011/2175(INI)). Disponibile in: <http://bit.ly/1Gnk56w>

EP (2012). European Parliament resolution of 19 January 2012 on how to avoid food wastage: strategies for a more efficient food chain in the EU (2011/2175(INI)). Disponibile in: <http://bit.ly/1sOEjEf>

ESTà (2018), Il Sistema del cibo a Milano. Approfondimenti tematici

European Commission: public Consultation: 'sustainability of the food system' [Website]. Disponibile in: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/food.htm>

FAO (2011). The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW). Disponibile in: <http://bit.ly/1LJXyla>

FAO (2013a). Food Wastage Footprint - Impact on Natural Resources. Summary Report. Disponibile in: <http://bit.ly/1LJXCaQ>

FAO (2013b). Food Wastage Footprint - Impact on Natural Resources. Technical Report. Disponibile in: <http://bit.ly/1HmOFkl>

FAO (2014a). Food Wastage Footprint Full-cost accounting, Final Report. Disponibile in: <http://www.fao.org/3/a-i3991e.pdf>

Fondazione Lombardia per l'Ambiente (2017). Reti di collaborazione contro lo spreco alimentare. Esperienze, benefici sociali e strategie in Lombardia. Disponibile in: [https://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/ac6acc64-abd9-429b-9803-bc01b54742ec/Rapporto\\_finale\\_Spre%2%ACco\\_ver+06-02-18okgrafica.pdf?MOD=AJPERES&CA%2%ACCHEID=ac6acc64-abd9-429b-9803-bc01b54742ec](https://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/ac6acc64-abd9-429b-9803-bc01b54742ec/Rapporto_finale_Spre%2%ACco_ver+06-02-18okgrafica.pdf?MOD=AJPERES&CA%2%ACCHEID=ac6acc64-abd9-429b-9803-bc01b54742ec)

FUSIONS [Website]. Disponibile in: <http://eu-fusions.org/index.php/about-fusions#work-structure>

Garrone P., Melacini M., Perego A., (2012). Dar da mangiare agli affamati. Le eccedenze alimentari come opportunità, Editore Guerini e Associati

Garrone, P., Melacini, M., Perego A., (2015). Surplus food management against food waste. Il recupero delle eccedenze

alimentari. Dalle parole ai fatti. Fondazione Banco Alimentare Onlus. Disponibile in: [https://2hmftp1fho43orqne1wdt5e1-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2018/08/Surplus-Food-Management-against-Food-Waste\\_interno.pdf](https://2hmftp1fho43orqne1wdt5e1-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2018/08/Surplus-Food-Management-against-Food-Waste_interno.pdf)

Gustavsson, J.; Cederberg, C.; Sonesson, U. (2011): Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. Disponibile in: <http://bit.ly/1BBoF7w>

ISPRA, Spreco alimentare: un approccio sistemico per la prevenzione e la riduzione strutturali, 2018

Milano Food Policy [Website]. Disponibile in: <http://www.foodpolicymilano.org/hub-spreco-municipio9/>

Milano Ristorazione (2018). Bilancio Sociale. Disponibile in: [https://www.milanoristorazione.it/files/Bilanci/11\\_11\\_2019\\_BILANCIO\\_SOCIALE\\_WEB.pdf](https://www.milanoristorazione.it/files/Bilanci/11_11_2019_BILANCIO_SOCIALE_WEB.pdf)

Musella M., Verneau F. (2017), Il contrasto allo spreco alimentare tra economia sociale ed economia circolare, Giappichelli Editore, Torino

Östergren K. (2014). Reliable data for quantifying food waste in EU 28, Keynote presentation at the 2<sup>nd</sup> European FUSIONS Platform meeting - Brussels October 30-31. Disponibile in: <http://bit.ly/1AcQzwD>

Östergren K., Gustavsson J., Bos-Brouwers H., Timmermans T., Hansen. O., et al (2014): FUSIONS Definitional Framework for Food Waste (2014). FUSIONS Report - European Commission FP7 Grant agreement no. 311972. Disponibile in: <http://bit.ly/1ulc5OH>

Priefer C., Jörissen J., Bräutigam K. R. (2013). Technology Options for Feeding 10 Billion People - Options for Cutting Food Waste. Report prepared for STOA, the European Parliament Science and Technology Options Assessment Panel.

Schneider F. (2013), Review of food waste prevention on an international level

Segrè, A. & Falasconi, L. (2011) Il libro nero dello spreco in Italia: il cibo: Edizioni Ambiente, Milano

Segrè, A. & Azzurro P. (2014), Strategie e norme per prevenire spreco alimentare e rifiuti, in ECOSCIENZA Numero 5 - Anno 2014.

Disponibile in: <http://bit.ly/1GorSmA>

The circular Economy package [Website]. Disponibile in: <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>

Timmermans A. J. M., Ambuko J., Belik W., Huang J. (2014). Food losses and waste in the context of sustainable food systems. CFS Committee on World Food Security HLPE Report n°8. Disponibile in: <http://www.fao.org/3/a-i3901e.pdf>

UN (2014). Report of the Open Working Group of the General Assembly on Sustainable Development Goals. Disponibile in: <http://undocs.org/A/68/970>

UNEP (2014). Prevention and reduction of food and drink waste in businesses and households – Guidance for governments, local authorities, businesses and other organisations, Version 1.0. Disponibile in: <http://thinkatsave.org/downloads/UNEP-FW-Guidance-content-VERSION-WEB.pdf>

Vittuari M. (2014), EU policy measures for food waste prevention through social innovation, Keynote presentation at the 2<sup>nd</sup> European FUSIONS Platform meeting - Brussels October 30-31. Disponibile in: <http://bit.ly/1FEFMip>

Yeo T. (2014). Counting the Cost of Food Waste: EU Food Waste Prevention-HL 154. The Stationery Office. Disponibile in: <http://bit.ly/11jo0TF>

Xue et al. (2017), Missing Food, Missing Data? A Critical Review of Global Food Losses and Food Waste Data



# I FANGHI DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE

La redazione di questa sezione è stata possibile grazie ai preziosi contributi di:

Andrea Aliscioni, MM  
Marco Blazina, MM  
Walter Ganapini, Agenzia Europea dell'Ambiente  
Luca Montani, MM  
Desdemona Oliva, CAP  
Alessandro Russo, CAP

*Revisione scientifica:* Walter Ganapini, Membro Onorario del Comitato Scientifico dell'Agenzia Europea dell'Ambiente

## I rifiuti del processo di depurazione delle acque

I fanghi di depurazione sono gli **scarti prodotti dal processo di depurazione delle acque**, fase finale del servizio idrico integrato<sup>1</sup> (SII), ovvero l'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione d'acqua ad usi civili, di fognatura e di depurazione delle acque reflue. Queste ultime contengono sostanze organiche e inorganiche che possono recare danno alla salute e all'ambiente, pertanto non possono essere reimmesse direttamente nell'ambiente senza prima essere state depurate. Il servizio di depurazione comprende l'insieme delle operazioni di realizzazione, gestione e manutenzione degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane convogliate dalle reti di fognatura, incluse le attività per il trattamento dei fanghi residui (ARERA, 2019), quelle rilevanti ai fini della presente ricerca.

**Le acque che provengono dagli insediamenti civili, industriali e le acque di prima pioggia**, attraverso il sistema fognario e i collettori intercomunali (le canalizzazioni che convogliano i reflui agli impianti di depurazione), arrivano ai depuratori dove **vengono trattate e recuperate per utilizzi diversi**. Gli scarti prodotti dal processo di depurazione delle acque sono costituiti per la maggior parte (circa il 90%) dai fanghi di depurazione, la cui produzione può essere considerata un indicatore dell'effettiva depurazione dello scarico. **I fanghi di depurazione sono considerati rifiuti** e possono essere **riutilizzati direttamente in agricoltura** (spandimento), **recuperati in modo indiretto** (recupero di materia) **per la produzione di compost, ammendanti** (gessi da defecazione) **e biogas**, utilizzati per il **recupero di alcune materie prime** (fosforo, azoto), per **produrre energia attraverso incenerimento** oppure possono essere **smaltiti in discarica o per incenerimento** (Cintoli, 2017). Se la funzione primaria del servizio di depurazione è quella di restituire all'ambiente acque prive del carico inquinante, in modo che non si alteri la qualità dei corpi idrici, diventa sempre più importante l'applicazione di soluzioni che consentano il riuso dei fanghi e il recupero delle sostanze che in essi sono contenute e che scorraggino di conseguenza il ricorso allo smaltimento. In questo senso **l'utilizzo dei fanghi in agricoltura** - giustificato dal loro contenuto di sostanze nutritive preziose per il terreno (fosforo, azoto,

<sup>1</sup> La legge Galli (36/1994) prevede il superamento della frammentazione sul territorio della gestione dei vari comparti del ciclo delle acque (captazione, adduzione, distribuzione, depurazione), perseguendone l'accorpamento in un unico schema coordinato di servizi, indicato appunto come "servizio idrico integrato".

carbonio organico) - **è un tema controverso** sia perché se non opportunamente trattati e monitorati i fanghi possono trasportare metalli pesanti e sostanze organiche nocive sia perché, rappresentando un costo ingente di smaltimento, spingono a frequenti e redditizie situazioni illecite.

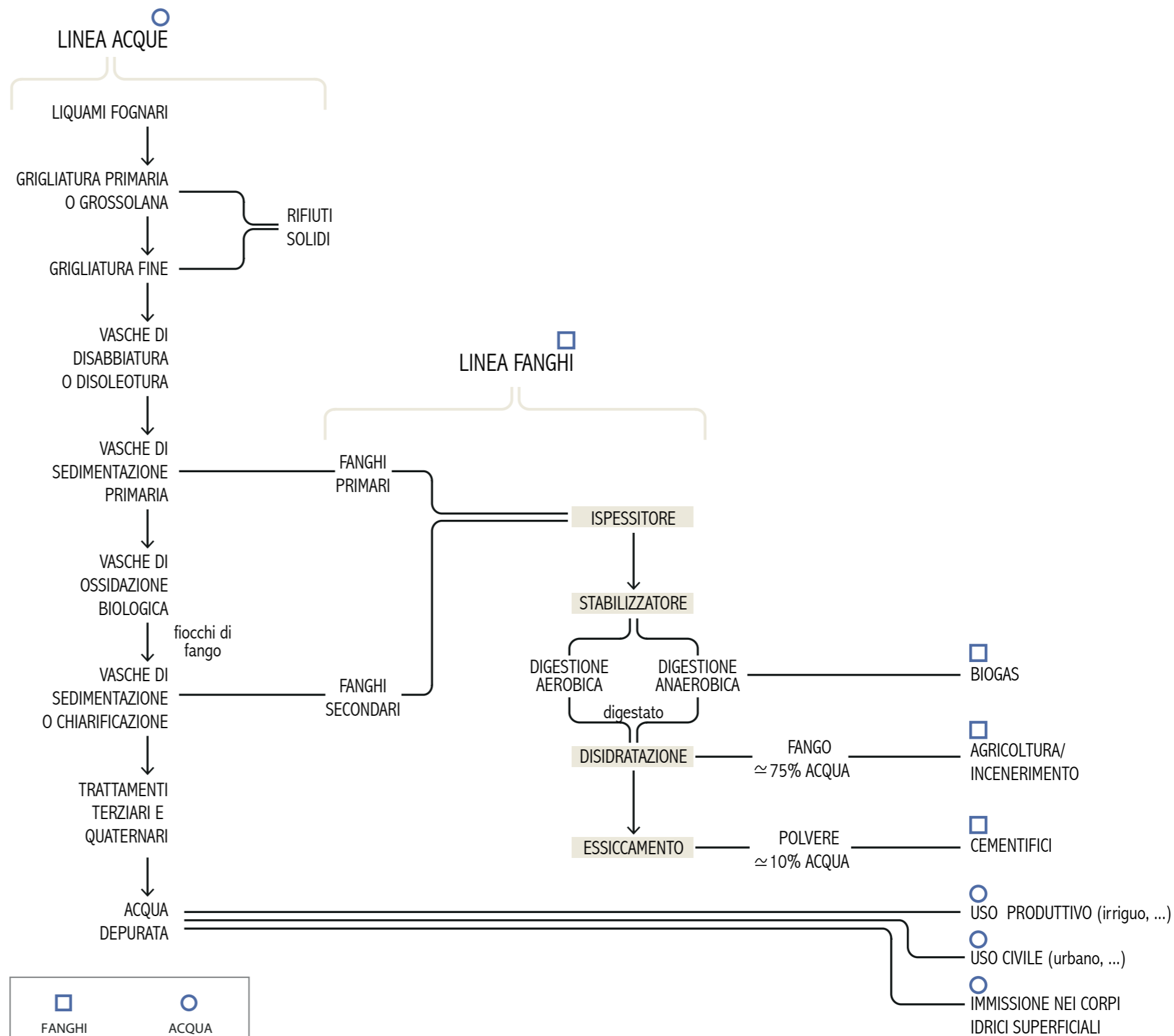
### La produzione dei fanghi di depurazione

All'interno degli impianti di depurazione, **nella linea acque gli inquinanti presenti nel refluo vengono concentrati in un residuo liquido che costituisce il fango di depurazione**: questo deriva sia da processi aerobici di abbattimento del carico organico presente nelle acque reflue, sia da processi chimico-fisici per precipitazione anche grazie all'aggiunta di reagenti. **Nella linea fanghi sono previsti sistemi di trattamento propedeutici al destino finale o al trattamento finale dei fanghi stessi.** Il processo di depurazione delle acque e di trattamento dei fanghi è schematizzato nella figura accanto.

#### Linea acque

Le acque reflue, che contengono rifiuti solidi di dimensioni diverse, vengono sottoposte inizialmente a **trattamenti meccanici o preliminari**: vengono fatte defluire prima attraverso una griglia che consente di separare i materiali più grossi (superiori ai 2-3 centimetri) per evitare che questi danneggino parti del depuratore (tubazioni, pompe); poi, un passaggio attraverso una grigliatura fine consente la separazione dei materiali solidi di dimensioni più piccole (superiori a qualche millimetro). Tutto ciò che viene catturato dalle griglie viene smaltito (incenerimento o discarica). La grigliatura primaria cattura anche la cellulosa, proveniente in particolare dalla carta igienica. Le acque, private dei rifiuti solidi, vengono poi convogliate nelle vasche di dissabbiatura o disoleatura, dove sabbie e terriccio precipitano sul fondo per sedimentazione naturale, oli e grassi flottano sulla superficie grazie ad una continua insufflazione di aria e vengono separati per scrematura (entrambi, sedimento e olii, devono poi essere smaltiti). La separazione dei fanghi avviene in due momenti, nei **trattamenti primari finalizzati alla rimozione dei solidi sedimentabili e nei trattamenti secondari finalizzati alla rimozione di sostanze non sedimentabili**: nelle vasche di sedimentazione primaria, non sempre presenti in quanto richiedono ampi spazi, i solidi sedimentabili si separano per gravità (fanghi primari); successivamente nelle vasche di ossidazione biologica viene insufflato l'ossigeno che consente ai batteri presenti nelle acque reflue di nutrirsi degli inquinanti presenti (in proporzioni diverse, ovvero per 100 parti di carbonio, circa 5 parti di azoto e 1 parte di fosforo): in questo processo i batteri tendono ad unirsi tra loro formando i cosiddetti fiocchi di fango attivo (fanghi secondari), che precipitano

Processo di depurazione delle acque e di trattamento dei fanghi



Fonte: ESTà



nelle vasche di sedimentazione o chiarificazione separando di fatto gli inquinanti dall'acqua. **I fanghi precipitati sul fondo delle vasche di sedimentazione** (primaria e secondaria) **vengono aspirati e trasferiti nella linea fanghi** (una parte del fango attivo viene fatta ricircolare nella vasca di ossidazione biologica). Infine l'acqua viene sottoposta ad ulteriori **trattamenti terziari o quaternari** - rimozione dell'azoto, del fosforo<sup>2</sup> e trattamenti di disinfezione<sup>3</sup> per il riutilizzo dell'acqua depurata o per limitare l'eutrofizzazione nel corpo idrico ricettore - come la fitodepurazione, la filtrazione rapida su supporto granulare, la microstacciatura e la precipitazione chimica (ARERA, 2014).

Al termine del ciclo, che dura circa 24 ore, **l'acqua** viene controllata in laboratorio e **destinata ad uso produttivo** (irriguo,...), **civile** (urbano, come la cura del verde pubblico,...), **o immessa nei corpi idrici superficiali**. L'intero processo e in particolare la fase di ossidazione biologica richiede un **grande apporto di energia** che, negli impianti dotati di digestione anaerobica sulla linea fanghi, proviene dal biogas generato.

## Linea fanghi

**I fanghi primarie e secondari** che precipitano nelle vasche di sedimentazione hanno una consistenza molto liquida, essendo **costituiti per oltre il 90% da acqua**: vengono quindi aspirati per essere inviati all'ispessitore, dove viene eliminata per via meccanica una parte di acqua al fine di aumentare la concentrazione di solidi e migliorare così le rese dei trattamenti successivi (biologici e di disidratazione). Segue una fase di **stabilizzazione biologica** - che può essere di digestione aerobica o meno frequentemente anaerobica, quest'ultima con produzione di biogas - in cui la **sostanza organica viene parzialmente degradata**: si passa infatti da un contenuto di SV (solidi volatili<sup>4</sup>) pari al 70

<sup>2</sup> Il fosforo è il principale responsabile dei fenomeni di eutrofizzazione dei corpi idrici superficiali e delle zone marine in prossimità delle foci di fiumi di dimensioni rilevanti. Poiché la sottrazione di fosforo ad opera dei batteri nello stadio di ossidazione biologica è limitata, è spesso necessario un ulteriore processo di defosfatazione: per esempio, nei depuratori MM il fosforo viene rimosso aggiungendo sali di ferro che formano composti di fosforo eliminabili per filtrazione (su filtri di sabbia), che vengono poi aggregati ai fanghi di depurazione; nei depuratori CAP il fosforo viene abbattuto nelle vasche di sedimentazione primaria in quantità pari a 1mg/lit.

<sup>3</sup> Per esempio con l'aggiunta di disinfettante o tramite lampade UV.

<sup>4</sup> I solidi volatili sono quelli che a 600 °C si gassificano e pertanto non rimangono come cenere. I solidi non volatili (o residuo fisso) sono il residuo che si ottiene dopo l'incenerimento in forno a muffola alla temperatura di 600 °C.

÷ 75% dei ST (solidi totali) ad un rapporto SV/ST pari al 50 ÷ 60% e si **riducono putrescibilità, odori e contenuto di patogeni del fango**<sup>5</sup> (Università degli Studi di Pavia, 2018). Con la stabilizzazione biologica viene significativamente ridotto il grado di contaminazione microbiologica, ma per il rispetto dei limiti di legge sono in genere richiesti **ulteriori trattamenti di igienizzazione** (prima che il fango venga impiegato per esempio per spandimento in agricoltura) che comprendono anche la permanenza del fango a temperatura elevata per un tempo sufficientemente lungo che dipende direttamente dalla temperatura (più elevata è la temperatura più ridotto può essere il tempo di permanenza del fango a tale temperatura). La digestione anaerobica (durata circa 25-30 giorni), introdotta negli impianti di depurazione per le caratteristiche dei fanghi (composizione e percentuale molto bassa di sostanza secca) implica, rispetto a quella aerobica, una minore carica batterica del digestato, per via delle condizioni riducenti del processo anaerobico; una parziale igienizzazione - pastorizzazione - avviene comunque anche durante la digestione aerobica, grazie alle temperature che si raggiungono durante la prima settimana di processo, pari a circa 48-60°C. La **digestione anaerobica implica anche il recupero di energia e calore tramite la produzione di biogas e una riduzione del volume dei fanghi**. Il digestato prodotto è particolarmente vocato ad essere post-compostato con rifiuti organici in compostaggio aerobico. Gli impianti di digestione anaerobica dei depuratori possono anche trattare altri rifiuti (FORSU e verde opportunamente ridotto con processi meccanici): questa possibilità è particolarmente adatta adesso che la digestione anaerobica si sta spostando verso la tecnologia a secco (la parte secca è passata dal 3% al 20%) con conseguente maggiore produzione di biogas, ma l'allegato B comma 5 lettera h del D.M. 6 novembre 2003, n. 367 vieta l'uso agricolo dei fanghi provenienti da impianti di depurazione nei quali confluiscono altri rifiuti.

I fanghi vengono poi **disidratati meccanicamente** per trasformare il fango liquido in fango palabile con tenore di sostanza secca pari al 20-40% ed eventualmente sottoposti ad essiccamento (ma questo trattamento è poco presente perché energeticamente molto costoso) per trasformare il fango da palabile a prodotto secco, con tenore di sostanza secca pari al 90%. I fanghi disidratati vengono generalmente utilizzati in agricoltura e quelli essiccati come combustibili **nei cementifici** (Università degli Studi di Pavia, 2018).

La quantità di fanghi prodotta da un impianto viene misurata

<sup>5</sup> Il contenuto di patogeni dipende molto dalle condizioni di salute della popolazione e dal destino fognario dei reflui ospedalieri, dei presidi sanitari,...

sia come fango "tal quale" che come "sostanza secca totale (SST)". I fanghi "tal quale" sono misurati a valle delle fasi di disidratazione e di essiccazione: si tratta in pratica della quantità di fango così come viene avviata a recupero a valle dei trattamenti citati. Il calcolo dei fanghi come SST viene fatto determinando la quantità di fango senza il contenuto di acqua. Questo calcolo è necessario in quanto la presenza dei diversi componenti all'interno del fango (presenza che deve rientrare nei limiti di legge) va espressa sulla SST e incide anche sulla superficie di terreno necessaria allo spandimento.

### Il servizio idrico integrato

L'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) svolge attività di regolazione e controllo nei settori dell'energia elettrica, del gas naturale, dei servizi idrici, del ciclo dei rifiuti e del telecalore. La descrizione degli elementi fondamentali del servizio idrico integrato (SII) sono tratte dal sito di ARERA<sup>6</sup>.

Il servizio idrico integrato è costituito dall'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili, di fognatura e di depurazione delle acque reflue, compresi i servizi di captazione adduzione a usi multipli e i servizi di depurazione ad usi misti civili e industriali e deve essere gestito secondo principi di efficienza, efficacia ed economicità, nel rispetto delle norme nazionali e comunitarie.

I servizi idrici sono organizzati sulla base degli Ambiti Territoriali Ottimali (ATO), ossia porzioni di territorio la cui delimitazione è definita dalle Regioni nel rispetto dei seguenti principi:

- unicità del bacino idrografico o del sub-bacino o dei bacini idrografici contigui;
- unicità della gestione;
- adeguatezza delle dimensioni gestionali, definita sulla base di parametri fisici, demografici e tecnici.

A maggio 2017 si contano 64 ATO, 12 dei quali coincidono con il territorio regionale.

Per ogni ATO le Regioni individuano gli Enti di governo dell'ambito (EGA), ai quali partecipano obbligatoriamente tutti i Comuni ricadenti nell'ATO ed ai quali è trasferito l'esercizio delle competenze dei Comuni stessi in materia di gestione delle risorse idriche, ivi compresa la programmazione delle infrastrutture idriche. Agli Enti di governo dell'ambito sono attribuiti, in particolare, i seguenti compiti:

- predisposizione e aggiornamento del Piano d'Ambito (costituito dall'insieme dei seguenti atti: ricognizione delle infrastrutture, programma degli interventi, modello gestionale e organizzativo, piano economico-finanziario);
- affidamento del servizio idrico integrato;
- predisposizione della convenzione di gestione per la regolazione dei rapporti tra Ente di governo dell'ambito e soggetto gestore, sulla base della convenzione

<sup>6</sup>[https://www.arera.it/atlane/it/idrico/capitolo\\_1/elenco\\_domande\\_paragrafo\\_1.htm](https://www.arera.it/atlane/it/idrico/capitolo_1/elenco_domande_paragrafo_1.htm)

- tipo adottata dall'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico;
- al fine dell'aggiornamento del piano economico-finanziario, predisposizione della tariffa nell'osservanza del metodo tariffario adottato dall'Autorità e relativa trasmissione a quest'ultima per l'approvazione.

L'Ente di governo dell'ambito, nel rispetto del piano d'ambito e del principio di unicità della gestione, procede alla scelta della forma di gestione fra quelle previste dall'ordinamento europeo (affidamento mediante gara, partenariato pubblico-privato con gara per la scelta del socio privato, in house providing), provvedendo conseguentemente all'affidamento del servizio idrico integrato.

### Le questioni normative

La normativa che disciplina i fanghi di depurazione è complessa e presenta alcune lacune. Ai fini della presente ricerca e in particolare in relazione all'utilizzo dei fanghi in agricoltura, ci si limita a ricordare i seguenti elementi.

**In Europa la normativa base vigente per l'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura è la direttiva 86/278/CEE del 12 giugno 1986** (concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura). L'obiettivo della direttiva è quello di incoraggiare il recupero dei fanghi in agricoltura, proteggendo suolo, vegetazione, animali e uomo. Per questo si prevede da un lato (art. 6) che i **fanghi debbano essere trattati<sup>7</sup> prima di essere utilizzati in agricoltura** e dall'altro il **rispetto del fabbisogno di sostanze nutritive delle piante** (art.8). La direttiva fornisce i valori per le concentrazioni ammissibili di metalli pesanti nei suoli che ricevono i fanghi, per le concentrazioni di metalli pesanti nei fanghi e per le quantità massime annue di tali metalli pesanti immesse nei terreni a destinazione agricola. Gli Stati nel tempo, anche alla luce delle nuove conoscenze tecniche e scientifiche, hanno introdotto norme più restrittive rispetto a quelle indicate nella direttiva<sup>8</sup> (per esempio aggiungendo inquinanti non presenti nella direttiva) o, come nel caso dell'Italia, hanno dato facoltà alle Regioni di

<sup>7</sup> I fanghi trattati, come indicato nell'art.2 della Direttiva, sono quelli "sottoposti a trattamento biologico, chimico o termico, a deposito a lungo termine ovvero ad altro opportuno procedimento, in modo da ridurre in maniera rilevante il loro potere fermentescibile e gli inconvenienti sanitari della loro utilizzazione".

<sup>8</sup> La variabilità molto elevata da paese a paese riguarda anche i limiti per i metalli pesanti, i microinquinanti organici e gli standard igienico-sanitari (Mininni, 2017).

introdurre tali norme (le regioni dove lo spandimento dei fanghi in agricoltura rappresenta una pratica molto diffusa lo hanno fatto).

**In Italia l'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura è normato dal D.Lgs 99/1992, attuazione della direttiva comunitaria 86/278/CEE.**

L'articolo 2 del D.Lgs 99/1992 fornisce la **definizione di fanghi**, come segue: 1. Ai sensi del presente decreto, si intendono per:

a) **Fanghi: i residui derivanti dai processi di depurazione:**  
1) delle acque reflue provenienti esclusivamente da insediamenti civili; 2) delle acque reflue provenienti da insediamenti civili e produttivi: tali fanghi devono possedere caratteristiche sostanzialmente non diverse da quelle possedute dai fanghi di cui al punto a.1.; 3) delle acque reflue provenienti esclusivamente da insediamenti produttivi; tali fanghi devono essere assimilabili per qualità a quelli di cui al punto a.1. sulla base di quanto disposto nel successivo articolo 3.1.

b) **Fanghi trattati:** i fanghi sottoposti a trattamento biologico, chimico o termico, a deposito a lungo termine ovvero ad altro opportuno procedimento, in modo da **ridurre in maniera rilevante il loro potere fermentescibile e gli inconvenienti sanitari della loro utilizzazione.**

Il d.Lgs 99/1992 afferma (art.3) che i **fanghi di depurazione, per essere utilizzati in agricoltura**, devono rispettare determinate condizioni, ovvero devono essere fanghi trattati (medesima definizione della direttiva 86/278/CEE), essere **idonei a produrre un effetto concimante e/o ammendante e correttivo del terreno** e non contenere sostanze tossiche e nocive e/o persistenti, e/o bioaccumulabili in concentrazioni dannose per il terreno, per le colture, per gli animali, per l'uomo e per l'ambiente in generale. L'articolo 3 fissa anche i parametri in base ai quali è consentita l'utilizzazione dei fanghi in agricoltura: concentrazione dei metalli pesanti nel suolo e nei fanghi, caratteristiche dei suoli in base alle quali determinare la quantità massima di fango applicabile per ettaro. A differenza della Direttiva 86/278/CEE, le caratteristiche dei fanghi utilizzabili in agricoltura non si riferiscono solo ai valori massimi di concentrazione di metalli pesanti ma anche ai limiti inferiori di concentrazione di carbonio organico, azoto totale e fosforo totale e al limite massimo di concentrazione delle salmonelle. Come nella Direttiva 86/278/CEE, non vengono disciplinate le concentrazioni di inquinanti quali per esempio idrocarburi e fenoli. Il D.Lgs vieta anche l'utilizzazione dei fanghi su certe tipologie di terreno (per esempio terreni destinati all'orticoltura e alla frutticoltura, terreni allagati, destinati a pascolo o a foraggiere) e in alcuni periodi specifici. Il D.Lgs stabilisce le competenze delle

Regioni, per esempio la possibilità di indicare ulteriori limiti e condizioni di utilizzazione in agricoltura per i diversi tipi di fanghi in relazione alle caratteristiche dei suoli, ai tipi di colture praticate, alla composizione dei fanghi, alle modalità di trattamento.

**La regolamentazione dei fanghi non è contenuta integralmente nel D.Lgs 99/1992 ma deve essere integrata dalla normativa generale sui rifiuti.**

Infatti i fanghi sono considerati rifiuti, come indicato nell'articolo 127 del D.Lgs. 152/06 (noto anche come Testo Unico Ambientale): "1. Ferma restando la disciplina di cui al decreto legislativo 27 gennaio 1992, n. 99, i fanghi derivanti dal trattamento delle acque reflue<sup>9</sup> sono sottoposti alla disciplina dei rifiuti, ove applicabile e alla fine del complessivo processo di trattamento effettuato nell'impianto di depurazione<sup>10</sup>. I fanghi devono essere riutilizzati ogni qualvolta il loro reimpiego risulti appropriato. 2. È vietato lo smaltimento dei fanghi nelle acque superficiali dolci e salmastre".

Infine **l'utilizzo diretto per spandimento dei fanghi in agricoltura è soggetto alla Direttiva Nitrati (91/676/CEE)** del Consiglio relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Infatti i nitrati, utili al terreno agricolo, comportano un elevato rischio di inquinamento delle acque di falda per percolazione da aree agricole, a causa della pratica della fertilizzazione dei terreni su vasta scala, incluso lo spandimento dei fanghi di depurazione. La direttiva, parte integrante della direttiva quadro sulle acque, rappresenta uno degli strumenti chiave per la protezione delle acque contro la pressione esercitata dall'attività agricola e stabilisce una serie di azioni che gli Stati membri sono chiamati ad attuare: per esempio la designazione delle zone vulnerabili ai nitrati (ovvero le zone che scaricano nelle acque e che concorrono all'inquinamento, poiché in queste zone si stabilisce il limite massimo annuo di spargimento di reflui pari a 170 Kg di azoto per ettaro) e la definizione di programmi di azione che dettagliano le modalità con cui possono essere effettuati gli spandimenti. La direttiva è stata recepita dalla normativa

<sup>9</sup> D.Lgs. 152/06 parte III art. 74: g) acque reflue domestiche: acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi e derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche; h) acque reflue industriali: qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento; i) acque reflue urbane: acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali ovvero meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate, e provenienti da agglomerato.

<sup>10</sup> I fanghi acquisiscono la natura di rifiuto solo all'uscita dal processo di depurazione dei liquami.

italiana tramite il D.Lgs 152/1999 e il decreto ministeriale 7 aprile 2006<sup>11</sup>.

**Ad oggi la definizione dei limiti qualitativi da rispettare, al fine di definire i fanghi di depurazione come idonei per il riutilizzo in agricoltura, è contenuta nell'art. 41 del c.d. "Decreto Genova"** (D.L. 109/2018) del 28 settembre 2018. Art. 41 - Disposizioni urgenti sulla gestione dei fanghi di depurazione: "1. Al fine di superare situazioni di criticità nella gestione dei fanghi di depurazione, nelle more di una revisione organica della normativa di settore, continuano a valere, ai fini dell'utilizzo in agricoltura dei fanghi di cui all'articolo 2, comma 1, lettera a), del decreto legislativo 27 gennaio 1992, n. 99, i limiti dell'Allegato IB del predetto decreto, fatta eccezione per gli idrocarburi (C10-C40), per i quali il limite è:  $\leq 1.000$  (mg/kg tal quale). Ai fini della presente disposizione, per il parametro idrocarburi C10-C40, il limite di 1000 mg/kg tal quale si intende comunque rispettato se la ricerca dei marker di cancerogenicità fornisce valori inferiori a quelli definiti ai sensi della nota L, contenuta nell'allegato VI del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2008, richiamata nella decisione 955/2014/UE della Commissione del 16 dicembre 2008".

**Lo spandimento in agricoltura di gessi e carbonati di defecazione è disciplinato a livello nazionale dal D.Lgs. 75/2010** (riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti). I gessi e i carbonati da defecazione sono definiti correttivi (art. 2) ovvero "i materiali da aggiungere al suolo in situ principalmente per modificare e migliorare proprietà chimiche anomale del suolo dipendenti da reazione, salinità, tenore in sodio, i cui tipi e caratteristiche sono riportati nell'allegato 3".

<sup>11</sup> Per la regione Lombardia le informazioni specifiche si trovano al seguente link <http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/servizi-e-informazioni/impres/impres-agricole/direttiva-nitrati>

## SARS-CoV-2 e i fanghi di depurazione

Il Gruppo di Lavoro ISS Ambiente - Rifiuti ha pubblicato il "Rapporto ISS COVID-19 n. 9/2020. Indicazioni ad interim sulla gestione dei fanghi di depurazione per la prevenzione della diffusione del virus SARS-CoV-2" (versione del 3 Aprile 2020). Lo studio si è reso necessario dall'evidenza che il SARS-CoV-2 viene eliminato attraverso le feci e pertanto trasferito alla fognatura attraverso gli scarichi idrici e quindi agli impianti di depurazione. Di conseguenza, i fanghi potrebbero causare esposizione professionale o generale a SARS-CoV-2 in funzione delle destinazioni d'uso. Di seguito si riportano integralmente le conclusioni dello studio.

- Impianti di compostaggio, digestione anaerobica. I tempi e le temperature di trattamento fanno ritenere irrilevante il rischio di trasmissione dell'infezione da SARS-CoV-2.
- Incenerimento o disidratazione termica. Le condizioni e temperature di trattamento fanno ritenere irrilevante il rischio di trasmissione dell'infezione da SARS-CoV-2.
- Smaltimento in discarica. La collocazione in discarica, cioè a giacimento controllato, va effettuata nel rigoroso rispetto delle norme di buona tecnica e di igiene e sanità pubblica all'interno degli impianti e in tutte le fasi di conferimento e utilizzo dei fanghi. In particolare, la raccolta dei fanghi presso gli impianti di depurazione deve avvenire con mezzi meccanici idonei e nel rispetto delle condizioni igieniche per gli addetti a tali operazioni e per l'ambiente, evitando la formazione di aerosol e polveri; il trasporto dei fanghi deve essere effettuato con mezzi idonei ad evitare ogni dispersione durante il trasferimento ed a garantire la massima sicurezza da punto di vista igienico sanitario.
- Riutilizzo in agricoltura (spandimento o produzione di ammendanti e correttivi). I fanghi devono essere applicati in linea con le buone pratiche agricole. Per procedere a tale pratica deve essere assicurato il trattamento di stabilizzazione con calce, acido solforico, ammoniaca, soda o una combinazione di questi, digestione anaerobica (mesofila e termofila) o aerobica (mesofila e termofila), la disidratazione termica, l'idrolisi termica con temperatura superiore a 100°C per almeno 20 minuti, la pastorizzazione del fango liquido per un minimo di 30 minuti a 70°C o comunque deve essere garantito un tempo minimo di ritenzione (comprensivo di tempi di trattamenti e stoccaggio) del fango prima dell'utilizzo in funzione delle temperature di trattamento e stoccaggio, in accordo alla formula riportata in Allegato 18, assicurando che i fanghi da riutilizzare non siano integrati o miscelati con fanghi trattati che non assicurino le condizioni di ritenzione in impianto come sopra stabilito. Possono inoltre considerarsi igienizzati fanghi che provengano da impianti di depurazione operanti a ossidazione prolungata in assenza di trattamento primario con tempi di permanenza del refluo nella vasca di ossidazione di almeno 24 ore e tempi di permanenza dei fanghi di almeno 15 giorni e concentrazione di solidi volatili nei fanghi di supero inferiore al 60% dei solidi totali.

## La crisi dei fanghi in Regione Lombardia

La crisi dei fanghi che si è venuta a creare in Regione Lombardia nel 2018 è riassumibile nelle seguenti tappe fondamentali<sup>12</sup>:

- Nella sentenza n° 27958 del 6 giugno 2017 la Corte di Cassazione penale afferma che **per disciplinare lo spandimento dei fanghi in agricoltura bisogna integrare la normativa del D.Lgs 99/1992 con quella del D.Lgs 152/2006**: quindi, per le sostanze non disciplinate dal D.Lgs 99/1992, si applica la disciplina delle bonifiche (Tab 1, Colonna A, Allegato 5 alla Parte IV del D. Lgs 152/2006). Tale sentenza ha ridotto gli spazi autorizzati al recupero dei fanghi.
- **Regione Lombardia**, appoggiandosi all'articolo 6 del D. Lgs 99/1992 - che afferma che le Regioni "2) stabiliscono ulteriori limiti e condizioni di utilizzazione in agricoltura per i diversi tipi di fanghi in relazione alle caratteristiche dei suoli, ai tipi di colture praticate, alla composizione dei fanghi, alle modalità di trattamento" - ha emanato una delibera di Giunta (n. X/7076 dell'11 settembre 2017) in cui si **approva l'innalzamento dei valori limite delle concentrazioni di idrocarburi e fenoli, ai fini del riutilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura**. - un valore-limite pari a "mg/kg ss <10.000" per il parametro "Idrocarburi (C10-C40)"; - un valore-limite pari "mg/kg  $\Sigma$ <50" per i parametri "Nonilfenolo", "Nonilfenolo monoetossilato", "Nonilfenolo dietossilato".
- **Diversi Comuni delle Province di Pavia e Lodi**, ritenendo che tale innalzamento avrebbe determinato, a causa del rilascio nel suolo di idrocarburi pesanti e fenoli, un rischio di contaminazione per le matrici ambientali e per le coltivazioni ad uso alimentare, **hanno presentato al TAR della Lombardia un ricorso** contro la delibera della Regione
- Il **TAR Lombardia** (con sentenza della sezione III del 20 luglio 2018, n. 1782) **ha accolto la domanda dei Comuni** (spiegando che "il provvedimento regionale è intervenuto nella materia «tutela dell'ambiente», riservata alla competenza esclusiva statale; ne consegue che le Regioni non possono dettare una disciplina contrastante con quella prevista dalle fonti primarie statali abbassando i limiti di tutela previsti da queste ultime") **paralizzando**

<sup>12</sup> <https://www.tuttoambiente.it/commenti-premium/emergenza-fanghi-puntate-precedenti-prospettive-future-corso-formazione/>; <http://www.nomos-leattualitaneldiritto.it/wp-content/uploads/2019/06/Bernardi-1-2019.pdf>

### di fatto il riutilizzo in agricoltura dei fanghi prodotti dai depuratori.

Ma gli inceneritori autorizzati allo smaltimento dei fanghi erano saturi e l'utilizzo della discarica prevede il rispetto dei parametri previsti dal DM 27 settembre 2010 (definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica). La mancata rimozione dei fanghi dalle aree di stoccaggio dei depuratori ha pregiudicato la continuità del servizio di depurazione delle acque (i depuratori accumulavano fango nei reattori biologici, nei digestori e negli ispessitori) e i prezzi dello smaltimento sono drasticamente aumentati.

- Poiché il D. Lgs 152/2006 prevede lo strumento dell'ordinanza contingibile e urgente (art. 191 il ricorso temporaneo a speciali forme di gestione dei rifiuti, anche in deroga alle disposizioni vigenti, nel rispetto, comunque, delle disposizioni contenute nelle direttive dell'Unione europea, garantendo un elevato livello di tutela della salute e dell'ambiente) **Regione Lombardia con il Decreto n.94 del 07/08/2018 ha disposto misure straordinarie, temporanee (per tre mesi) e derogatorie per la gestione dei fanghi che scongiurassero il blocco dei depuratori**: ai rifiuti individuati con il codice EER 190805 (fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane) prodotti in Lombardia, rispetto a quelli prodotti in altre regioni, è stata data la priorità di accesso agli impianti di ritiro o deposito preliminare e agli impianti di trattamento/incenerimento.
- **L'approvazione del Decreto-legge n.109 "Decreto Genova"** (o Ponte Morandi) il 29 settembre 2018 ha sbloccato la situazione: come già scritto, è stato infatti introdotto l'art. 41 "Disposizioni urgenti sulla gestione dei fanghi da depurazione" il quale afferma che per l'utilizzo dei fanghi in agricoltura la norma di riferimento è il D. Lgs 99/1992 e introduce per gli idrocarburi C10-C40 il limite massimo di 1.000 mg/kg tal quale. Il Decreto Genova è stato convertito nella legge 130, in vigore dal 20/11/2018.
- Attualmente, con l'art. 15 della L. 117/19 il Governo è stato delegato "adottare una nuova disciplina organica in materia di utilizzazione dei fanghi, anche modificando la disciplina stabilita dal decreto legislativo 27 gennaio 1992, n. 99, al fine di garantire il perseguimento degli obiettivi di conferimento in discarica previsti dalle disposizioni di cui all'articolo 1, numero 4), della direttiva (UE) 2018/850". L'obiettivo è anche quello di adeguare la normativa sui fanghi alle nuove conoscenze tecnico-scientifiche in materia di sostanze inquinanti. **È quindi allo studio un nuovo decreto fanghi di cui al momento è circolata la seconda bozza** che, se e quando sarà

approvata, sostituirà il D.Lgs 99/92 e l'art. 41 del D.L. 109/18. La bozza è stata molto criticata dalle associazioni Isde-Medici per l'Ambiente e European Consumers<sup>13</sup>.

13 <http://www.europeanconsumers.it/2019/08/01/la-bozza-del-decreto-fanghi-continua-a-permettere-lo-spandimento-nei-terreni-agricoli-di-sostanze-tossiche-e-nocive/>

## Regione Lombardia

L'utilizzo in agricoltura dei fanghi di depurazione in Regione Lombardia è normato da<sup>14</sup>:

- d.g.r. 1° luglio 2014, n. X/2031<sup>15</sup> "Disposizioni regionali per il trattamento e l'utilizzo, a beneficio dell'agricoltura, dei fanghi da depurazione delle acque reflue di impianti civili ed industriali in attuazione dell'art. 8, comma 8, della legge regionale 12 luglio 2007, n. 12. Conseguente integrazione del punto 7.4.2, comma 6, n. 2) della d.g.r. 18 aprile 2012, n. IX 3298, riguardante le linee guida regionali per l'autorizzazione degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili";
- d.g.r. 6 giugno 2016, n. X/5269<sup>16</sup> "Prescrizioni integrative tipo per le autorizzazioni all'utilizzo, a beneficio dell'agricoltura, dei fanghi di depurazione delle acque reflue di impianti civili ed industriali";
- d.g.r. 11 settembre 2017, n. X/7076<sup>17</sup> "Disposizioni integrative, in materia di parametri e valori limite da considerare per i fanghi idonei all'utilizzo in agricoltura, alla dgr 2031/2014 recante disposizioni regionali per il trattamento e l'utilizzo, a beneficio dell'agricoltura, dei fanghi di depurazione delle acque reflue di impianti civili ed industriali in attuazione dell'art. 8, comma 8, della legge regionale 12 luglio 2007, n. 12";
- d.d.u.o. n. 6665 del 14 maggio 2019<sup>18</sup> "Ricognizione dei limiti di concentrazione caratterizzanti i fanghi di depurazione idonei per l'utilizzo in agricoltura, a seguito delle nuove disposizioni normative nazionali di cui alla legge 16 novembre 2018, n. 130 "conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 28 settembre 2018, n. 109, recante disposizioni urgenti per la città di Genova, la sicurezza della rete nazionale delle infrastrutture e dei trasporti, gli eventi sismici del 2016 e 2017, il lavoro e le altre emergenze".

14 <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/ambiente-ed-energia/Rifiuti/disposizioni-regionali-utilizzo-fanghi-in-agricoltura/disposizioni-regionali-utilizzo-fanghi-in-agricoltura>

15 d.g.r. 1 luglio 2014, n. X/2031

16 d.g.r. 6 giugno 2016, n. X/5269

17 d.g.r. 11 settembre 2017, n. X/7076

18 d.d.u.o. n. 6665 del 14 maggio 2019

## Impiego dei fanghi

A valle della linea fanghi dei depuratori, i possibili impieghi finali dei fanghi prodotti sono diversi:

- **recupero diretto (riutilizzo) in agricoltura per spandimento:** sono necessarie unicamente **lavorazioni** che **abbattono ulteriormente la carica batterica dei fanghi** (igienizzazione) per esempio trattamenti chimici - aggiunta di calce o di una soluzione di ammoniaca - o trattamenti che **riducono la putrescibilità**, per esempio trattamenti biologici come la stabilizzazione aerobico/anaerobica (Università degli Studi di Pavia, 2018). Il fango da spandimento è quello di qualità inferiore: viene digerito dal terreno ma ha scarso potere fertilizzante. Non si trasforma in un nuovo prodotto, ma mantiene la qualifica di rifiuto.
- **recupero indiretto (recupero di materia): produzione di compost e di ammendanti come il gesso da defecazione (CaSO<sub>4</sub>) o il carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>) da defecazione;** per gli ammendanti il trattamento prevede una idrolisi basica con calce viva e successiva neutralizzazione dell'alcalinità con acido solforico nel primo caso e con anidride carbonica nel secondo (Italia Nostra, 2019). Tramite queste lavorazioni il **potere fertilizzante del fango aumenta e il fango perde la qualifica di rifiuto diventando un nuovo prodotto**. Infine direttamente nella linea fanghi, se è presente la fase di digestione anaerobica, si ha la **produzione di biogas** (il digestato prodotto segue il destino dei fanghi) che in alcuni impianti - pochi al momento - subisce anche l'upgrade a biometano. Come si legge nel progetto PerFORM WATER 2030<sup>19</sup>, "indicativamente, i reflui di ogni abitante allacciato ad un impianto di depurazione che opera la digestione dei fanghi, possono produrre fino a 15 litri di metano al giorno. L'upgrade a biometano è molto interessante anche in questo ambito, ad esempio per alimentare direttamente in situ le flotte dei mezzi a servizio delle Aziende del Servizio Idrico Integrato o i cogeneratori, andando quindi ad aumentare l'autosufficienza degli impianti stessi e la loro sostenibilità ambientale".
- **incenerimento con recupero energetico:** questo può avvenire tramite **co-trattamento**, quindi in impianti in cui vengono trattate anche altre tipologie di rifiuti come per esempio i rifiuti solidi urbani, o tramite **mono-trattamento** - ovvero in impianti dedicati ai soli fanghi. Il fango può anche essere impiegato **nei cementifici**

19 <http://www.performwater2030.it/info/biogas-upgrading.php>

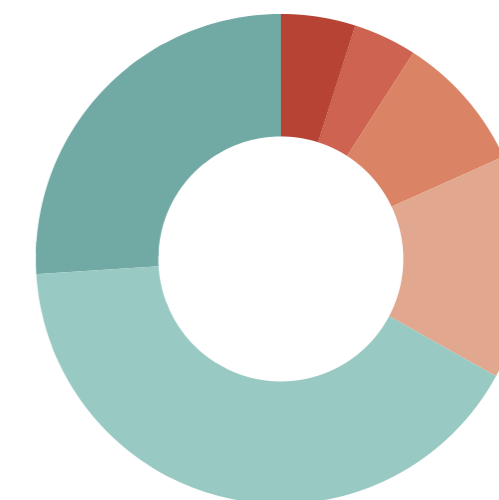
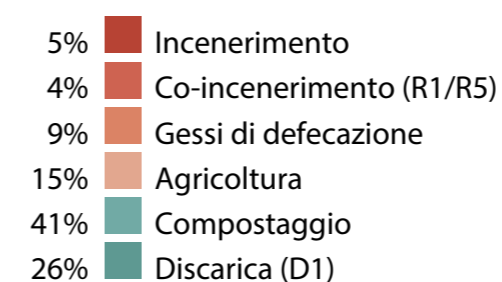
**in sostituzione del coke**, ma in questo caso viene preventivamente essiccato generando una polvere costituita al 90% da sostanza secca ad alto potere calorifico (l'essiccamento può essere fatto anche per l'incenerimento). L'impiego nei cementifici prevede anche una parte di recupero di materia poiché le ceneri vengono utilizzate nel clinker (componente base del cemento). Si tratta comunque di un mercato ristretto, sia perché il fango essiccato è un rifiuto per utilizzare il quale è necessaria un'autorizzazione, sia perché le quantità impiegabili dipendono dalla domanda di cemento.

- **smaltimento in discarica o per incenerimento:** se nessuno degli utilizzi precedenti è possibile, è previsto lo smaltimento. La pratica dello smaltimento in discarica è sempre più scoraggiata.

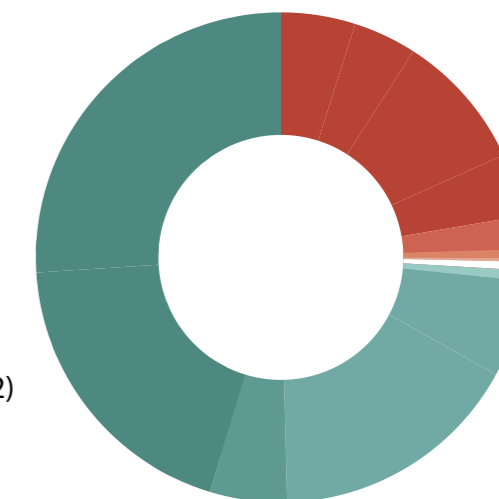
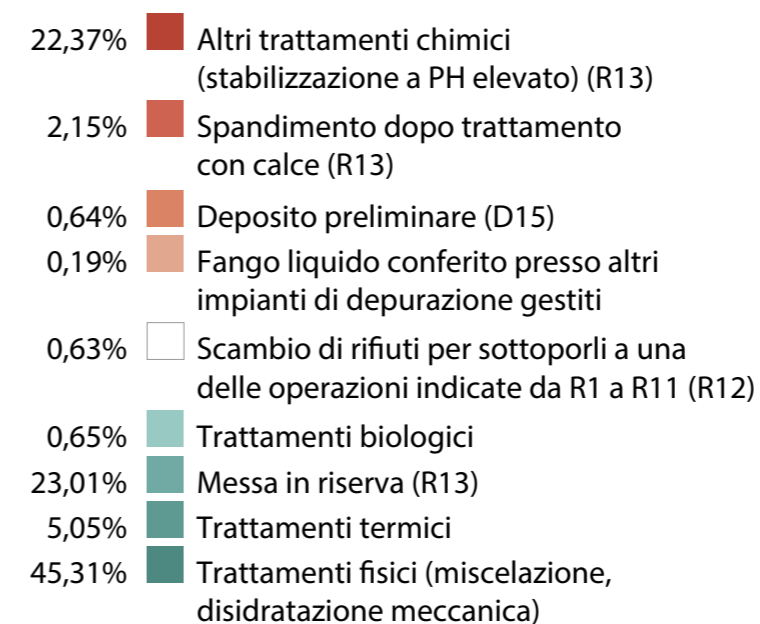
Una volta prodotti, i fanghi possono essere gestiti in modo diretto o indiretto: nel primo caso il gestore del depuratore li avvia all'impiego finale, nel secondo caso li avvia ad impianti di trattamento e recupero (piattaforme), finalizzati all'impiego finale. Da una indagine Utilitalia (la Federazione che riunisce le Aziende operanti nei servizi pubblici dell'Acqua, dell'Ambiente, dell'Energia Elettrica e del Gas) del 2017 è emerso che il 65% dei fanghi è gestito in modo diretto - e tra questi il 41% va a compostaggio e il 15% viene recuperato direttamente in agricoltura - ed il restante 35% in modo indiretto.

## Alternative di gestione dei fanghi in Italia

### Gestione diretta



### Gestione indiretta

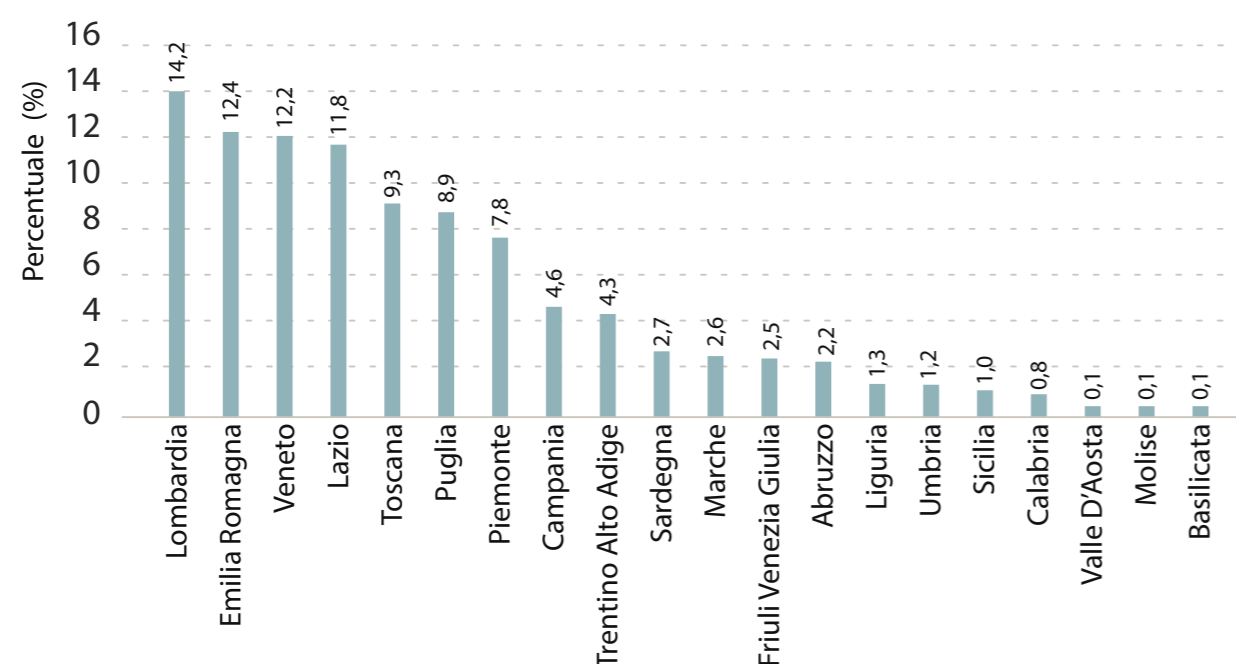


Fonte: Utilitalia (2017)

## I quantitativi di fanghi in Italia e in Lombardia

Come si legge nel Rapporto ISPRA 2019 sui rifiuti speciali, nel 2018 i quantitativi di fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane (Codice EER 190805) sul territorio nazionale sono pari a poco più di **3,1 milioni di tonnellate, di cui il 14,2% prodotti dalla Lombardia** (Regione con il maggior quantitativo prodotto, più di 445 mila tonnellate). **I fanghi gestiti ammontano a 2,9 milioni di tonnellate, di cui 829 mila** (il 28,5% del totale) **gestiti in Lombardia**, regione in cui sono gestite le maggiori quantità.

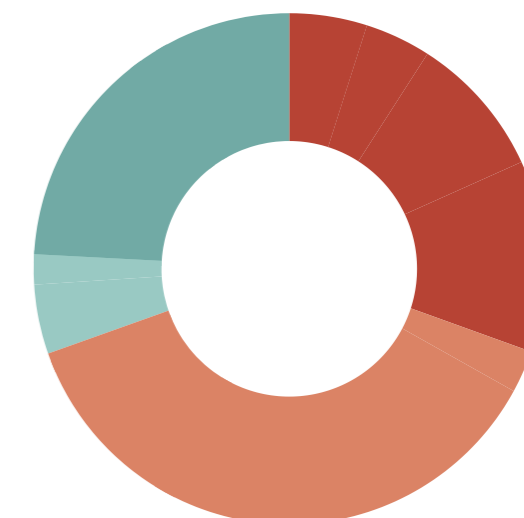
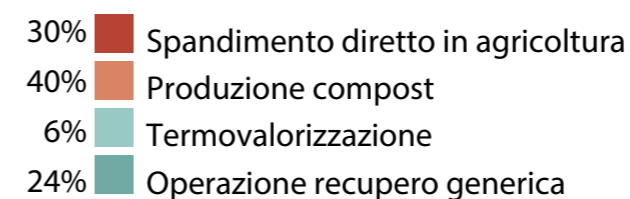
Percentuale di fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane per regione (Codice EER 190805), anno 2018



Fonte: ISPRA (2019)

Nella relazione annuale di ARERA 2019 si evidenzia che **a livello nazionale più dell'80% dei fanghi prodotti è destinato a un'operazione di riuso o recupero di risorse**: in particolare, come indicato dalla figura seguente, il 40% è destinato a compostaggio, il 30% a spandimento diretto in agricoltura e il 6% a recupero energetico (inceneritori o cementifici). Nelle operazioni di riuso e recupero la destinazione agricola è dunque l'opzione prevalente.

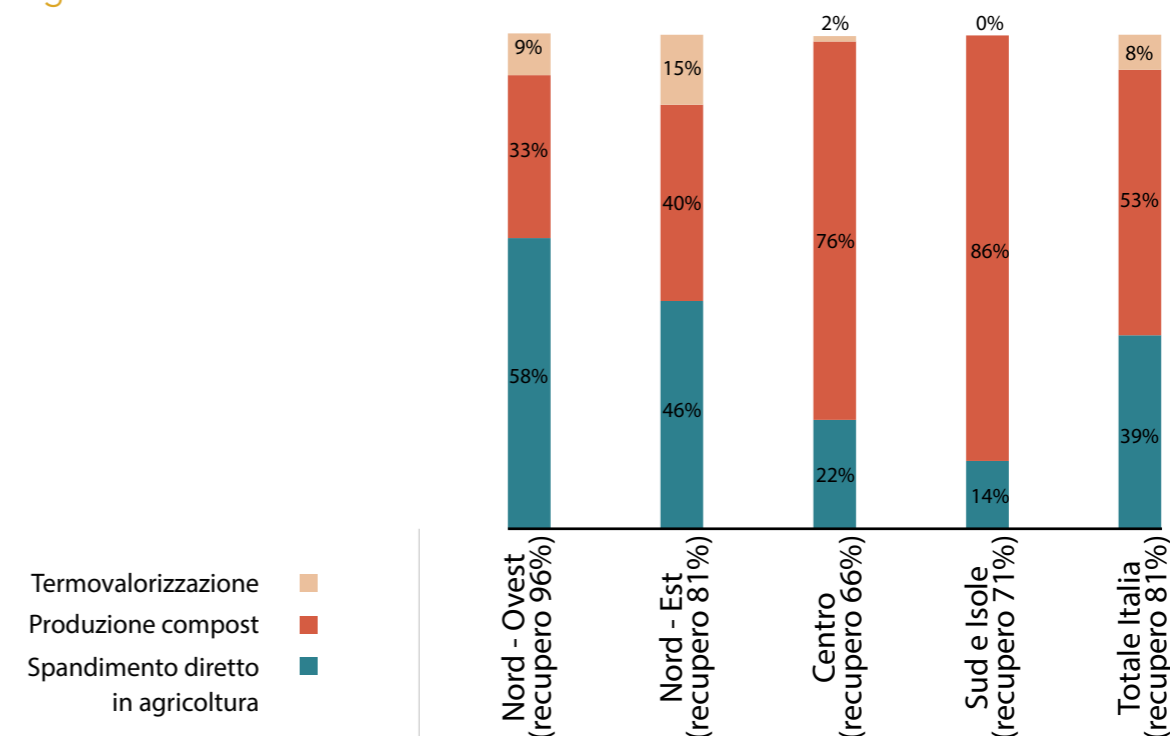
## Operazioni di recupero dei fanghi di depurazione



Fonte: ARERA (2019)

Notevoli sono le differenze tra aree geografiche: il recupero energetico è confinato al nord, dove è anche più praticato lo spandimento diretto in agricoltura (probabilmente per una maggiore disponibilità di terreni agricoli adatti). **A livello nazionale, lo smaltimento in discarica rappresenta invece poco meno del 20% dei fanghi di depurazione complessivamente prodotti**, con livelli molto differenziati tra le diverse aree geografiche (per esempio nelle regioni del Nord-ovest si attesta sul 4%) (ARERA, 2019).

## Ripartizione delle operazioni di recupero dei fanghi di depurazione per area geografica



Fonte: ARERA (2019)



Il valore di sostanza secca mediamente contenuta nei fanghi di depurazione prodotti è pari al 22% a livello nazionale, un dato in linea con la presenza negli impianti di tecnologie tradizionali di disidratazione meccanica (gli impianti di essiccamento sono poco diffusi). **La digestione anaerobica con produzione di biogas è ancora scarsamente presente, anche se ARERA prevede una inversione di tendenza nei prossimi anni**, guidata anche dagli obiettivi di miglioramento legati al macro-indicatore M5<sup>20</sup> "Smaltimento fanghi in discarica" (misurato in sostanza secca) con il quale si intende progressivamente scoraggiare questo tipo di smaltimento (ARERA, 2019).

Le normative dei paesi europei differiscono molto in termini di utilizzi finali dei fanghi di depurazione: **nei paesi del sud (Italia compresa) la destinazione principale è l'agricoltura**, mentre l'incenerimento è ancora residuale. **I paesi del nord al contrario hanno privilegiato lo smaltimento termico** (co-combustione con altri rifiuti solidi urbani o essiccamento e successivo utilizzo nei cementifici). In Germania dal 2017 è obbligatorio il mono-incenerimento, per permettere in futuro il recupero del fosforo dalle ceneri. A partire dal 2015 l'obbligo vige anche per la Svizzera, dove lo smaltimento dei fanghi in discarica è vietato dal 1996 e il loro utilizzo agricolo dal 2008. In generale, le tendenze sovranazionali sono: il riutilizzo diretto in agricoltura per i fanghi idonei, il recupero di nutrienti o altri materiali in ottica circolare, il recupero energetico con successivo recupero del fosforo per tutti gli altri fanghi (Ingegneria dell'Ambiente, 2018).

20 Nell'ambito della disciplina relativa alla regolazione della qualità tecnica, l'Autorità ha definito un sistema di indicatori composto anche da macro-indicatori per gli standard generali di qualità, ovvero riferiti al complesso delle prestazioni da garantire agli utenti finali: tra questi, per il servizio di depurazione, ci sono i due indicatori M5 "Smaltimento fanghi in discarica" – per la minimizzazione dell'impatto ambientale collegato allo smaltimento dei fanghi - ed M6 "Qualità dell'acqua depurata" - minimizzazione dell'impatto ambientale associato allo smaltimento dei reflui in uscita dai trattamenti depurativi.

## Le principali questioni relative all'utilizzo dei fanghi in agricoltura

Il tema dell'utilizzo dei fanghi in agricoltura è un tema complesso, per analizzare il quale bisogna evitare un approccio puramente ingegneristico. **La pratica dello spandimento in agricoltura dei fanghi di depurazione**, come ammendanti di sostanza organica nei suoli con lieve potere fertilizzante, **è stata avviata per fronteggiare i costi di smaltimento ed è largamente utilizzata**, in particolare su terreni adibiti a coltivazione di cereali. Tale pratica potrebbe migliorare le caratteristiche chimico-fisiche dei terreni (apporto di sostanza organica e di nutrienti come azoto e fosforo) se la qualità dei fanghi utilizzati fosse adatta (i fanghi considerati di "alta qualità"). **La qualità dei fanghi è totalmente definita dalle acque da cui provengono**: se i fanghi fossero prodotti da acque esclusivamente domestiche e se queste venissero raccolte separatamente dividendo acque chiare e scure (doppia fognatura), l'utilizzo dei fanghi in agricoltura non causerebbe alcun problema. Ma **i fanghi, data la loro provenienza mista, contengono inquinanti quali metalli pesanti** (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, As, Co, Mo, Se), **microinquinanti organici** (PCB - policlorobifenili, AOX - composti organici alogenati adsorbibili su carbone attivo e gli IPA - idrocarburi policiclici aromatici), **farmaci e sostanze psicotrope**. Inoltre, poiché nel sistema fognario entrano anche gli scarichi ospedalieri<sup>21</sup>, i fanghi contengono **agenti patogeni** importanti (salmonella, escherichia coli,...). I metalli pesanti possono essere tossici per le colture alimentari, gli animali domestici e gli esseri umani e possono contaminare le acque sotterranee, anche se a protezione di queste ultime interviene il meccanismo dello scambio cationico attraverso il quale il terreno è in grado di trattenere in superficie gli ioni positivi. Per quanto riguarda gli idrocarburi, alcuni sono cancerogeni (Università degli Studi di Pavia, 2018).

Esiste una lunga lista di parametri che possono essere applicati per garantire che i fanghi utilizzati non siano dannosi né per la salute né per l'ambiente, e le tecnologie per produrre fanghi di qualità sono disponibili, ma **i processi sono costosi, i controlli** (sui flussi delle acque di ingresso nei depuratori e dei fanghi in uscita e sui prodotti generati dalla pratica del trattamento conto terzi<sup>22</sup>)

21 Per questi esiste l'obbligo di disinfezione prima dell'immissione in fognatura (ISS, 2020).

22 I soggetti che producono i fanghi li cedono ad un terzo abilitato a curarne la lavorazione e il trasferimento verso il sistema agricolo

**non sono sistematici e i fanghi generalmente destinati all'utilizzo diretto in agricoltura sono proprio quelli di qualità inferiore** (quindi anche con uno scarso potere fertilizzante). È quindi **possibile una contaminazione del suolo e delle acque superficiali e sotterranee** attraverso il dilavamento del terreno - in presenza di acque meteoriche o irrigue - che è stato oggetto di spandimento di fango. Inoltre, un ulteriore importante problema dello spandimento in agricoltura dei fanghi di depurazione è presentato dalle **maleodorazioni**, che possono dipendere da un insufficiente grado di stabilizzazione dei fanghi (responsabilità di produttori o dei trasformatori) e da non idonee modalità di spandimento (Università degli Studi di Pavia, 2018). I trattamenti biologici di stabilizzazione riducono certamente gli odori ma non li eliminano definitivamente; i trattamenti aerobici sono più efficaci di quelli anaerobici convenzionali (Mininni, 2017).

Infine lo spandimento dei fanghi è segnalato in letteratura come una delle principali fonti di microplastiche nei terreni agricoli (Horton, 2017).

Il tema degli **abusi nello spandimento sui suoli agricoli** (per esempio sversamento di fanghi privi di trattamenti) **è esploso proprio in Lombardia** qualche anno fa: in alcuni casi, chi produce o tratta i fanghi risparmia sui costi di smaltimento, con la complicità di alcuni agricoltori che in questo modo non devono acquistare i fertilizzanti o addirittura ricevono in cambio somme di denaro.

I costi delle operazioni di riutilizzo e smaltimento dei fanghi sono molto variabili: dal 2016 ad oggi il costo per il riutilizzo dei fanghi in agricoltura è raddoppiato e attualmente si aggira intorno alle 120 euro/ton; l'utilizzo nei cementifici si attesta intorno ai 100 euro/ton, ma poiché l'essiccamento (operazione indispensabile per utilizzare i fanghi nei cementifici) ha un costo, le due operazioni economicamente si equivalgono (se si riferiscono i costi alla sostanza secca).

## Le innovazioni: gli impianti di trattamento delle acque come presidi di circolarità

L'incremento di produzione di fanghi (dovuto ad una maggiore efficienza degli impianti di trattamento delle acque reflue), le normative di indirizzo sulla gestione dei rifiuti (priorità di gestione: riduzione, riuso, recupero, smaltimento), che introducono limiti allo scarico per gli effluenti depurati sempre più restrittivi, le limitazioni sullo smaltimento in discarica dei rifiuti organici recuperabili

e le valutazioni economiche inducono a **focalizzarsi sulle possibilità di riutilizzo e recupero dei fanghi** (Cintoli, 2017). Inoltre, un tema fondamentale è anche la **depurazione dell'acqua finalizzata al suo recupero**. Infine, gli impianti di trattamento delle acque reflue sono un **settore energeticamente molto costoso** e il consumo di energia elettrica globale per la raccolta e il trattamento delle acque reflue è destinato ad aumentare poiché la quantità di acque reflue che necessita di un trattamento è in crescita (SMART-PLANT, 2016/2020). In generale, sebbene il volume dei fanghi prodotti da un depuratore rappresenti solo una minima parte delle acque in ingresso, il costo di trattamento e smaltimento può incidere fino al 60% del totale di costi della depurazione. **La diminuzione del volume dei fanghi è un tema di innovazione tecnologica**, per esempio per quel che riguarda la disidratazione meccanica<sup>23</sup>, l'essiccamento e l'incenerimento con produzione di bio-lignite e biochar. È un **tema associato alla produzione di energia e quindi alla massimizzazione della produzione di biogas**, per esempio con co-digestione dei fanghi con FORSU. Infine è un **tema di recupero di materia** (ovvero nutrienti come azoto, fosforo e carbonio organico) attraverso il riutilizzo in agricoltura - diretto per spandimento o indiretto con produzione di compost - e attraverso il recupero di specifici prodotti (per esempio chemicals organici come biopolimeri o cellulosa o di nuovo nutrienti come il fosforo) (Utilitalia, 2019). È infatti importante **considerare gli impianti di trattamento per le acque reflue non semplicemente come una forma di smaltimento dei rifiuti, ma piuttosto come strutture di recupero delle risorse**.

In particolare è interessante il **recupero di fosforo**, elemento presente nelle acque reflue principalmente a causa dei fosfati contenuti nei prodotti di detergenza. La sua separazione è consigliata per evitare i **fenomeni di eutrofizzazione delle acque** e il suo recupero diventerà indispensabile perché si tratta di un **elemento insostituibile in agricoltura e in via di esaurimento** nelle uniche fonti primarie di fosforo rimaste, le miniere del Marocco e del Kazakistan. La separazione avviene nelle vasche di ossidazione biologica ed eventualmente in una fase successiva dedicata: il fosforo si accumula quindi

<sup>23</sup> Con il progetto europeo Sludgetreat, il Politecnico di Milano ha messo a punto una tecnologia basata sulla elettro-disidratazione (electro dewatering - EDW) che consente di portare il contenuto di acqua al 55% in modo economicamente sostenibile, compensando il costo energetico con il minor costo di smaltimento, in quanto si riduce anche la massa da avviare a smaltimento (i costi di trasporto e smaltimento diminuiscono del 35% annuo). <https://www.e-gazette.it/sezione/tecnologia/politecnico-milano-taglia-costi-trattamento-fanghi-depurazione>; <https://sludgetreat.eu/>

nei fanghi, ma in una concentrazione troppo bassa per consentirne una estrazione efficiente. Al momento una delle soluzioni perseguite, in particolare in Germania e Svizzera, è quella di incenerire i fanghi in mono-combustione (impianto dedicato ai soli fanghi) e di conservarne le ceneri in attesa di trovare un processo efficiente ed economicamente conveniente che permetta il recupero del fosforo, presente nelle ceneri in una percentuale circa pari al 10-25% (Utilitalia, 2019), valori simili alla presenza di fosforo nelle miniere. In futuro sarà possibile recuperare il fosforo dalla linea acque, dalla linea fanghi e dalle ceneri, sottoforma di struvite (fosfato idrato di ammonio e magnesio),  $P_2O_5$ , e acido fosforico, per usi in agricoltura, chimica fine o chimica industriale.

Si studia anche il **recupero di cellulosa e di poliidrossialcanoati (PHA)**, biopolimeri la cui produzione risulta economicamente conveniente solo se fatta su larga scala (Utilitalia, 2019).

### Gestione dei fanghi: l'approccio del Canton Zurigo<sup>24</sup>

Nel Canton Zurigo - 1,5 milioni di abitanti nel 2018 distribuiti su una superficie di 1.729 km<sup>2</sup> - si è deciso di costruire un impianto centralizzato unico di mono-combustione per tutto il Cantone, con il partner industriale TBF. L'impianto è stato costruito presso il depuratore di Werdhölzli, è entrato in esercizio nel luglio 2015 ed è dedicato ai soli fanghi con una capacità di 100.000 tonnellate/anno. La combustione è in forno a letto fluido e si recuperano elettricità e calore. Tutti i fanghi del Cantone devono obbligatoriamente essere conferiti a questo impianto, con l'obiettivo di recuperare in un futuro prossimo il fosforo in essi contenuto.

Nell'impianto - gestito da 1 capo impianto, 7 operatori, 1 meccanico e 1 assistente - con 7.500 ore di funzionamento, nel 2017 sono state incenerite 84.000 tonnellate di fango con una produzione di 12.000 tonnellate di ceneri. Il bilancio energetico (energia elettrica prodotta e consumata) è praticamente pari a zero e sono stati prodotti 28.000 MWh di energia termica. La costruzione dell'impianto è costata 51,7 milioni di euro (iva esclusa) e il costo di gestione ammonta a 6,8 milioni anno (sono stati sottratti i proventi per la vendita di calore).

<sup>24</sup>[https://www.cittametropolitana.mi.it/export/sites/default/ambiente/doc/Community/Archivio\\_lifelong\\_learning/36\\_6lug2018/011-VOLLMEIER.pdf](https://www.cittametropolitana.mi.it/export/sites/default/ambiente/doc/Community/Archivio_lifelong_learning/36_6lug2018/011-VOLLMEIER.pdf)

### La piattaforma italiana fosforo e le esperienze relative ai fanghi di depurazione<sup>25</sup>

Il fosforo è una risorsa non rinnovabile, essenziale (e non sostituibile) per la produzione agricola; al contempo è anche il principale responsabile dell'eutrofizzazione delle acque. Migliorare l'efficienza nella produzione e nell'utilizzo del fosforo e sviluppare strategie per il suo riutilizzo, recupero e riciclaggio è la sfida della European Sustainable Phosphorus Platform (ESPP) costituita nel marzo 2013 attraverso una dichiarazione, firmata da oltre 150 organizzazioni appartenenti a diversi settori (estrazione e lavorazione, trattamento delle acque e dei rifiuti, alimenti, mangimi e agricoltura, riutilizzo e riciclaggio, fornitori di innovazione e tecnologia, enti di ricerca, ONG,...). La piattaforma assicura la condivisione delle conoscenze, facilita la discussione tra il mercato, le parti interessate e le autorità di regolamentazione, affronta gli ostacoli normativi, contribuisce alle proposte politiche. La piattaforma pubblica un elenco aggiornato di esperienze di recupero del fosforo dagli impianti di trattamento delle acque reflue<sup>26</sup> (impianti operativi e in costruzione). Nella maggior parte delle esperienze il prodotto che si recupera è la struvite, ma anche acido fosforico e fosfato di calcio.

Sulla piattaforma italiana del fosforo, membro dell'ESPP, sono citate le seguenti esperienze<sup>27</sup>:

- ACQUA&SOLE SRL: impianto su scala industriale (TLR 9) di co-digestione termofila di fanghi ed altri rifiuti organici (per esempio agroalimentari) propedeutica al recupero a beneficio dell'agricoltura e alla produzione secondaria di solfato ammonico, un fertilizzante End of waste. Nel 2018 l'utilizzo di circa 90.000 tonnellate di digestato ha consentito il recupero di 570 tonnellate di fosforo, 71 tonnellate di potassio e 715 tonnellate di azoto corrispondenti ad un risparmio per il mondo agricolo di circa 1.150.000 €.
- IRETI SpA (Gruppo IREN): recupero del fosforo dalle acque reflue con tecnologia PHOSTRIP (TLR 9). Il fango di ricircolo viene sottoposto a un'alternanza di condizioni anaerobiche e aerobiche che stimola la crescita dei batteri in grado di accumulare fosforo in presenza di ossigeno e rilasciarlo in assenza di ossigeno e in presenza di substrato carbonioso (STRIPPER). Il flusso di acqua in uscita dal comparto anaerobico, separato dal fango, è ricco di fosforo, passa nel chiariflocculatore dove un dosaggio di calce permette di ottenere un fango chimico ricco di fosforo. Il sistema è attualmente utilizzato per diminuire drasticamente il fosforo nell'effluente dell'impianto di depurazione (abbattimento dell'80% circa); per arrivare ad un significativo recupero di fosforo sarebbero necessarie modifiche gestionali e/o strutturali.
- Gruppo CAP - BioPiattaforma Lab: si veda la sezione dedicata

<sup>25</sup> <https://www.piattaformaitalianafosforo.it/tecnologie.html>

<sup>26</sup> [https://www.phosphorusplatform.eu/images/download/Kabbe\\_Tech\\_implementation-Table\\_20170208.pdf](https://www.phosphorusplatform.eu/images/download/Kabbe_Tech_implementation-Table_20170208.pdf)

<sup>27</sup> <https://www.piattaformaitalianafosforo.it/tecnologie.html>

Un esempio di quanto esposto è rappresentato dal **progetto SMART-PLANT**, finanziato dal programma H2020 iniziato a Giugno 2016 e concluso a Maggio 2020, che sperimenta 7 soluzioni eco-innovative (gli SMARTechs), con sbocco sul mercato, da integrare negli impianti di trattamento delle acque reflue al fine di trasformare tali impianti da strutture di smaltimento dei rifiuti a strutture di recupero di risorse.

I prodotti sono cellulosa, biopolimeri e nutrienti che hanno un valore nella filiera edilizia, chimica e agricola. Il progetto prevede anche due impianti dimostrativi per la produzione a valle degli impianti di trattamento di materiali biocompositi, compost ricco di fosforo e combustibili da biomasse.

Le 7 soluzioni innovative vengono studiate nei 6 impianti di trattamento delle acque reflue urbane comunali esistenti di medie e grandi dimensioni situati in Olanda, Israele, Spagna, Regno Unito, Grecia e Italia.

I processi studiati dal progetto sono così sintetizzabili:

- produzione di biogas;
- compostaggio di fanghi biologici ricchi di fosforo, per ottenere un biofertilizzante stabilizzato ad alto contenuto di fosforo e azoto;
- separazione della cellulosa (in gran parte proveniente dall'utilizzo della carta igienica) dalle acque reflue e produzione di cellulosa (lanuggine o pellet) da utilizzare per la produzione di materiali da costruzione (additivi per asfalti) o come materia prima per materiali biocompositi;
- recupero del fosforo e produzione di fosfato di calcio (per l'industria chimica e dei fertilizzanti) e struvite (fertilizzante);
- recupero di azoto e produzione di soluzioni di ammoniaca e nitriti;
- produzione di VFAs (acidi grassi volatili) e fango arricchito di PHA (produzione di bioplastica).

## La produzione di fanghi nella città di MILANO: Metropolitana Milanese (MM)

MM S.p.A è una società di ingegneria interamente partecipata dal Comune di Milano e suo partner industriale dal 1955. Opera in tre principali settori di attività (MM, 2018):

- **mobilità** (metropolitane, parcheggi, piste ciclabili,...) e **infrastrutture** (manutenzione ordinaria di scuole, caserme, ponti,...). A Milano in particolare: 4 linee metropolitane in esercizio per 101 km di lunghezza; linea M4 (direzione lavori, coordinamento della

sicurezza e comunicazione territoriale); Expo 2015 (progettazione opere di urbanizzazione, direzione lavori e coordinamento della sicurezza durante l'esecuzione, dismantling); Manutenzione ordinaria di 760 scuole.

- **gestione del patrimonio ERP** (edilizia residenziale pubblica) del Comune di Milano dal 2014: 39.037 unità di patrimonio immobiliare gestito, di cui 28.840 abitazioni (80% degli inquilini è di nazionalità italiana), 8.900 box/posti auto, 1.297 usi diversi (negozi, laboratori, depositi, ecc.); 4 sedi e 3 sportelli territoriali.
- **servizio idrico integrato della città di Milano**, la cui gestione è stata affidata ad MM nel 2003 dal Comune di Milano. L'affidamento inizialmente quinquennale viene rivisto nel 2007 su base ventennale e poi nel 2015 su base trentennale, con scadenza al 2037, in coerenza con l'orizzonte del Piano d'Ambito. I macrodati sono i seguenti:



51.202  
utenze



2.235,42km  
di rete dell'acquedotto



217.581.407m3  
di acqua distribuita



588  
pozzi complessivi



33  
centrali di pompaggio



22  
case dell'acqua



1.579,3km  
di rete fognaria



2 depuratori  
(Milano San Rocco  
e Milano Nosedo)



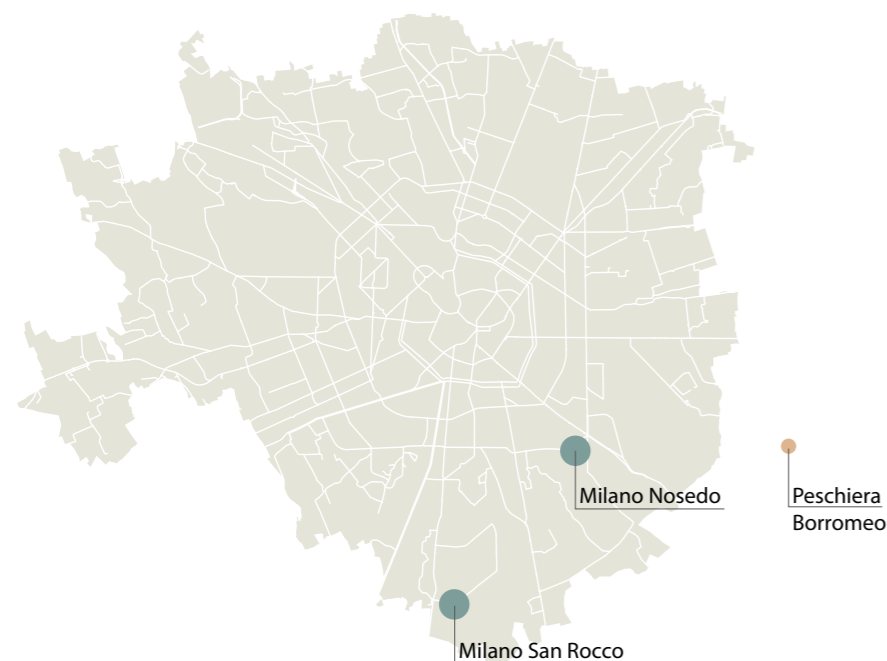
oltre 580  
fontanelle

L'80% del fatturato relativo al servizio idrico è composto dalla tariffa.

Per quanto riguarda la produzione dei fanghi di depurazione, si ricorda che il sistema di raccolta delle acque è di tipo unitario, con le acque di rifiuto e quelle di pioggia raccolte senza distinzione in una rete fognaria sotterranea che si sviluppa per circa 1.580 km e convogliate per il 90% in due grandi poli di depurazione - gli **impianti di Milano San**

**Rocco e Milano Nosedo**, entrambi localizzati all'interno del territorio comunale - in grado di servire complessivamente fino a 2.286.000 abitanti equivalenti (entrambi i depuratori hanno capacità superiore al milione di abitanti equivalenti). Il 10% delle acque reflue confluisce all'impianto di Peschiera Borromeo, di proprietà di CAP Holding. Nel 2019 MM ha assunto la gestione del depuratore di Nosedo.

### Depuratori per le acque reflue della Città di Milano



● Impianto di proprietà MM

● Impianto di proprietà di CAP

Fonte: Elaborazione ESTà su dati MM

Il volume complessivo negli anni 2016-2018 degli scarichi in ingresso dei due depuratori è sintetizzato nella tabella seguente: il valore varia sensibilmente nel tempo, ma si aggira intorno agli **8 m<sup>3</sup> al secondo**. Le **acque reflue recuperate possono essere riutilizzate nel comparto civile** (per applicazioni di tipo urbano e ricreativo) o **nel comparto produttivo** (per impieghi di tipo agricolo e industriale), oppure, se non vi è richiesta per gli utilizzi menzionati, essere **rilasciate nei corpi idrici superficiali**. Nel 2018, il **38% dell'acqua depurata è stata impiegata per usi irrigui**. Questa **percentuale varia da anno ad anno**, anche a causa degli eventi meteorici e della disponibilità di acque superficiali nel corso dell'anno<sup>28</sup>. Le acque depurate

<sup>28</sup> Nel 2018 la Commissione Europea ha presentato un nuovo Regolamento

in uscita dall'impianto di Nosedo sono destinate alla Roggia Vettabbia e al Cavo Redefossi, per riutilizzo irriguo durante tutto l'anno. Le acque depurate in uscita dal depuratore di San Rocco sono destinate al Lambro Meridionale, per riutilizzo irriguo in primavera-estate, quando è maggiore la richiesta da parte degli utenti, alimentando le rogge irrigue Pizzabrasa e Carlesca.

### Scarichi idrici per tipologia e destinazione (m<sup>3</sup>)

Volume degli scarichi		2016	2017	2018
	Unità di misura			
Milano Nosedo	m <sup>3</sup>	144.041.130	135.832.550	139.533.430
Milano San Rocco	m <sup>3</sup>	93.570.779	90.772.320	96.065.398
<b>Totale volume degli scarichi</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>237.611.909</b>	<b>226.604.870</b>	<b>235.598.828</b>

Riutilizzo irriguo		2016	2017	2018
	Unità di misura			
Portata ad uso irriguo	m <sup>3</sup>	86.478.068	94.120.401	88.966.390
<b>percentuale portata a riutilizzo irriguo rispetto alla portata trattata</b>		<b>36,4%</b>	<b>41,5%</b>	<b>37,8%</b>

Fonte: MM (2018)

### Quantità e qualità dei fanghi prodotti

I fanghi biologici derivanti dal processo di depurazione delle acque reflue sono fanghi secondari e rappresentano il principale rifiuto prodotto da MM. Per il loro smaltimento **MM non ha mai fatto ricorso alla discarica**, preferendo il recupero di materia e di energia (riutilizzo in agricoltura e nell'industria del cemento). Come si legge nel Bilancio Sociale 2018 "tale approccio ha permesso ad MM di ottenere la classe A in relazione al macro-indicatore M5-Smaltimento fanghi in discarica indicato dalla regolazione della qualità tecnica del Servizio Idrico Integrato di ARERA". Per quanto riguarda gli altri rifiuti prodotti dal processo di depurazione, il ricorso alla discarica è comunque marginale e nullo nel 2019.

Tutto il fango prodotto viene disidratato (raggiungendo un tenore di acqua pari al 75%) e stoccato temporaneamente in silos in attesa di essere inviato agli impianti di trattamento per l'impiego in agricoltura. Una volta che il fango viene ceduto agli impianti di trattamento è difficile tracciarne il destino, poiché è il terzista che ritira il fango a decidere il trattamento a cui sottoporlo, anche in funzione della qualità del fango stesso (parametri dichiarati da MM).

che intende stimolare e facilitare all'interno dei Paesi dell'Unione Europea il riutilizzo delle acque depurate per l'irrigazione agricola.

**I possibili destini per i fanghi disidratati sono lo spandimento, la trasformazione in ammendante<sup>29</sup> (gesso da defecazione e carbonato di calcio da defecazione), la trasformazione in compost. Una parte del fango disidratato viene anche destinata a combustione.** Il fango disidratato stoccato nei silos può anche essere **sottoposto ad essiccamento**: la polvere che ne deriva, costituita per il 90% da sostanza secca, viene **impiegata nei cementifici**; MM cerca di spingere al massimo sulla produzione di fango essiccato, ma ci sono alcuni vincoli come la capacità produttiva delle macchine di essiccamento - macchine complesse che richiedono manutenzione - e la capacità dei cementifici di assorbire il fango essiccato.

Le quantità di fanghi - tal quale e come SST - prodotte e il loro destino dal 2016 al 2019 sono sintetizzati nella tabella seguente, dalla quale si evince che negli ultimi due anni la percentuale di fanghi essiccati è aumentata. I due depuratori di Nosedo e San Rocco insieme hanno prodotto giornalmente nel 2019 circa 162 tonnellate di fango tal quale e circa 55 tonnellate di fango come sostanza secca.

#### Produzione totale di fanghi da depurazione generati dai due impianti di Milano San Rocco e Nosedo (tonnellate)

	2016		2017		2018		2019	
	tonnellate	%	tonnellate	%	tonnellate	%	tonnellate	%
<b>Fanghi "tal quale"</b>	56410		62100		59429		59021	
<b>in agricoltura</b>	48421	86%	55215	89%	45711	77%	42750	72%
<b>a vettore energetico*</b>	7989	14%	6885	11%	13718	23%	16271	28%
<b>Fanghi come sostanza secca</b>	19296		18837		19272		19724	
<b>in agricoltura</b>	12105	63%	13170	70%	10638	55%	9880	50%
<b>a vettore energetico*</b>	7191	37%	5667	30%	8634	45%	9844	50%
	2016		2017		2018		2019	
	tonnellate	%	tonnellate	%	tonnellate	%	tonnellate	%
<b>Fanghi "tal quale"</b>	56410		62100		59429		59021	
<b>fango disidratato</b>	48421	86%	55911	90%	51017	86%	49637	84%
<b>fango essiccato</b>	7989	14%	6189	10%	8412	14%	9384	16%
<b>Fanghi come sostanza secca</b>	19296		18837		19272		19724	
<b>fango disidratato</b>	12105	63%	13327	71%	11828	61%	11405	58%
<b>fango essiccato</b>	7191	37%	5510	29%	7444	39%	8319	42%

\*I fanghi indicati a vettore energetico comprendono sia la parte di fanghi disidratati che vengono inceneriti sia tutti quelli essiccati.

Fonte: MM (2018). Per l'anno 2019 dati forniti direttamente

<sup>29</sup> MM sta portando avanti una sperimentazione nell'impianto di Nosedo per la produzione di ammendanti in linea

La qualità dei fanghi prodotti dalle acque reflue della città di Milano è elevata: MM gestisce l'intero ciclo idrico, autorizza e monitora tutti gli scarichi produttivi (per esempio gli autolavaggi, le tintorie,...) e non dà deroghe sui parametri che possono inficiare la qualità dei fanghi; questo, sommato al fatto che in città l'apporto industriale è scarso, fa sì che la qualità dei fanghi prodotti sia tale per cui sarebbe possibile un utilizzo diretto in agricoltura, senza ulteriori trattamenti. L'elevata qualità dei fanghi permette anche ad MM di spuntare condizioni economiche favorevoli per i diversi trattamenti.

#### Innovazioni: recupero di materia ed energia

I due depuratori di San Rocco e Nosedo non hanno la fase di digestione anaerobica, malgrado le loro dimensioni ne suggeriscano l'utilizzo, come indicato in letteratura. Attualmente si stanno cercando soluzioni tecnologiche che consentano di **inserire un processo di digestione anaerobica senza dover erigere le cupole** (anche per via dei vincoli paesaggistici su Nosedo, data la presenza del Parco Agricolo Sud Milano): MM si sta orientando verso la tecnologia semi-dry, che lavorando con fango più concentrato (palabile e non liquido) necessita di volumi contenuti.

Molte delle innovazioni attualmente allo studio sono contenute nel **progetto F.A.N.G.H.I.**<sup>30</sup> (capofila A2A Ambiente), vincitore della Call Hub Ricerca e Innovazione 2019 di Regione Lombardia. Come si legge nella descrizione, il progetto mira a "ottimizzare la gestione dello smaltimento e il recupero energetico di materie prime, grazie a modalità innovative di incenerimento dei fanghi, testate su impianti pilota e a scala reale. F.A.N.G.H.I. confronta due diverse strategie di valorizzazione, ossia **l'uso come ammendante in agricoltura** da un lato e **la mono-combustione e co-combustione** dall'altro, con la finalità di identificare la soluzione (o la combinazione) più vantaggiosa in termini di sostenibilità economica, sanitaria, ambientale ed energetica". All'interno del progetto è stata ottenuta l'autorizzazione per la **costruzione di un forno a letto fluido presso il depuratore di Milano San Rocco**, dove testare la combustione di diverse tipologie di fanghi, anche per il recupero del fosforo dalle ceneri. Tra le diverse tipologie di fanghi, il progetto testerà il biochar (o hydrochar o biocarbone) da utilizzare come combustibile: la sperimentazione serve anche a capire se la trasformazione del fango in biochar renda il fango in uscita più facilmente disidratabile (prima di diventare biochar il fango conterrebbe

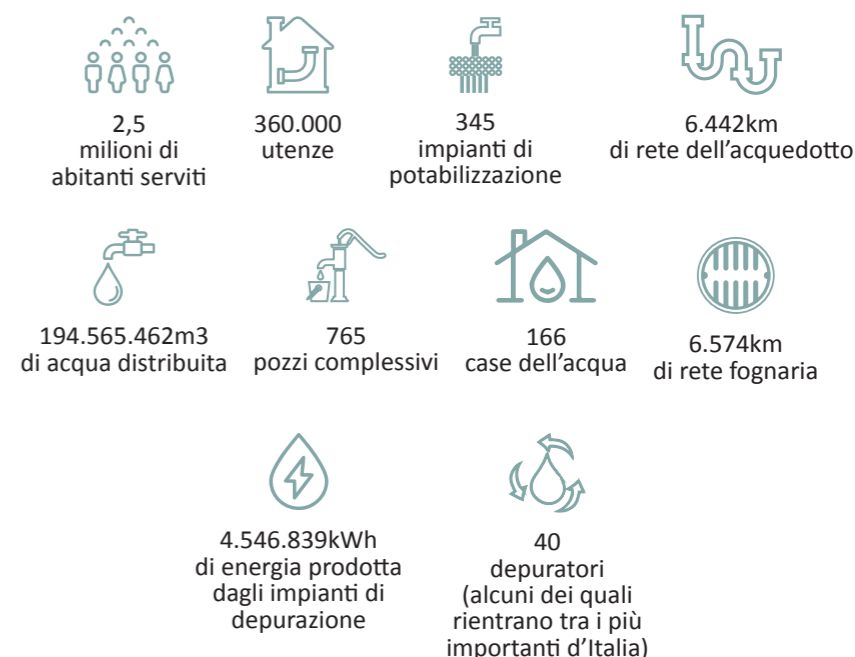
<sup>30</sup><https://www.openinnovation.regione.lombardia.it/it/progetti-e-eventi/call-hub-ricerca-e-innovazione-vincitori-2019>

il 65% di acqua invece che il 75%, quindi il successivo essiccamento implicherebbe un minor consumo di energia). MM sta anche conducendo una sperimentazione per la **produzione di fertilizzanti** (gesso da defecazione e carbonato di calcio da defecazione) **in linea nel depuratore di Nosedo**. Il processo si innesca a monte della sezione di disidratazione dei fanghi, con l'aggiunta di prodotti chimici. Infine, una sperimentazione riguarda la **produzione di clinker** (componente base per la produzione del cemento) che entra nell'amalgama dell'asfalto rendendolo più impermeabile o che può essere utilizzato come substrato per il trattamento delle terre (una sorta di biofiltro che rende le terre permeabili per l'acqua ma in grado di trattenere elementi che non dovrebbero andare in falda).

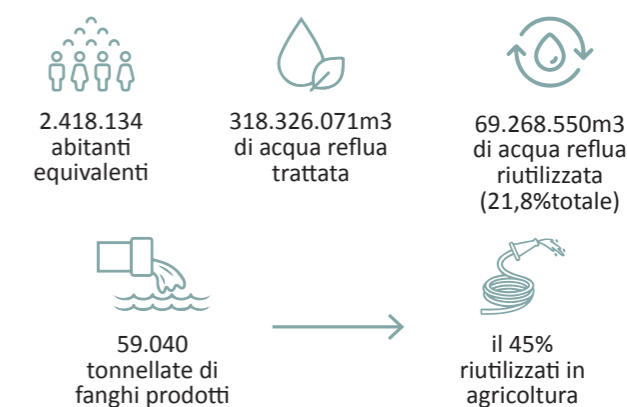
## La produzione di fanghi nella città Metropolitana di MILANO: CAP Holding

CAP Holding, fondata nel 1928, è la società a capitale interamente pubblico che gestisce il Servizio Idrico Integrato per 133 Comuni della Città Metropolitana (tutti escluso il Comune di Milano) e per altri 40 Comuni. È partecipata direttamente ed esclusivamente dagli Enti Locali: il Comune di Milano detiene lo 0.41%, poiché CAP gestisce la depurazione dei reflui fognari di circa 200.000 milanesi nell'impianto di depurazione di Peschiera Borromeo. La città Metropolitana detiene il 9%. Il fatturato di CAP è interamente composto da tariffa.

I numeri chiave di CAP indicati nel Bilancio di Sostenibilità 2018, sono i seguenti:



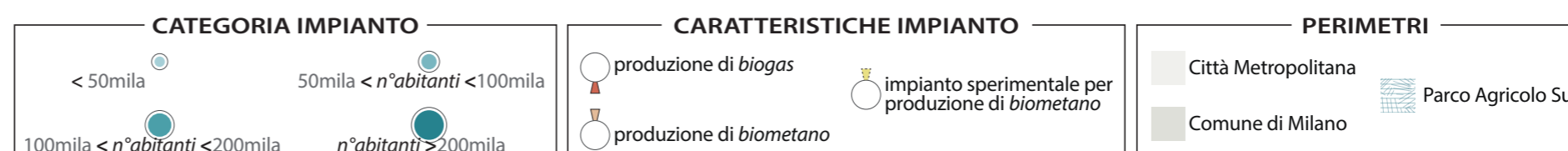
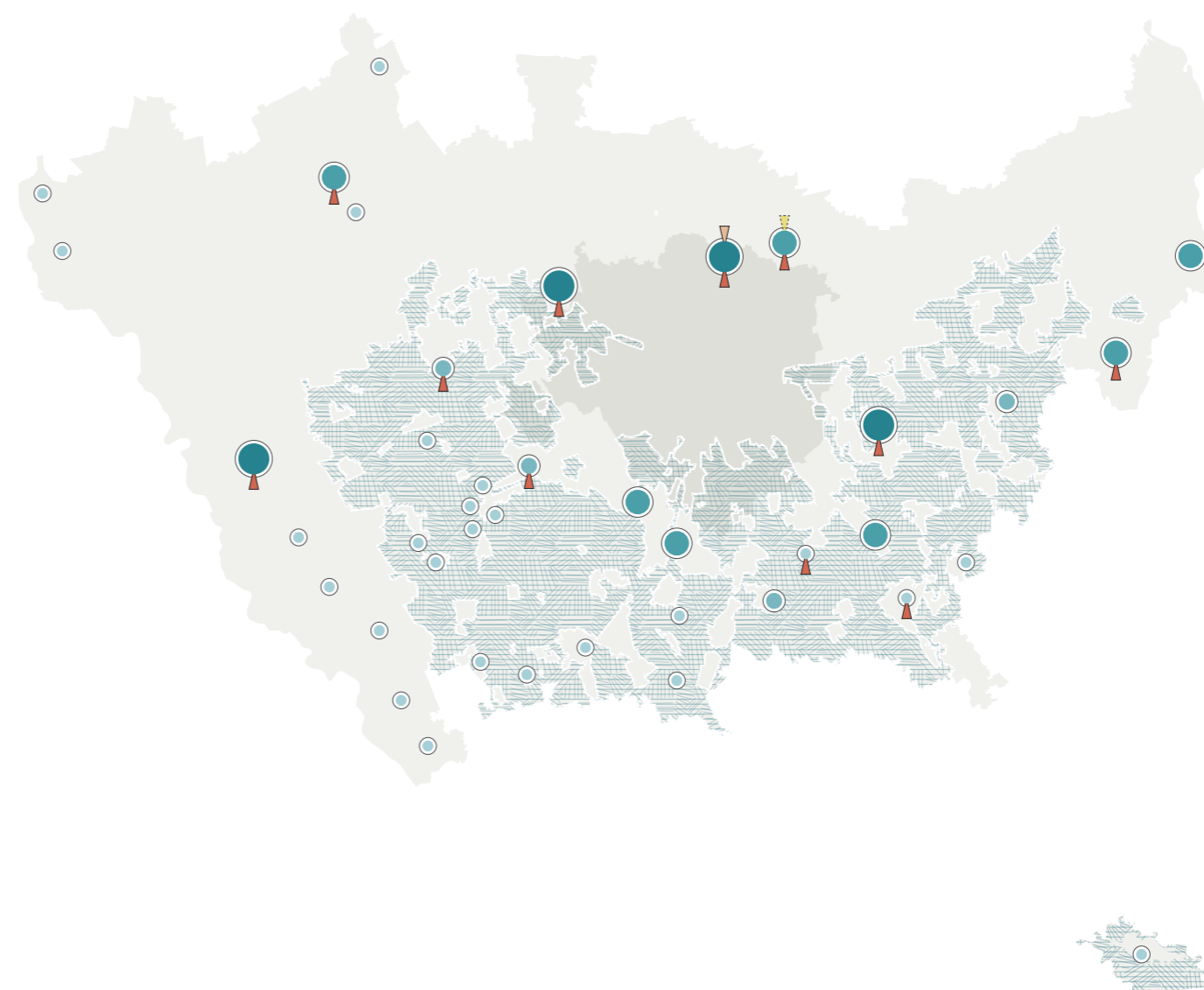
**CAP possiede e gestisce 40 impianti di depurazione all'interno della Città Metropolitana di Milano**, per un totale di:



La figura seguente mostra posizione, dimensioni e caratteristiche degli impianti (e la loro presenza all'interno dei confini del Parco Agricolo Sud Milano). Tali impianti, costruiti in anni diversi, hanno caratteristiche diverse, ma in generale il processo di depurazione è così schematizzabile: vasche di sedimentazione primaria (di tipo fisico) con separazione del fosforo (abbattuto in quantità pari a 1mg/l e presente nel solido che si forma in concentrazioni pari 4 mg/l, quindi non facilmente separabile), vasche di ossidazione biologica (nelle quali l'urea viene trasformata in azoto), trattamento terziario (sanificazione microbiologica, con UV o con acido peracetico). **Nella linea fanghi solo gli impianti più moderni hanno la digestione anaerobica** e solo un impianto possiede un essiccatore (il fango essiccato non va solo ai cementifici).

Dei 40 impianti presenti all'interno dei confini della Città Metropolitana, 11<sup>31</sup> tra quelli più moderni producono **biogas**: si tratta di impianti di dimensioni diverse, da 30.000 (impianto di Melegnano) a più di 620.600 abitanti equivalenti (impianto di Pero, il più grande di tutti i 40 impianti). Nell'impianto di Bresso-Niguarda c'è anche l'upgrading a biometano (previsto anche nell'impianto sperimentale di Sesto San Giovanni). Il biogas è utilizzato nei depuratori di maggiori dimensioni per la produzione di energia elettrica (per autoconsumo e ceduta alla rete) e termica utilizzando cogeneratori, come avviene per il depuratore di Peschiera Borromeo, o per il riscaldamento dei digestori come avviene negli altri depuratori. **La produzione di biometano nell'impianto di Bresso-Niguarda è entrata pienamente in funzione nei primi mesi del 2019** con una capacità di circa 50.000 m<sup>3</sup>/mese (CAP, 2018). Tutto il biometano ottenuto viene immesso in rete (SNAM) e usato per autotrazione (alimenta anche la flotta di auto ibride di CAP).

Mapa degli impianti di depurazione di CAP all'interno della Città Metropolitana di Milano



31 Bareggio, Bresso-Niguarda, Canegrate, Melegnano, Pero, Peschiera Borromeo, Robecco sul Naviglio, San Giuliano M.se Ovest, Sesto San Giovanni (dal 2018), Trezzano s/Naviglio, Truccazzano. L'impianto di Binasco ha la configurazione per la produzione di biogas ma attualmente è posta fuori servizio.

Fonte: Elaborazioni ESTà su dati CAP ([www.gruppocap.it/attivita/servizio-idrico-integrato/depurazione/gli-impianti](http://www.gruppocap.it/attivita/servizio-idrico-integrato/depurazione/gli-impianti))



Nel 2018, il **21,8% dell'acqua reflua trattata è stata reimpiegata in agricoltura** (i depuratori si trovano tutti nei pressi di fiumi, in contesti dove c'è grande abbondanza di acqua). **CAP sta sperimentando anche riutilizzi civili dell'acqua depurata, come per esempio l'impiego nei mezzi che lavano le strade.**

#### Quantità e qualità dei fanghi prodotti

I fanghi biologici derivanti dal processo di depurazione delle acque reflue sono fanghi primari e secondari e rappresentano il principale rifiuto prodotto<sup>32</sup> (59.040 tonnellate contro 2.470 di sabbia e 2.724 di vaglio, per un totale di 64.234 tonnellate di rifiuti). Il fango tal quale si presenta come palabile (27% di sostanza secca).

La destinazione dei fanghi è quella schematizzata nella tabella seguente, dalla quale si evince che **il conferimento in discarica è ormai residuale** (il che ha permesso a CAP di ottenere dal 2017 la classe A in relazione al macro-indicatore M5-Smaltimento fanghi in discarica indicato dalla regolazione della qualità tecnica del Servizio Idrico Integrato di ARERA) e che **CAP sta cercando anche di diminuire il conferimento in agricoltura**. La quantità di fanghi conferita in discarica negli anni è variabile, in particolare in funzione di alcuni fattori esogeni come la saturazione del mercato dei fanghi in agricoltura, causata da impiantistica insufficiente. Nel 2014 circa la metà dei fanghi veniva conferita in discarica. Come indicato nel Piano Industriale 2019-2023 "nel corso del luglio 2016, a seguito di alcune esternalità negative che hanno interessato il mercato del recupero in agricoltura, sono state implementate **azioni finalizzate all'aumento del recupero termico** (cementificio/termovalorizzatore esterno) e alla **valorizzazione dei fanghi di «alta qualità» come prodotto fertilizzante** (compost e correttivi)". In quell'anno il 23,9% dei fanghi è stato smaltito in discarica. Attualmente solo i fanghi considerati a rischio vengono smaltiti in discarica (il 4% nel 2018 e meno del 10% nel 2019).

<sup>32</sup> Le sabbie sono solitamente smaltite in discarica, ma è recente l'approvazione da parte della Città Metropolitana del loro recupero, prima autorizzazione in Italia con la nuova legge sull'End of Waste. Le sabbie estratte dal processo di depurazione dell'impianto di Robecco sul Naviglio (2.532 tonnellate), dopo essere state trattate e disinfettate, verranno utilizzate nei cantieri dell'azienda, come materiale per letti di posa nei lavori di rinnovo e rinforzo delle tubazioni della rete di fognatura e acquedotto, evitando l'utilizzo di nuove sabbie, estratte dalle cave (<https://www.lastampa.it/tuttogreen/2020/07/24/news/gruppo-cap-recupera-le-sabbie-di-scarto-della-depurazione-1.39111920>)

#### Destinazione finale dei fanghi (tonnellate)

	2016		2017		2018	
	tonnellate	%	tonnellate	%	tonnellate	%
Agricoltura	41.828	70%	42.255	65%	26.280	45%
Discarica	9.748	16%	1.313	2%	2.484	4%
Termovalorizzazione	5.176	9%	16.214	25%	22.957	39%
Cementificio	1.322	2%	2.171	3%	2.329	4%
Trattamento	1.527	3%	1.661	3%	-	
Fertilizzante	-		1.351	2%	4.990	8%
<b>Totale</b>	<b>59.601</b>		<b>64.965</b>		<b>59.040</b>	

Fonte: CAP (2018)

La tabella seguente mostra l'andamento dei costi di conferimento negli ultimi anni: al netto della discarica, che come detto è ormai residuale, e del canale transfrontaliero (mai utilizzato prima del 2018) che sconta elevati costi di trasporto, **i costi unitari dei diversi destini dei fanghi tendono a crescere e sempre più a uniformarsi**. Unica eccezione, la produzione di fertilizzanti, che si dimostra la via più competitiva, quindi da preferire almeno per i fanghi di "alta qualità". Il budget 2019 indicava come costo medio di conferimento 151,5 €/ton al netto della produzione di fertilizzanti (rispetto a 109 €/ton nel 2018) e 136,0 €/ton se ponderato con costi per la produzione di fertilizzanti (rispetto a 100 €/ton nel 2018) (CAP, 2019).

## Costi di conferimento (euro/tonnellata)

	2015/2016	2016/2017	2018	Budget 2019	Fonte dato
FANGO IN AGRICOLTURA	55,00	82,00	85,00	101,97	Gara 2018 con inizio attività Gennaio 2019
FANGO IN DISCARICA	104,00	115,00	175,00	188,00	Gara 2018, in esecuzione
FANGO AL CEMENTIFICIO	75,00	87,00	87,00	87,00	Gara 2018, in esecuzione
FANGO AL TERMOVALORIZZATORE - Italia	81,40	90,20	99,00	180,00	Gara 2018, inizio 2019
FERTILIZZANTI	-	75,50	75,50	75,50	Gara 2018, in esecuzione
FANGO RECUPERO - Estero	-	-	202,00	188,00	Gara 2018, in esecuzione

Fonte: CAP (2019)

## Budget 2019

Smaltimento fanghi	ton	€/ton	€
Fanghi in agricoltura	21.930	101,2	2.218.350
Fanghi all'estero	17.800	188,9	3.361.700
Fanghi a termovalorizzazione	22.300	180,0	4.014.000
Fanghi al cementificio	3.000	87,0	261.000
<b>TOTALE</b>	<b>65.030</b>		<b>9.855.050</b>

PREZZO MEDIO UNITARIO FANGHI SMALTITI = 151,5

Fonte: CAP (2019)

Il Piano Industriale 2019-2023 prevede la completa uscita dal conferimento in discarica e dallo spandimento in agricoltura, non solo perché è necessario incrementare i processi di valorizzazione dei fanghi in ottica circolare, ma anche per l'aumento del volume dei fanghi previsto per il futuro, causato sia dal completamento degli interventi infrastrutturali, sia dall'intensificazione dei processi depurativi volti a ridurre l'apporto di inquinanti nelle acque; inoltre si possono verificare in ogni momento situazioni che portano un aumento speculativo dei costi di smaltimento, come quelle che si sono verificate in passato. In questo senso le strategie

volte ad internalizzare la gestione dell'intera filiera fanghi consentiranno a CAP di non dipendere da esternalità del mercato e di contenere i costi e quindi le tariffe del SII.

**L'uscita dal conferimento in discarica e dallo spandimento in agricoltura viene prefigurata attraverso il conferimento del 25% dei fanghi (quelli di "alta qualità") in agricoltura come fertilizzanti, la riduzione del volume dei fanghi attraverso la produzione di biogas (e biometano) e l'incenerimento con recupero di fosforo dalle ceneri (si veda sezione dedicata all'innovazione).**

La quantità dei fanghi prodotti negli impianti CAP viene monitorata e trasmessa all'ente regolatore. I fanghi derivano anche da acque provenienti da insediamenti produttivi, ma questi hanno impianti di trattamento autonomi (a meno che non siano aziende di piccole dimensioni) e pertanto non scaricano direttamente in fognatura. Un ufficio controllato dall'ARPA e dall'ATO analizza periodicamente i pozzetti di scarico delle aziende.

## Innovazioni

Come indicato nel Piano Industriale 2019-2023 e nel Bilancio di Sostenibilità 2018, le principali innovazioni allo studio di CAP in merito ai fanghi di depurazione riguardano da un lato il recupero di materiali (prodotti chimici organici come biopolimeri e cellulosa, o nutrienti come fosforo e azoto) e dall'altro il recupero di energia (in particolare la sperimentazione di diverse tecnologie di upgrading del biogas a biometano).

## Recupero di materiali

- recupero del fosforo: CAP, sulla scorta del progetto svizzero della TBF di Zurigo (si veda la sezione dedicata), ha in previsione la costruzione di un impianto di mono-incenerimento dei fanghi a Sesto S. Giovanni (si veda il box dedicato a BioPiattaforma Lab);
- recupero di materiali per la produzione di bioplastiche (progetti di simbiosi industriale): produzione di microplastiche biodegradabili dai fanghi urbani (accordo con Novamont), produzione di bioplastiche per tubi in materiale plastico (attività di ricerca e testing siglato con FITT<sup>33</sup>);
- recupero della cellulosa (attività di ricerca).

<sup>33</sup> Multinazionale italiana attiva nel settore della produzione e commercializzazione di tubi in materiale plastico

### Recupero di energia

Con il progetto **PerFORM WATER 2030**<sup>34</sup>, all'interno della linea di ricerca "recupero energia e materia" CAP sperimenta l'**upgrade del biogas a biometano per via biologica** (una tecnologia innovativa e promettente, ancora in fase di ricerca, per trasformare CO<sub>2</sub> in metano, grazie all'aggiunta di H<sub>2</sub>) **e per via chimica** (con la contemporanea cattura della CO<sub>2</sub> e suo riutilizzo). Nel primo caso le attività sperimentali sono realizzate presso l'impianto di depurazione di San Giuliano Milanese Ovest con il supporto scientifico del Politecnico di Milano, nel secondo caso presso l'impianto di depurazione di Bresso-Niguarda con il supporto scientifico dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca.

Il progetto CE4WE<sup>35</sup> - **Circular Economy for Water and Energy** (capofila Università degli Studi di Pavia), uno dei progetti vincitori della Call Hub Ricerca e Innovazione 2019 (POR 2014-2020 di Regione Lombardia) - valuta il ciclo dell'acqua in termini di impatti sull'agricoltura e di possibili miglioramenti e testa tecniche per **estrarre dai fanghi biocarburanti e biogas**.

<sup>34</sup> <http://www.performwater2030.it/performwater2030.php>

<sup>35</sup> [https://www.regione.lombardia.it/amministrazione\\_aperta/140135215](https://www.regione.lombardia.it/amministrazione_aperta/140135215)

### Progetto BioPiattaforma Lab<sup>36</sup>

Il progetto (TRL8) promosso dal Gruppo CAPe Core (Consorzio di recuperi energetici), prevede la costruzione di un Polo per l'Innovazione nell'Economia Circolare per il trattamento di fanghi da depurazione non recuperabili come prodotto fertilizzante e della FORSU, al fine di recuperare materiali, biocombustibili e nutrienti dai fanghi e dalle acque reflue. La BioPiattaforma ospiterà due linee produttive:

- un impianto (realizzato dalla TBF di Zurigo entro il 2023) a letto fluido di mono-incenerimento che tratterà 65.000 tonnellate/anno di fanghi umidi prodotti dai depuratori CAP, generando 11.120 MWh/anno di calore per il teleriscaldamento e fosforo da recuperare dalle ceneri come fertilizzante.
- un impianto (realizzato entro il 2022) di digestione anaerobica per il trattamento di 30.000 tonnellate/anno di rifiuti umidi (FORSU) per la produzione di biometano (con fase di post-compostaggio externalizzata). Questo impianto consentirà, grazie alle economie di scala, di abbattere il costo di trattamento della FORSU e servirà i 5 comuni lombardi di Sesto San Giovanni, Pioltello, Cormano, Segrate, Cologno Monzese.

La BioPiattaforma sarà localizzata nel quadrante Nord-Est dell'area metropolitana milanese, dentro l'anello delle tangenziali autostradali, a ridosso del fiume Lambro, nel territorio comunale di Sesto San Giovanni, nei pressi del confine con Cologno Monzese e il Comune di Milano. L'area interessata ospita attualmente un inceneritore (che verrà sostituito con il nuovo impianto) e un depuratore delle acque già dotato di due biodigestori. L'analisi LCA effettuata dal Politecnico di Milano stima una situazione migliorativa rispetto allo scenario esistente: mantenimento dell'occupazione (43 persone) oltre a un indotto di oltre 500 persone; netta riduzione delle emissioni; impatto positivo sulla tariffa del SII e sui costi di smaltimento/recupero della FORSU. L'impegno economico sostenuto da CAP ammonta circa a 47 milioni di euro: la trasformazione del forno vale 34,5 milioni di euro, mentre il biodigestore 12 milioni di euro.

<sup>36</sup> [www.biopiattaformalab.it](http://www.biopiattaformalab.it); <http://www.biopiattaformalab.it/wp/wp-content/uploads/2018/12/Brochure-BioPiattaforma.pdf>; [https://www.piattaformaitalianafosforo.it/component/jdownloads/?task=download\\_send&id=11&Itemid=101](https://www.piattaformaitalianafosforo.it/component/jdownloads/?task=download_send&id=11&Itemid=101)

## Conclusioni

La filiera di produzione, utilizzo e smaltimento dei fanghi di depurazione è complessa e riguarda la disciplina delle acque e quella dei rifiuti. La qualità dei fanghi prodotti è totalmente definita dalle acque da cui provengono: essendo queste di provenienza mista (civile e produttiva) **i fanghi che ne derivano possono contenere sostanze inquinanti quali metalli pesanti, idrocarburi, farmaci, sostanze psicotrope, agenti patogeni**. Poiché una delle pratiche è l'utilizzo (diretto e indiretto) dei fanghi in agricoltura, esiste il **rischio di contaminazione del suolo e delle acque superficiali e sotterranee** attraverso il dilavamento del terreno che è stato oggetto di spandimento. Le tecnologie per produrre fanghi di qualità sono disponibili, ma i processi sono costosi, i controlli non sono sistematici e **i fanghi generalmente destinati all'utilizzo diretto in agricoltura sono proprio quelli di qualità inferiore**, dotati quindi anche di scarso potere fertilizzante. Inoltre, proprio perché smaltire i fanghi costituisce un costo, si verificano **comportamenti illeciti**.

L'incremento della produzione di fanghi (dovuto ad una maggiore efficienza degli impianti di trattamento delle acque reflue), le normative di indirizzo sulla gestione dei rifiuti, le limitazioni sullo smaltimento in discarica dei rifiuti organici recuperabili e le valutazioni economiche inducono a **focalizzarsi sulle possibilità di riutilizzo e recupero dei fanghi**. Queste passano dalla **massimizzazione della produzione di biogas** (ed eventuale upgrading a biometano) e dal **recupero di materia**. Nel primo caso si segnala che gli impianti di digestione anaerobica dei depuratori possono anche trattare altri rifiuti come FORSU e verde e questa possibilità è particolarmente adatta adesso che la digestione anaerobica si sta spostando verso la tecnologia a secco con conseguente maggiore produzione di biogas, ma il D.M. 367 del 6 novembre 2003 vieta l'uso agricolo dei fanghi provenienti da impianti di depurazione nei quali confluiscono altri rifiuti. Il recupero di materia (ovvero nutrienti come azoto, fosforo e carbonio organico) si realizza attraverso il riutilizzo in agricoltura dei soli fanghi di "alta qualità"; tra l'altro, **mentre i costi unitari dei diversi destini dei fanghi tendono a crescere sempre di più e ad uniformarsi, la produzione di fertilizzanti si dimostra la via più competitiva**. Il recupero di materia è anche un tema di innovazione, poiché si tratta di studiare **processi industriali economicamente convenienti per estrarre specifici prodotti**, quali chemicals organici come **biopolimeri e cellulosa** o nutrienti come il **fosforo**. Per quest'ultimo in particolare l'orientamento sembra essere verso il recupero

dalle ceneri di combustione, ma l'incenerimento del fango è da valutare attentamente, sia per il basso potenziale calorico (si tratta infatti di una sostanza costituita prevalentemente da acqua), sia per la presenza di metalli pesanti (critici per le emissioni degli impianti di incenerimento in atmosfera). Molte delle soluzioni allo studio richiedono investimenti, per i quali è necessario un **quadro normativo certo e stabile**. Inoltre, se **il gestore pubblico internalizzasse la gestione dell'intera filiera fanghi**, oltre a non dipendere da esternalità del mercato e contenere i costi e quindi le tariffe del sistema idrico integrato, contribuirebbe a eliminare passaggi commerciali che aumentano il rischio di illeciti e quindi di contaminazione dei suoli e della falda.

Le indicazioni fornite sopra sono in linea con quanto stanno facendo MM e CAP, i due gestori del servizio idrico integrato della città di Milano e della Città Metropolitana. **MM** ha un progetto di **produzione di fertilizzanti in linea** nel depuratore di Nosedo e inoltre si sta attrezzando per inserire il **processo di digestione anaerobica in entrambi i depuratori** di sua proprietà. **CAP** prevede la completa **uscita dal conferimento in discarica e dallo spandimento in agricoltura**, destinando solo i fanghi di "alta qualità" alla **produzione di fertilizzanti** e spingendo sulla riduzione del volume dei fanghi attraverso la **produzione di biogas e biometano**. Entrambe, MM e CAP, valutano l'incenerimento dei fanghi come una soluzione per il futuro: MM ha ottenuto l'autorizzazione per la costruzione di un forno a letto fluido presso il depuratore di San Rocco, dove testare la **mono-combustione e la co-combustione di diverse tipologie di fanghi** (compreso il biochar da utilizzare come combustibile) anche per un futuro **recupero del fosforo dalle ceneri**; CAP sta costruendo un impianto a letto fluido di mono-incenerimento del fango proveniente dai propri depuratori per la **produzione di energia termica e recupero del fosforo dalle ceneri**.

## Bibliografia

ARERA (2014). Documento per la consultazione 299/2014/R/IDR. Definizione delle tariffe di collettamento e depurazione dei reflui industriali autorizzati in pubblica fognatura Inquadramento generale e linee di intervento. Disponibile in: <https://www.arera.it/allegati/docs/14/299-14.pdf>

ARERA (2019). RELAZIONE ANNUALE. STATO DEI SERVIZI. VOLUME 1. Disponibile in [https://www.arera.it/allegati/relaz\\_ann/19/RA19\\_volume1.pdf](https://www.arera.it/allegati/relaz_ann/19/RA19_volume1.pdf)

CAP (2018). Bilancio di sostenibilità 2018. Disponibile in: <https://www.gruppocap.it/FileFolder/c4337907-c08e-4155-b548-245d23322578/File/Il%20Gruppo/Sostenibilita/DNF%202018.pdf>

CAP (2018a). BioPiattaforma integrata CAP. Progetto preliminare. Relazione illustrativa – Linea fanghi. Disponibile in: <http://www.biopiattaformalab.it/wp/wp-content/uploads/Materiali/01%20-%20Linea%20Fanghi/01%20-%20Relazioni/R.10.101%20Relazione%20illustrativa-Rev.3.pdf>

CAP (2019). Piano industriale 2019-2023. Disponibile in: <https://www.gruppocap.it/FileFolder/c4337907-c08e-4155-b548-245d23322578/File/Attivita/Gli%20investimenti/Piano%20industriale%202019.pdf>

Cintoli, R., Barrella, C. (2017). Fanghi di depurazione delle acque reflue urbane. Modalità e limiti di recupero, riutilizzo e smaltimento. Quadro di riferimento normativo. Disponibile in <https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/uso-dei-fanghi-di-depurazione-in-agricoltura-attivita-di-controllo-e-vigilanza-del-territorio/files/normativafanghiBarrelladef.pdf>

Horton A.A., Walton A., (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Science of The Total Environment*.

Ingegneria dell'Ambiente (2018). Vol. 5 n. 4/2018. Fanghi di depurazione: quali soluzioni? Disponibile in [https://www.ingegneriadellambiente.net/vol5\\_n4.html](https://www.ingegneriadellambiente.net/vol5_n4.html)

ISPRA (2019). Rapporto rifiuti speciali. Disponibile in: <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-speciali-edizione-2019>

ISS (2020). Rapporto ISS COVID-19 n. 9/2020. Indicazioni ad interim

sulla gestione dei fanghi di depurazione per la prevenzione della diffusione del virus SARS-CoV-2” (versione del 3 Aprile 2020). Gruppo di Lavoro ISS Ambiente – Rifiuti. Disponibile in: [https://www.iss.it/documents/20126/0/Rapporto+ISS+COVID-19+n.+9\\_2020+fanghi.pdf/0bebc244-a7b6-692a-cd2b-d634a4da48b7?t=1587107031621](https://www.iss.it/documents/20126/0/Rapporto+ISS+COVID-19+n.+9_2020+fanghi.pdf/0bebc244-a7b6-692a-cd2b-d634a4da48b7?t=1587107031621)

Italia Nostra (2019). Documento sullo spandimento dei fanghi derivanti dagli impianti di depurazione biologici delle acque reflue urbane in Italia. A cura di Giovanni Damiani. Disponibile in <https://www.italianostra.org/wp-content/uploads/DOCUMENTO-FANGHI-DA-IMPIANTI-DI-DEPURAZIONE.pdf>

Mininni (2017). Workshop Fanghi di depurazione delle acque urbane Modalità e limiti di recupero, riutilizzo e smaltimento Criticità e prospettive nella gestione dei fanghi urbani. Cnr – Istituto di Ricerca Sulle Acque. Disponibile in: <https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/uso-dei-fanghi-di-depurazione-in-agricoltura-attivita-di-controllo-e-vigilanza-del-territorio/files/Mininni.pdf>

MM (2018). Bilancio di Sostenibilità 2018. Disponibile in: <https://www.mmspa.eu/wps/wcm/connect/mmspa/a43693fd-608c-4d92-9fc2-90ee88febef/Bilancio+sostenibilit%C3%A0+2018+web.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m.2xyl8&CVID=m-vGGfm&CVID=m-v5f4P&CVID=ms7n34s&CVID=ms7nw5o&CVID=ms7nw5o&CVID=m6U56pl&CVID=m6U56pl&CVID=m6U56Dt&CVID=m4urooz&CVID=I-NoXQ&CVID=Izzgyv-&CVID=IzNzh7k&CVID=IzNzh7k&CVID=IzNzh7k&CVID=IXO0.yT&CVID=IXO0.yT>

SMART-Plant (2016-2020). Grant agreement ID: 690323. H2020-EU.3.5.4. Website <http://www.smart-plant.eu/>; <https://cordis.europa.eu/article/id/413417-closing-the-loop-wastewater-treatment-becomes-more-sustainable-and-nearly-carbon-neutral>

Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (2018). La pratica del riutilizzo agricolo dei fanghi di depurazione: dall'origine in impianto al recupero finale. Disponibile in

Utilitalia (2019). Le innovazioni tecnologiche nella gestione dei fanghi di depurazione. Giacomelli. Disponibile in: <http://www.anea.eu/forum2019/atti/Paolo%20Giacomelli.pdf>



EStà - Economia e Sostenibilità - è un centro indipendente e non profit di ricerca, formazione e consulenza che si pone come ponte tra la conoscenza scientifica, le politiche (pubbliche e private) e la cittadinanza attiva. EStà promuove l'innovazione nei sistemi ambientali, socioeconomici e culturali per immaginare e creare una società più sostenibile e inclusiva.