



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



# LO SPRECO ALIMENTARE NEL RIFIUTO URBANO IN ITALIA

Proposta di una metodologia di analisi quali-quantitativa, evidenze sperimentali e stima dell'impatto ambientale



Report finale

Mario Grosso, Simone Nessi, Camilla Tua.

Data: marzo 2019

# Colophon

TITOLO	Lo spreco alimentare nel rifiuto urbano in Italia. Proposta di una metodologia di analisi quali-quantitativa, evidenze sperimentali e stima dell'impatto ambientale.
AUTORI	Prof. Mario Grosso, Simone Nessi, Camilla Tua
Acknowledgments	Consorzio Nazionale Imballaggi (Conai); Consorzio Italiano Compostatori (CIC); Ing. Paolo Azzurro, Ing. Simone Giudici, Ing. Giorgio Panzeri.
PAROLE CHIAVE	spreco alimentare; rifiuti urbani; analisi merceologiche, impatto ambientale, analisi del ciclo di vita (LCA)
ISBN	
Clients	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare – Direzione Generale per i rifiuti e l'inquinamento
Project leader	Contract number: 311972 coordinatore di REDUCE: Luca, Falasconi Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna Project leader per questo Deliverable: Mario Grosso, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Politecnico di Milano

*Tutti i diritti riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta, memorizzata in un sistema di recupero dati o trasmessa in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo, elettronico o meccanico, inclusi fotocopie, registrazione o altro, senza previa autorizzazione scritta del titolare dei diritti di copyright.*

# INDICE

<b>SOMMARIO</b> .....	1
<b>SUMMARY</b> .....	4
<b>1 INTRODUZIONE</b> .....	7
1.1 Obiettivi .....	7
1.2 Scopo .....	8
<b>2 APPROCCIO E METODOLOGIA DELLA RICERCA</b> .....	9
2.1 Analisi merceologiche del rifiuto alimentare .....	9
2.2 Valutazione degli impatti ambientali del rifiuto alimentare evitabile.....	11
2.2.1 Generalità sulla metodologia di valutazione degli impatti ambientali.....	11
2.2.2 Obiettivi della valutazione .....	12
2.2.3 Il rifiuto alimentare oggetto di analisi: quantità e composizione rappresentativa .....	12
2.2.4 Unità funzionale .....	14
2.2.5 Confini del sistema .....	14
2.2.6 Categorie di impatto e metodi di valutazione .....	15
2.2.7 Modellizzazione del sistema (ricostruzione dell'inventario).....	16
<b>3 RISULTATI DELLA RICERCA E DISCUSSIONE</b> .....	25
3.1 Proposta di una metodologia d'indagine sul rifiuto alimentare attraverso analisi merceologica ..	25
3.2 Risultati delle campagne di analisi merceologiche.....	31
3.3 Valutazione degli impatti ambientali del rifiuto alimentare tramite LCA .....	34
3.3.1 Impatti ambientali complessivi del rifiuto alimentare evitabile.....	34
3.3.2 Contributi agli impatti per classi di prodotto .....	36
3.3.3 Contributi per fase del ciclo di vita .....	38
<b>4 RACCOMANDAZIONI FINALI</b> .....	42
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	44
<b>APPENDICE</b> .....	49

# SOMMARIO

## Obiettivi dell'attività di ricerca

Ogni giorno conferiamo nel circuito dei rifiuti urbani un certo quantitativo di scarto alimentare come ossa di carne, bucce di frutta e verdura, pelle di pesce ma anche alimenti e bevande che si sarebbero potuti consumare (quali prodotti ammuffiti, rafferma, oltre la data di scadenza o avanzati). Le statistiche nazionali sui rifiuti urbani non forniscono, al momento, alcuna indicazione in merito alle caratteristiche quali-quantitative dello scarto alimentare e, anche a causa della mancanza di tali evidenze, risulta difficile formulare opportune misure di prevenzione e monitorarne l'efficacia nel tempo.

Nel contesto precedentemente delineato, l'attività oggetto del presente rapporto si è proposta innanzitutto di formulare una metodologia standard per la caratterizzazione della frazione alimentare presente nel rifiuto urbano. Inoltre, attraverso una campagna di analisi merceologiche mirate, ha voluto fornire indicazioni quantitative utili a valutare, in via preliminare, l'entità dello spreco alimentare da parte delle utenze afferenti al circuito dei rifiuti urbani e i relativi impatti ambientali associati al ciclo di vita dei prodotti sprecati.

## Approccio e metodologia

Il fenomeno dello spreco alimentare nel rifiuto urbano è stato indagato con riferimento alle tecniche di analisi merceologica che prevedono la preparazione di campioni rappresentativi del rifiuto e la successiva identificazione e quantificazione delle singole frazioni costituenti mediante cernita manuale e pesatura.

In termini pratici, l'attività di ricerca ha previsto una fase sperimentale di campagne di analisi merceologiche presso gli impianti di trattamento del rifiuto urbano residuo e del rifiuto organico da raccolta differenziata, le due frazioni in cui è verosimilmente conferita la maggior parte dello scarto alimentare.

L'attività, effettuata nel contesto nord italiano con il supporto del Consorzio Italiano Compostatori (CIC) e del Consorzio Nazionale Imballaggi (Conai), ha permesso di comprendere le tecniche di analisi merceologica tradizionalmente adottate e integrare in esse una metodica dettagliata di indagine del rifiuto alimentare, che si compone di 4 fasi principali:

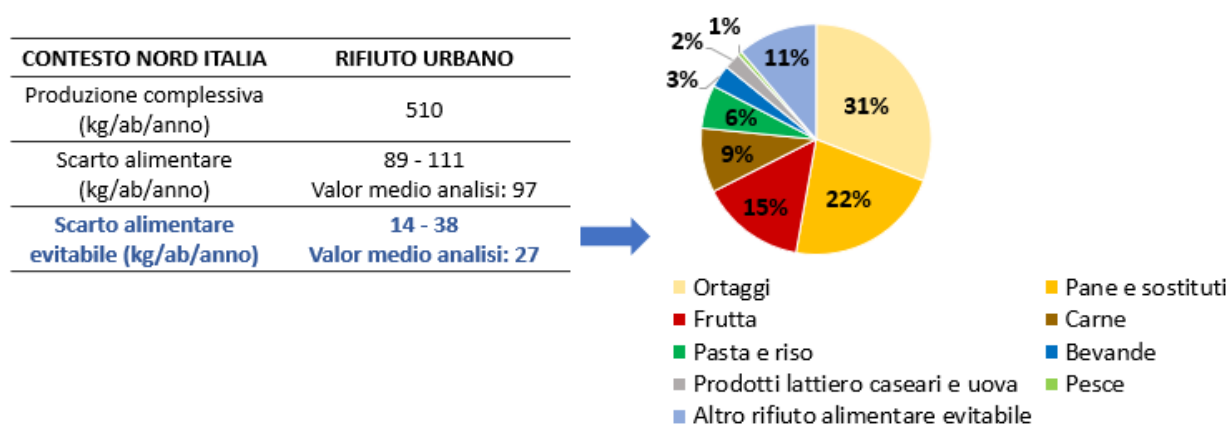
1. preparazione di un campione del rifiuto conferito all'impianto di trattamento, rappresentativo del contesto che si intende analizzare;
2. identificazione e separazione del rifiuto alimentare, ovvero alimenti e bevande (intatti o processati) convenzionalmente destinati al consumo umano, con le relative parti potenzialmente o non edibili quali bucce di frutta o verdura, ossa della carne e fondi di caffè;
3. pesatura e caratterizzazione dei singoli elementi del rifiuto alimentare (annotazione della tipologia, delle caratteristiche e del peso);
4. suddivisione del rifiuto alimentare in classi merceologiche sulla base dei dati acquisiti.

A partire dagli esiti sperimentali della suddetta campagna di indagini, la ricerca ha anche previsto una valutazione dei potenziali impatti ambientali associati alla frazione evitabile del rifiuto alimentare di origine urbana. La stima di tali impatti è stata effettuata con la metodologia dell'analisi del ciclo di vita (LCA), strumento operativo del cosiddetto approccio del "Life Cycle Thinking", che ha consentito di analizzare non solo gli impatti legati alla raccolta e al trattamento

dello scarto alimentare, ma anche i carichi ambientali di tutta la filiera produttiva e distributiva a monte, incluse le eventuali fasi di conservazione, preparazione e/o cottura a livello domestico. La valutazione ambientale ha considerato, in particolare, la categoria di riscaldamento globale e gli indicatori legati al consumo complessivo di risorse idriche e all'utilizzo di suolo per fini agricoli.

### Conclusioni e raccomandazioni

Dalle statistiche riassuntive delle campagne di analisi effettuate nel contesto del Nord Italia emerge che ogni cittadino conferisce ogni anno mediamente circa 100 kg di scarto alimentare nel circuito dei rifiuti urbani (Figura 1). Di questi, quasi 30 kg risultano di tipologia evitabile, ovvero si tratta di alimenti, soprattutto prodotti ortofrutticoli e di panetteria, che si sarebbero potuti consumare ma che sono stati invece scartati per una qualsiasi ragione (alimento ammuffito, oltre la data di scadenza/conservazione, marcio, avanzo dai piatti, ...)

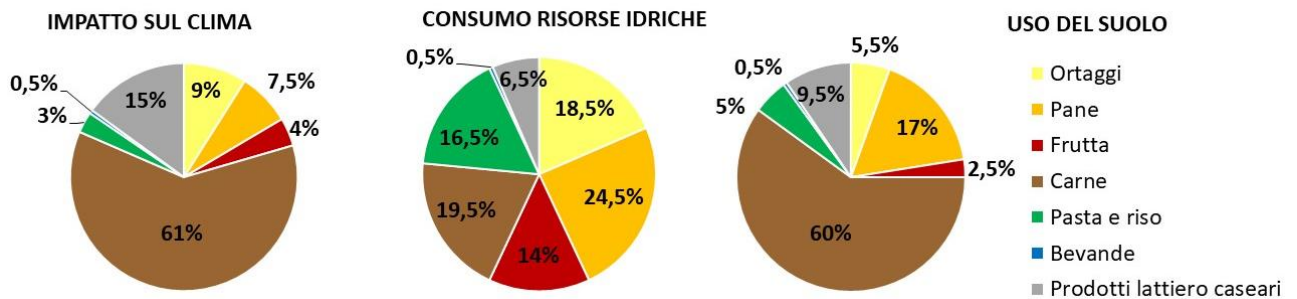


**Figura 1:** stima dello scarto alimentare complessivo ed evitabile presente nel rifiuto urbano per il contesto del Nord Italia in accordo con le evidenze sperimentali delle analisi merceologiche.

Volendo estendere, pur con tutte le limitazioni del caso, la stima all'intero territorio nazionale, si riscontra una produzione annuale di 1,6 milioni di tonnellate di rifiuto alimentare evitabile, che contribuisce all'1% delle emissioni nazionali di gas ad effetto serra, ad uno spreco di risorsa idrica pari all'1,4% dei consumi irrigui complessivi del Paese e all'occupazione di una superficie coltivabile equivalente al 3,6% della superficie agricola utilizzata sul territorio italiano. In particolare, l'impatto sul clima e sull'occupazione di suolo è principalmente riconducibile allo spreco di carne (circa il 60% dell'impatto complessivo) e di latticini (compreso tra il 10% e il 15% dell'impatto totale), nonostante la loro ben più modesta rilevanza in termini ponderali nella composizione media dello scarto alimentare (Figura 1). Per il consumo di risorsa idrica, invece, la ripartizione dell'impatto tra le diverse classi di prodotto appare più omogenea e il contributo maggiore è associato allo spreco di pane, in linea con la rispettiva incidenza in massa nel rifiuto evitabile (Figura 2).

I dati acquisiti nel corso dello studio suggeriscono la necessità di un'implementazione a regime di procedure standard per la caratterizzazione quali-quantitativa del rifiuto alimentare, che consentano di monitorare il dato di produzione a livello nazionale, di effettuare un confronto tra differenti bacini di conferimento, di supportare la definizione di specifiche misure di prevenzione e di monitorarne gli effetti nel tempo.

A tale proposito, il presente studio ha formulato la proposta di una metodica di analisi merceologica dedicata, redigendo delle linee guida a supporto dei tecnici del settore (descrizione delle modalità operative, elenco delle attrezzature e dei dispositivi di protezione, formulazione delle definizioni di riferimento per la classificazione del rifiuto alimentare con i relativi esempi).



**Figura 2:** contributi (% in peso) delle singole classi di alimento all'impatto ambientale complessivo (impatto sul clima, consumo di risorse idriche e uso del suolo).

# SUMMARY

## Objectives of the research

Every year, at the global level, roughly one-third of food suitable for human consumption is wasted or lost, leading to an inefficient use of natural resources, economic costs, and social implications (FAO, 2011). In Europe (EU-28) the amount of food waste, including the inedible fraction, was estimated equal to 88 million tons in 2012, with around 50% occurring in the household sector (Stenmarck et al., 2016). Due to this massive generation, it is important to assess the current levels of household food waste generation and its composition in order to define specific prevention measures.

Waste composition analysis, which consists in the sorting, weighing, and classification of food waste from representative samples of municipal waste, is considered an objective and accurate method for determining the amount and structure of food fraction in the municipal waste. However, the lack of a standard methodology and consistency of definitions have been so far an obstacle to the dissemination of this approach.

In this context, the present research activity aims at first to define a methodology for the estimation of food waste in two municipal waste fractions: the residual waste and the organic fraction from separated collection. Based on the defined methodology, the second goal of the study is to collect preliminary data about the amount and composition of food waste delivered to the waste treatment facilities and then to make an assessment of the relative environmental impacts.

## Methodology

In the first part of the study, the AWARE research group took part in the routine waste composition analyses, carried out at some treatment facilities of the urban residual waste and of the organic fraction from separated collection, the two fractions where most of food waste is presumably discarded. The activity was performed in northern Italy, in strict cooperation with Conai (the National Consortium for Packaging waste) and CIC (the Italian Composting Consortium). In each treatment plant, representative samples of municipal waste were prepared and a detailed specific analysis on the food fraction was performed based on the following standard procedure:

- manual selection and weighing of the overall food waste, i.e. food products and beverages (processed or not) intended for human consumption but discarded, with the associated inedible/possibly inedible elements (like fruit peels, meat bones or used coffee grounds);
- separation, weighing, and characterisation (product type, weight and characteristics) of each identifiable element from the sample of food waste;
- classification of food waste based on the collected information:
  - *avoidable food waste*, composed of edible material, at some point prior to disposal, which was discarded regardless of the reason (the category includes edible, stale, mouldy or out-of-date food products and beverages);
  - *other food waste*: parts of food which are inedible under normal circumstances (like meat bones or fruit stones) or possibly edible parts of food which some people eat and others don't (e.g., apple skin), or that can be eaten when prepared in one way but not in another (e.g., potato skin)
  - *unclassifiable fraction*, composed of elements of food waste whose level of degradation

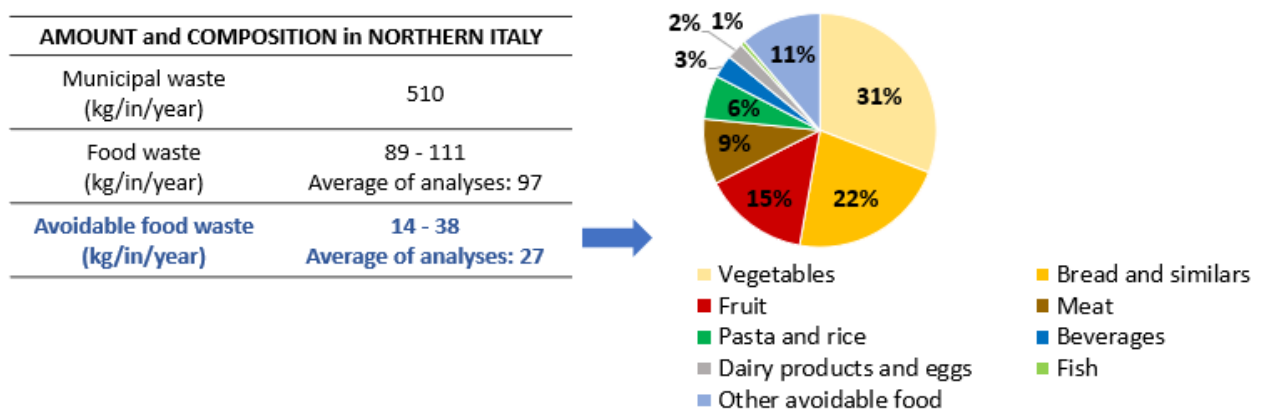
makes them inseparable and not detectable.

In the second part of the study, starting from the data collected during the sampling campaigns (Figure 1), an evaluation of the potential environmental impacts related to the avoidable fraction was performed, focusing on climate change, water depletion, and agricultural land use. The analysis was conducted using a life cycle approach, including the entire “food cycle”, from the agricultural production to the final disposal, passing through post-harvest handling and storage, food processing and packaging, distribution, sale, and domestic consumption.

### Results and discussion

The research has revealed that the composition analyses of municipal waste provide an opportunity for obtaining information about food waste and define a data collection procedure, which is manageable by the waste sector operators and harmonised with the recent European definitions and guidelines about food waste monitoring.

According to the analyses performed in some treatment facilities of northern Italy, every year each citizen throws away nearly 100 kg of food waste. The avoidable fraction accounts for a large part of it (almost 30 kg per year per inhabitant) and it is mainly composed of perishable and cheaper food items (fruit, vegetables and bread, above all; Figure 1).

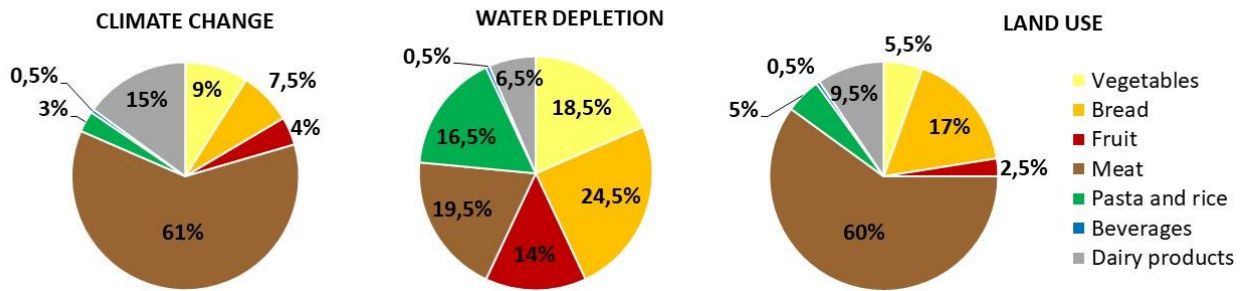


**Figure 1:** amount and composition of food waste in the municipal waste of the northern Italy, based on the performed sampling campaigns.

If we apply these numbers to the overall municipal waste generated in Italy, a preliminary estimate of the avoidable food waste is in the order of 1.6 million tons per year, which correspond to about 4 million tons of CO<sub>2</sub> equivalent, to 150 million cubic meters of wasted water and to 4,400 km<sup>2</sup> of useless agricultural land occupation.

For the climate change and the land use, impacts are mainly due to the animal derived food waste, i.e. meat and dairy products, despite their low average percentage by weight in the avoidable fraction (9% and 2%, respectively). For the water depletion, instead, the contribution of the different product categories is more homogeneous, with a higher impact of the bread in line with its mass incidence (Figure 2).





**Figure 2:** contribution by weight of each food category to the total environmental impact (climate change, water depletion, and agricultural land use).

# 1 INTRODUZIONE

Si stima che, a livello globale, circa un terzo della produzione primaria di cibo destinato al consumo umano (1,3 miliardi di tonnellate all'anno) venga perso o sprecato lungo la filiera alimentare, con conseguente consumo invano di risorse naturali, ingenti costi economici e implicazioni sociali (FAO, 2011). Nel continente europeo (EU-28), in particolare, la produzione di scarto alimentare, inclusa la frazione non edibile, si attesta intorno alle 90 milioni di tonnellate, di cui buona parte (50% circa) nella fase finale di consumo domestico (Stenmarck et al., 2016).

Tali stime preliminari hanno favorito negli ultimi anni la formulazione di diverse metodologie volte a indagare l'entità e le cause del fenomeno dello spreco alimentare a livello domestico.

Tra le metodologie di stima quali-quantitative rientrano le analisi merceologiche, che prevedono la preparazione di campioni rappresentativi di rifiuto urbano in fase di raccolta domiciliare o direttamente presso gli impianti di trattamento, l'identificazione e la separazione dello scarto alimentare e la successiva quantificazione e caratterizzazione.

Sebbene nella letteratura esistente tale metodo sia ritenuto oggettivo e accurato, l'assenza di una metodologia di indagine condivisa nell'ambito delle tradizionali tecniche di analisi merceologica ne ha fortemente limitato la diffusione (Lebersorger e Schneider, 2011).

A dimostrazione di quanto affermato, le statistiche nazionali sui rifiuti urbani non forniscono al momento alcun dato specifico in merito al rifiuto alimentare e, anche a causa della mancanza di tali evidenze quantitative, risulta difficile una stima dei relativi impatti ambientali e la conseguente formulazione di specifiche misure di prevenzione.

La presente attività di ricerca si è proposta di fornire un primo contributo al fine di colmare le lacune evidenziate, adottando un approccio che da un lato si mantenga il più rigoroso possibile dal punto di vista scientifico e dall'altro sia sufficientemente elastico da poter rispondere alle esigenze di praticità e semplificazione che inevitabilmente emergono quando ci si interfaccia con filiere altamente complesse quali quelle alimentari e del settore di trattamento rifiuti.

## 1.1 Obiettivi

La presente attività di ricerca si è proposta innanzitutto di predisporre una metodologia standard per la quantificazione e la caratterizzazione del rifiuto alimentare, che risulti integrabile nelle tradizionali tecniche di analisi merceologica del rifiuto urbano. In particolare, l'attività si è concentrata sul rifiuto organico da raccolta differenziata (FORSU) e sul rifiuto urbano residuo indifferenziato (RUR), le due frazioni in cui è verosimilmente conferita la maggior parte dello scarto alimentare.

Inoltre, attraverso una campagna di analisi merceologiche mirate, si è voluta fornire una prima stima della quantità e della composizione del rifiuto alimentare a livello nazionale, con un'attenzione particolare al contesto nord italiano.

Infine, a partire dagli esiti sperimentali della suddetta campagna di indagini, la ricerca si è proposta di stimare i potenziali impatti ambientali della frazione evitabile del rifiuto alimentare di origine urbana, con riferimento sia al contesto nord italiano che nazionale. La valutazione ambientale ha considerato, in particolare, la categoria di riscaldamento globale e gli indicatori legati al consumo

complessivo di risorse idriche e all'utilizzo di suolo per fini agricoli. Questa scelta è stata effettuata sia per la rilevanza di tali problematiche ambientali in relazione ai sistemi agro-alimentari, che per coerenza e comparabilità con gli esiti di precedenti valutazioni di impatto del rifiuto alimentare alla scala globale e nazionale (ad es. FAO, 2013 e Abeliotis et al., 2015).

## 1.2 Scopo

Scopo della ricerca è, in primo luogo, quello di mettere a disposizione degli enti e degli operatori preposti allo svolgimento di analisi merceologiche del rifiuto urbano una procedura standard per la quantificazione e la caratterizzazione della frazione alimentare. In particolare, si intende proporre una metodica che, da un lato, risulti agevolmente integrabile con le tradizionali tecniche di analisi, ma al tempo stesso sia in grado di restituire stime affidabili e rappresentative del fenomeno indagato. Si auspica che l'applicazione sistematica di tale procedura consenta, in futuro, di disporre di un database aggiornato sul rifiuto alimentare con cui monitorare il dato a livello nazionale e operare confronti tra diversi bacini di conferimento.

In secondo luogo, con la campagna sperimentale di analisi merceologiche, si intende fornire indicazioni quantitative utili a valutare, almeno in via preliminare, l'entità del fenomeno dello 'spreco' alimentare nel circuito dei rifiuti urbani e effettuare un confronto la metodologia alternativa dei diari domestici, anch'essa applicata nell'ambito del progetto REDUCE. Allo stesso tempo, si vuole mettere a disposizione un punto di partenza e un primo termine di paragone per possibili e auspicabili future valutazioni in altri contesti regionali o nazionali.

Infine, con la stima degli impatti ambientali, la valutazione si propone un duplice scopo, primo dei quali l'identificazione delle categorie di prodotto con maggiore incidenza sugli impatti complessivi. Sarà così possibile indirizzare eventuali attività di prevenzione innanzitutto sulle categorie alimentari che contribuiscono maggiormente all'impatto e non semplicemente alla quantità di rifiuto prodotta. Si vuole inoltre fornire una stima del contributo che il rifiuto alimentare di origine urbana esercita sugli impatti complessivi alla scala nazionale e sugli impatti dello 'spreco' alimentare globale. Infine, come parte integrante della valutazione, verranno resi disponibili gli impatti di specifiche tipologie di prodotto (impatti per 1 kg), selezionate come rappresentative in base agli esiti delle campagne sperimentali. I dati potranno essere utilizzati nell'ambito di eventuali campagne di sensibilizzazione del consumatore, così da incentivare comportamenti virtuosi di prevenzione a livello domestico (facendo appunto leva sull'entità degli impatti e dello spreco di risorse che si avrebbero qualora il prodotto venisse 'sprecato').

## 2 APPROCCIO E METODOLOGIA DELLA RICERCA

Nel presente capitolo sono riassunti i principali aspetti delle tecniche sperimentali ed analitiche utilizzate nell'ambito della ricerca al fine di raggiungerne gli obiettivi e le finalità di cui ai precedenti paragrafi 1.1 e 1.2. In particolare, il paragrafo 2.1 si concentra sulle tecniche adottate durante le campagne di analisi merceologica (criteri di scelta degli impianti, modalità operative e riferimenti metodologici). Il paragrafo 2.2 illustra, invece, la metodologia di riferimento e l'approccio successivamente seguito per la stima dei potenziali impatti ambientali associati al rifiuto alimentare evitabile.

### 2.1 Analisi merceologiche del rifiuto alimentare

Il fenomeno dello spreco alimentare nel rifiuto urbano è stato indagato con riferimento alle tecniche di analisi merceologica che, per definizione, prevedono la preparazione di campioni rappresentativi del rifiuto oggetto di indagine e la successiva identificazione e quantificazione delle singole frazioni costituenti mediante cernita manuale e pesatura.

In termini pratici, l'attività di ricerca ha previsto una fase sperimentale di affiancamento alle analisi merceologiche routinarie delle frazioni di interesse (RUR e FORSU) presso alcuni impianti di trattamento localizzati nel contesto nord italiano.

Per il RUR, è stata effettuata una campagna di analisi nella primavera dell'anno 2016 sui rifiuti conferiti presso 8 termovalorizzatori (Tabella 2.1) scelti in accordo con i seguenti criteri:

- inclusione di impianti in differenti regioni all'interno dell'area geografica di riferimento (Emilia Romagna, Lombardia e Piemonte), considerando bacini di raccolta significativi in termini di rifiuti prodotti;
- impianti dove precedenti analisi merceologiche sul rifiuto in ingresso hanno rivelato un contributo in peso non trascurabile della frazione biodegradabile (maggiore del 10%);
- impianti che trattano prevalentemente rifiuto conferito subito dopo la fase di raccolta senza alcun tipo di pretrattamento meccanico e/o biologico.

L'attività è stata svolta in collaborazione con il Consorzio Nazionale Imballaggi (Conai) che periodicamente organizza campagne di analisi presso i termovalorizzatori con l'obiettivo di quantificare la quota parte di imballaggi inviata a recupero energetico nel rifiuto urbano.

**Tabella 2.1:** caratteristiche della campagna di analisi sulla frazione alimentare effettuata per il rifiuto urbano residuo.

Impianto di incenerimento	Data analisi	Analisi effettuate
PARMA (Iren Ambiente S.p.A.)	26/04/2016	1
CREMONA (Gruppo LGH)	27/04/2016	2
PIACENZA (Iren Ambiente S.p.A.)	28/04/2016	3
DALMINE (REA Dalmine S.p.A.)	5/05/2016	2
BOLOGNA (HERAmbiente)	27/05/2016	1
TORINO (TRM S.p.A.)	22/06/2016	2
SILLA 2 - MILANO (A2A Ambiente S.p.A.)	29/06/2016	2
BRESCIA (A2A Ambiente S.p.A.)	30/06/2016	1

Le analisi della frazione organica da raccolta differenziata sono state effettuate su materiale conferito presso impianti situati in differenti province lombarde (Tabella 2.2), individuati sulla base della minimizzazione del tempo intercorrente tra la fase di raccolta del rifiuto e la sua ricezione in impianto. Questo è stato motivato dalle caratteristiche di forte putrescibilità e rapida degradabilità dello scarto organico, che ne rendono più problematica l'analisi all'aumentare del tempo trascorso dalla sua generazione. La campagna ha previsto il coinvolgimento del Consorzio Italiano Compostatori (CIC), che effettua analisi di routine sulla FORSU, con l'obiettivo di quantificare il materiale non compostabile conferito all'interno della frazione e valutare di conseguenza la qualità della raccolta differenziata.

**Tabella 2.2:** caratteristiche della campagna di analisi sulla frazione alimentare effettuata per il rifiuto organico da RD.

Tipologia di impianto	Località	Data	Analisi effettuate
Compostaggio (BERCO S.r.l.)	Calciate (BG)	17/05/2016	2
Compostaggio (Silea S.p.A.)	Annone di Brianza (LC)	11/10/2016	2
		14/10/2016	2
Stazione di trasferimento (AMSA)	Zona Est di Milano	21/11/2016	2
	Zona Ovest di Milano	22/11/2016	2

Nel corso di entrambe le campagne, è stata compresa la procedura tradizionale di svolgimento delle analisi da parte dei Consorzi di riferimento e successivamente è stata formulata e integrata una metodica di indagine in merito allo scarto alimentare.

La metodica è stata applicata presso tutti gli impianti di trattamento in accordo con una procedura standard che si compone di 4 fasi principali:

1. preparazione di un campione di rifiuto conferito all'impianto, rappresentativo del contesto da analizzare, in accordo con le metodiche di campionamento adottate da Conai e CIC;
2. identificazione e separazione del rifiuto alimentare, ovvero alimenti e bevande (intatti o processati) convenzionalmente destinati al consumo umano, con le relative parti potenzialmente o non edibili quali bucce di frutta o verdura, ossa della carne e fondi di caffè;
3. pesatura e caratterizzazione dei singoli elementi di rifiuto alimentare (annotazione della tipologia, delle caratteristiche e del peso) e, al termine di tale operazione, pesatura della quota parte di scarto rimanente non caratterizzabile;
4. suddivisione del rifiuto alimentare in classi merceologiche sulla base dei dati acquisiti in impianto e delle definizioni di riferimento adottate nel contesto europeo (WRAP, 2009; Tostivint et al., 2016):
  - RIFIUTO ALIMENTARE EVITABILE composto da alimenti e bevande, intatti o processati, che in un periodo precedente lo smaltimento sono stati sicuramente commestibili, indipendentemente dallo stato del prodotto al momento del riconoscimento in impianto (ancora edibile, ammuffito, rafferma o scaduto). Tale frazione è ulteriormente ripartita nelle principali classi di alimento: ortaggi (inclusi i tuberi e i legumi), frutta, carne e derivati, pesce e derivati, pane e sostituti (es. cracker, grissini), pasta e riso, bevande, prodotti lattiero-caseari e altro rifiuto alimentare (torte e dessert, condimenti, salse, erbe, spezie, snack, merendine, biscotti e prodotti da forno);
  - ALTRO RIFIUTO ALIMENTARE ovvero parti di alimenti non edibili (gusci, ossa, ecc.) o

potenzialmente consumabili a seconda delle abitudini alimentari (ad esempio bucce di mela o di pesca) o delle modalità di preparazione e/o cottura (quali le bucce di patata);

- RIFIUTO ALIMENTARE NON CLASSIFICABILE, “poltiglia” rimanente di rifiuto alimentare non caratterizzabile a causa dei fenomeni di degradazione biologica e di compattazione e miscelazione del materiale avvenuti nel tempo intercorso tra la produzione del rifiuto e l’analisi merceologica.

Il paragrafo 3.1 riporta una descrizione dettagliata della metodologia proposta sotto forma di linee guida usufruibili dagli operatori del settore.

## 2.2 Valutazione degli impatti ambientali del rifiuto alimentare evitabile

Il paragrafo è dedicato alla descrizione della metodologia utilizzata per la valutazione dei potenziali impatti ambientali del rifiuto alimentare evitabile presente nel rifiuto urbano. In particolare, vengono dapprima fornite alcune informazioni di carattere generale sulla metodologia nel suo complesso (paragrafo 2.2.1), per poi entrare nel merito degli aspetti più tecnici dell’approccio di valutazione seguito nel presente studio (paragrafi 2.2.2 - 2.2.7).

### 2.2.1 Generalità sulla metodologia di valutazione degli impatti ambientali

La produzione del rifiuto alimentare non genera un impatto solo a causa del fatto che lo scarto dovrà essere opportunamente raccolto e trattato, ma porta inevitabilmente con sé anche gli impatti di tutta la filiera produttiva e distributiva a monte e delle eventuali fasi di conservazione, preparazione e/o cottura a livello domestico.

L’analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment; LCA) si rivela quindi lo strumento più appropriato per la valutazione in oggetto, in quanto concepita per l’analisi degli aspetti ambientali e dei potenziali impatti ambientali di prodotti e processi produttivi nell’arco del loro intero ciclo di vita. Vengono cioè presi in considerazione i consumi di risorse e le emissioni inquinanti nell’ambiente che si verificano nel complesso di attività che vanno dall’estrazione delle materie prime dall’ambiente al loro ritorno ad esso sotto forma di rifiuti o di rilasci. In altre parole, si opera secondo un approccio olistico solitamente indicato con il termine “dalla culla alla tomba” o “dalla culla alla culla” se è previsto il riciclo dei materiali a fine vita e il loro rientro in circolo come nuove materie prime.

Nel caso specifico dei prodotti agro-alimentari, si considera in particolare tutta la filiera, dalla produzione primaria in campo al consumo finale, passando attraverso la lavorazione industriale, il confezionamento, la distribuzione, la vendita e il trasporto attraverso tutte queste fasi. Per la natura stessa della metodologia, oltre ai consumi e alle emissioni direttamente coinvolti in tali fasi, vengono presi in considerazione anche quelli indiretti, connessi alla produzione degli ausiliari e dell’energia richiesti e al trattamento degli eventuali flussi di scarto.

L’approccio descritto è finalizzato a prevenire indesiderati fenomeni di trasferimento dei carichi ambientali (‘burden shifting’), ossia ad evitare che iniziative volte a ridurre gli impatti di un determinato processo o attività nel ciclo di vita di un prodotto o servizio ne comportino un contestuale e involontario incremento in un’altra fase. Analogamente, è possibile prevenire un trasferimento dei carichi da un luogo del pianeta all’altro (dove i diversi processi e le diverse attività possono avere luogo) e da una tipologia di impatto ambientale all’altro. Infine, la prospettiva olistica adottata permette di individuare le fasi o le componenti del ciclo di vita

esaminato che contribuiscono maggiormente agli impatti complessivi e sulle quali quindi concentrare possibili interventi migliorativi delle prestazioni ambientali del prodotto. Tale operazione è normalmente indicata con il termine 'hot-spot analysis'.

La procedura di analisi del ciclo di vita e i suoi principali aspetti metodologici sono regolati da due norme internazionali pubblicate dall'ISO (International Organisation for Standardisation), che attualmente sono rappresentate dalla ISO 14040 (ISO, 2006a) e dalla ISO 14044 (ISO, 2006b). Sono state inoltre messe a punto numerose iniziative, spesso corredate da linee guida, volte ad armonizzare e semplificare, ove possibile, l'applicazione della metodologia LCA, fornendo allo stesso tempo ulteriori indicazioni metodologiche in tutte quelle "aree grigie" dove le norme ISO non formulano indicazioni specifiche o consentono la scelta di approcci alternativi. Si citano, a tal proposito, le linee guida redatte dal Joint Research Centre della Commissione Europea (EC-JRC, 2010 a;b), poi utilizzate come base per lo sviluppo della guida sul calcolo dell'impronta ambientale di prodotto (Product Environmental Footprint; EC-JRC, 2012).

Secondo le norme citate, uno studio di analisi del ciclo di vita comprende quattro fasi distinte, ovvero: (1) definizione dell'obiettivo e del campo d'applicazione; (2) analisi dell'inventario del ciclo di vita; (3) valutazione dell'impatto del ciclo di vita e (4) interpretazione del ciclo di vita. I paragrafi successivi riportano una sintesi della modalità in cui i principali punti di queste fasi sono stati declinati nella presente analisi.

### 2.2.2 Obiettivi della valutazione

Come accennato al paragrafo 1.1, nell'ambito della presente ricerca l'obiettivo principale della valutazione LCA è stimare i potenziali impatti ambientali della frazione evitabile del rifiuto alimentare di origine urbana su scala nazionale. La stima è condotta innanzitutto su base pro-capite annua, per poi essere estesa, dapprima al contesto del nord Italia e, in ultima analisi, all'intero territorio nazionale, sulla base delle rispettive popolazioni.

Inoltre, la valutazione si propone, come secondo fine, di rendere disponibile una stima degli impatti ambientali di specifici prodotti alimentari, che nell'ambito dell'analisi sono stati identificati come rappresentativi della composizione del rifiuto alimentare evitabile nel suo complesso. Fra questi si annoverano la patata e il pomodoro per quanto riguarda la classe ortaggi e tuberi; il pane di grano tenero; la mela e la banana per il comparto frutta; la carne bovina, avicola e suina; la pasta come esponente dei prodotti derivati dai cereali; l'acqua confezionata e la mozzarella come rappresentante del comparto latticini.

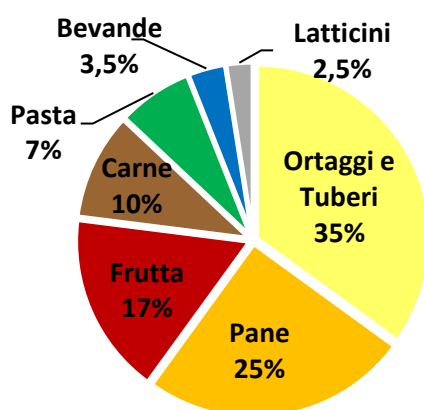
### 2.2.3 Il rifiuto alimentare oggetto di analisi: quantità e composizione rappresentativa

Per la stima degli impatti del rifiuto alimentare evitabile la valutazione fa riferimento al quadro emerso dagli esiti delle indagini merceologiche condotte nella prima parte della ricerca, i cui risultati sono descritti al paragrafo 3.2. Si considera, pertanto, che la frazione evitabile del rifiuto alimentare in Italia ammonti a 27 kg/ab/anno (valore valido, a rigore, per la sola parte settentrionale del Paese) e sia caratterizzata dalla composizione riportata in Figura 3.4.

Ai fini della valutazione, tale composizione è stata tuttavia semplificata escludendo le classi di prodotto meno rilevanti in termini ponderali (nonché, verosimilmente, in termini di relativi impatti ambientali). In particolare, sono state considerate le sole categorie con un'incidenza in peso superiore all'1%, escludendo il pesce e "l'altro rifiuto alimentare evitabile", comprendente

sottocategorie di prodotti che singolarmente presentano un'incidenza non superiore all'1% (dolciumi, snack salati, piante aromatiche ecc.). Le categorie selezionate nel complesso originano la composizione assunta come riferimento nella valutazione e rappresentata in Figura 2.1.

Per procedere con la valutazione, è stato infine necessario identificare, per ciascuna categoria selezionata, uno o più prodotti rappresentativi, attraverso i quali approssimare gli impatti dell'intera classe (Tabella 2.3). La scelta dei prodotti è stata effettuata in accordo con diversi criteri fra i quali, principalmente, l'incidenza specifica di ciascun prodotto, i rispettivi livelli di consumo a livello nazionale e, nel caso dei prodotti ortofrutticoli, anche la stagionalità e la provenienza (nazionale o estera).



**Figura 2.1:** composizione della frazione evitabile del rifiuto alimentare utilizzata per la presente valutazione LCA.

**Tabella 2.3:** prodotti alimentari identificati come rappresentativi di ciascuna categoria di rifiuto alimentare evitabile con i relativi criteri di selezione.

Categoria	%	Prodotto rappresentativo	%	Criteri di selezione
Ortaggi e tuberi	35	Patata	50	- Incidenza specifica
		Pomodoro	50	- Consumo nazionale (Macchi, 2014)
Pane e derivati	25	Pane (grano tenero)	100	- Incidenza specifica
Frutta	17	Mela	50	- Incidenza specifica
		Banana	50	- Consumo nazionale (Macchi, 2014) - Stagionalità (assente o ridotta) - Origine (100% nazionale e 100% estera)
Carni	10	Carne bovina	22	- Ripartizione in base agli effettivi livelli di consumo apparente in ambito nazionale*
		Carne avicola	27	
		Carne suina	51	
Pasta e riso	7	Pasta	100	- Incidenza specifica
Bevande	3,5	Acqua confezionata	100	- Incidenza specifica - Disponibilità di dati
Latticini e uova	2,5	Mozzarella	100	- Incidenza specifica (dei latticini)

(\*) Calcolati sulla base dei dati di produzione e commercio estero resi disponibili da Ismea Mercati per l'anno 2016 (ISMEA, 2017a,b).



## 2.2.4 Unità funzionale

L'unità funzionale rappresenta il parametro in riferimento al quale sono calcolati gli impatti del sistema oggetto di studio. Nella presente valutazione, gli impatti del rifiuto alimentare complessivo sono stati valutati innanzitutto in riferimento alla *quantità annuale pro-capite di rifiuto alimentare evitabile conferito nel circuito dei rifiuti urbani nel nord Italia (27 kg/ab/anno)*. La stima è poi stata effettuata anche in riferimento alla produzione annuale complessiva sia nel nord Italia (749.007 t/anno)<sup>1</sup> che a livello nazionale (1,64 Mt/anno)<sup>2</sup>, ipotizzando di estendere all'intero territorio nazionale la stima pro-capite ottenuta dalle analisi merceologiche.

La valutazione degli impatti dei singoli prodotti alimentari rappresentativi del rifiuto complessivo è invece stata effettuata in relazione a *1 kg di prodotto pronto al consumo e poi scartato come rifiuto*.

## 2.2.5 Confini del sistema

Come rappresentato in Figura 2.2, le principali attività della filiera alimentare considerate comprendono:

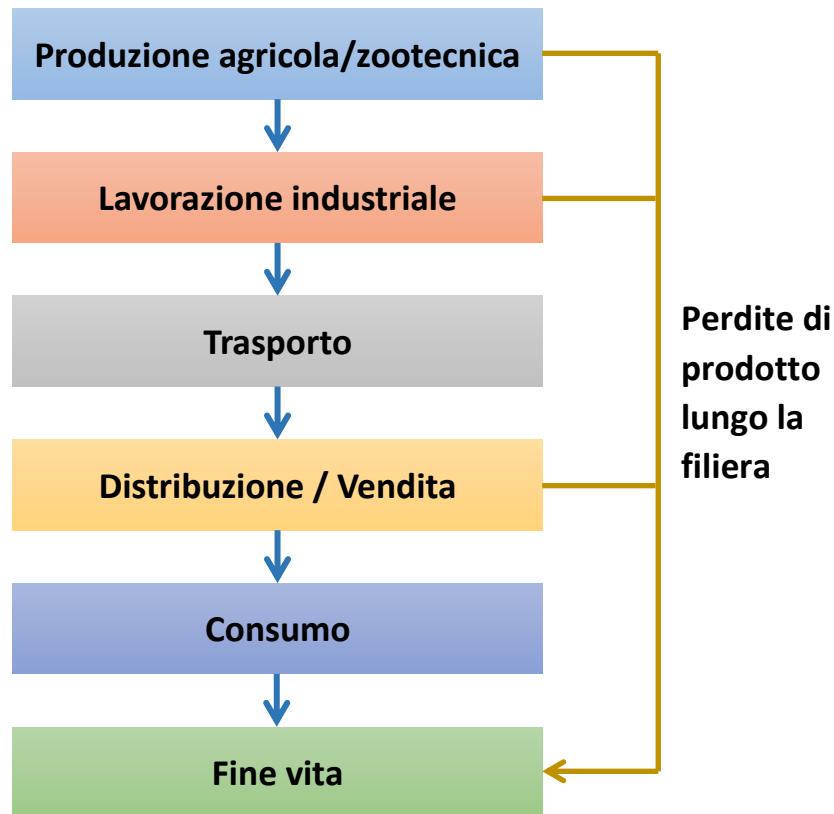
- la produzione primaria, agricola o zootecnica, nel paese d'origine;
- la lavorazione industriale (selezione, pulizia e confezionamento degli ortaggi, macellazione del bestiame, molitura del frumento, imbottigliamento delle bevande ecc.);
- il trasporto tra le diverse fasi della filiera, comprendente, in termini generali, il trasferimento dal luogo di produzione al centro di lavorazione e i successivi tragitti per raggiungere i centri di distribuzione regionale all'ingrosso e i punti vendita della grande distribuzione;
- la distribuzione all'ingrosso e la vendita al dettaglio presso la grande distribuzione;
- il trasporto del prodotto acquistato al luogo di consumo;
- la fase di consumo, comprensiva delle eventuali fasi di stoccaggio refrigerato (carni e latticini) e cottura (pasta);
- il fine vita del rifiuto alimentare secondo uno scenario di gestione caratteristico del nord Italia.

Si segnala, inoltre, che nella valutazione sono state contabilizzate le possibili perdite di prodotto nelle diverse fase della filiera, considerando sia gli impatti del rispettivo ciclo di vita fino al punto in cui il prodotto diventa un rifiuto, che gli impatti del successivo fine vita (maggiori dettagli sono disponibili al paragrafo 2.2.7).

---

<sup>1</sup> Calcolato in corrispondenza di una popolazione totale di 27.740.984 abitanti, corrispondenti alla popolazione residente nell'anno 2016 (ISTAT, 2017a).

<sup>2</sup> Calcolato in corrispondenza di una popolazione totale di 60.589.445 abitanti, corrispondenti alla popolazione residente rilevata per l'intero territorio nazionale nell'anno 2016 (ISTAT, 2017a).



**Figura 2.2:** principali fasi del ciclo di vita del rifiuto alimentare evitabile comprese nei confini del sistema oggetto di studio.

### 2.2.6 Categorie di impatto e metodi di valutazione

Nella valutazione sono stati considerati i seguenti indicatori di impatto:

- impatto sul clima, espresso in termini di emissioni complessive di CO<sub>2</sub>-equivalenti, calcolate adottando i potenziali di riscaldamento globale (GWP, global warming potential) riportati dall'Intergovernmental Panel on Climate Change per un orizzonte temporale di 100 anni (IPCC, 2013);
- consumo complessivo di risorse idriche, espresso in m<sup>3</sup> o relativi multipli, e calcolato come differenza fra i volumi idrici complessivamente prelevati e rilasciati da tutte le attività e processi inclusi nel ciclo di vita del prodotto/rifiuto alimentare;
- occupazione complessiva di suolo per le attività agricole, zootecniche e forestali svolte nell'arco dell'intero ciclo di vita del prodotto/rifiuto alimentare. L'indicatore è espresso in m<sup>2</sup> o suoi multipli.

Si osserva fin d'ora che i consumi di risorse idriche e di suolo stimati dall'analisi sono da interpretarsi come utilizzo invano di tali risorse, in quanto impiegate per ottenere un bene che, anziché essere utilizzato per la sua funzione (consumo umano), viene in realtà sprecato. Discorso simile vale anche per l'impatto sul clima, che va appunto inteso come un effetto negativo sull'ambiente che avviene inutilmente.

Si segnala, inoltre, che le categorie di impatto considerate non sono da considerarsi esaustive, in termini di rappresentatività, degli impatti delle filiere agroalimentari. Infatti, tali filiere esercitano

importanti pressioni sull'ambiente anche attraverso il rilascio di sostanze che contribuiscono all'eutrofizzazione e all'acidificazione (ad es. con la fertilizzazione), alla tossicità umana e degli ecosistemi (ad es. con l'applicazione di fitofarmaci), nonché allo smog fotochimico e a fenomeni di inquinamento da particolato atmosferico (ad es. con i trasporti lungo la filiera). Inoltre, il consumo di risorse naturali non si limita al solo utilizzo di acqua e suolo, ma comprende consumi anche ingenti di altre risorse non rinnovabili (ad es. a causa del massiccio utilizzo di fertilizzanti minerali). Anche tali categorie di impatto dovrebbero quindi essere prese in considerazione per ottenere un quadro completo degli effetti potenziali che la produzione di rifiuto alimentare può esercitare sull'ambiente.

### 2.2.7 Modellizzazione del sistema (ricostruzione dell'inventario)

I paragrafi che seguono riportano, per ciascuna fase del ciclo di vita, una breve descrizione dell'approccio utilizzato nella modellizzazione dei rispettivi carichi ambientali<sup>3</sup> e delle ipotesi effettuate a tale scopo.

#### **Produzione agricola/zootecnica**

La fase di produzione primaria (agricola o zootecnica) è stata modellizzata sulla base di inventari disponibili nelle banche dati commerciali *ecoinvent* (Wernet et al., 2016) ed *Agri-footprint* (Durlinger et al., 2017a,b). Ove possibile, si è fatto ricorso ad inventari rappresentativi delle condizioni produttive nei paesi d'origine del prodotto, in termini di pratiche colturali, condizioni pedo-climatiche, mix energetico ecc. In alternativa, è stata effettuata un'approssimazione con inventari relativi ad aree geografiche con caratteristiche produttive simili (specialmente in termini di condizioni climatiche), adeguando se necessario il mix energetico alla regione d'interesse. Ad esempio, la produzione del frumento in Italia è stata approssimata con un set di dati relativo alla produzione in Francia.

Inoltre, nella selezione si è data precedenza agli inventari disponibili nella banca dati *ecoinvent*, ricorrendo invece ad *Agri-footprint* solo nel caso dell'assenza di inventari relativi al prodotto in esame, oppure nel caso in cui quest'ultimi non risultassero sufficientemente rappresentativi delle aree geografiche di interesse o ad esse adeguatamente approssimabili. Questo per coerenza con gli inventari utilizzati nella modellizzazione delle attività connesse alle successive fasi del ciclo di vita del prodotto (produzione di ausiliari ed energia, trattamento di flussi residuali ecc.), che prevalentemente derivano dalla banca dati *ecoinvent*. Sempre per ragioni di coerenza, per tutte le possibili origini di uno stesso prodotto si è poi fatto ricorso alla stessa banca dati.

L'origine dei prodotti primari è stata determinata principalmente sulla base dei dati relativi alla produzione agricola e zootecnica nazionale e ai relativi scambi con l'estero nel 2016, riportati, rispettivamente, dall'ISTAT (ISTAT, 2017b)<sup>4</sup> e da Ismea Mercati (ISMEA, 2017b). In particolare, sono state prese in considerazione le importazioni dai paesi che contribuiscono in misura pari o superiore all'1% alle importazioni complessive, depurando per quanto possibile il dato dal contributo di quei paesi che risultassero a loro volta importatori e non produttori. Alla procedura descritta fa eccezione il frumento utilizzato per la produzione della pasta, la cui origine è stata

---

<sup>3</sup> Con il termine "carichi ambientali" si intendono i consumi di risorse naturali e i rilasci di sostanze inquinanti nell'ambiente connessi ad una specifica fase, processo o attività nel ciclo di vita del prodotto.

<sup>4</sup> Ad eccezione delle carni, per le quali i dati di produzione sono stati reperiti da Ismea Mercati (ISMEA, 2017a).

definita in accordo con le percentuali riportate da Barilla per la pasta commercializzata sul territorio nazionale (che occupa all'incirca il 30% del mercato complessivo; Barilla, 2017). La Tabella A.1 in Appendice riassume, per ciascun prodotto oggetto di analisi, la ripartizione fra le diverse origini considerate, le regioni geografiche di riferimento degli inventari utilizzati e la relativa banca dati di appartenenza.

### **Lavorazione industriale**

I carichi ambientali della fase di lavorazione industriale (comprensiva dell'eventuale confezionamento) sono stati ricavati prevalentemente dalla letteratura scientifica di settore e, in misura minore, dalla banca dati *Agri-footprint*. In alcuni casi, è stato necessario effettuare un'approssimazione con dati relativi a processi verosimilmente simili, come ad esempio per la fase di cernita e confezionamento dei pomodori, che è stata approssimata con quella di cernita e confezionamento delle patate. Solo in pochi casi si è resa necessaria un'esclusione del processo per mancanza di dati secondari e la contemporanea difficoltà a reperire dati primari tramite interviste dirette con gli operatori del settore. Ne sono un esempio i processi di seconda lavorazione e confezionamento delle carni.

Per alcuni prodotti, è stato inoltre necessario effettuare un'allocazione dei carichi ambientali del processo di lavorazione fra i diversi co-prodotti ottenuti. Ciò si verifica, ad esempio, per le attività di macellazione e prima lavorazione delle carni, che producono non solo i tagli destinati al consumo umano, ma anche ossa e grasso di grado alimentare, pellami ed altri sottoprodotti. Discorso simile vale per le operazioni di molitura del grano, che oltre alla farina o alla semola, restituiscono la crusca, il germe ed altri sottoprodotti utilizzati per la produzione di mangimi. In tutte queste situazioni, l'allocazione è stata effettuata su base economica, considerando i fattori di allocazione riportati negli inventari della banca dati *Agri-footprint*, a loro volta derivati da medie triennali o quinquennali dei valori di mercato di ciascun co-prodotto (Durlinger et al., 2017b). La scelta di utilizzare il criterio economico, in luogo di altre possibili alternative quali la massa, deriva dalla volontà di assegnare una quota maggiore dei carichi ambientali al prodotto alimentare per cui la filiera è effettivamente concepita, piuttosto che ai relativi co-prodotti o sottoprodotti, specialmente nei casi in cui questi ultimi siano nel complesso preponderanti in termini ponderali.

### **Imballaggio del prodotto**

Nella presente valutazione, è stato considerato il ciclo di vita dei principali imballaggi di ciascun prodotto, con un grado di completezza e precisione in funzione della disponibilità di informazioni su questo aspetto. In particolare, per ogni prodotto è stato considerato il ciclo di vita del rispettivo imballaggio primario o, comunque, di quello principale (come ad esempio le cassette per ortofrutta). La modellizzazione è stata tuttavia estesa anche ad eventuali imballaggi secondari e/o terziari, nel caso in cui vi fosse disponibilità di dati e informazioni a riguardo. La Tabella A.2 in Appendice riassume le tipologie di imballaggio considerate per ciascun prodotto e le principali assunzioni effettuate ai fini della modellizzazione.

Per quanto riguarda la fase di produzione degli imballaggi, le informazioni relative alla tipologia più frequentemente utilizzata e alle relative caratteristiche (peso, capacità e materiali costituenti) sono state reperite dalla letteratura, da precedenti valutazioni LCA condotte da parte del Gruppo di Ricerca o da valutazioni e stime empiriche (quest'ultima modalità è stata adottata solo per gli imballaggi primari).

In merito al fine vita, per ciascun imballaggio è stata invece considerata, per esigenze di semplificazione, la modalità di gestione verosimilmente più praticata nel contesto nord italiano (così come riportato nel dettaglio in Tabella A.2).

### **Fasi di trasporto**

Per quanto riguarda la fase di trasporto dei prodotti attraverso le diverse fasi della filiera, è possibile effettuare una distinzione tra le filiere che comprendono prodotti primari di origine interamente nazionale e quelle per cui si hanno anche delle importazioni dall'estero. In particolare, nel primo caso (prodotto primario di origine nazionale) sono state considerate le seguenti tratte:

- trasporto del prodotto agricolo o zootecnico primario dal luogo di produzione al centro di (prima) lavorazione (macellazione, molitura, calibrazione ecc.) ed eventuale confezionamento. Le distanze di trasporto assunte per singolo prodotto con la relativa fonte di riferimento sono riportate in Tabella 2.4;
- trasporto dell'eventuale semilavorato (farina, semola o tagli primari di carne) al luogo di seconda lavorazione (panificio, pastificio o centro di lavorazione delle carni), dove avviene la produzione e il confezionamento del prodotto finito.  
In particolare, nel caso della farina per il pane, si è assunta una distanza pari a 200 km, considerando la distribuzione in Italia settentrionale degli stabilimenti di uno dei principali gruppi molitori nazionali. Nel caso della semola di grano duro per pasta, si è invece considerato un tragitto di 100 km, coerentemente con quanto riportato in Bevilacqua et al. (2007). Infine, per la carne bovina, la distanza considerata è pari a 250 km (COOP, 2013), poi estesa per ipotesi anche alle carni avicole e suine;
- trasporto dal centro di prima o seconda lavorazione alle piattaforme di distribuzione all'ingrosso nel nord Italia, lungo una distanza calcolata in funzione delle Regioni di provenienza del prodotto in ambito nazionale.  
A tal fine, per i prodotti ortofrutticoli commercializzati tal quali è stato considerato il conferimento dalle Regioni che contribuiscono in misura non inferiore all'1% alla produzione nazionale, in accordo con i dati riportati dall'ISTAT per l'anno 2016 (ISTAT, 2017b). La percorrenza complessiva è stata quindi calcolata come media pesata delle distanze tra il punto baricentrico di ciascuna Regione e Milano (città baricentrica del nord Italia), utilizzando come fattori di peso le produzioni percentuali in ciascuna Regione.  
Per gran parte degli altri prodotti (pasta, acqua e latticini), è stata condotta una stima sulla base di criteri simili, considerando come origine i siti produttivi dei principali produttori nazionali. Infine, per le carni e il pane, è stata considerata una distanza complessiva comprensiva anche del conferimento al punto vendita, come meglio discusso al punto successivo;
- trasporto dalla piattaforma di distribuzione all'ingrosso (o dal centro di seconda lavorazione per le carni e il pane) al punto vendita, transitando attraverso i centri distributivi (CE.DI.) delle singole catene di distribuzione.  
La distanza complessivamente assunta per tutti i prodotti eccetto il pane e le carni è pari a 150 km, dei quali 100 km per il conferimento ai CE.DI., a cui si aggiunge un ulteriore tragitto di 50 km per raggiungere i singoli punti vendita. Come anticipato, nel caso del pane, considerate le

peculiarità della rispettiva filiera, si è ipotizzato che il trasporto dal luogo di produzione (panificio industriale o laboratorio centrale delle panetterie artigianali) ai punti vendita della grande distribuzione (o alle singole panetterie locali) avvenga lungo una distanza di 50 km, senza alcun transito presso le piattaforme di distribuzione. Similmente, per le carni, si è considerato che i centri di seconda lavorazione e confezionamento fungano anche da piattaforme di distribuzione, dalle quali il prodotto è direttamente conferito ai punti vendita lungo un tragitto di 200 km. Questo in accordo con il già citato studio relativo alla filiera della carne bovina (COOP, 2013) e ipotizzando di estendere la validità del dato anche alle carni avicole e suine.

**Tabella 2.4:** *distanza del prodotto agricolo o zootecnico primario dal luogo di produzione al centro di prima lavorazione e relativa fonte in fase di modellizzazione LCA.*

Prodotto	Distanza (km)	Fonte
Mela	20	Longo et al. (2017)
Carne bovina	350	COOP, 2013 <sup>a</sup>
Carne avicola e suina	100	<i>Agri-footprint</i>
Frumento tenero (pane)	250	Distribuzione stabilimenti molitori sul territorio nazionale
Latte per latticini (mozzarella)	150	Assunzione <sup>b</sup>
Patata, pomodoro, frumento duro (pasta)	50	Assunzione <sup>c</sup>

(a) Nella filiera della carne bovina nazionale, la fase in oggetto è preceduta dal trasporto dei vitelli, nati e svezzati in Francia e poi cresciuti in Italia fino all'abbattimento. La distanza considerata in tal caso è pari a 1000 km (COOP, 2013).

(b) In assenza di informazioni puntuali sulla specifica filiera, il trasporto del latte si è ipotizzato avvenga lungo una distanza di 150 km, considerando una relativa prossimità dei luoghi di allevamento e trasformazione.

(c) In assenza di informazioni puntuali sulla specifica filiera, la distanza del tragitto è stata assunta pari a 50 km, considerando un collocamento in prossimità dei luoghi di produzione.

Per quanto riguarda le filiere comprendenti anche (o esclusivamente) prodotti primari d'importazione, alle fasi già descritte se ne aggiungono delle ulteriori, che si possono in parte sostituire ai trasferimenti iniziali sul territorio nazionale. In particolare, è stato innanzitutto considerato l'eventuale trasporto dal luogo di produzione a quello di (prima) lavorazione nel paese d'origine, considerando distanze analoghe al caso nazionale. Questa fase di lavorazione si sostituisce a quella condotta in Italia e riguarda, nello specifico, i pomodori, le carni e le banane (anche se in quest'ultimo caso la lavorazione è effettuata in prossimità del luogo di coltivazione, non richiedendo alcun trasferimento del prodotto con automezzi). I restanti prodotti sono invece processati ad importazione avvenuta, presso un centro di lavorazione nazionale.

In aggiunta a questo primo eventuale trasferimento, sono stati inoltre considerati, per tutti i prodotti oggetto d'importazione, i diversi tragitti necessari al loro conferimento sul territorio nazionale e in particolare:

- il trasporto via terra al porto di partenza nel paese d'origine (eventuale);
- il trasporto via mare sino al porto di destinazione in Italia (eventuale);
- il trasporto dal porto di destinazione in Italia (o dal luogo di produzione/lavorazione in Europa) al luogo di conferimento sul territorio nazionale.

Relativamente a quest'ultimo punto, il conferimento può avvenire o presso centri di lavorazione<sup>5</sup> primaria (patate e frumento) o secondaria (carni), oppure presso un importatore situato nel nord Italia (pomodori e banane). Nel caso del conferimento presso i centri di lavorazione, la distanza complessiva della tratta è calcolata ipotizzando un trasporto fino al baricentro nazionale (Roma) o del nord Italia (Milano), in qualità di località rappresentative dei singoli centri di lavorazione<sup>6</sup>. Il trasporto verso le successive fasi della filiera (eventuale seconda lavorazione, piattaforme di distribuzione e punti vendita) avviene poi analogamente ai prodotti di origine nazionale.

Nel caso del conferimento ad un importatore situato nel nord Italia, si considera invece un primo tragitto fino alla località baricentrica di tale area (Milano), a cui si aggiunge il successivo trasferimento alle piattaforme di distribuzione lungo una distanza di 170 km (calcolata come media delle distanze fra Milano e le principali città dell'Italia settentrionale). Come nel caso precedente, il trasporto verso le successive fasi (ossia quella di rivendita) avviene analogamente ai prodotti di origine nazionale.

La Tabella A.3 in Appendice offre una sintesi delle percorrenze attribuite alle diverse tratte, per ciascun prodotto oggetto di analisi, specificando in aggiunta la tipologia di automezzo considerato (con o senza refrigerazione).

### **Fasi di distribuzione e vendita**

La fase di distribuzione comprende essenzialmente i carichi ambientali dello stoccaggio (refrigerato o meno) presso le piattaforme di distribuzione all'ingrosso e in eventuali altri punti della filiera in cui può essere prevista la permanenza in condizioni refrigerate (come ad esempio presso i centri di lavorazione e le strutture degli importatori).

I consumi energetici connessi allo stoccaggio sono stati reperiti dalla banca dati *LCA food* (Nielsen et al., 2003), dove risultano espressi per unità di volume occupata nell'unità di tempo (m<sup>3</sup> giorno). Per ciascun prodotto, è stata quindi stabilita una durata media complessiva dello stoccaggio (in funzione della rispettiva shelf-life), che è poi stata opportunamente ripartita fra le diverse fasi della filiera distributiva, la vendita e l'eventuale conservazione domestica (si veda il prossimo paragrafo per quest'ultimo punto). Inoltre, è stata definita una densità media del prodotto, preferibilmente confezionato (packing density), prevalentemente sulla base di valori disponibili in letteratura, oppure procedendo a stime empiriche. La Tabella A.4 in Appendice riassume i tempi di conservazione considerati per ciascun prodotto (complessivi e nelle singole fasi), unitamente alle rispettive densità e ad ulteriori parametri considerati in fase di modellizzazione.

Così come per la distribuzione, anche per la fase di rivendita al dettaglio si è fatto riferimento ai dati di consumo riportati nell'ambito della banca dati *LCA Food*, distinguendo fra rivendita a temperatura ambiente e in condizioni di refrigerazione/congelamento. In questo caso, i consumi risultano espressi in riferimento ad una massa unitaria di prodotto stoccato, per cui non è stato necessario stimare alcun parametro aggiuntivo in fase di modellizzazione.

---

<sup>5</sup> Situati in prossimità dei luoghi di produzione a livello nazionale.

<sup>6</sup> In particolare, la scelta tra le due località è stata effettuata in funzione della distribuzione sul territorio nazionale dei principali luoghi di produzione primaria del prodotto di interesse e, quindi, dei relativi centri di lavorazione primaria o secondaria (per ipotesi collocati in prossimità dei luoghi di produzione o di prima lavorazione). Nel caso di una produzione ripartita su tutto il territorio nazionale (patate), oppure più spostata verso le regioni centro-meridionali (frumento duro), si è considerato come destinazione finale il punto baricentrico nazionale (Roma). Nel caso, invece, di una produzione concentrata, o svolta prevalentemente nelle regioni settentrionali del Paese (frumento tenero e carni), la destinazione considerata è il punto baricentrico di tale area (Milano).

## Consumo

Alla fase di consumo sono stati attribuiti i carichi ambientali del tragitto compiuto dal consumatore per l'acquisto del prodotto presso i punti vendita, nonché quelli delle eventuali fasi di refrigerazione domestica e cottura. Mentre il viaggio d'acquisto coinvolge tutti i prodotti, la conservazione refrigerata è stata considerata solo per gli alimenti che sicuramente necessitano di tale fase, ossia le carni e i latticini<sup>7</sup>. Similmente, la cottura è stata inclusa solo per la pasta, ipotizzando che le carni vengano scartate crude (situazione peraltro più frequentemente riscontrata durante le indagini merceologiche).

Il viaggio effettuato per l'acquisto presso i punti vendita si è ipotizzato avvenga utilizzando un'auto privata lungo una distanza complessiva di 5 km (Coley et al., 2009). Si considera, inoltre, che durante ogni tragitto venga acquistato 1 kg di prodotto (eccetto i latticini, per i quali si assume un acquisto di 300 g) nell'ambito di una spesa complessiva di 30 articoli. Ciò significa che al viaggio d'acquisto vengono attribuiti 1/30 dei carichi ambientali associati all'utilizzo di un'auto per 5 km.

La durata dell'eventuale fase di refrigerazione domestica è stata assunta pari a 3 giorni per le carni e ad 11 giorni per i latticini (corrispondenti, quest'ultimi, alla metà della shelf-life della mozzarella, prodotto rappresentativo della categoria; Granarolo, 2017). Come lo stoccaggio lungo la filiera distributiva, anche quello domestico è stato modellizzato sulla base dei dati riportati nel database *LCA Food*, considerando, in particolare, la media dei valori relativi a frigoriferi di piccola taglia (146 litri) di classe energetica A, B e C.

Per quanto riguarda, infine, la fase di cottura (inclusa solo per la pasta), la modellizzazione è avvenuta considerando i parametri forniti nella Dichiarazione Ambientale di Prodotto della Pasta Barilla (Barilla, 2017) e riassunti in Tabella 2.5.

**Tabella 2.5:** *parametri considerati nella modellizzazione della fase di cottura della pasta e carichi ambientali risultanti, espressi per kg di prodotto soggetto a cottura.*

<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>	<b>Fonte</b>
Durata cottura	10 minuti	Ipotesi (8-12 minuti)
Energia per bollitura	0,18 kWh/kg acqua	Barilla (2017)
Energia per cottura	0,05 kWh/minuti cottura	Barilla (2017)
<b>Consumo</b>	<b>Valore</b>	<b>Fonte</b>
Acqua	10 L/kg pasta da cuocere	Barilla (2017)
Energia complessiva (gas naturale)	2,3 kWh/kg pasta da cuocere (0,228 Nm <sup>3</sup> /kg pasta da cuocere)	Calcolo
Sale	70 g/kg pasta da cuocere	Barilla (2017)
<b>Emissioni</b>	<b>Valore</b>	<b>Fonte</b>
CO <sub>2</sub>	0,448 kg/kg pasta da cuocere	Calcolo

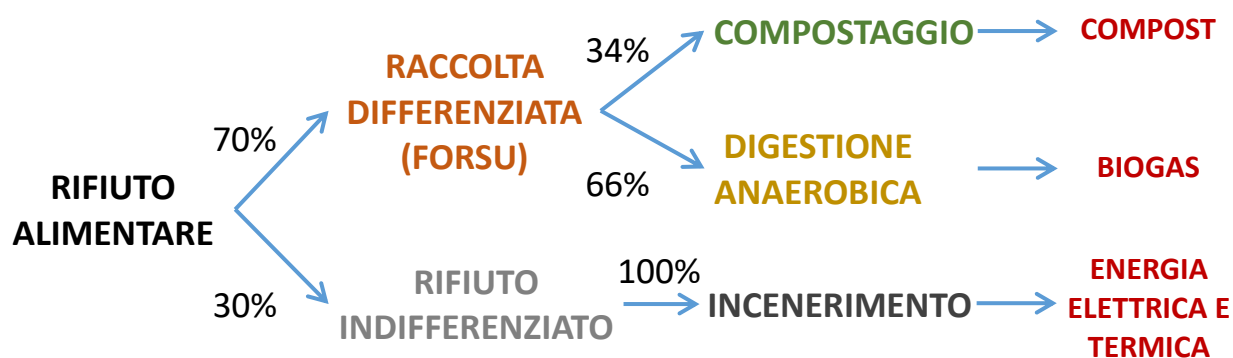
<sup>7</sup> Sebbene anche i prodotti ortofrutticoli possano essere sottoposti a refrigerazione domestica, si è qui ipotizzato che tale operazione non venga effettuata per questa categoria. Questo poiché, da un lato, i prodotti rappresentativi considerati nell'analisi (patate, pomodori, mele e banane) ben si prestano alla conservazione a temperatura ambiente. Inoltre, vi è un'importante dipendenza di questa fase dalle abitudini e dal comportamento del consumatore e, pertanto, l'eventuale quantificazione dei rispettivi impatti risulterebbe contraddistinta da numerose ipotesi ed incertezze.



## Fine vita

Il fine vita di ciascun prodotto alimentare scartato a livello domestico è stato modellizzato in riferimento ad uno scenario gestionale, che può considerarsi rappresentativo dell'Italia settentrionale (Figura 2.3). Tale scenario è caratterizzato da buoni livelli di raccolta differenziata del rifiuto alimentare, che, in base ai dati sperimentali acquisiti in impianto (Tabella 3.3), si attestano attorno al 70%. Il rifiuto raccolto per via differenziata è ripartito tra un trattamento di digestione anaerobica (66% in peso) e un processo di compostaggio aerobico (34%; ISPRA, 2017). La frazione organica conferita con il rifiuto urbano residuo (33%) è invece trattata esclusivamente in impianti di incenerimento con recupero di energia elettrica e termica.

Allo scenario descritto fanno eccezione le bevande, che durante le attività di analisi merceologica sono state rilevate quasi unicamente nel rifiuto urbano residuo indifferenziato. Pertanto, il fine vita considerato per tale categoria comprende il solo incenerimento, a cui è destinato sia il prodotto scartato che il rispettivo imballaggio.



**Figura 2.3:** destino a fine vita dei prodotti alimentari scartati e conferiti nel circuito dei rifiuti urbani in accordo con lo scenario gestionale rappresentativo dell'Italia settentrionale.

La modellizzazione del trattamento di digestione anaerobica è stata effettuata prevalentemente sulla base dei flussi di materia e di energia di un impianto reale situato nel nord Italia, così come riportato in Grosso et al. (2012). La produzione specifica di biogas e biometano ( $\text{Nm}^3$  per t di rifiuto alimentare trattato) è stata tuttavia determinata singolarmente per ciascun prodotto oggetto di analisi, sulla base dei valori sperimentali riportati in Carlsson e Uldal (2009) per substrati della stessa tipologia o ad essi assimilabili<sup>8</sup>. Il biogas prodotto durante il processo è utilizzato in motori cogenerativi per la produzione di energia termica ed elettrica. L'energia termica è utilizzata esclusivamente per soddisfare le esigenze di calore dell'impianto mentre quella elettrica è parzialmente ceduta alla rete nazionale, sostituendo una pari quantità di energia prodotta da gas naturale in centrali a ciclo combinato, tecnologia prevalente a livello nazionale e maggiormente propensa ad un adeguamento della produttività nel caso di disponibilità di energia da fonti alternative (quale appunto la termovalorizzazione dei rifiuti urbani).

<sup>8</sup> Si fa in particolare riferimento alla produzione specifica di biometano, espressa in  $\text{Nm}^3 \text{CH}_4/\text{t}$  di solidi volatili e alla produzione specifica di biogas, riportata invece in termini di  $\text{Nm}^3$  biogas/t di substrato tal quale. Il contenuto di solidi volatili di ciascun alimento è stato ottenuto dallo Swedish National Food Database (SNFA, 2017), così come successivamente effettuato per altre proprietà chimico-fisiche di interesse (contenuto energetico, umidità ecc.).

Il processo di compostaggio è stato anch'esso prevalentemente modellizzato sulla base dei flussi di materia e di energia relativi ad un impianto situato nel nord Italia, così come descritto in Punzi (2009). In tale impianto la produzione media di compost ammonta al 44% del rifiuto organico trattato e, in accordo con quanto riportato da Centemero (2010), si è assunto che il prodotto venga utilizzato prevalentemente in campo agricolo in sostituzione di fertilizzanti minerali (68%) e florovivaistico in sostituzione di torba (25%); il restante 7% è impiegato nell'ambito di operazioni di ripristino paesaggistico/ambientale.

Per quanto riguarda, infine, il processo di incenerimento del rifiuto alimentare, la modellizzazione è avvenuta sulla base di un inventario disponibile nella banca dati *ecoinvent*, che considera le caratteristiche chimico-fisiche medie della frazione organica dei rifiuti urbani per la stima dei carichi ambientali associati al processo. L'inventario è stato opportunamente modificato includendo anche la fase di recupero energetico derivante dalla combustione del rifiuto, in accordo con le efficienze nette medie di produzione di energia elettrica (17%) e termica (11%) dei termovalorizzatori nel contesto nord italiano (ISPRA, 2015a) e il potere calorifico inferiore del prodotto scartato (PCI). Il PCI di ciascuna categoria di rifiuto alimentare è stato stimato, in particolare, dal contenuto energetico e idrico dell'alimento, così come riportati nello Swedish National Food Database (SNFA, 2017).

### **Perdite di prodotto alimentare lungo la filiera**

Nella presente valutazione sono state considerate le possibili perdite di prodotto lungo la filiera e, in particolare, nelle fasi di post-raccolta, lavorazione/confezionamento/maturazione (per le sole banane), distribuzione (stoccaggio) e rivendita (Tabella A.5 in Appendice). Non sono state invece incluse le perdite aggiuntive in fase di produzione, nonostante la disponibilità di stime di carattere generale. Si ritiene, infatti, che le eventuali perdite siano già debitamente contabilizzate nei valori di resa utilizzati per lo sviluppo degli inventari relativi alla fase di produzione agricola o zootecnica.

Dal punto di vista della modellizzazione, la contabilizzazione delle perdite e degli sprechi in una determinata fase del ciclo di vita è avvenuta incrementando opportunamente la quantità di prodotto coinvolta in tale fase, e nelle fasi a monte, al fine di ottenere la quantità desiderata in uscita da essa. A sua volta, quest'ultima dipende dall'unità funzionale (che nella presente valutazione corrisponde ad 1 kg di prodotto scartato dal consumatore) e da eventuali perdite nelle fasi successive.

L'entità delle possibili perdite nelle diverse fasi è stata determinata facendo possibilmente riferimento a stime relative alla specifica filiera, qualora disponibili nella letteratura scientifica o tecnica di settore. È questo il caso, ad esempio, delle patate (Willersinn et al., 2017), dei prodotti ortofrutticoli (WRAP, 2011a) e della fase di rivendita delle carni (WRAP, 2011b). In mancanza di dati specifici, si è invece fatto riferimento alle stime generali rese disponibili dalla FAO per alcune macro-categorie di beni primari alla scala globale (FAO, 2011).

Nel primo caso si ha l'indiscusso vantaggio di disporre di stime relative allo specifico prodotto in esame, anche se relative a filiere di approvvigionamento di specifici paesi, che difficilmente (o meglio, in nessun caso) comprendono l'Italia. Nel secondo caso, si verifica invece la situazione opposta, ossia la disponibilità di stime di carattere globale, ma per categorie di prodotto estremamente vaste.

Per quanto riguarda, infine, il fine vita del prodotto perso lungo la filiera, si è ipotizzato in prima approssimazione che esso avvenga in accordo con lo scenario di gestione e trattamento del rifiuto alimentare, già descritto al precedente paragrafo. Fanno tuttavia eccezione alcuni flussi nelle fasi più a monte della filiera, per i quali è stato possibile definire con maggior precisione la destinazione a fine vita, che generalmente consiste nel recupero per la preparazione di mangimi animali. È questo il caso, ad esempio, delle patate scartate durante la cernita in campo e nel corso della successiva fase di selezione e confezionamento (Willersinn et al., 2017). In tale situazione, la modellizzazione è avvenuta contabilizzando i carichi ambientali connessi alla preparazione della razione contenente il prodotto scartato, ai quali sono stati scontati i carichi associati alla preparazione del mangime tradizionalmente somministrato al bestiame.

## 3 RISULTATI DELLA RICERCA E DISCUSSIONE

Si riportano in questo capitolo i risultati della presente attività di ricerca, distinguendo tra:

1. proposta di una metodologia per la quantificazione e la caratterizzazione del rifiuto alimentare tramite analisi merceologica;
2. esiti delle campagne di analisi merceologica effettuate presso alcuni impianti di trattamento del rifiuto urbano nel Nord Italia;
3. valutazione degli impatti ambientali associati al rifiuto alimentare evitabile conferito nel circuito dei rifiuti urbani.

### 3.1 Proposta di una metodologia d'indagine sul rifiuto alimentare attraverso analisi merceologica

Si descrive in questo paragrafo la proposta metodologica formulata per la quantificazione e la caratterizzazione del rifiuto alimentare presso gli impianti di trattamento/smaltimento del rifiuto urbano. La metodologia è stata sviluppata con la collaborazione dei Consorzi Conai e CIC e delle rispettive società di analisi, per facilitarne l'integrazione nelle merceologiche tradizionali.

#### **Scopo e campo di applicazione**

La procedura formulata consente di quantificare lo scarto alimentare conferito nel rifiuto urbano indifferenziato (RUR) e nel rifiuto organico da raccolta differenziata (FORSU) e di suddividerlo tra frazione alimentare evitabile e altro rifiuto alimentare. Un'applicazione sistematica della metodologia consentirebbe di:

- contribuire alla realizzazione di una banca dati specifica per il rifiuto alimentare da aggiornare periodicamente (su base annuale o pluriennale) così come già attualmente fatto da ISPRA per altre frazioni di rifiuto urbano;
- effettuare confronti tra differenti bacini di conferimento del rifiuto urbano;
- supportare la definizione di specifiche misure di prevenzione dello spreco alimentare nel rifiuto urbano e monitorarne successivamente l'efficacia nel tempo.

#### **Riferimenti**

Ai riferimenti delle analisi merceologiche tradizionali di RUR e FORSU, si aggiungono i seguenti documenti che, al momento, rappresentano in ambito europeo un quadro di riferimento operativo e metodologico per le indagini sullo spreco alimentare soprattutto per quanto concerne la formulazione delle definizioni di riferimento.

- [1] Tostivint C., Östergren K., Quested T., Soethoudt H., Stenmarck Å., Svanes E., O'Connor C. (2016). *Food waste quantification manual to monitor food waste amounts and progression*. Documento disponibile on line sul sito relativo al Progetto Europeo FUSIONS: <https://www.eu-fusions.org/index.php/publications>
- [2] Waste & Resources Action Programme - WRAP (2009). *Household food and drink waste in the United Kingdom 2007*. Final report, Banbury, Oxon (UK). ISBN: 1-84405-430-6
- [3] World Resources Institute (2016). *Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard*. ISBN: 978-1-56973-892-4. Disponibile su: [http://www.wri.org/sites/default/files/FLW\\_Standard\\_final\\_2016.pdf](http://www.wri.org/sites/default/files/FLW_Standard_final_2016.pdf)

### **Criteri di scelta dell'impianto in cui effettuare l'analisi**

La metodica è applicabile presso qualsiasi impianto di trattamento/smaltimento del rifiuto urbano indifferenziato (termovalorizzatore, discarica o impianto di pretrattamento meccanico/biologico), purché si analizzi rifiuto direttamente proveniente dalla fase di raccolta, senza aver subito alcun pretrattamento che comporti una riduzione delle dimensioni del materiale e un cambiamento nella composizione merceologica ed elementare iniziale.

Per la frazione organica da raccolta differenziata, invece, si raccomanda di scegliere impianti presso i quali sia minimizzato il tempo intercorrente tra la fase di raccolta del rifiuto e la ricezione, così da limitare problematiche associate alla forte putrescibilità e alla rapida degradabilità dello scarto alimentare. Tra le tipologie di impianti selezionabili rientrano:

- impianti di compostaggio/digestione anaerobica che trattano prevalentemente rifiuto organico prodotto nei comuni/province limitrofi;
- stazioni di trasferimento del rifiuto, solitamente presenti nelle grandi aree urbane, dove si conferisce ciascuna frazione merceologica appena dopo la raccolta per ottimizzarne il trasporto all'impianto di trattamento finale/smaltimento.

### **Attrezzature e dispositivi di protezione individuale**

Le attrezzature e i dispositivi richiesti sono quelli già utilizzati nelle analisi merceologiche tradizionali, ovviamente da predisporre in quantità maggiore per l'incremento delle procedure da effettuare e conseguentemente del numero di operatori coinvolti:

- bilancia con portata massima non inferiore ai 50 kg
- secchielli e bidoni in plastica di differenti capacità
- tavolo di lavoro in materiale inalterabile con eventuale superficie vagliante a maglie quadrate di lato 20 mm e telo inferiore in plastica per la raccolta del sottovaglio (analisi del RUR)
- pala e rastrello
- pinze in acciaio inox a branchie incrociate
- scarpe antinfortunistiche con suola e punta antisfondamento
- tuta integrale usa e getta in materiale sintetico non traspirante
- mascherine monouso per la protezione delle vie respiratorie del tipo FFP2
- guanti in nitrile ad alta resistenza ai tagli, agli strappi, alle perforazioni e alle abrasioni
- altri mezzi di protezione in funzione delle condizioni ambientali

### **Modalità operative**

L'analisi viene effettuata in una zona sufficientemente areata e pavimentata dell'impianto (es. l'avanfossa nel caso dei termovalorizzatori), dotando gli operatori di tutte le attrezzature e i dispositivi riportati nel paragrafo di riferimento.

La procedura di analisi si compone di 3 fasi principali, descritte nei successivi paragrafi:

- preparazione di un campione rappresentativo di rifiuto urbano conferito all'impianto ed esecuzione dell'analisi merceologica tradizionale;
- identificazione e quantificazione del rifiuto alimentare;
- suddivisione del rifiuto alimentare in classi merceologiche.

## 1. Preparazione di un campione rappresentativo ed esecuzione di un'analisi merceologica tradizionale

Il primo step della metodologia prevede l'esecuzione di un'analisi merceologica tradizionale della frazione di riferimento (RUR o FORSU) in accordo con le metodiche convenzionalmente adottate dai rispettivi Consorzi. Si riporta di seguito una breve descrizione del procedimento; per maggiori dettagli si rimanda ai documenti di riferimento.

A partire dal cumulo conferito, si prepara innanzitutto un campione rappresentativo per l'analisi, di circa 150-200 kg, applicando una delle possibili procedure di campionamento (es. metodo della quartatura, della diagonale o stocastico). Si effettua quindi la cernita manuale del campione nelle diverse frazioni merceologiche costituenti ponendole nei rispettivi secchielli/bidoni preventivamente tarati. Al termine di questa operazione, si pesa ciascuna classe e si calcola la composizione merceologica del campione di riferimento come percentuale in peso.

Le classi merceologiche della cernita manuale differiscono a seconda della frazione di rifiuto urbano analizzata. In un'analisi sul rifiuto indifferenziato, si prevede la separazione del campione in 16 classi merceologiche principali, ulteriormente ripartite in sottoclassi (Tabella 3.1), tra cui si annovera la frazione *rifiuto organico - scarti da cucina* dove si focalizzerà l'indagine di caratterizzazione del rifiuto alimentare. L'analisi del rifiuto organico da RD prevede invece la suddivisione del campione in due frazioni merceologiche: il materiale non compostabile in cui rientrano le impurezze conferite per errore o negligenza (es. metalli, frazione inerte e vetri) e il *materiale compostabile* (che comprende carta e cartone, sacchetti biodegradabili, residui verdi e scarti alimentari). Quest'ultima frazione verrà sottoposta all'analisi di dettaglio sulla frazione alimentare.

**Tabella 3.1:** elenco delle classi merceologiche considerate da Conai per la suddivisione del rifiuto indifferenziato.

IMBALLAGGI IN ALLUMINIO	Rigido	IMBALLAGGI IN VETRO	
	Semirigido	ALTRA CARTA	Carta grafica
	Flessibile		Altra carta non imballo
	Poliaccoppiato	ALTRA PLASTICA	Sacchi neri
IMBALLAGGI CELLULOSICI	Cartone teso		Altra plastica non imballo
	Cartone ondulato	ALTRO LEGNO	
	Contenitore poliaccoppiato (liquidi)	ALTRI METALLI (ad eccezione dell'alluminio)	
	Contenitore poliaccoppiato (non liquidi)	ALTRO ALLUMINIO	
IMBALLAGGI IN PLASTICA	Rigido (bottiglie e flaconi)	RIFIUTO ORGANICO	<b>Scarti da cucina</b>
	Rigido (altro)		Verde/sfalci
	Flessibile	TESSILI	
	Poliaccoppiati	INERTI	
IMBALLAGGI IN LEGNO		SOTTOVAGLIO	
IMBALLAGGI IN ACCIAIO		ALTRO RIFIUTO	

## 2. Identificazione e quantificazione del rifiuto alimentare nel campione

A valle della separazione del campione nelle frazioni merceologiche di riferimento, si procede con l'identificazione e la quantificazione dello scarto alimentare nella classe *rifiuto organico - scarti da cucina* (analisi del RUR) e nella classe *materiale compostabile* (analisi sull'organico da RD).

Per definizione il rifiuto alimentare comprende:

- alimenti e bevande (intatti o processati) convenzionalmente destinati al consumo umano (i medicinali sono esclusi da tale categoria);
- parti non edibili o possibilmente edibili di prodotti alimentari quali ad esempio ossa della carne, bucce di frutta e verdura, pelle di pesce, filtri usati di bevande calde, fondi di caffè (i mangimi per animali e il tabacco sono esclusi da tale categoria).

In questa fase di cernita manuale è possibile trovare prodotti alimentari ancora all'interno della confezione di vendita o di un contenitore domestico. In tale situazione, si richiede di separare l'imballaggio e conferirlo nella classe merceologica di appartenenza oppure, nel caso in cui la separazione non sia facilmente praticabile (es. un barattolo di sugo o di marmellata), di associare entrambi i rifiuti (scarto alimentare e imballaggio) alla frazione merceologica predominante in peso tramite ispezione visiva. Sempre in relazione alla questione degli imballaggi, si riportano alcuni suggerimenti pratici per il campionamento delle bevande:

- bevande smaltite nella bottiglia/flacone di vendita: versare il contenuto di ciascuna bottiglia/flacone all'interno di uno stesso secchiello di raccolta preventivamente tarato e conferire l'imballaggio nella classe merceologica di appartenenza;
- caffè all'interno di capsule (involucri di plastica o di alluminio): conferire le capsule in uno stesso secchiello di raccolta preventivamente tarato. Ripartire il peso complessivo del secchiello (al netto della tara) come 70% scarto alimentare (caffè) e 30% (capsule)<sup>9</sup>;
- bevande calde in bustine e caffè in cialde (involucri di cellulosa): ritenere trascurabile il peso della bustina/cialda.

Terminata la fase di cernita manuale, effettuare una pesatura della classe *rifiuto alimentare* ripartita nei diversi contenitori di raccolta e registrarne il peso complessivo al netto della tara. Il risultato dell'analisi potrà essere espresso come % in peso di rifiuto alimentare nel campione di rifiuto urbano.

### 3. *Suddivisione del rifiuto alimentare in classi merceologiche*

La frazione *rifiuto alimentare* precedentemente selezionata viene suddivisa in 3 sottoclassi tramite un'operazione di cernita manuale (Figura 3.1):

- rifiuto alimentare evitabile;
- altro rifiuto alimentare;
- rifiuto alimentare non classificabile.

Il *rifiuto alimentare evitabile* include, per definizione, i prodotti alimentari che, pur essendo destinati al consumo umano, sono stati gettati. Nella categoria rientrano:

- prodotti alimentari intatti quali ad esempio un panino, una mela, un uovo crudo;
- prodotti alimentari processati e avanzi edibili dai piatti: esempi sono resti di pasta cotta, mezza mela sbucciata, un pezzo di carne, le croste di pizza e del pane;
- bevande quali acqua minerale, succhi o bibite in bottiglia, tè o altre tisane in bustine integre, caffè in capsule integre.

Lo stato del prodotto al momento dell'identificazione in impianto non influenza tale classificazione. Nella categoria rientrano quindi anche gli alimenti ammuffiti/marci, il cibo raffermo

---

<sup>9</sup> La ripartizione deriva da analisi sperimentali effettuate su capsule di differenti marchi e differente materiale (plastica e alluminio);

e i prodotti oltre la data di scadenza.

La categoria *altro rifiuto alimentare* comprende:

- parti di alimenti/bevande non edibili o possibilmente edibili (i.e. che vengono consumate o meno a seconda delle abitudini alimentari del consumatore o delle modalità di cottura; esempi sono riportati in Tabella 3.2).

**Tabella 3.2:** esempi di elementi della categoria *altro rifiuto alimentare* per le principali classi di prodotto. Un elenco esaustivo è disponibile in Tostivint et al., 2016 (Appendice 7).

CLASSE	ALTRO RIFIUTO ALIMENTARE
Pesci/molluschi/crostacei	Gusci (es. cozze), chele (es. astice), testa, viscere, lisce, pelle
Carne/salumi	Ossa, grasso, viscere, pelle (es. pollo)
Uova e latticini	Guscio di uovo, croste con ridotta presenza di formaggio (es. < 1 cm)
Bevande	Cialde/capsule di caffè usate, filtri di bevande calde usate, fondo di caffè
Frutta	Buccia, semi, noccioli, gusci (es. noci), gambo, torsolo, raspo
Verdura	Bucce, estremità della verdura (es. di zucchine, carote, finocchi), gambi (es. di peperoni, melanzane, finocchi, carciofi, parte dura dei gambi di asparagi), baccelli, foglie esterne (es. cavolfiore), scarti di sedano e di porro, ciuffi (es. carote o finocchi)

NOTA: considerati i lunghi tempi di analisi e le limitazioni pratiche, i prodotti alimentari edibili che comprendono anche le rispettive frazioni non o possibilmente commestibili (ad es. un frutto con buccia/nocciolo/torsolo o un uovo con il guscio) si conferiscono all'interno del *rifiuto alimentare evitabile* senza effettuare una separazione tra le diverse componenti. Tale scelta metodologica è già stata adottata in studi precedenti relativi all'applicazione della metodologia (WRAP, 2008; Edjabou et al., 2016).

La frazione *rifiuto alimentare non classificabile* rappresenta la "poltiglia" indefinita di rifiuto alimentare rimanente al termine della cernita manuale, in cui non è possibile riconoscere e identificare i singoli elementi.



**Figura 3.1:** esempi di elementi per le tre categorie di classificazione dello scarto alimentare: *rifiuto alimentare evitabile* (Figure A, B, C e D), *altro rifiuto alimentare* (Figure E ed F) e *rifiuto alimentare non classificabile* (Figure G).

Terminata la fase di selezione, si effettua la pesatura delle 3 classi e si registra il peso complessivo al netto della tara dei contenitori. Il risultato dell'analisi potrà essere espresso come % delle tre frazioni rispetto al peso del campione di rifiuto urbano o della sola frazione di rifiuto alimentare.



## **Limiti della metodologia**

Il paragrafo riporta una discussione in merito ai limiti principali della metodologia, con alcune indicazioni di massima per fronteggiare tali problematiche.

### *Rappresentatività del campione analizzato*

Una qualsiasi analisi merceologica presenta il limite intrinseco della rappresentatività del campione analizzato in quanto le caratteristiche quali-quantitative del rifiuto urbano sono soggette a variazioni temporali e spaziali.

Nel caso specifico dello scarto alimentare, la quantità e la composizione del rifiuto risultano sicuramente influenzate da molteplici fattori tra cui la stagione (la dieta alimentare varia in funzione del periodo annuale e, inoltre, le condizioni ambientali estive possono favorire il deperimento dei prodotti), il contesto geografico di riferimento (ciascun territorio presenta prodotti tipici e specifiche abitudini culinarie), le modalità di raccolta differenziata e la tipologia di utenza servita (caratteristiche sociali, demografiche, comportamentali e attitudinali).

Come già effettuato nelle merceologiche tradizionali, si raccomanda di programmare le campagne di analisi in differenti bacini di raccolta nell'area geografica di riferimento (es. impianti in più Province nella stessa Regione) e alternare la stagione di esecuzione (primavera/autunno) in due campagne di indagini successive nella stessa area.

All'interno di uno specifico impianto, occorre poi eseguire analisi su più campioni (ad esempio due/tre), in accordo con l'universo del rifiuto che si intende analizzare (struttura del tessuto abitativo, utenze servite, modalità di raccolta, variazioni qualitative e quantitative legate a cicli settimanali).

### *Stato di degradazione del rifiuto analizzato*

Lo stato di degradazione del rifiuto conferito in impianto limita le capacità di identificazione da parte degli operatori e questo aspetto si traduce nella presenza sistematica di una certa quota parte di scarto alimentare non classificabile. Le caratteristiche del rifiuto sono innanzitutto riconducibili alla degradazione biologica ad opera dei microrganismi intercorrente tra il momento in cui si genera lo scarto e la sua ricezione in impianto. Tale aspetto risulta particolarmente accentuato per i rifiuti di origine alimentare caratterizzati da una rapida biodegradabilità. Non di minore importanza è il fenomeno fisico di compattazione e miscelazione del materiale che avviene in fase di accumulo del rifiuto nel sacco domestico, nel corso della raccolta (soprattutto se questa è effettuata con mezzi autocompattatori) e durante l'eventuale miscelazione in impianto (ad esempio se il campione di RUR è direttamente prelevato dalla fossa dell'inceneritore).

Come sottolineato nel paragrafo relativo ai criteri di scelta degli impianti, si raccomanda di minimizzare il tempo intercorrente tra la fase di raccolta del rifiuto e la ricezione al trattamento finale. Nelle campagne sperimentali, ad esempio, si è cercato di effettuare le analisi sul rifiuto raccolto la stessa mattina del campionamento. Laddove possibile, si consiglia inoltre di comporre il campione con un carico prelevato da mezzi di raccolta non dotati di compattatore.

### *Assenza di informazioni pregresse da parte del consumatore*

Le analisi merceologiche del rifiuto alimentare sono effettuate da operatori del settore presso gli impianti di trattamento senza prevedere il coinvolgimento del consumatore, ovvero di colui che ha effettivamente generato lo spreco. Se da un lato l'analisi risulta essere più oggettiva, in quanto il

consumatore tende generalmente a sottostimare il proprio scarto (Koivupuro et al., 2012; Jörissen et al., 2015), dall'altro il mancato coinvolgimento impedisce di indagarne le motivazioni alla base e di effettuare analisi statistiche per stabilire un'eventuale influenza di parametri socio-demografici, comportamentali e attitudinali.

A tale proposito, si raccomanda di associare alle analisi merceologiche effettuate sul rifiuto urbano, indagini periodiche basate sulla metodologia dei diari domestici in modo da avere una visione più completa in merito al fenomeno.

*Mancata quantificazione del rifiuto alimentare smaltito per altra via (fognatura o compostaggio domestico)*

La metodologia delle analisi merceologiche quantifica lo spreco alimentare conferito nel circuito dei rifiuti solidi urbani, mentre non consente di monitorare le altre modalità di smaltimento domestico (fognatura pubblica e compostaggio domestico), che, in accordo con un recente studio condotto dal Waste & Resource Action Programme, forniscono un contributo non trascurabile allo spreco complessivo (35% circa del rifiuto evitabile; WRAP, 2009). Il problema di sottostima riguarda soprattutto i rifiuti alimentari liquidi (bevande di ogni genere) o semiliquidi (es. frullati, condimenti e salse) che tendono a essere smaltiti attraverso il lavandino. Anche in questo caso si raccomanda di effettuare indagini periodiche basate sulla metodologia dei diari, dove si richiede al consumatore di registrare quotidianamente lo spreco domestico prodotto attraverso tutte le modalità di smaltimento.

### **Considerazioni sui costi**

In accordo con informazioni direttamente fornite dal Consorzio Conai, una giornata di analisi merceologiche in impianto comporta, al momento, un costo medio di 2.500 euro (IVA esclusa), complessivo dell'esecuzione di tripla analisi da parte di tre operatori, dell'elaborazione dei dati e del report finale, dei costi di trasferta e del margine di guadagno da parte della società esecutrice. L'introduzione di un'analisi di dettaglio sul rifiuto alimentare all'interno di tale sistema comporterebbe dei costi aggiuntivi fondamentalmente legati alla richiesta di un numero maggiore di operatori (1 o 2 in più) e quantificabili in circa 500 euro/giornata per ogni operatore aggiuntivo.

## **3.2 Risultati delle campagne di analisi merceologiche**

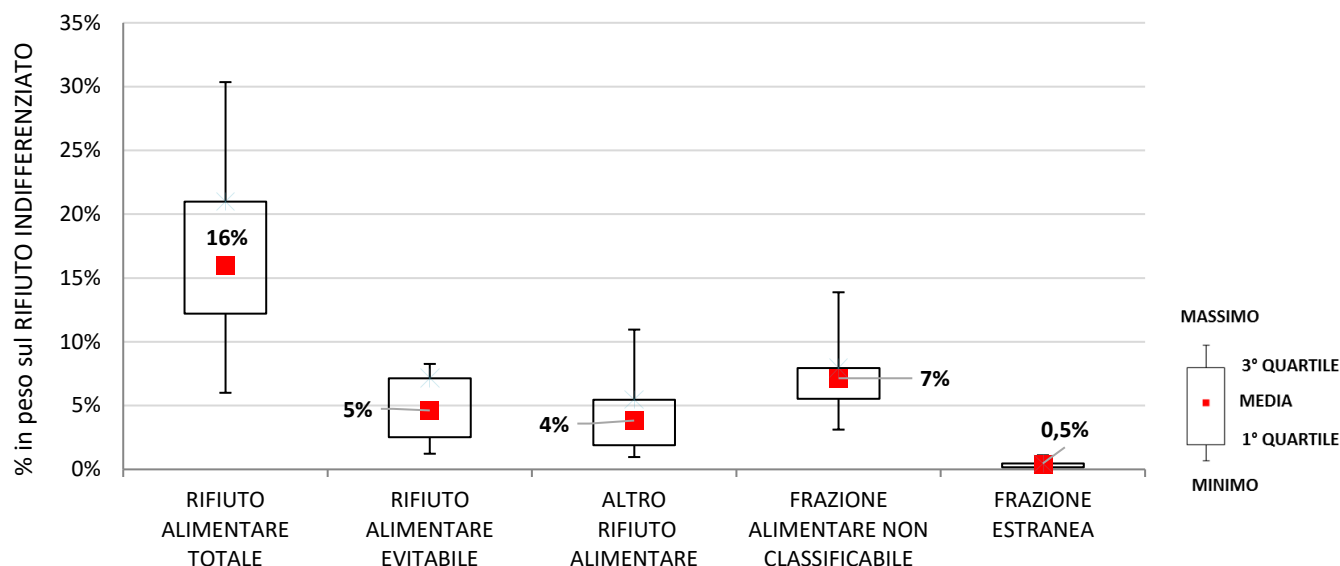
Le campagne di analisi merceologiche hanno permesso di testare la metodologia descritta e acquisire le prime statistiche in relazione alle caratteristiche quali-quantitative del rifiuto alimentare conferito negli impianti di trattamento del Nord Italia.

In merito all'entità dello scarto alimentare complessivamente prodotto, il dato sorprendente riguarda la frazione indifferenziata dove è emerso un contenuto di rifiuto alimentare pari al 10-20% in peso, sebbene il contesto geografico di riferimento sia caratterizzato da una buona efficienza di raccolta differenziata. Per la frazione organica da RD, invece, i dati acquisiti hanno rivelato una prevalenza di rifiuto alimentare (80-85% in peso), come ci si aspettava.

Entrando poi nel merito della composizione di tale scarto, per entrambe le frazioni è stato riscontrato un contributo non trascurabile della classe evitabile: mediamente un terzo del rifiuto alimentare nel RUR e un quarto nella FORSU si sarebbe potuto consumare (Figure 3.2 e 3.3).

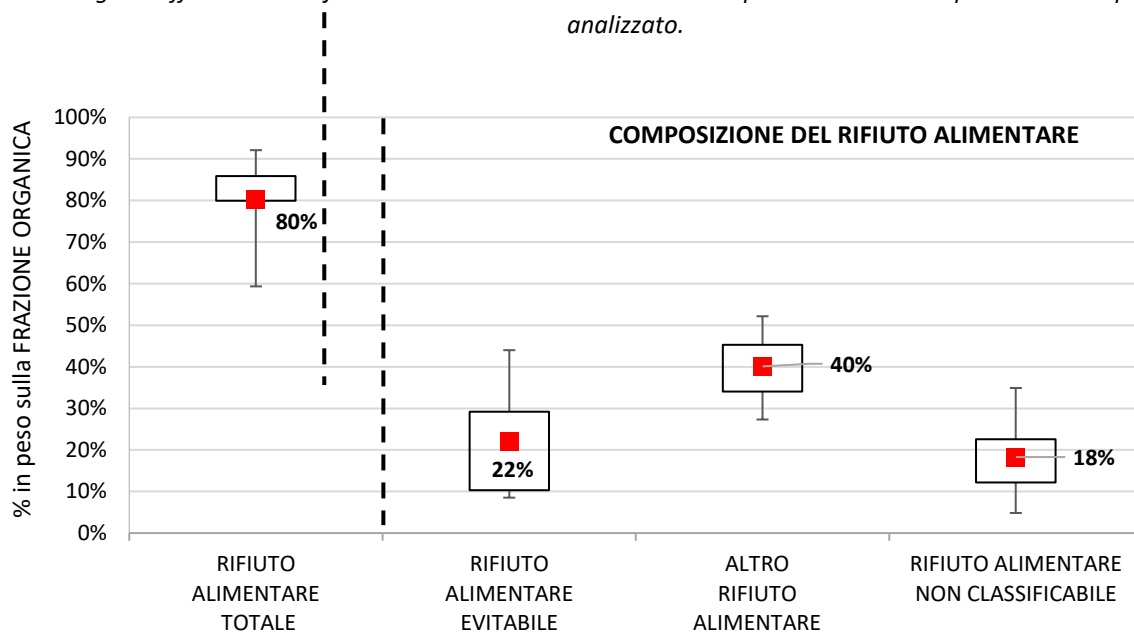
Si osserva, infine, la presenza sistematica di rifiuto alimentare non classificabile riconducibile, come detto, alle caratteristiche di forte putrescibilità e rapida degradabilità dello scarto oltre che

ai fenomeni di compattazione e all'inevitabile mancanza di informazioni pregresse da parte del consumatore. In relazione a questo aspetto, le analisi sperimentali hanno rivelato una certa facilità da parte degli operatori nella classificazione di prodotti intatti e/o confezionati mentre è stata riscontrata maggiore difficoltà nella separazione degli avanzi di cibo e degli scarti di preparazione, elementi processati e/o di piccole dimensioni, che tendono a miscelarsi fra loro formando una



poltiglia di scarti difficilmente distinguibili.

**Figura 3.2:** parametri statistici riassuntivi associati alla quantità e composizione del rifiuto alimentare nelle 14 analisi merceologiche effettuate sul rifiuto urbano residuo. Ciascun dato è espresso in termini di percentuale in peso sul RUR analizzato.



**Figura 3.3:** parametri statistici riassuntivi associati alla quantità e composizione del rifiuto alimentare nelle 10 analisi merceologiche effettuate sulla frazione organica da raccolta differenziata. Ciascun dato è espresso in termini di percentuale in peso di FORSU analizzata.

Se i dati acquisiti in impianto venissero proiettati sui quantitativi di rifiuto urbano prodotto nel contesto del Nord Italia (Tabella 3.3), ogni cittadino genererebbe in media 100 kg/anno di scarto alimentare, di cui quasi 30 kg/anno (74 g/giorno) di tipologia evitabile corrispondenti al 5% in peso

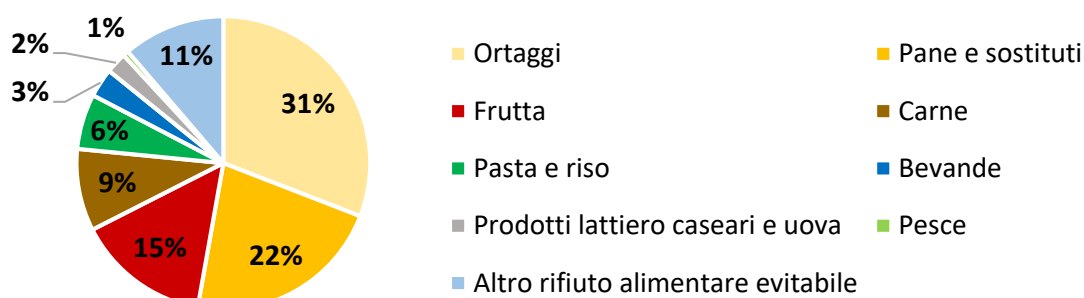
del rifiuto urbano complessivamente generato. Nella frazione evitabile emerge una predominanza di prodotti ortofrutticoli e di panetteria giustificabile con le caratteristiche di deperibilità e con il prezzo relativamente contenuto rispetto ad altre tipologie di alimenti comunque soggette a problematiche di conservazione (es. carne e pesce; Figura 3.4).

**Tabella 3.3:** stima preliminare del rifiuto alimentare complessivo ed evitabile conferito nel rifiuto urbano per il contesto del Nord Italia. I dati di produzione di RUR, FORSU e del rifiuto urbano sono forniti in ISPRA (2017) e CIC (2017) e sono relativi all'anno 2016.

	RUR	FORSU <sup>1</sup>	RIFIUTO URBANO
<b>Produzione complessiva (kg/ab/anno)</b>	182	85	510
<b>Scarto alimentare (kg/ab/anno) <sup>2</sup></b>	22-38 Valor medio analisi: 29	67-73 Valor medio analisi: 68	89-111 Valor medio analisi: 97
<b>Scarto alimentare evitabile (kg/ab/anno) <sup>2</sup></b>	5-13 Valor medio analisi: 8	9-25 Valor medio analisi: 19	14-38 Valor medio analisi: 27

<sup>1</sup> Frazione umida (al netto del rifiuto verde) pari al 66% del rifiuto organico complessivamente prodotto (CIC, 2017).

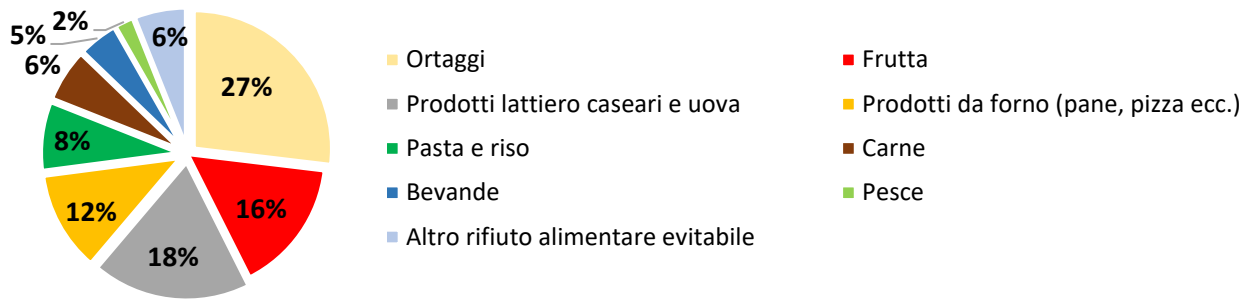
<sup>2</sup> Calcoli effettuati considerando le statistiche riassuntive delle campagne di analisi: 1° quartile, 3° quartile e valor medio (si vedano le Figure 3.2 e 3.3).



**Figura 3.4:** composizione media, per classi di prodotto, del rifiuto alimentare evitabile (27 kg/ab/anno) conferito nel rifiuto urbano per il contesto del Nord Italia. Ogni valore è espresso in termini di percentuale in peso di rifiuto evitabile.

La stima del rifiuto alimentare evitabile riscontrata con le analisi merceologiche trova conferma in quanto dichiarato dai consumatori nei diari domestici dello spreco (produzione media pro-capite equivalente a 85 g/giorno per il contesto nord italiano).

Alcune differenze si evidenziano invece nella composizione della frazione evitabile per classi di prodotto. Dai diari domestici emerge, infatti, un contributo significativo non solo dell'ortofrutta, ma anche della classe prodotti lattiero caseari e uova (Figura 3.5). Tale contributo risulta principalmente associato allo spreco di latte sversato nel lavandino e non è stato quindi conteggiato nel circuito dei rifiuti solidi urbani. Si raccomanda, di conseguenza, un'applicazione sistematica delle due metodologie di indagine per ottenere una visione di insieme e completa del fenomeno, sia in termini quali-quantitativi che in relazione alle possibili motivazioni alla base dello spreco.



**Figura 3.5:** composizione media, per classi di prodotto, del rifiuto alimentare evitabile di origine domestica in accordo con la metodologia dei diari (attività R1 del progetto REDUCE). Ogni valore è espresso in termini di percentuale in peso di rifiuto evitabile.

### 3.3 Valutazione degli impatti ambientali del rifiuto alimentare tramite LCA

Nel presente paragrafo si riportano e si discutono i risultati della valutazione LCA relativa agli impatti ambientali del rifiuto alimentare evitabile presente nei rifiuti urbani a livello nazionale.

#### 3.3.1 Impatti ambientali complessivi del rifiuto alimentare evitabile

In Tabella 3.4 si riportano le stime dei potenziali impatti ambientali del rifiuto alimentare evitabile, relativamente alle categorie considerate (impatto sul clima, impatto sulle risorse idriche e occupazione complessiva di suolo agricolo). È stato calcolato innanzitutto l’impatto pro-capite annuo, che a rigore è rappresentativo del contesto nord italiano, facendo riferimento agli esiti delle indagini sperimentali condotte presso gli impianti di trattamento. La stima è poi stata estesa, sempre su base annuale, a tutto il nord Italia e, con le dovute cautele, all’intero territorio nazionale, ipotizzando a tal fine di mantenere validi gli stessi valori di impatto pro-capite stimati per il contesto nord italiano. A partire da questi ultimi valori, è stato infine valutato il contributo della frazione alimentare evitabile del rifiuto urbano prodotto in Italia, sia all’impatto complessivo su scala nazionale, che all’impatto del rifiuto alimentare prodotto lungo tutta la filiera a livello mondiale (dati dello studio FAO, 2013). Come si può osservare in Tabella 3.4, con circa 4 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>-equivalenti emesse annualmente, lo scarto alimentare evitabile contribuisce all’1% circa delle emissioni complessive di gas ad effetto serra su scala nazionale. Tale valore può sembrare irrisorio, ma in realtà non è così se si considera che non riguarda uno specifico settore produttivo ad alta intensità carbonica, ma un fenomeno frequentemente legato all’adozione di comportamenti poco virtuosi da parte del consumatore finale, che possono essere contenuti, almeno in parte, con misure relativamente semplici come la responsabilizzazione e l’adozione di buone pratiche.

Il consumo complessivo di risorse idriche risulta invece pari a 150 milioni di m<sup>3</sup>/anno, con un contributo al consumo irriguo nazionale (1,4%) in linea con quello riscontrato per le emissioni di gas climalteranti (1%). Il termine di paragone è tuttavia in questo caso il solo consumo a fini irrigui e non il consumo idrico complessivo a livello nazionale, per il quale non sono disponibili stime prontamente utilizzabili. Si osserva, inoltre, che il contributo al consumo causato dallo spreco alimentare globale risulta molto modesto, attestandosi attorno allo 0,06%. Tale confronto è

tuttavia probabilmente influenzato dall'impiego di differenti metodologie di quantificazione dell'indicatore, che nel caso dello spreco globale potrebbe risultare in parte sovrastimato<sup>10</sup>.

Considerazioni simili alle precedenti valgono anche per l'occupazione complessiva di suolo, che si attesta attorno ai 4.400 km<sup>2</sup>/anno, corrispondenti al 3,6% della superficie agricola utilizzata a livello nazionale (SAU) e al 2,6% della superficie agricola totale (SAT). Non si considera, quindi, come termine di paragone, l'intera superficie nazionale che risulterebbe poco appropriata a tale scopo. Inoltre, anche in questo caso, l'irrisorio contributo al consumo dello spreco globale (inferiore allo 0,05%) potrebbe risentire di differenze metodologiche in fase di quantificazione.

**Tabella 3.4:** potenziali impatti ambientali del rifiuto alimentare evitabile presente nel rifiuto urbano prodotto in Italia, valutati tramite la metodologia dell'analisi del ciclo di vita (LCA).

IMPATTO SUL CLIMA (emissioni complessive di CO <sub>2</sub> -equivalente)		
Pro-capite <sup>a</sup>	62	kg CO <sub>2</sub> -eq/ab/anno
Nord Italia <sup>b</sup>	1,7	Mt CO <sub>2</sub> -eq/anno
Italia <sup>c</sup>	3,7	Mt CO <sub>2</sub> -eq/anno
Contributo all'impatto complessivo su scala nazionale	0,86	% calcolata rispetto alle emissioni nazionali di GHG, riferite all'anno 2015 (ISPRA, 2015b)
Contributo all'impatto del rifiuto alimentare prodotto a livello globale	0,11	% calcolata rispetto alle emissioni connesse al rifiuto alimentare mondiale
IMPATTO SULLE RISORSE IDRICHE (consumo netto complessivo di acqua)		
Pro-capite <sup>a</sup>	2,5	m <sup>3</sup> /ab/anno
Nord Italia <sup>b</sup>	69	Mm <sup>3</sup> /anno
Italia <sup>c</sup>	150	Mm <sup>3</sup> /anno
Contributo all'impatto complessivo su scala nazionale	1,4	% dei volumi irrigui nazionali per l'annata 2009-2010 (ISTAT, 2014)
Contributo all'impatto del rifiuto alimentare prodotto a livello globale	0,06	% del consumo idrico causato dal rifiuto alimentare mondiale
OCCUPAZIONE COMPLESSIVA DI SUOLO AGRICOLO		
Pro-capite <sup>a</sup>	73	m <sup>2</sup> /ab/anno
Nord Italia <sup>b</sup>	2.023	km <sup>2</sup> /anno
Italia <sup>c</sup>	4.419	km <sup>2</sup> /anno
Contributo all'impatto complessivo su scala nazionale	3,6 (2,6)	% della SAU <sup>d</sup> (SAT) <sup>d</sup> nazionale per l'anno 2013 (ISTAT, 2016)
Contributo all'impatto del rifiuto alimentare prodotto a livello globale	0,03	% della superficie occupata dal rifiuto alimentare mondiale

(a) Gli impatti pro-capite sono calcolati in corrispondenza di una produzione di rifiuto alimentare pari a 27 kg/ab/anno, riscontrata nel corso delle campagne di analisi merceologica.

<sup>10</sup> In particolare, tale sovrastima può essere dovuta alla mancata contabilizzazione dei rilasci idrici nell'arco dell'intero ciclo di vita del rifiuto alimentare, i quali, sottratti ai prelievi, determinano il consumo effettivo di risorsa idrica. Il dato globale potrebbe infatti prendere in considerazione i soli prelievi, anziché il consumo al netto dei successivi rilasci dalle diverse fasi.

(b) Gli impatti relativi al nord Italia sono calcolati in corrispondenza di una popolazione pari a 27.740.984 abitanti (ISTAT, 2017a) e di una conseguente produzione di rifiuto alimentare evitabile pari a 749.006.568 kg/anno.

(c) Gli impatti complessivi su scala nazionale sono calcolati in corrispondenza di una popolazione pari a 60.589.445 abitanti (ISTAT, 2017a) e di una conseguente produzione di rifiuto alimentare evitabile pari a 1.635.915.015 kg/anno.

(d) SAU: Superficie Agricola Utilizzata; SAT: Superficie Agricola Totale.

### 3.3.2 Contributi agli impatti per classi di prodotto

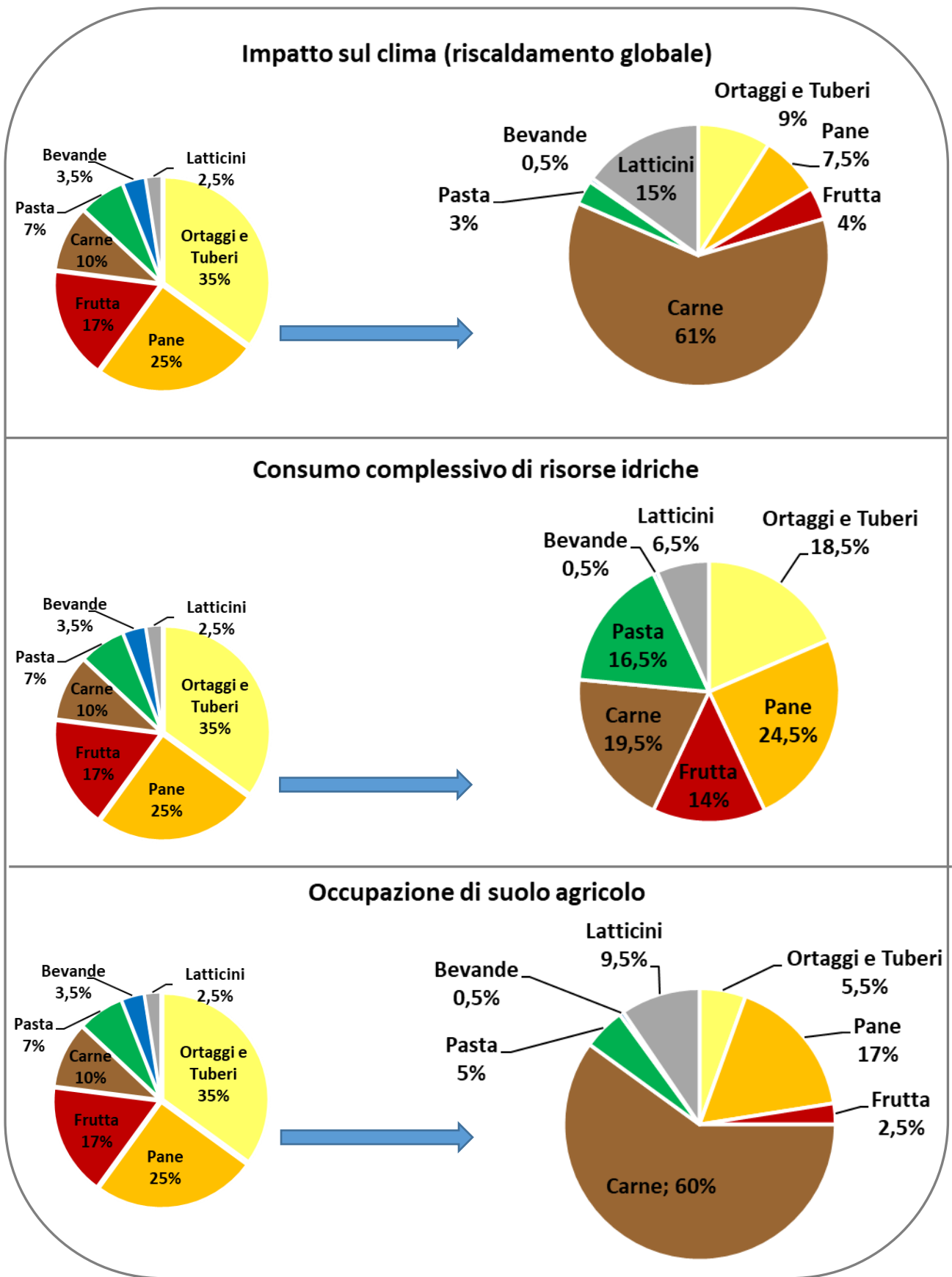
I contributi delle singole classi di prodotto agli impatti del rifiuto alimentare evitabile sono rappresentati in Figura 3.6, che per una miglior interpretazione, riporta anche la ripartizione fra le diverse categorie in termini ponderali.

Come si può osservare, i principali responsabili dell'impatto sul clima sono le carni (61%) e, in misura minore, i latticini (15%). Nonostante la modesta se non irrisoria rilevanza in termini di massa (10% per le carni e 2,5% per i latticini), i prodotti di origine animale (e specialmente bovina), tendono quindi ad esercitare un importante effetto sul cambiamento climatico rispetto ad altre categorie di prodotti vegetali, presenti in quantità più significative nello scarto alimentare. Ne sono un esempio gli ortaggi e i tuberi, che pur rappresentando il 35% in termini di massa, contribuiscono solo al 9% dell'impatto complessivo sul clima. A questi si aggiungono il pane e la frutta, che riducono la loro incidenza di circa quattro volte passando dalla massa di rifiuto evitabile all'impatto delle rispettive emissioni climalteranti (dal 25% al 7,5% nel caso del pane e dal 17% al 4% nel caso della frutta). L'incidenza di pasta e riso subisce invece un dimezzamento (dal 7% al 3%), risultando quindi non determinante in termini di impatto sul clima.

Anche nel caso dell'indicatore di occupazione di suolo agricolo buona parte dell'impatto è causato dalle carni (60%). Si osserva, tuttavia, che gli inventari utilizzati in fase di modellizzazione di tale prodotto considerano che l'allevamento del bestiame avvenga all'aperto per buona parte dell'anno. Ciò è verosimile per la carne d'importazione (circa il 40%), ma non altrettanto per quella di origine nazionale, che prevalentemente proviene da allevamenti intensivi su superfici coperte. Pertanto, il contributo delle carni all'occupazione di suolo potrebbe risultare parzialmente sovrastimato.

Si assiste, inoltre, anche in questo caso, ad una significativa amplificazione dell'incidenza dei latticini, che risulta pari al 9,5% a fronte di un contributo in massa irrisorio. Un ulteriore contributo degno di nota è quello del pane (17%), mentre l'incidenza delle altre classi di prodotto risulta di modesta entità (ortaggi e tuberi, pasta e frutta) o irrisoria (bevande).

Per quanto riguarda infine il consumo complessivo di risorse idriche, la situazione appare più eterogenea, con solo una prevalenza relativa al pane, che risulta responsabile di circa un quarto del consumo idrico totale, in linea con la rispettiva incidenza in massa. La restante quota dell'impatto è invece sostanzialmente ripartita equamente tra carni (19,5%), ortaggi e tuberi (18,5%), pasta (16,5%) e frutta (14%). In particolare, per quest'ultima categoria l'incidenza rimane allineata con quella in massa (17%), per gli ortaggi si osserva un dimezzamento (dal 35% al 18,5%) e, al contrario, per le carni e la pasta si verifica un raddoppio (dal 10% al 19,5% e dal 7% al 16,5%, rispettivamente). Alle precedenti voci si aggiunge, infine, il modesto contributo dei latticini (6,5%), che, tuttavia, anche in questo caso, risulta in proporzione ben più elevato della rispettiva percentuale in massa (2,5%).



**Figura 3.6:** contributi delle singole classi di prodotto agli impatti complessivi del rifiuto alimentare evitabile presente nel rifiuto urbano. Per una miglior interpretazione, accanto ad ogni indicatore, è riportata anche la ripartizione fra le diverse categorie in termini ponderali.



### 3.3.3 Contributi per fase del ciclo di vita

Si discutono nel seguito i contributi delle principali fasi del ciclo di vita di ciascun prodotto alimentare oggetto di analisi al rispettivo impatto sul clima e al consumo complessivo di risorse idriche. Si tralascia, invece, la discussione dei contributi all'occupazione complessiva di suolo agricolo, in quanto essa risulta sostanzialmente dominata dalla produzione agricola o zootecnica a monte della filiera.

Si specifica sin d'ora che, come di consueto in ambito LCA, i contributi di segno negativo indicano un mancato impatto sull'ambiente e, quindi, un beneficio dal punto di vista ambientale. Nel caso in esame, tale considerazione riguarda il fine vita dei diversi prodotti alimentari, come sarà meglio illustrato nel seguito.

#### **Impatto sul clima**

Come si può osservare in Figura 3.7, per gran parte dei prodotti, la fase di produzione agricola o zootecnica domina l'impatto sul clima. Ciò si verifica in particolar modo per le carni (dove l'incidenza dell'allevamento raggiunge o supera l'85-90%)<sup>11</sup> e per i latticini (84%). La fase di produzione agricola presenta l'impatto più elevato anche per il pane (50%), i pomodori (46%) e la pasta (32%), non risultando però dominante. Nel caso della pasta, infatti, emerge un ruolo altrettanto importante della fase di consumo, che incide per il 29% circa, riconducibile ai consumi energetici della cottura domestica. Nel caso dei pomodori, invece, il trasporto lungo la filiera apporta un ulteriore contributo di rilievo (28%).

La fase di trasporto del prodotto rappresenta, di fatto, una voce importante dell'impatto non solo per i pomodori, ma per tutti i prodotti ortofrutticoli esaminati. In particolare, questo processo risulta il più impattante nel caso delle banane (53%) e delle patate (34%) mentre per le mele, presenta un'incidenza (25%) confrontabile con quella della coltivazione (22%) e, in misura minore, della lavorazione (19%) a causa del fatto che si tratta di un prodotto ortofrutticolo locale.

Discorso a parte per le bevande, dove l'impatto complessivo è equamente ripartito tra produzione dell'imballaggio, trasporto al luogo di vendita, distribuzione e fine vita della bevanda e dell'imballaggio che la contiene.

In relazione al fine vita, si osserva, in particolare, che per tutti i prodotti eccetto i pomodori e le bevande, il processo presenta un impatto negativo, ossia un beneficio ambientale, reso possibile dal recupero energetico in fase di trattamento termico (incenerimento) o biologico (digestione anaerobica) con conseguente produzione evitata di energia elettrica e termica da fonti tradizionali. Tale beneficio risulta particolarmente evidente per i prodotti a maggior contenuto energetico, umidità inferiore e/o a maggior produzione potenziale di biogas, quali la patata<sup>12</sup>, il pane, le banane e la pasta.

---

<sup>11</sup> A causa della presenza di contributi all'impatto sia di segno positivo che negativo (benefici ambientali), in questa sede l'incidenza percentuale delle singole fasi del ciclo di vita non è calcolata in riferimento all'effettivo valore dell'impatto totale, ma alla somma dei singoli contributi in valore assoluto (ossia considerando che ciascuno di essi abbia segno positivo).

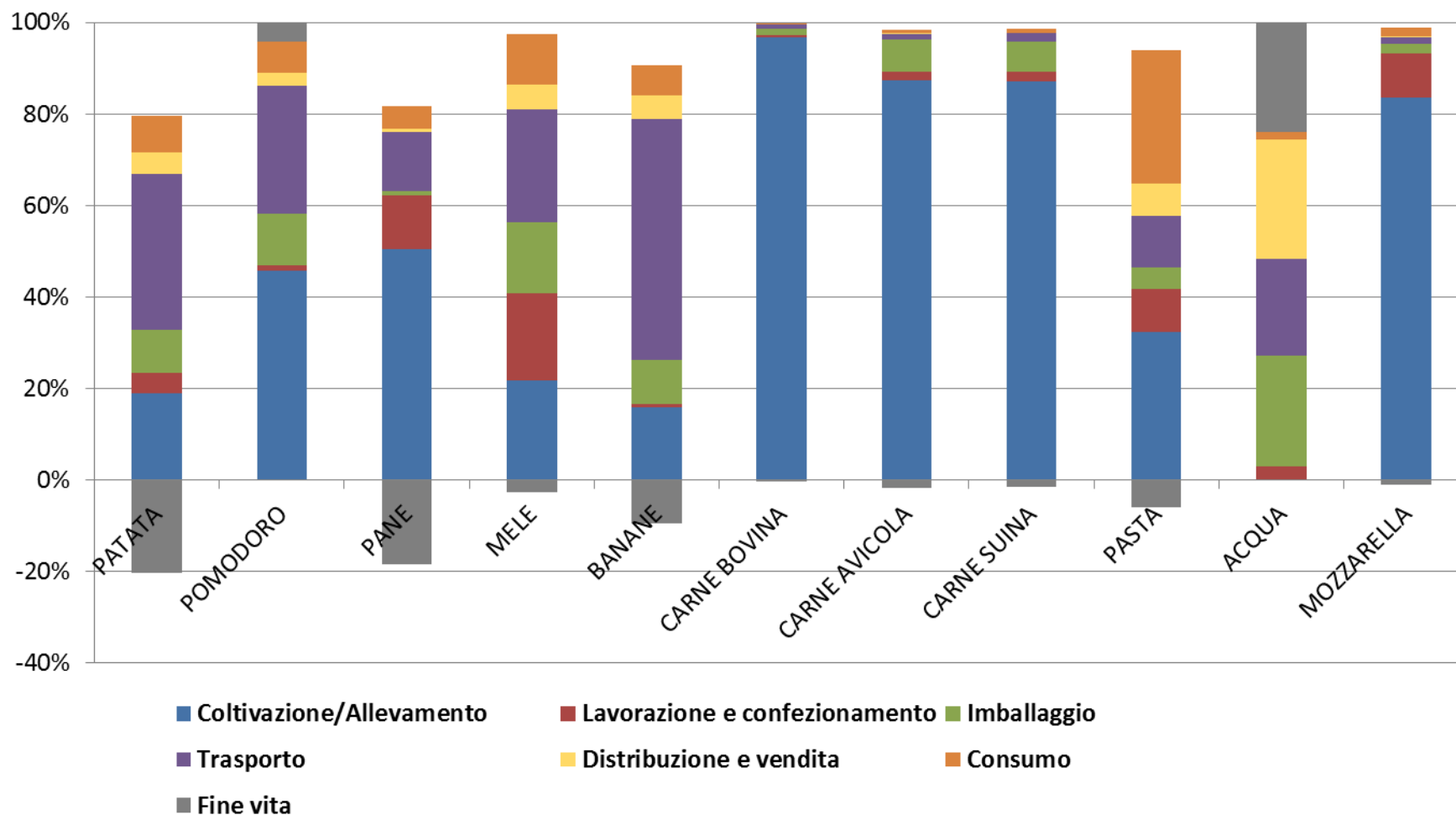
<sup>12</sup> Si noti che il fine vita della patata comprende anche i benefici derivanti dall'utilizzo del prodotto scartato in fase di calibrazione e confezionamento per la preparazione di mangime per i bovini.

### **Consumo complessivo di risorse idriche**

Come rivela la Figura 3.8, per tutti i prodotti escluse le bevande, la fase di produzione agricola o zootecnica risulta determinante sul consumo complessivo di risorse idriche, con un'incidenza che supera quasi sempre l'80%, se non addirittura il 90% (pomodoro, pane, carne bovina e pasta). Le restanti fasi apportano invece, nella maggior parte dei casi, un contributo irrisorio, che non supera l'1%. Infatti, solo nel caso di latticini, mele, banane, carne avicola e carne suina si osserva anche un modesto contributo della fase di lavorazione/confezionamento e del ciclo di vita dell'imballaggio. In particolare la fase di lavorazione/confezionamento incide in misura pari al 10% nel caso dei latticini e al 5-6% per gli altri prodotti, mentre l'incidenza dell'imballaggio risulta pari al 5% per le banane e all'8-10% per gli altri prodotti (esclusi i latticini, dove l'incidenza torna ad essere minima). Nel caso della pasta, invece, è la fase di consumo a distinguersi parzialmente dalle altre (6%), a causa degli utilizzi connessi alla cottura.

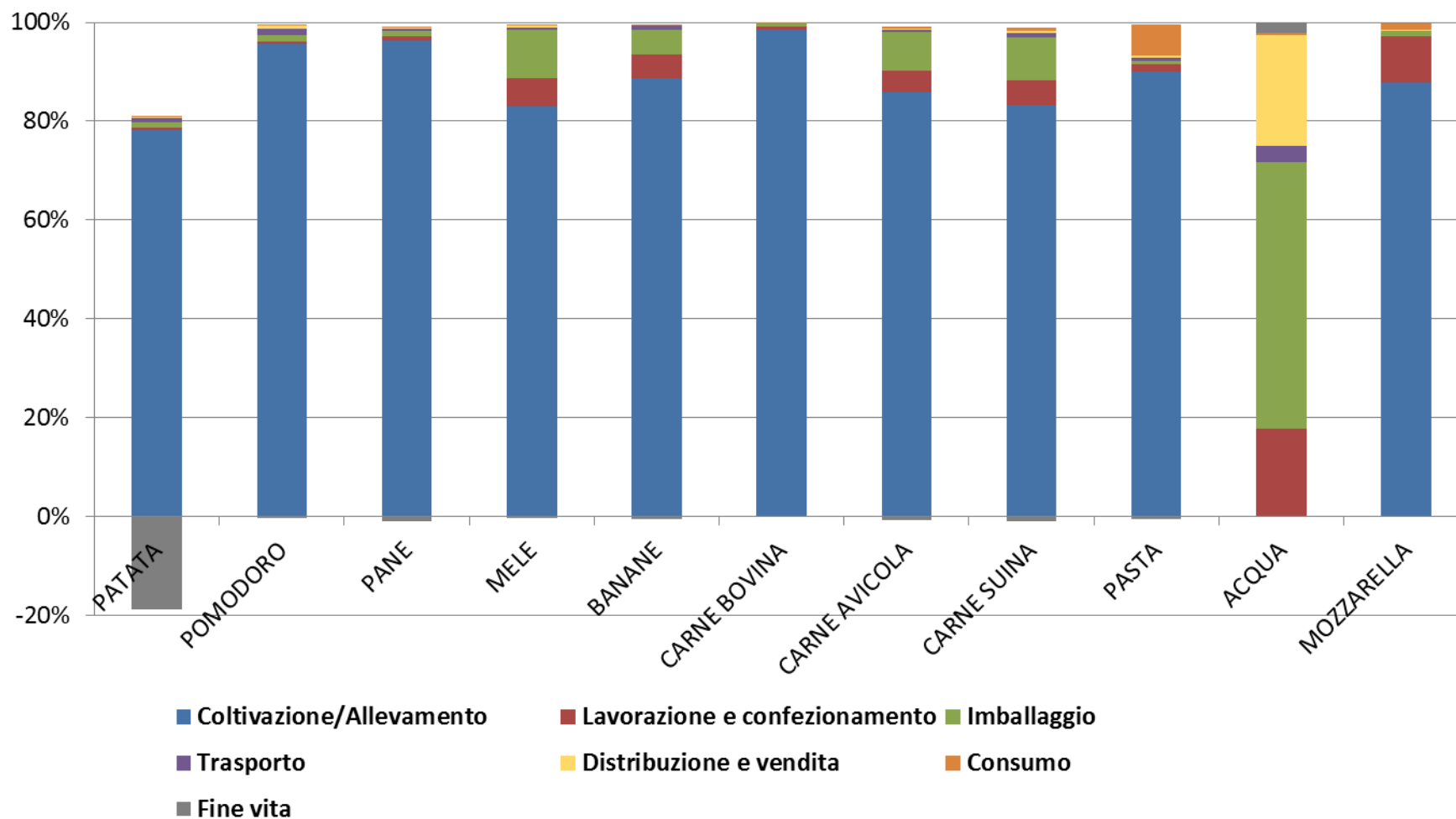
Come prevedibile, la situazione delle bevande è differente, con una prevalenza del contributo delle fasi produttive degli imballaggi coinvolti (54%), seguito, in misura minore, da quelli delle fasi di distribuzione/rivendita (22%) e di imbottigliamento (18%).

### Impatto sul clima (riscaldamento globale)



**Figura 3.7:** contributi delle principali fasi del ciclo di vita all'impatto sul clima dei singoli prodotti alimentari rappresentativi del rifiuto alimentare evitabile complessivo (i valori di impatto sono disponibili in Tabella A.6 in Appendice).

### Consumo complessivo di risorse idriche



**Figura 3.8:** contributi delle principali fasi del ciclo di vita al consumo di risorse idriche connesso ai singoli prodotti alimentari rappresentativi del rifiuto alimentare evitabile complessivo (i valori di impatto sono disponibili in Tabella A.7 in Appendice).

## 4 RACCOMANDAZIONI FINALI

Il paragrafo si propone di fornire alcune raccomandazioni finali scaturite da quanto emerso nel corso della presente attività.

### Monitoraggio periodico dello spreco alimentare di origine domestica

Si raccomanda di effettuare un monitoraggio periodico dello spreco alimentare in fase di consumo domestico avvalendosi delle analisi merceologiche del rifiuto urbano. A tale proposito, l'attività di ricerca ha formulato una proposta metodologica d'indagine in merito al rifiuto alimentare da integrare, con costi economici relativamente contenuti, nelle tecniche di analisi merceologica attualmente adottate presso gli impianti di trattamento/smaltimento del rifiuto urbano.

Si auspica che l'applicazione sistematica di tale procedura consenta, in futuro, di disporre di un database aggiornato sul rifiuto alimentare, con cui monitorare il dato a livello nazionale, operare confronti tra i diversi bacini di conferimento e formulare e monitorare specifiche misure di prevenzione.

### Promozione di campagne di comunicazione in merito al fenomeno dello spreco alimentare domestico

Dai primi dati acquisiti presso gli impianti di trattamento, emerge la necessità di sensibilizzare il consumatore in merito all'entità dello spreco alimentare pro-capite conferito quotidianamente nel circuito dei rifiuti solidi urbani (quasi 80 g/giorno), affinché acquisisca piena consapevolezza del proprio ruolo in relazione al fenomeno.

Si raccomanda inoltre di sensibilizzare in merito all'entità degli impatti ambientali associati all'intero ciclo di vita degli alimenti, in particolare a quello dei prodotti di origine animale (carni e latticini) per i quali risulta importante non solo minimizzarne lo spreco ma anche prevederne un consumo non superiore alle quantità adeguate da un punto di vista nutrizionale. Una misura strategica in tal senso potrebbe essere la promozione di modelli alimentari basati sul concetto di dieta mediterranea.

### Tariffazione puntuale dei rifiuti e compostaggio domestico

Dalle analisi effettuate presso gli impianti di trattamento, è stata riscontrata una produzione significativa di scarto alimentare sia nel rifiuto organico che nel rifiuto urbano residuo (10-20% in peso), anche in contesti caratterizzati da una buona efficienza di raccolta differenziata.

In relazione a questo aspetto, si raccomanda di diffondere sul territorio un sistema di tariffazione puntuale del rifiuto urbano residuo, per promuovere l'avvio ad un corretto trattamento dello scarto alimentare, e del rifiuto organico per cercare di disincentivare lo smaltimento di prodotti alimentari evitabili.

Sempre in relazione a questo aspetto, si suggerisce anche di favorire pratiche di compostaggio domestico con campagne informative riguardo al processo, assistenza presso le singole utenze e forme di incentivazione quali l'assegnazione della compostiera in comodato gratuito e una riduzione sulla tariffa dei rifiuti.

Fornire indicazioni di acquisto e di conservazione per le tipologie alimentari maggiormente sprecate

Nella composizione del rifiuto alimentare evitabile emerge una predominanza di prodotti ortofrutticoli e di pane, ovvero di cibi deperibili spesso gettati perché non consumati in tempo o acquistati in eccesso. Diventa quindi strategico fornire al consumatore indicazioni specifiche in merito alle modalità di acquisto e conservazione di tali prodotti. Giusto a titolo di esempio, la Commissione Europea (EC, 2016) e l'Agencia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (US EPA, 2017) hanno redatto documenti specifici in cui si raccomanda, tra gli altri consigli, di:

- effettuare l'acquisto di frutta e verdura sfusa nella quantità effettivamente necessaria;
- verificare che il frigorifero funzioni in maniera efficiente (controllo delle guarnizioni e della corretta temperatura) e posizionare i nuovi acquisti sul fondo;
- utilizzare la frutta in scadenza/in eccesso per preparare torte, frullati, succhi, conserve mentre le verdure per cucinare delle zuppe;
- conservare i prodotti ortofrutticoli climaterici<sup>13</sup> quali mele, pere, kiwi e pomodori separatamente dall'altra ortofrutta;
- conservare i prodotti ortofrutticoli eventualmente in sacchetti di carta, mentre rimuovere gli imballaggi di confezionamento in plastica;
- fare attenzione alle migliori condizioni di conservazione dei prodotti ortofrutticoli ([esempio di guida di riferimento](#) per il consumatore);
- consultare le ricette proposte in rete per il riutilizzo degli avanzi e del pane raffermo;
- congelare il pane che non viene consumato nel breve termine.

---

<sup>13</sup> I prodotti climaterici sono quelli che maturano anche dopo essere stati separati dalla pianta

## BIBLIOGRAFIA

Abeliotis K., Lasaridi K., Costarelli V., Chroni C. (2015). *The implications of food waste generation on climate change: The case of Greece*. Sustainable Production and Consumption 3: 8-14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2015.06.006>

Barilla (2017). *Durum Wheat Semolina Pasta in paperboard box - Environmental Product Declaration*. Disponibile su: <http://www.environdec.com/en/Detail/epd217>

Beverfood Edizioni (2016). *Bevitalia - Acque Minerali, Bibite e Succhi, Soft Drinks Directory 2016 - 2017*. Annuari del Bere, Beverfood.com, Edizioni Srl

Bevilacqua M., Braglia M., Carmignani G., Zammori F.A. (2007). *Life cycle assessment of pasta production in Italy*. Journal of Food Quality 30 (6): 932-952. DOI: 10.1111/j.1745-4557.2007.00170.x

Burg S.P. (2004). *Postharvest Physiology and Hypobaric Storage of Fresh Produce*. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.

Carlsson M. e Uldal M. (2009). *Substrathandbok för Biogasproduktion (Substrate handbook for biogas production)*. Svenskt Gastekniskt Center, Malmö. Rapport SGC 200.

Cellura M., Ardente F., Longo S. (2012). *From the LCA of food products to the environmental assessment of protected crops districts: A case-study in the south of Italy*. Journal of Environmental Management 93 (1): 194-208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.08.019>

Centemero M. (2010). *La frazione organica dei rifiuti e la digestione anaerobica*. Presentazione al convegno "La digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti urbani", Università degli Studi di Milano, Facoltà di Agraria, 23 marzo 2010.

CIC - Consorzio Italiano Compostatori (2017). *Biowaste: i dati del settore del riciclo del rifiuto organico 2017*. Disponibile su: <https://www.compost.it/news/1211-cic-rapporto-annuale-2017.html>

Coley D., Howard M., Winter M. (2009). *Local food, food miles and carbon emissions: A comparison of farm shop and mass distribution approaches*. Food Policy 34 (2): 150-155. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2008.11.001>

COOP - Cooperativa di Consumatori (2013). *Dichiarazione ambientale di prodotto della carne di bovino adulto a marchio Coop*. Disponibile su: <http://www.environdec.com/it/>

CPIQ - Consorzio Patata Italiana di Qualità (2016). *Dichiarazione ambientale di prodotto della patata classica Selenella*. Disponibile su: <https://www.selenella.it/>

Durlinger B., Koukouna E., Broekema R., van Paassen M., Scholten J. (2017a). *Agri-footprint 3.0 - Part 1: Methodology and basic principles*. Blonk Consultants, Gouda, NL.

Durlinger B., Koukouna E., Broekema R., van Paassen M., Scholten J. (2017b). *Agri-footprint 3.0 - Part 2: Description of data*. Blonk Consultants, Gouda, NL.

Edjabou M.E., Petersen C., Scheutz C., Astrup T.F. (2016). *Food waste from Danish households: Generation and composition*. Waste Management, 52: 256-268. DOI: 10.1016/j.wasman.2016.03.032

European Commission (2016). *Food waste - Communications materials - 10 tips: What can I do in my day life to limit food waste?* Disponibile su:

[https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw\\_lib\\_tips\\_stop\\_food\\_waste\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_lib_tips_stop_food_waste_en.pdf)

European Commission (EC) - Joint Research Centre (JRC; 2010a). *General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) handbook*. Institute for Environment and Sustainability, Ispra (VA), Italia. Disponibile su:

[http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC48157/ilcd\\_handbook-general\\_guide\\_for\\_lca-detailed\\_guidance\\_12march2010\\_isbn\\_fin.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC48157/ilcd_handbook-general_guide_for_lca-detailed_guidance_12march2010_isbn_fin.pdf)

EC-JRC (2010b). *General guide for Life Cycle Assessment - Provisions and action steps. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) handbook*. Institute for Environment and Sustainability, Ispra (VA), Italia. Disponibile su:

<http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-PROVISIONS-12March2010-ISBN-a-clean-v1.0-EN.pdf>

EC-JRC (2012). *Product Environmental Footprint (PEF) Guide*. Consolidated Version. Institute for Environment and Sustainability, Ispra (VA), Italia. Disponibile su:

<http://ec.europa.eu/environment/eusss/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf>

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011). *Global food losses and food waste - Extent, causes and prevention*. Rome.

Disponibile su: <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>

FAO (2013). *Food wastage footprint - Impacts on natural resources*. Summary Report. ISBN 978-92-5-107752-8. Disponibile su: <http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf>

Granarolo (2017). *Environmental Product Declaration of Mozzarella Made from High Quality Fresh Milk*. Disponibile su: <http://www.environdec.com/en/Detail/epd128>

Grosso M., Rigamonti L., Brambilla V., Luglietti R., Falbo A. (2012). *Analisi LCA del sistema di gestione dei rifiuti urbani della Lombardia: situazione attuale e scenari evolutivi*. Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie e Rilevamento, Sezione Ambientale, Milano.

Heldman D.R. e Singh P. (1981). *Food Process Engineering, Second Edition*. The AVI Publishing Company Inc, ISBN 978-94-010-9337-8.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Iriarte A., Almeida M.G., Villalobos P. (2014). *Carbon footprint of premium quality export bananas: Case study in Ecuador, the world's largest exporter*. Science of the Total Environment 472: 1082-1088. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.072>



ISMEA - Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare (2017a). *Analisi dei Mercati - Dati - Produzione. Produzione totale in tonnellate al 31 dicembre 2016*. Disponibile su: <http://www.ismeamercati.it/dati-agroalimentare/produzione#MenuV>

ISMEA (2017b). *Analisi dei Mercati - Banca dati commercio estero agroalimentare nazionale. La mappa degli scambi*. Disponibile su: <http://www.ismeamercati.it/dati-agroalimentare/commercio-estero#MenuV>

ISO - International Organisation for Standardisation (2006a). *ISO 14040 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*.

ISO (2006b). *ISO 14044 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines*.

ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) - Federambiente (2015a). *Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia*. Disponibile su: [www.va.minambiente.it/File/Documento/177122](http://www.va.minambiente.it/File/Documento/177122)

ISPRA (2015b). *Cambiamenti climatici - l'andamento delle emissioni*. Disponibile su: <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/cambiamenti-climatici/landamento-delle-emissioni>

ISPRA (2017). *Rapporto Rifiuti Urbani - Edizione 2017*. Disponibile su: <http://www.isprambiente.gov.it/it/archivio/eventi/2017/ottobre/rapporto-rifiuti-urbani-edizione-2017>

ISTAT - Istituto Nazionale di Statistica (2014). *6° Censimento Generale dell'Agricoltura - Utilizzo della risorsa idrica a fini irrigui in agricoltura*. Disponibile su: [https://www.istat.it/it/files/2014/11/Utilizzo\\_risorsa\\_idrica.pdf](https://www.istat.it/it/files/2014/11/Utilizzo_risorsa_idrica.pdf)

ISTAT (2016). *Annuario statistico italiano 2016; capitolo 13 agricoltura*. Disponibile su: <http://www.istat.it/it/files/2016/12/Asi-2016.pdf>

ISTAT (2017a). *Bilancio demografico nazionale, anno 2016*. Statistiche report, 13 giugno 2017. Disponibile su: <https://www.istat.it/it/archivio/201119>

ISTAT (2017b). *Istat.it - Agricoltura e zootecnia. Navigazione tra i dati*. Disponibile su: [http://agri.istat.it/sag\\_is\\_pdwout/jsp/Introduzione.jsp](http://agri.istat.it/sag_is_pdwout/jsp/Introduzione.jsp)

Jensen J.K. e Arlbjørn J.S. (2014). *Product carbon footprint of rye bread*. Journal of Cleaner Production 82: 45-57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.061>

Jörissen J., Priefer C., Bräutigam K.R. (2015). *Food waste generation at household level: results of a survey among employees of two European research centers in Italy and Germany*. Sustainability, 7 (3): 2695-2715. DOI:10.3390/su7032695

Koivupuro H.K., Hartikainen H., Silvennoinen K., Katajajuuri J.M., Heikintalo N., Reinikainen A., Jalkanen L. (2012). *Influence of socio-demographical, behavioural and attitudinal factors on the amount of avoidable food waste generated in Finnish households*. International Journal of Consumer Studies, 36 (2): 183-191. DOI: 10.1111/j.1470-6431.2011.01080.x

- Kulak M., Nemecek T., Frossard E., Chable V., Gaillard G. (2015). *Life cycle assessment of bread from several alternative food networks in Europe*. Journal of Cleaner Production 90: 104-113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.060>
- Lebersorger S. e Schneider F. (2011). *Discussion on the methodology for determining food waste in household waste composition studies*. Waste Management, 31 (9-10): 1924-1933. DOI: 10.1016/j.wasman.2011.05.023
- Longo S., Mistretta M., Guarino F., Cellura M. (2017). *Life Cycle Assessment of organic and conventional apple supply chains in the North of Italy*. Journal of Cleaner Production 140 (2): 654-663. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.049>
- Luske B. (2010). *Comprehensive Carbon Footprint Assessment - Dole Bananas*. Soil & More International B.V., Waddinxveen, The Netherlands.
- Macchi E. (2014). *Le dinamiche dei consumi domestici di ortofrutta in Italia*. Convegno "I consumi di frutta e verdura in Italia: analisi ed idee per il rilancio", Centro Servizi Ortofrutticoli, Bologna, 9 giugno 2014. Disponibile su: <http://www.csoservizi.com/genfile.php?d=2374&f=1>
- Nielsen H., Nielsen A.M., Weidema B.P., Dalgaard R., Halberg N. (2003). *LCA Food Database*. Disponibile su: [www.lcafood.dk](http://www.lcafood.dk)
- Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli P.A., Castellani V., Sala S. (2017). *Environmental impacts of food consumption in Europe*. Journal of Cleaner Production 140 (Part 2): 753-765. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.080>
- Pližota V. (2014). *Risk and Controls in the Food Supply Chain: Fruits and Vegetables (including Herbs)*. In: Motarjemi Y. e Lelieveld H. (eds.) *Food Safety Management - A Practical Guide for the Food Industry*. Academic Press: London, Waltham e San Diego, 214-251.
- Punzi F. (2009). *Produzione di energia rinnovabile e recupero di materia da rifiuti mediante digestione anaerobica della frazione organica. Analisi LCA di alcuni scenari di trattamento*. Tesi di Laurea Specialistica in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, Relatore Prof. Mario Grosso, A.A. 2009-2010. Politecnico di Milano, Milano.
- SNFA (2017). *The Swedish National Food Agency food database*. Disponibile su: <http://www7.slv.se/SokNaringsinnehall/Home/ToggleLanguage>
- Stenmarck Å., Jensen C., Quedsted T., Moates G. (2016). *Estimates of European food waste levels*. FUSIONS EU Project - Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies. Disponibile su: <https://www.eu-fusions.org/index.php/publications>
- Tostivint C., Östergren K., Quedsted T., Soethoudt H., Stenmarck Å., Svanes E., O'Connor C. (2016). *Food waste quantification manual to monitor food waste amounts and progression*. FUSIONS EU Project. Disponibile su: <https://www.eu-fusions.org/index.php/publications>
- US EPA - United States Environmental Protection Agency (2017). *Reduced wasted food at home*. <https://www.epa.gov/recycle/reducing-wasted-food-home> (consultato nel febbraio del 2018)

- Wasala W.M.C.B., Dharmasena D.A.N., Dissanayake T.M.R., Thilakarathne B.M.K.S. (2012). *Physical and Mechanical Properties of Three Commercially Grown Banana (Musa acuminata Colla) Cultivars in Sri Lanka*. Tropical Agricultural Research 24 (1): 42-53. DOI: 10.4038/tar.v24i1.7988
- Wernet G., Bauer C., Steubing B., Reinhard J., Moreno-Ruiz E., Weidema B. (2016). *The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology*. The International Journal of Life Cycle Assessment 21 (9): 1218–1230. DOI: 10.1007/s11367-016-1087-8
- Willersinn C., Möbius S., Mouron P., Lansche J., Mack G. (2017). *Environmental impacts of food losses along the entire Swiss potato supply chain - Current situation and reduction potentials*. Journal of Cleaner Production 140 (Part 2): 860-870. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.178>
- World Resources Institute (2016). *Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard*. Disponibile su: [http://www.wri.org/sites/default/files/FLW\\_Standard\\_final\\_2016.pdf](http://www.wri.org/sites/default/files/FLW_Standard_final_2016.pdf)
- WRAP - Waste & Resources Action Programme (2008). *The food we waste*. Final report, Banbury, Oxon (UK). ISBN: 1-84405-383-0
- WRAP (2009). *Household Food and Drink Waste in the United Kingdom 2007*. Final report, Banbury, Oxon (UK). ISBN: 1-84405-430-6
- WRAP (2011a). *Fruit and vegetable resource maps - Mapping fruit and vegetable waste through the retail and wholesale supply chain*. Banbury, Oxon.
- WRAP (2011b). *Resource Maps for Fresh Meat across Retail and Wholesale Supply Chains. Mapping out resource use in the retail and wholesale supply chain of fresh meat*. Banbury, Oxon.

## APPENDICE

La presente appendice riporta tabelle con parametri e informazioni complementari a quelle fornite nel testo in merito alla modellizzazione delle diverse fasi del ciclo di vita del rifiuto alimentare evitabile nell'ambito della valutazione LCA di cui al paragrafo 2.2.

**Tabella A.1:** origine considerata per i prodotti agricoli e zootecnici primari e relative assunzioni in fase di modellizzazione LCA.

Prodotto	Origine	%	Area geografica dell'inventario	Banca dati di riferimento
Patata	Italia	69	IT	Agri-footprint
	Francia	16,4	FR	
	Germania	6,4	DE	
	Egitto	3,6	IN (India)	
	Paesi Bassi	2,0	NL	
	Danimarca	1,7	DK	
	Belgio	0,5	BE	
	Israele	0,4	IN (India)	
Pomodoro	Italia	88	IT (pieno campo, da industria) ES (serra non risc., da tavola)	ecoinvent 3.3
	Paesi Bassi	5,7	NL (serra risc., da tavola)	
	Spagna	2,9	ES (serra non risc., da tavola)	
	Francia	1,8		
	Belgio	0,8	NL (serra risc., da tavola)	
	Germania	0,5		
	Polonia	0,3		
Frumento tenero (per pane)	Italia	38	FR	ecoinvent 3.3
	Francia	12	FR	
	Germania	4	DE	
	Stati Uniti	4	US	
	Canada	3	CA-QC + CA w/o QC	
	UK	1	DE	
	Europa centrale (Austria, Repubblica Ceca, Slovacchia, Ungheria e Polonia)	19		
	Europa orientale (Bulgaria, Ucraina, Moldavia, Romania e Russia)	16		
	Croazia e Slovenia	3	FR	
Mela	Italia	100	IT	ecoinvent 3.3

<b>Prodotto</b>	<b>Origine</b>	<b>%</b>	<b>Area geografica dell'inventario</b>	<b>Banca dati di riferimento</b>
Banana	Costa Rica	37	CR	ecoinvent 3.3
	Colombia	31	CO	
	Ecuador	22	EC	
	Altro Centro-Sud America (Guatemala, Repubblica Dominicana, Messico, Panama, Brasile e Perù)	6	CR	
	Africa (Camerun, Costa d'Avorio e Ghana)	4	RoW <sup>a</sup>	
Carne bovina	Italia	63	IE	Agri-footprint
	Francia	8,0		
	Polonia	7,5		
	Paesi Bassi	5,6		
	Germania	3,5		
	Brasile	2,7		
	Irlanda	2,3		
	Spagna	2,0		
	Austria	1,5		
	Belgio	1,2		
	Danimarca	0,8		
	Uruguay	0,5		
	Lituania	0,5		
	Australia	0,5		
Regno Unito	0,4			
Carne avicola	Italia	100	NL	Agri-footprint
Carne suina	Italia	60	NL	Agri-footprint
	Germania	14		
	Spagna	6		
	Paesi Bassi	6		
	Danimarca	4		
	Francia	3		
	Polonia	3		
	Austria	2		
	Belgio	1		
Ungheria	1			

<b>Prodotto</b>	<b>Origine</b>	<b>%</b>	<b>Area geografica dell'inventario</b>	<b>Banca dati di riferimento</b>
Frumento duro (per pasta)	Italia	64	FR	ecoinvent 3.3
	Canada	20	CA-QC + CA w/o QC	
	Stati Uniti	12	US	
	Francia	4	FR	
Bevande (acqua)	Italia	100	-	-
Latte (per latticini)	Italia	100	GLO <sup>b</sup>	ecoinvent 3.3

(a) Approssima la produzione in tutte le aree geografiche non coperte dai restanti inventari disponibili nella banca dati *ecoinvent*.

(b) Approssima il mercato mondiale del latte prevalentemente con un inventario generico a livello globale.

**Tabella A.2:** tipologia e caratteristiche degli imballaggi primari o principali di ciascun prodotto alimentare oggetto della valutazione LCA.

Prodotto	Imballaggio primario o principale	Componenti	Massa [g]	Fine vita	Fonte
Patata	Sacco a rete (1,5 kg)	Rete estrusa (LDPE)	12	Incenerimento	CPIQ (2016)
		Fascia pubblicitaria (carta)	30		
Pomodoro	Cassetta in cartone ondulato	Cassetta	87,5 (g/kg)	Riciclo	Cellura et al. (2012)
		Film (LDPE)	1,75 (g/kg)	Incenerimento	
Pane	Sacchetto senza finestra (50%)	Sacchetto (carta)	33,2	Incenerimento	Sperimentale
	Sacchetto con finestra (50%)	Sacchetto (carta)	12,4		
		Finestra (PP)	6,2		
Mela	Vassoio da 4 frutti (0,9 kg di mele; 50%)	Vassoio (PS)	5,4	Incenerimento	Sperimentale
		Pellicola (PVC)	3,6		
	Acquisto in modalità sfusa (2 kg di mele; 50%)	Cassetta a rendere (PP; 50 utilizzi)	1730	Riciclo	IFCO; CPR System
		Sacchetto per l'acquisto (HDPE)	2,8	Riciclo	Sperimentale
Banana	Acquisto in modalità sfusa (1 kg)	Scatola (cartone)	70,9 (g/kg)	Riciclo	Iriarte et al. (2014); Luske (2010)
		Sacco (LLDPE)	2,2 (g/kg)	Riciclo	
		Sacchetto per l'acquisto (HDPE)	2,8	Riciclo	Sperimentale
Carni	Vaschetta	Vaschetta (PS)	33 (g/kg)	Incenerimento	Notarnicola et al. (2017)
		Film (LDPE)	4 (g/kg)		
Pasta	Sacchetto in plastica (0,5 kg; 70%)	Sacchetto (PP)	5,95	Incenerimento	Sperimentale
	Scatola in cartoncino (0,5 kg; 30%)	Scatola	31,1	Riciclo	



<b>Prodotto</b>	<b>Imballaggio primario o principale</b>	<b>Componenti</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Fine vita</b>	<b>Fonte</b>
Bevande (acqua)	Bottiglia in plastica (PET) <sup>a</sup>	Bottiglia 2 L (24%)	29,4	Incenerimento <sup>b</sup>	Sperimentale
		Bottiglia 1,5 L (67%)	27,6		
		Bottiglia 1 L (1%)	24,7		
		Bottiglia 0,5 L (8%)	13,2		
Latticini (mozzarella)	Busta in plastica mista (PE+Nylon)	Busta interna (100 g)	4	Incenerimento	Sperimentale
		Busta esterna (300 g)	6		

(a) Ripartizione fra i diversi formati in base ai dati riportati in Beverfood Edizioni (2016).

(b) Le bevande in bottiglia sono state quasi esclusivamente rilevate nel rifiuto residuo, che nella presente analisi, è destinato ad incenerimento.

**Tabella A.3:** percorrenze (in km) considerate nella valutazione LCA per le diverse tratte lungo cui sono trasportati i prodotti alimentari nell'ambito della rispettiva filiera e tipologia di mezzi utilizzati.

PRODOTTO	ORIGINE	TRATTA						Tipologia di mezzo
		Produzione - (Prima) lavorazione	Importazione dal paese d'origine <sup>a</sup>	Prima lavoraz. - Seconda lavoraz.	Importatore - Piattaforma di distribuzione	Lavorazione - Piattaforma di distribuzione	Piattaforma di distribuzione - Punto vendita	
Patata	Italia	50	-	-	-	658	150	Non refrigerato
	Estero	-	25+228+1271 (fino a lavorazione)	-	-			
Pomodoro	Italia	50	-	-	-	920	150	Non refrigerato
	Estero		1113 (fino a importatore)	-	170	-		
Pane (frumento tenero)	Italia	250	-	200	-	-	50 (da panificio)	Non refrigerato
	Estero	-			178+1028+1496 (fino a prima lavoraz.)	-		
Mela	Italia	20	-	-	-	298	150	Refrigerato (escluso il trasporto a lavorazione)
Banana	Estero	Lavorazione in-situ	126+11200+355 (fino a importatore)	-	170	-	150	Refrigerato
Carne bovina	Italia	350 <sup>b</sup>	-	250	-	-	200 (da seconda lavorazione) <sup>c</sup>	Refrigerato (escluso il trasporto degli animali al macello)
	Estero		143+1179+1069 (fino a seconda lavoraz.)	-	-	-		
Carne avicola	Italia	100	-	250	-	-		
Carne suina	Italia	100	-	250	-	-		
	Estero		1121 (fino a seconda lavoraz.)	-	-	-		

PRODOTTO	ORIGINE	TRATTA						Tipologia di mezzo
		Produzione- (Prima) lavorazione	Importazione dal paese d'origine <sup>a</sup>	Prima lavoraz.- seconda lavoraz.	Importatore - Piattaforma di distribuzione	Lavorazione - Piattaforma di distribuzione	Piattaforma di distribuzione - Punto vendita	
Pasta (frumento duro)	Italia	50	-	100	-	500	150	Non refrigerato
	Estero	-	1183+8111+583 (fino a prima lavoraz.)		-			
Bevande (acqua)	Italia	0	-	-	-	350	150	Non refrigerato
Latticini (mozzarella)	Italia	150	-	-	-	170	150	Refrigerato

(a) Si riportano separatamente le percorrenze associate alle seguenti tratte:

- trasporto via terra dal luogo di produzione o di prima lavorazione oltreoceano/oltremare al porto di partenza nel paese d'origine;
- trasporto via mare dal porto di partenza al porto di destinazione in Italia;
- trasporto via terra dal porto di destinazione in Italia (o dal luogo di produzione/lavorazione in Europa) al centro di prima/seconda lavorazione o all'importatore in Italia.

Tali percorrenze vanno intese come distanze medie complessive per ciascuna tratta, calcolate in funzione delle singole distanze connesse all'importazione dai singoli paesi d'origine e della quota di prodotto effettivamente importato da tali origini (utilizzata come fattore di peso nel calcolo della media).

(b) Nel caso della carne bovina di origine nazionale, è inoltre considerato il trasporto iniziale dei vitelli nati e svezzati in Francia fino al luogo di allevamento in Italia, lungo una distanza di 1000 km (COOP, 2013).

(c) Funge anche da piattaforma di distribuzione.

**Tabella A.4:** principali parametri considerati ai fini della stima degli impatti ambientali connessi ai processi di distribuzione, vendita e conservazione domestica di ciascun prodotto alimentare oggetto della valutazione LCA.

Prodotto	Densità del prodotto confezionato [kg/L]	Tipologia di stoccaggio	Shelf-life complessiva [giorni]	Durata FASE/PUNTO della FILIERA					
				Lavorazione primaria	Lavorazione secondaria	Importatore	Piattaforma di distribuzione	Vendita	Consumo
Patata	0,338 (Willersinn et al., 2017)	Temperatura ambiente	-	Durata non specificata <sup>a</sup>	-	-	3 (Nielsen et al., 2003)	_ <sup>b</sup>	-
Pomodoro	0,338 <sup>c</sup>	Refrigerato (5°C)	10 <sup>d</sup> (Pližota, 2014)	Durata non specificata <sup>a</sup>	-	3,5	3,5	(2) <sup>e</sup>	(1) <sup>f</sup>
Pane <sup>g</sup>	-	-	-	-	-	-	-	_ <sup>b</sup>	-
Mela	0,35 (Burg, 2004)	Refrigerato (5°C)	-	Durata non specificata <sup>a</sup>	-	-	7 (piattaforma) + 3 (CE.DI. GDO)	_ <sup>b</sup>	-
Banana	0,338 (Wasala et al., 2012)	Refrigerato (5°C)	-	Durata non specificata <sup>a</sup>	-	3	1	_ <sup>b</sup>	-
Carne bovina	1,28 prodotto tal quale (Heldman e Singh, 1981)	Refrigerato (5°C)	36 <sup>h</sup> (WRAP, 2011b)	27	3 <sup>i</sup>	-	-	(3) <sup>e</sup>	3
Carne avicola	1,26 prodotto tal quale (Heldman e Singh, 1981)	Refrigerato (5°C)	36 (10) <sup>j</sup> (WRAP, 2011b)	26	4 <sup>i</sup>	-	-	(3) <sup>e</sup>	3
Carne suina	1,28 prodotto tal quale <sup>k</sup> (Heldman e Singh, 1981)	Refrigerato (5°C)	36 (11) <sup>l</sup> (WRAP, 2011b)	25	5 <sup>i</sup>	-	-	(3) <sup>e</sup>	3
Pasta	0,311 (sperimentale)	Temperatura ambiente	-	-	-	-	8	_ <sup>b</sup>	-
Bevande (acqua)	1	Temperatura ambiente	-	-	-	-	8	_ <sup>b</sup>	-
Latticini (mozzarella)	0,186 (sperimentale)	Refrigerato (5°C)	22 (Granarolo, 2017)	6	-	-	3	(2) <sup>e</sup>	11

(a) L'inventario considerato per la fase di lavorazione comprende i carichi ambientali connessi allo stoccaggio, la cui durata non è tuttavia esplicitata.

(b) Anche laddove non è specificato un tempo di conservazione in fase di vendita, gli impatti di questa fase sono contabilizzati nella valutazione, essendo tali impatti indipendenti dalla durata dello stoccaggio.

(c) Assunta pari alla densità delle patate.

- (d) Considerata a partire dalla fase di stoccaggio presso gli importatori e le piattaforme di distribuzione, dove si ipotizza vengano conferiti in fase “pink”.
- (e) Gli impatti dello stoccaggio in fase di vendita sono indipendenti dalla durata dello stesso.
- (f) Allo stoccaggio dei pomodori in fase di consumo non è attribuito alcun impatto, non avvenendo, per ipotesi, in condizioni refrigerate.
- (g) Trattandosi di pane fresco, non è stata considerata alcuna fase di stoccaggio lungo la filiera, dovendo minimizzare i tempi che intercorrono tra produzione e consegna al consumatore.
- (h) La shelf-life media di 36 giorni (30-42 giorni) riportata dalla fonte citata (WRAP, 2011b) è relativa a carne affettata (bistecca) matura e, in linea di principio, dovrebbe quindi essere contabilizzata a partire dalla fase di seconda lavorazione. Tuttavia, si è qui cautelativamente ipotizzato che il tempo di conservazione citato si applichi ai tagli primari, iniziando quindi il conteggio a partire dalla fase di macellazione.
- (i) Nel caso delle carni, si considera che i centri di seconda lavorazione e confezionamento fungano anche da piattaforme di distribuzione.
- (j) La shelf-life media di 10 giorni (8-12 giorni) riportata in WRAP (2011b) per la carne avicola è stata verosimilmente attribuita al prodotto processato e confezionato nei tagli finali. Essa è stata quindi contabilizzata a partire dalla fase di seconda lavorazione ed opportunamente ripartita anche nelle successive fasi. In assenza di informazioni specifiche, la shelf-life complessiva (a partire dalla fase di macellazione) è stata invece assunta pari a quella della carne bovina (36 giorni), che sottratti i 10 giorni di vita del prodotto confezionato risulta pari a 26 giorni, attribuiti alla conservazione presso il luogo di macellazione.
- (k) Assunta pari alla densità della carne bovina tal quale.
- (l) La shelf-life media di 11 giorni (7-15 giorni) riportata in WRAP (2011b) per la carne suina è stata verosimilmente attribuita al prodotto processato e confezionato nei tagli finali. Essa è stata quindi contabilizzata a partire dalla fase di seconda lavorazione ed opportunamente ripartita anche nelle successive fasi. In assenza di informazioni specifiche, la shelf-life complessiva (a partire dalla fase di macellazione) è stata invece assunta pari a quella della carne bovina (36 giorni), che sottratti gli 11 giorni di vita del prodotto confezionato risulta pari a 25 giorni, attribuiti alla conservazione presso il luogo di macellazione.

**Tabella A.5:** entità delle perdite di prodotto lungo ciascuna filiera alimentare oggetto della valutazione LCA (le perdite sono espresse in percentuale rispetto alla quantità di prodotto in ingresso a ciascuna fase).

PRODOTTO	FASE della FILIERA					Fonte
	Post-raccolta <sup>a</sup>	Lavorazione	Confezionamento	Distribuzione	Vendita	
Patata	25% <sup>b</sup>	12%		-	1%	Willersinn et al. (2017)
Pomodoro	5%	7%	5%	-	3%	WRAP (2011a)
Pane	4% <sup>c</sup>	5,5% (panificazione) <sup>c</sup>		-	6% <sup>c</sup>	FAO (2011) Jensen e Arlbjørn (2014) Kulak et al. (2015)
Mela	15%	15%	5,5%	3,5% (stoccaggio)	2,5%	WRAP (2011a)
Banana	6% <sup>d</sup>			0,52% (maturazione) <sup>d</sup> 1% (distribuzione) <sup>d</sup>	2% <sup>d</sup>	Iriarte et al. (2014) Luske (2010) WRAP (2011a)
Carni	- <sup>e</sup>	5%		-	4%	Lavorazione: FAO (2011) Vendita: WRAP (2011b)
Pasta	4%	5%		-	2%	FAO (2011), per la categoria cereali
Bevande (acqua) <sup>f</sup>	-	-	-	-	-	-
Latticini (mozzarella)	- <sup>e</sup>	1,2%		-	0,5%	FAO (2011), per la categoria latte e prodotti lattiero-caseari

(a) Movimentazione, stoccaggio e trasporto alla successiva fase della filiera.

(b) Incluse le perdite connesse alla fase di selezione e cernita in campo.

(c) Le perdite in fase di post-raccolta derivano dalle stime riportate dalla FAO (2011), mentre le perdite in fase di lavorazione (panificazione) sono calcolate come media del valore riportato dalla FAO (2011; 5%) e di quello stimabile a partire dai dati presenti in Jensen e Arlbjørn (2014; 6%). Infine, le perdite in fase di vendita rappresentano la media dei valori riportati nelle due precedenti fonti (2% e 10% rispettivamente), oltre che in Kulak et al. nel 2015 (5%).

(d) Le fonti considerate per le singole fasi sono: Iriarte et al. (2014) per la fase di post-raccolta, lavorazione e confezionamento; Luske (2010) per la maturazione e la distribuzione; WRAP (2011a) per la vendita.

(e) Per le carni e i latticini, le perdite in questa fase si considerano già contabilizzate negli inventari utilizzati in sede di modellizzazione. Non sono state pertanto incluse perdite aggiuntive.

(f) Per le bevande non sono state contabilizzate possibili perdite lungo la filiera, non essendo disponibili dati al riguardo.

**Tabella A.6:** contributi delle principali fasi del ciclo di vita all'impatto sul clima dei singoli prodotti alimentari rappresentativi del rifiuto alimentare evitabile (valori espressi in kg CO<sub>2</sub>-eq. per kg di prodotto scartato).

FASE DEL CICLO DI VITA	PRODOTTO										
	PATATA	POMODORO	PANE	MELE	BANANE	CARNE BOVINA	CARNE AVICOLA	CARNE SUINA	PASTA	ACQUA	MOZZARELLA
Coltivazione/ Allevamento	0,126	0,349	0,553	0,105	0,132	34,9	6,43	6,71	0,351	-	12,7
Lavorazione e confezionamento	0,0286	0,00909	0,131	0,0915	0,00393	0,164	0,135	0,157	0,0997	0,0113	1,44
Ciclo di vita imballaggio	0,0634	0,0870	0,0103	0,0752	0,0803	0,511	0,511	0,511	0,0510	0,0952	0,345
Trasporto	0,225	0,214	0,140	0,119	0,435	0,309	0,0942	0,147	0,124	0,0832	0,208
Distribuzione e vendita	0,0320	0,0218	0,00869	0,0269	0,0431	0,00692	0,00953	0,00998	0,0753	0,102	0,0427
Consumo	0,0531	0,0531	0,0531	0,0531	0,0531	0,0577	0,0578	0,0577	0,316	0,00652	0,293
Fine vita	-0,135	0,0314	-0,202	-0,0125	-0,0779	-0,126	-0,120	-0,115	-0,0653	0,0941	-0,160
<b>Totale</b>	<b>0,393</b>	<b>0,765</b>	<b>0,694</b>	<b>0,458</b>	<b>0,669</b>	<b>35,8</b>	<b>7,12</b>	<b>7,48</b>	<b>0,953</b>	<b>0,393</b>	<b>14,9</b>



**Tabella A.7:** contributi delle principali fasi del ciclo di vita al consumo complessivo di risorse idriche connesso ai singoli prodotti alimentari rappresentativi del rifiuto alimentare evitabile (valori espressi in m<sup>3</sup> per kg di prodotto scartato).

FASE DEL CICLO DI VITA	PRODOTTO										
	PATATA	POMODORO	PANE	MELE	BANANE	CARNE BOVINA	CARNE AVICOLA	CARNE SUINA	PASTA	ACQUA	MOZZARELLA
Coltivazione/ Allevamento	0,069	0,0504	0,0983	0,0610	0,0877	0,703	0,0502	0,0426	0,0764	-	0,265
Lavorazione e confezionamento	4,68E-04	2,01E-04	7,92E-04	4,12E-03	4,69E-03	3,81E-03	2,66E-03	2,49E-03	1,25E-03	1,27E-03	0,0287
Ciclo di vita imballaggio	9,39E-04	7,19E-04	1,22E-03	7,18E-03	4,79E-03	4,51E-03	4,51E-03	4,51E-03	6,07E-04	3,85E-03	2,69E-03
Trasporto	7,24E-04	6,24E-04	5,03E-04	4,17E-04	8,93E-04	7,78E-04	2,90E-04	4,92E-04	4,59E-04	2,32E-04	5,80E-04
Distribuzione e vendita	2,96E-04	3,87E-04	1,52E-04	3,17E-04	-7,95E-05	1,28E-04	9,50E-05	2,24E-04	4,93E-04	1,61E-03	4,81E-04
Consumo	1,80E-04	1,80E-04	1,80E-04	1,80E-04	1,80E-04	2,85E-04	3,01E-04	2,85E-04	5,26E-03	2,89E-05	3,86E-03
Fine vita	-0,0168	-1,74E-04	-9,10E-04	-2,71E-04	-4,34E-04	-6,06E-04	-4,84E-04	-5,48E-04	-4,15E-04	1,53E-04	-5,98E-04
<b>Totale</b>	<b>0,0553</b>	<b>0,0524</b>	<b>0,100</b>	<b>0,0729</b>	<b>0,0977</b>	<b>0,712</b>	<b>0,0576</b>	<b>0,0501</b>	<b>0,0841</b>	<b>7,15E-03</b>	<b>0,300</b>

**REDUCE** – Ricerca, **EDU**cazione, **C**omunicazione**E**:

un approccio integrato per la prevenzione degli sprechi alimentari

REDUCE è un progetto sostenuto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare



# LO SPRECO ALIMENTARE NEL RIFIUTO URBANO IN ITALIA

Proposta di una metodologia di analisi quali-quantitativa, prime evidenze sperimentali e stima dell'impatto ambientale

Referente Report: **Prof. Mario Grosso**

Indirizzo: **Politecnico di Milano, Edificio 21, Via Golgi 20**

Telefono: **02-23996415**

e-mail: **mario.grosso@polimi.it ; <http://www.aware.polimi.it/>**

Sito progetto: **[www.sprecozero.it](http://www.sprecozero.it)**

**REDUCE** – Ricerca, **EDU**cazione, **Comunicazione****E**:

un approccio integrato per la prevenzione degli sprechi alimentari

REDUCE è un progetto sostenuto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare