

PREVENZIONE DEI RIFIUTI NELLA DISTRIBUZIONE DI PRODOTTI ORTOFRUTTICOLI: UN CONFRONTO BASATO SULL'ANALISI DEL CICLO DI VITA

Camilla Tua^{1*}, Simone Nessi¹, Lucia Rigamonti¹, Mario Grosso¹

¹Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Milano

Sommario – Da tempo la prevenzione dei rifiuti è indicata come l'obiettivo primario che le politiche e le strategie europee e nazionali di gestione dei rifiuti dovrebbero perseguire in un'ottica di sviluppo sostenibile.

Inserendosi in questo contesto, il presente studio si è proposto l'obiettivo di valutare, attraverso la metodologia dell'analisi del ciclo di vita, l'effettiva convenienza ambientale della pratica di *farm delivery* come modalità di distribuzione alternativa al canale della Grande Distribuzione Organizzata (GDO).

La *farm delivery* rientra nel ventaglio di misure indicate da Regione Lombardia per ridurre i rifiuti urbani a livello locale e consiste nella commercializzazione in cassette riutilizzabili di prodotti agricoli di stagione reperiti direttamente presso produttori prossimi al luogo di consumo.

Lo studio si è focalizzato, in particolare, su due prodotti ortofrutticoli, le carote e le mele, per cui viene garantita un'alta disponibilità nell'arco dell'anno nei due canali di distribuzione analizzati. Per ciascuna tipologia selezionata, è stata confrontata un'esperienza reale di *farm delivery*, implementata nella provincia di Brescia, con alcuni scenari relativi alla distribuzione di mele e carote sfuse o confezionate presso la GDO. Il confronto è avvenuto in termini di rifiuti prodotti, di impatti potenziali sull'ambiente e sulla salute umana e di consumi energetici.

Per entrambi i prodotti, l'attività di *farm delivery*, così come concepita nella filiera analizzata, non è risultata comportare un'effettiva riduzione dei rifiuti complessivamente generati e degli impatti potenziali rispetto alla grande distribuzione. Sono state dunque individuate e valutate alcune modifiche a tale attività per renderla un'alternativa ambientalmente valida o comunque non peggiorativa.

WASTE PREVENTION IN FRUIT AND VEGETABLE DISTRIBUTION: A COMPARISON BASED ON THE LIFE CYCLE ANALYSIS

Abstract – The strategic relevance of waste prevention has considerably increased worldwide during recent years. In this framework, the purpose of this study was to evaluate, by using the Life Cycle Assessment methodology, the environmental convenience of farm delivery as an alternative way of distribution with respect to the

large-scale retailing. This practice is often numbered among waste prevention measures and it consists in providing seasonal farm products to the final consumer directly from local farmers.

In particular, the study focused on carrots and apples, due to their nearly all-year-long availability when compared to other products.

Some scenarios, where each product is distributed loose or packaged at the large-scale retailing, were compared with a real experience of farm delivery implemented in the province of Brescia. The comparison was carried out analysing waste generation, the potential impacts on the environment and on the human health and energy consumptions. For both products, results showed that the analysed experience of farm delivery, as currently managed, doesn't reduce neither the amount of waste nor the potential impacts in comparison with the large-scale retailing. Some recommendations were thus given to improve the performance of this practice.

Parole chiave: *analisi del ciclo di vita, carote, filiera corta, mele, prevenzione dei rifiuti.*

Keywords: *apples, carrots, farm delivery, life cycle assessment (LCA), waste prevention.*

Ricevuto il 2-7-2014; Correzioni richieste il 30-7-2014; Accettazione finale il 19-9-2014.

1. INTRODUZIONE

Da tempo la prevenzione dei rifiuti è indicata, sia a livello europeo (Direttiva 2008/98/CE) che nazionale (Decreto Legislativo 205 del 2010), come l'azione prioritaria che le politiche e le strategie di gestione dei rifiuti dovrebbero perseguire in un'ottica di sviluppo sostenibile. Essa rappresenta, infatti, ancor prima del riciclaggio, l'opzione migliore per garantire il risparmio e l'uso efficiente delle risorse naturali.

Ciò nonostante, negli ultimi decenni, la quantità di rifiuti solidi urbani prodotta nell'Unione Europea e in Italia ha subito una continua crescita che solo di recente sembra essersi stabilizzata, probabilmente in seguito alla contrazione dei consumi causata dalla crisi economica.

È in questo contesto che Regione Lombardia ha elaborato nell'anno 2009 un Piano d'Azione per la Riduzione dei Rifiuti urbani (PARR) che si propo-

* Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano.
Tel. 02.23996415. camilla.tua@mail.polimi.it

ne di attuare concretamente sul territorio le linee di intervento definite, a livello generale, nel Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti (Regione Lombardia, 2009).

Questo piano individua, in particolare, 11 azioni di prevenzione da applicare a titolo sperimentale nella Provincia di Brescia per valutare i potenziali di prevenzione effettivamente conseguibili e la possibilità di un'eventuale loro estensione ad altri contesti lombardi.

Tra queste misure rientra la promozione della *farm delivery*, una modalità alternativa di commercializzazione dei prodotti agricoli che sta vivendo, nell'attuale contesto socio-economico italiano, un'evidente espansione soprattutto nelle aree rurali.

Si tratta, in dettaglio, della distribuzione in cassette a rendere di beni alimentari di stagione, in genere ortofruttili o lattiero-caseari, reperiti in base ai criteri di prossimità territoriale e di filiera corta (filiera produttiva che predilige un rapporto diretto tra produttore e consumatore, riducendo le intermediazioni commerciali subite dalla merce).

Il presente studio si è proposto lo scopo di analizzare nel dettaglio due differenti pratiche di fornitura dei prodotti ortofruttili (la *farm delivery* in confronto con il canale della Grande Distribuzione Organizzata, GDO) per verificare l'effettiva convenienza ambientale della prima. L'analisi si inserisce, in particolare, nella rassegna di studi che confrontano in letteratura diverse modalità di distribuzione di ortofrutta per vari contesti europei, affrontando con particolare attenzione il tema del *local food* e della filiera corta (Coley et al., 2009; Edwards-Jones et al., 2008).

2. MATERIALI E METODI

Il confronto tra i due canali di distribuzione è stato effettuato mediante la metodologia dell'analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment, LCA) che ha consentito di prendere in esame l'intero ciclo di vita dei sistemi secondo un approccio comunemente definito *dalla culla alla tomba*. Tale metodologia è stata applicata in accordo con i principi e i requisiti indicati dalla normativa tecnica attualmente in vigore, rappresentata dagli standard ISO 14040 e ISO 14044 (ISO 2006a, b) e con il supporto del software SimaPro 7.3.3.

In accordo con quanto riportato dalle suddette norme ISO, la struttura di una LCA è sintetizzabile in quattro momenti principali: la definizione dell'o-

biiettivo e del campo di applicazione, l'analisi di inventario, la valutazione degli impatti e l'interpretazione e il miglioramento. Ciascuna di queste fasi è descritta, in riferimento allo studio, nei successivi paragrafi 2.1, 2.2 e 3.

2.1 Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione

2.1.1 Definizione dell'obiettivo

Il presente studio si è proposto l'obiettivo di confrontare la pratica di *farm delivery* con una delle modalità tradizionali di distribuzione dei prodotti ortofruttili in Regione Lombardia: il canale della Grande Distribuzione Organizzata.

Il confronto è stato svolto in termini di rifiuti generati, di impatti potenziali sull'ambiente e sulla salute umana e di consumi energetici e si è focalizzato su due tipologie di prodotti: le carote e le mele. Questi prodotti ortofruttili sono quelli per cui viene garantita un'alta disponibilità nell'arco dell'anno non solo nei punti vendita della GDO ma anche presso il canale di *farm delivery* che varia inevitabilmente l'offerta in funzione della stagione. Le tipologie selezionate sono inoltre ad alta rilevanza territoriale per il contesto italiano.

L'Italia è il secondo produttore comunitario di mele con una produzione annuale di circa 2 milioni di tonnellate. La coltivazione è praticata su tutto il territorio ma si concentra principalmente in Trentino Alto-Adige, Veneto, Piemonte, Emilia Romagna e Lombardia.

La produzione di carote si attesta invece intorno alle 530.000 tonnellate l'anno. La maggior concentrazione produttiva si localizza nel centro e nel sud del Paese (Abruzzo, Emilia Romagna, Lazio e Sicilia) mentre nelle regioni settentrionali l'unico bacino di rilevanza è Chioggia (ISTAT, 2010).

2.1.2 Definizione degli scenari: criteri di scelta e principali caratteristiche

Per raggiungere l'obiettivo prefissato, per ciascun prodotto ortofruttilo sono state valutate le prestazioni ambientali di alcuni scenari relativi alla distribuzione presso la GDO e di uno scenario *farm delivery* che modella un'esperienza reale di questa pratica di commercializzazione.

Relativamente alla GDO, nelle Tab. 1 e 2 si riporta l'elenco di tutti gli scenari analizzati rispettivamente per le carote e le mele.

Per entrambi i prodotti, sono stati definiti due scenari relativi alla distribuzione in confezioni e uno scenario per la fornitura in modalità sfusa.

Tabella 1 – Scenari analizzati per la distribuzione delle carote presso la GDO.

Scenario GDO	Imballaggi primari (o assimilabili)	Formato imballaggi primari	Imballaggi per il trasporto
Polybag da 1 kg	Sacchetto in polietilene a bassa densità (LDPE)	1 kg	Cassetta a rendere (PP)
Vassoio da 1 kg	Vassoio in polipropilene (PP) con annessa pellicola protettiva in polivinilcloruro (PVC)	1 kg	Pallet in legno
Carote sfuse	Sacchetto per l'asporto del prodotto sfuso (HDPE)	Riempimento completo: 1,5 kg	Cassetta a rendere (PP) Pallet in legno
		Riempimento ridotto: 0,4 kg	Sacchetto per il contenimento delle carote sfuse (LDPE)

Per il prodotto confezionato, sono state considerate le tipologie e i formati di imballaggi primari più comunemente diffusi presso alcuni punti vendita della GDO in Regione Lombardia.

Per la distribuzione in modalità sfusa è stato previsto, invece, l'uso di sacchetti per l'asporto riempiti a cura dell'utente con la quantità di prodotto desiderata. Sono stati considerati, in particolare, due diversi gradi di riempimento del sacchetto: completo o ridotto (con 3-4 carote o mele).

Le Tab. 1 e 2 riportano anche indicazioni relative agli imballaggi per il trasporto comunemente utilizzati per la consegna ai punti vendita, in accordo con le informazioni fornite dai confezionatori consultati.

Lo scenario *farm delivery* è stato invece costruito considerando l'esperienza reale messa in atto a titolo sperimentale in Provincia di Brescia nell'ambito del PARR (Regione Lombardia, 2009). Concreta-

mente il servizio consiste nella fornitura settimanale al consumatore di alcuni prodotti ortofrutticoli direttamente reperiti presso soci produttori e conferiti in un centro di stoccaggio, dove avviene la preparazione delle cassette a rendere per la consegna finale al cliente. In particolare la consegna può avvenire:

- *presso i centri di ritiro*: i prodotti vengono trasportati dal centro di stoccaggio in appositi luoghi di ritiro, distribuiti omogeneamente sul territorio provinciale, dove si reca il cliente in genere con auto privata;
- *a domicilio*: la consegna avviene direttamente al domicilio del consumatore finale, con un supplemento di costo.

In Tab. 3 si riportano le principali caratteristiche degli imballaggi per il trasporto comunemente utilizzati nella filiera di distribuzione delle ca-

Tabella 2 – Scenari analizzati per la distribuzione delle mele presso la GDO.

Scenario GDO	Imballaggi primari (o assimilabili)	Formato imballaggi primari	Imballaggi per il trasporto
Sacchetto da 2 kg	Sacchetto in polietilene a bassa densità (LDPE)	2 kg	Scatola in cartone ondulato a perdere
Vassoio da 4 mele	Vassoio in polistirolo (PS) con annessa pellicola protettiva in polivinilcloruro (PVC)	0,9 kg	Pallet in legno
Mele sfuse	Sacchetto per l'asporto del prodotto sfuso (HDPE)	Riempimento completo: 2 kg	Cassetta a rendere (PP)
		Riempimento ridotto: 0,9 kg	Alveoli (PP) ^{a)} Pallet in legno

a) Gli alveoli mantengono separate le mele nella cassetta ed evitano che durante il trasporto si urtino danneggiandosi.

rote e delle mele per l'attività di *farm delivery* in esame.

2.1.3 Descrizione dei sistemi di distribuzione

Nella filiera di distribuzione della GDO, i prodotti ortofrutticoli raccolti nei campi raggiungono i rispettivi centri di confezionamento dove sono sottoposti, dapprima, a trattamenti preliminari di lavorazione (lavaggio, cernita e calibrazione) e in seguito alla fase di confezionamento. Nelle linee di confezionamento, le carote e le mele sono confezionate, se necessario, nei rispettivi imballaggi primari e in seguito vengono inserite nelle cassette a rendere o nelle scatole in cartone. Gli imballaggi per il trasporto sono quindi posizionati su bancali in legno a loro volta caricati su autocarri. I prodotti ortofrutticoli sono così trasportati fino ai centri di distribuzione della GDO e da qui conferiti ai punti vendita di competenza dove il cliente procede con l'acquisto.

Presso il punto vendita, gli imballaggi per il trasporto a perdere (scatole in cartone, sacchetti per le carote sfuse e alveoli) vengono scartati come rifiuti da attività commerciali mentre le cassette a rendere sono consegnate alle rispettive società di gestione che provvedono a un processo di sanificazione prima del successivo riutilizzo.

Le mele e le carote acquistate dal cliente sono invece trasportate fino a domicilio in genere con un'auto privata. Dopo il consumo, gli imballaggi primari o il sacchetto per l'asporto sono scartati ed entrano nel sistema di gestione dei rifiuti urbani.

Nell'esperienza di *farm delivery* analizzata ogni settimana i produttori di carote e mele conferiscono, dopo il trattamento, i propri prodotti ortofrutticoli al centro di stoccaggio. Per questa fase di trasporto si utilizzano cassette monouso,

allestite su bancali in legno caricati su autocarri. Presso il centro di stoccaggio, gli addetti di una cooperativa svuotano gli imballaggi forniti dai produttori e preparano le cassette a rendere per il cliente con il mix di prodotti previsto per la settimana. In seguito, viene effettuata la consegna con un furgoncino secondo le modalità descritte al paragrafo 2.1.2. Terminato il giro di consegna, il furgoncino rientra al centro di stoccaggio con gli imballaggi vuoti che possono così essere riutilizzati.

Anche per questo canale di distribuzione è prevista una fase di sanificazione delle cassette a rendere che avviene presso il centro di stoccaggio, in media dopo otto utilizzi.

2.1.4 Unità funzionale

Per ciascuna tipologia selezionata, la funzione dei sistemi analizzati è la distribuzione del prodotto al consumatore. I sistemi sono stati pertanto confrontati considerando come unità funzionale la *distribuzione di 1 kg di carote* e la *distribuzione di 1 kg di mele*.

2.1.5 Confini dei sistemi

Le Fig. 1 e 2 riportano una rappresentazione schematica dei principali processi inclusi nei confini del sistema degli scenari GDO e *farm delivery* per la distribuzione delle carote. I confini del sistema per gli scenari di distribuzione delle mele sono riportati invece nelle Fig. MS1 e MS2 del materiale supplementare.

Nei confini del sistema degli scenari GDO è stato incluso, innanzitutto, il ciclo di vita degli imballaggi primari, del sacchetto per l'asporto e degli imballaggi per il trasporto. In particolare,

Tabella 3 – Principali caratteristiche degli imballaggi per il trasporto considerati negli scenari *farm delivery* per la distribuzione di carote e mele.

Prodotto	Imballaggi per il trasporto produttore - centro di stoccaggio	Imballaggi per la consegna al cliente
Carote	Cassetta di legno monouso	Cassetta a rendere (PP)
	Sacchetto per il contenimento delle carote sfuse (LDPE)	
Mele	Pallet in legno	
	Cassetta in cartone ondulato a perdere	
	Alveoli (PP)	
	Pallet in legno	

per le cassette a rendere è stato considerato anche il processo di sanificazione effettuato, dopo ogni ciclo di utilizzo, presso appositi impianti di lavaggio. I confini comprendono, inoltre, le operazioni di confezionamento dei prodotti e le fasi di trasporto coinvolte nella filiera di distribuzione ovvero:

- il trasporto dei prodotti dal confezionatore al punto vendita della GDO;

- il trasporto dei prodotti dal punto vendita al luogo di consumo;
- il trasporto delle cassette a rendere vuote dapprima al centro di lavaggio e in seguito di nuovo al confezionatore di origine.

Anche all'interno dei confini del sistema degli scenari *farm delivery* è stato incluso il ciclo di vita degli imballaggi a perdere utilizzati dai produttori

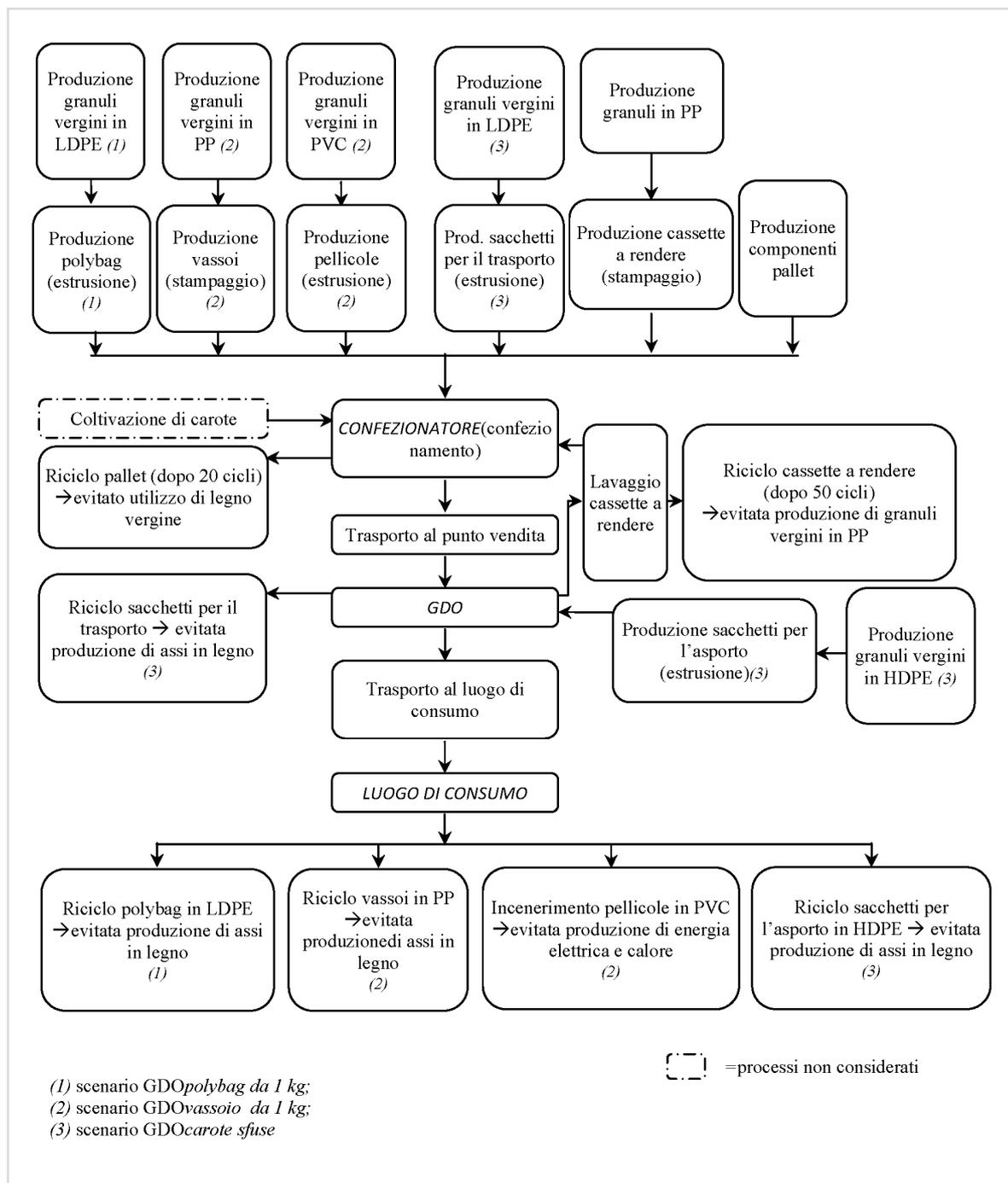


Figura 1 – Processi inclusi nei confini del sistema degli scenari analizzati per la distribuzione delle carote presso la GDO.

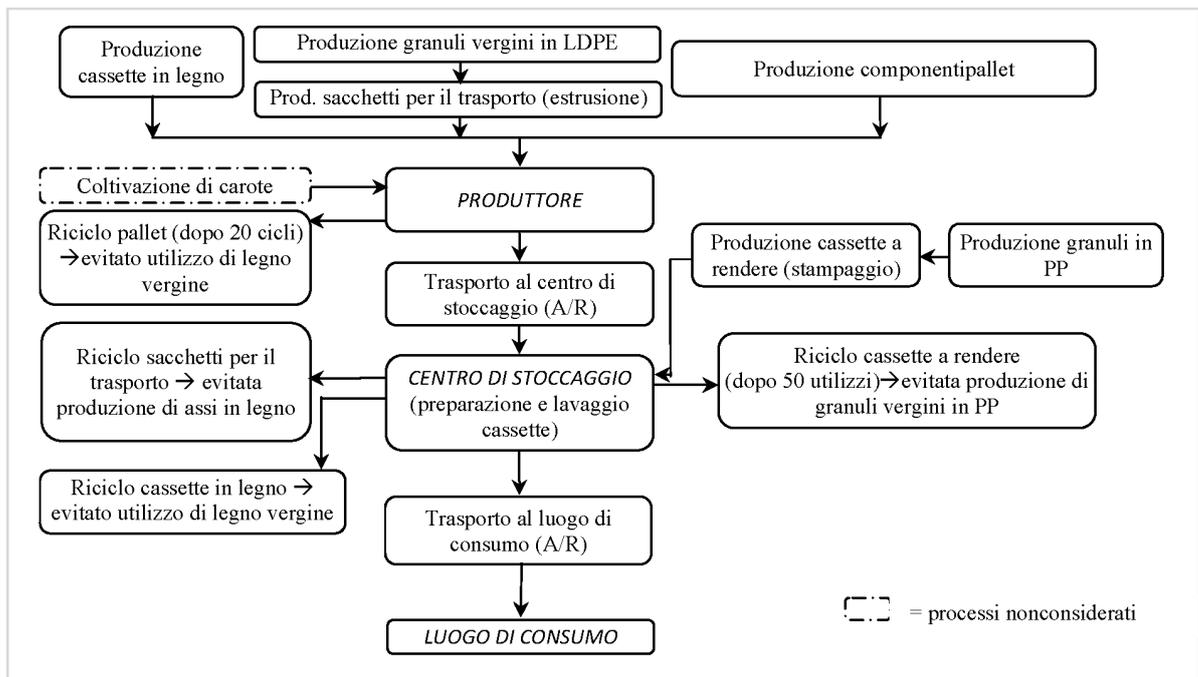


Figura 2 – Processi inclusi nei confini del sistema dello scenario farm delivery per la distribuzione delle carote.

e della cassetta a rendere per la consegna al cliente con la relativa fase di lavaggio. Sono state inoltre considerate le diverse fasi di trasporto ovvero:

- il trasporto di mele e carote dal produttore al centro di stoccaggio;
- la consegna delle cassette a rendere dal centro di stoccaggio al luogo di consumo (con eventuale passaggio dal centro di ritiro).

Dai confini di entrambi i sistemi sono stati invece esclusi la coltivazione dei prodotti ortofrutticoli e i trattamenti preliminari di lavorazione successivi (lavaggio, cernita e selezione) che sono svolti in maniera analoga nei due canali di distribuzione.

Non è stato inoltre considerato il ciclo di vita dei beni capitali in quanto questo comporta normalmente impatti di entità trascurabile poiché distribuiti sull'intero periodo di utilizzo del bene stesso.

2.1.6 Categorie di impatto considerate, rispettivi indicatori e metodi di caratterizzazione

In accordo con gli obiettivi dello studio, è stata calcolata come primo termine di paragone la produzione dei rifiuti per tutti gli scenari analizzati. Sono state inoltre considerate tredici categorie di impatto sull'ambiente e sulla salute umana, scelte con l'intento di valutare il più ampio spettro di pro-

blematiche ambientali potenzialmente legate alla distribuzione dei prodotti ortofrutticoli. In particolare si tratta di: *cambiamento climatico, riduzione dello strato d'ozono, formazione fotochimica di ozono, acidificazione, eutrofizzazione (terrestre, in acqua dolce e in acqua marina), ecotossicità in acqua dolce, tossicità per l'uomo (effetti cancerogeni e non), assunzione di materiale particolato, impoverimento delle risorse idriche e impoverimento delle risorse minerali e fossili.*

Gli indicatori di impatto considerati per queste categorie e i metodi di caratterizzazione utilizzati per il loro calcolo sono quelli raccomandati dalla Guida sull'impronta ambientale dei prodotti (Product Environmental Footprint; PEF) sviluppata per la Commissione Europea dal Joint Research Centre e incorporata nella raccomandazione europea relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni (Commissione Europea, 2013). Per la sola categoria *impoverimento delle risorse minerali e fossili* sono stati utilizzati i fattori di caratterizzazione calcolati in base al concetto di *riserve ultime* in luogo di quelli raccomandati dalla PEF e ricavati in funzione della definizione di *riserve base* (Van Oers et al., 2002). I fattori considerati dalla PEF si ritengono, infatti, meno appropriati per questa categoria in quanto

nella loro stima si introducono incertezze legate a considerazioni sulla disponibilità tecnica ed economica delle risorse.

Infine, per effettuare una valutazione energetica dei sistemi analizzati, è stato calcolato l'indicatore *Cumulative energy demand (CED)*, in accordo con il metodo descritto in Hischier et al. (2010).

2.2 Modellizzazione degli scenari

Per ciascuna delle fasi incluse nei confini degli scenari analizzati si riportano le principali indicazioni sulle fonti dei dati raccolti e sulle ipotesi e gli approcci utilizzati nella modellizzazione.

2.2.1 Ciclo di vita degli imballaggi primari e del sacchetto per l'asporto

L'uso di imballaggi primari e del sacchetto per l'asporto è previsto solamente per la distribuzione presso la GDO. Per definire gli impatti associati al rispettivo ciclo di vita, per ciascun imballaggio è stato necessario ricavare innanzitutto una stima della massa media espressa in riferimento all'unità funzionale. A tale scopo, per ogni tipologia, sono stati pesati dei campioni acquisiti presso alcuni punti vendita.

Nella modellizzazione del ciclo di vita sono stati poi considerati tutti i processi coinvolti nella fase di produzione (dall'estrazione delle materie prime fino alla conversione nel prodotto finito) e il fine vita.

La produzione è stata modellizzata in accordo con i dati di inventario forniti nella versione 2.2 del databaseecoinvent, ipotizzando che il materiale di partenza sia esclusivamente vergine.

Per il fine vita si è assunto invece che tutti gli imballaggi entrino nel ciclo di gestione dei rifiuti urbani. In particolare, i sacchetti per l'asporto, i sacchetti in LDPE e i vassoi in PP sono raccolti in modo differenziato con la frazione plastica del rifiuto urbano e subiscono successivamente delle fasi di selezione e riciclo meccanico. Dal riciclo si ottengono barre profilate da utilizzarsi nella realizzazione di arredi urbani in luogo di assi in legno vergine secondo un rapporto di sostituzione unitario (Grosso et al., 2012). I vassoi in PS e le pellicole in PVC sono invece conferiti presso un impianto di incenerimento con recupero di energia elettrica e termica.

I processi di selezione e riciclo sono stati modellizzati considerando le indicazioni riportate in Grosso et al. (2012) e ipotizzando un'efficienza di trattamento del 100% vista la sostanziale purezza del materiale. Il processo di incenerimento è stato modellizzato, invece, in base alla composizione specifica

del rifiuto (Doka, 2009) e ai dati primari riportati in Turconi et al. (2011) relativi all'impianto AMSA Silla 2 di Milano.

2.2.2 Ciclo di vita degli imballaggi per il trasporto nella distribuzione presso la GDO

Il conferimento di mele e carote ai punti vendita della GDO prevede l'utilizzo di cassette a rendere o di scatole in cartone e di pallet in legno su cui vengono disposti tali imballaggi. Il trasporto del prodotto sfuso richiede, inoltre, l'utilizzo di alveoli per le mele e di sacchetti protettivi per le carote. Per ciascuno di questi imballaggi si fornisce, in seguito, una descrizione delle ipotesi e degli approcci utilizzati nella modellizzazione, nonché delle fonti dei dati raccolti.

Le *cassette a rendere* sono imballaggi di proprietà di società di gestione che ne controllano l'intero ciclo di distribuzione (consegna ai confezionatori, ritiro presso i punti vendita, sanificazione e trattamento di rigranulazione a fine vita).

Nella modellizzazione del ciclo di vita sono state considerate le masse specifiche dei formati utilizzati dai confezionatori consultati e un numero medio di 50 cicli di utilizzo (Albrecht et al., 2013).

Per la produzione si è assunto che le cassette siano realizzate in polipropilene, il polimero più comunemente utilizzato dalle società di gestione in Italia (Felice, 2012). Il materiale di partenza è ipotizzato vergine per il 70% in peso e riciclato per il restante 30% (Albrecht et al., 2013).

Per il fine vita, si è assunto, invece, che gli imballaggi siano inviati presso un impianto di riciclo dove si ottengono granuli secondari in PP, impiegati nella produzione di nuove cassette per ortofrutta o di casse per bevande. Il processo di riciclo è stato modellizzato, in particolare, considerando i dati forniti in Grosso et al. (2012) e ipotizzando un'efficienza di trattamento del 93% (Barthel et al., 2007).

Infine, relativamente alla fase di sanificazione, sono stati conteggiati i consumi di acqua, energia e disinfettante e le principali emissioni in aria e in acqua del trattamento. I dati di inventario utilizzati sono quelli di un impianto di lavaggio della società di gestione IFCO System riportati in Franklin Associates (2013).

Per le *scatole in cartone* sono stati reperiti dati primari relativi alla massa e alla quantità di prodotto contenuto presso alcuni confezionatori. In assenza di informazioni specifiche, si è poi ipotizzato che le scatole siano realizzate a partire da sola carta da macero (in quanto i prodotti non sono a diretto contatto con il cartone) e che a fine vita

siano nuovamente riciclate per produrre la stessa tipologia di imballaggio. I processi di produzione e riciclo sono stati modellizzati in accordo con le informazioni contenute nel databaseecoinvent (versione 2.2).

I *pallet in legno* sono comunemente bancali di tipologia EUR-Epal che possono essere utilizzati in media per 20 cicli di trasporto (Creazza e Dallari, 2007).

I processi di realizzazione dei singoli componenti (assi in legno, blocchetti in legno truciolare e chiodi) sono stati modellizzati con i dati di inventario riportati nel databaseecoinvent (versione 2.2).

Per quanto riguarda invece il fine vita si è ipotizzato che i bancali, scartati dal confezionatore, siano trasportati a una piattaforma di selezione del legno dove subiscono una riduzione volumetrica. Tale processo è stato descritto in accordo con i consumi energetici riportati in Grosso et al. (2012), assumendo un'efficienza di trattamento del 100% che trascura la presenza di chiodi nel pallet (0,9% circa sul peso totale). Il legno selezionato in uscita dall'impianto sostituisce legno vergine per applicazioni industriali secondo un rapporto di sostituzione 1:0,6 (Grosso et al., 2012).

Infine, per gli *alveoli* e i *sacchetti protettivi* sono stati raccolti alcuni campioni presso i punti vendita della GDO, in modo da definire un valor medio di massa per unità funzionale.

Per la fase di produzione, sono stati poi considerati, per entrambi gli imballaggi, i processi di realizzazione dei granuli vergini e i successivi trattamenti di conversione nel prodotto finito, facendo riferimento ai dati di inventario nel databaseecoinvent (versione 2.2).

Per il fine vita si è assunto, invece, che vengano scartati come rifiuti commerciali presso la GDO e siano trasportati da operatori privati in un apposito impianto di riciclo dove sono trattati con le altre poliolefine.

2.2.3 Ciclo di vita degli imballaggi per il trasporto nel canale di farm delivery

Il trasporto di mele e carote dal produttore al centro di stoccaggio prevede rispettivamente l'utilizzo di cassette in cartone con alveoli e di cassette in legno con sacchetti protettivi, allestite su pallet. Per ricavare innanzitutto la massa dei suddetti imballaggi, espressa in riferimento all'unità funzionale, sono stati raccolti alcuni campioni presso il centro di stoccaggio e al tempo stesso sono stati contattati i produttori di mele e carote dell'esperienza ana-

lizzata. In questo modo è stato possibile ottenere informazioni specifiche sulla tara e sul peso netto di prodotto contenuto.

Ad eccezione delle cassette in legno e in cartone, la modellizzazione del ciclo di vita degli imballaggi (pallet, alveoli e sacchetti) è avvenuta in maniera analoga a quanto già descritto per la GDO.

Per quanto riguarda invece le *cassette in legno*, nel processo di produzione sono state considerate le fasi di crescita, taglio, trasporto e lavorazione dei tronchi di pioppo e faggio, utilizzati come materiale di partenza nella realizzazione dell'imballaggio. La modellizzazione dei singoli processi è avvenuta in accordo con i dati forniti da Rilegno (2004) e da Barthel et al. (2007) e con le informazioni riportate nel databaseecoinvent (versione 2.2).

Per il fine vita si è invece considerato che le cassette subiscano una riduzione volumetrica presso un'apposita piattaforma di selezione assumendo un'efficienza di trattamento del 100%. Dal processo si ottiene legno secondario da utilizzarsi per applicazioni industriali in luogo di materiale vergine secondo un rapporto di sostituzione 1:0,6 (Grosso et al., 2012).

Per gli *imballaggi in cartone* i processi di produzione e riciclo sono stati modellizzati, come per gli scenari GDO, in accordo con i dati contenuti nel databaseecoinvent (versione 2.2). In questo caso, tuttavia, si è ipotizzato che le cassette impiegate siano prodotte con sola materia vergine, poiché i frutti sono a diretto contatto con il materiale.

Infine, per la consegna dei prodotti ortofrutticoli al cliente, la cooperativa si serve di cassette a rendere in PP.

Tra i formati disponibili, nell'analisi si è deciso di considerare l'imballaggio maggiormente richiesto ovvero quello da 5 kg di prodotto. Per il calcolo degli impatti associati al ciclo di vita è stato quindi utilizzato il peso specifico della cassetta e un numero medio di 50 cicli di utilizzo (Albrecht et al., 2013). È stata effettuata, inoltre, un'allocazione sulla massa di prodotto complessivamente contenuto, poiché l'imballaggio è utilizzato per la consegna simultanea di mele o carote e di altri prodotti ortofrutticoli di cui non si desidera valutare gli impatti ambientali.

I processi di produzione e di fine vita della cassetta a rendere sono stati modellizzati in maniera analoga a quanto già descritto per la GDO. Per la fase di lavaggio, sono stati considerati invece i consumi di acqua ed energia elettrica, in accordo con i dati riportati nella scheda tecnica della macchina lavacasse utilizzata.

2.2.4 Operazioni di confezionamento

Per la distribuzione dei prodotti confezionati presso la GDO sono stati considerati i consumi energetici delle linee di confezionamento in accordo con i dati riportati nelle schede tecniche dei macchinari. La produzione di energia elettrica è stata modellizzata in base al mix energetico italiano. Per il canale di *farm delivery*, invece, le operazioni di preparazione delle cassette monouso e a rendere avvengono sempre in maniera manuale.

2.2.5 Trasporto del prodotto nella filiera di distribuzione della GDO

Nella distribuzione presso la GDO le fasi di trasporto coinvolte sono la consegna del prodotto ai punti vendita e il successivo conferimento al luogo di consumo dopo l'acquisto. È previsto, inoltre, il trasporto delle cassette a rendere vuote (negli scenari che ne prevedono l'uso) dapprima all'impianto di lavaggio e in seguito al confezionatore di origine.

Per la fase di trasporto dal confezionatore al punto vendita è stata calcolata, per ciascun prodotto, la percorrenza media tra i centri di confezionamento che riforniscono comunemente la GDO in Regione Lombardia e la città di Brescia dove si ipotizza sia localizzato il punto vendita. In dettaglio, la distanza media è stata pesata sulla produzione annuale di ciascun confezionatore e risulta 630 km per le carote e 210 km per le mele. Si sottolinea che nel calcolo sono inclusi esclusivamente confezionatori italiani in quanto presso i punti vendita analizzati non è mai stata riscontrata la presenza di carote o mele di provenienza estera.

Per il successivo trasporto a domicilio è stata invece considerata una percorrenza complessiva di 10 km (Nessi et al., 2012). Poiché in genere presso la GDO un cliente acquista contestualmente più prodotti, gli impatti di questa fase di trasporto sono stati allocati su una spesa media di 30 articoli.

Infine, per il trasporto delle cassette a rendere vuote si è fatto sempre riferimento al percorso stradale tra la città di Brescia e le sedi dei confezionatori. Rispetto al viaggio di andata, è stato tuttavia incluso il passaggio dal centro di lavaggio che garantisce l'aumento minimo di percorrenza rispetto al percorso diretto.

Le fasi di produzione, manutenzione e smaltimento dei veicoli utilizzati (autocarro e automobile) sono state modellizzate con i dati di inventario riportati nel database ecoinvent (versione 2.2). Anche per le

emissioni associate alla fase d'uso dei mezzi si è fatto riferimento alla medesima fonte.

2.2.6 Trasporto del prodotto nel canale di *farm delivery*

La pratica di *farm delivery* analizzata prevede in primo luogo il conferimento di mele e carote dal produttore al centro di stoccaggio e successivamente la consegna delle cassette al luogo di consumo.

Per la prima fase di trasporto, effettuata con autocarro, la percorrenza è stata stabilita calcolando la distanza media tra il centro di stoccaggio e i fornitori di carote e mele nell'anno 2013. Il valore è stato pesato sulla percentuale annuale di rifornimento di ciascun produttore e risulta 700 km per le carote e 90 km per le mele.

Per quanto riguarda invece la consegna all'abbonato, nel caso di *conferimento* della cassetta ai centri di ritiro sono state modellizzate due fasi di trasporto distinte:

1. il trasporto con furgoncino (di capacità a pieno carico pari ad 1 t) dal centro di stoccaggio ai luoghi di ritiro con annesso viaggio di ritorno degli imballaggi a rendere vuoti;
2. il trasporto con auto a domicilio.

Per la prima fase di trasporto è stata considerata una percorrenza complessiva di 50 km in base alla disposizione effettiva dei centri di ritiro sul territorio mentre per il ritiro della cassetta è stato modellizzato un tragitto di 10 km (analogo a quello previsto per gli scenari GDO).

Per il *conferimento a domicilio* è stato descritto invece il trasporto con furgoncino a ogni singolo luogo di consumo. In questo caso non è stato possibile reperire informazioni precise sulla distanza effettivamente percorsa dal mezzo poiché la modalità di consegna è, al momento, poco diffusa. È stata pertanto ipotizzata una percorrenza con furgoncino doppia rispetto a quella prevista per il tragitto ai centri di ritiro (100 km).

Si ricorda infine che la modellizzazione di tutte le fasi di trasporto coinvolte nella filiera di distribuzione del canale di *farm delivery* è avvenuta in accordo con i dati di inventario riportati nel database ecoinvent. Per il conferimento delle cassette a rendere al luogo di consumo, è stata inoltre effettuata, indipendentemente dalla modalità di consegna, un'allocazione dei carichi ambientali sulla massa di prodotto complessivamente trasportata. Le cassette contengono, infatti, carote e mele insieme ad altri prodotti di cui non desidera valutare gli impatti.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1 Produzione dei rifiuti

Come primo termine di confronto è stata calcolata, per entrambe le tipologie di prodotti, la produzione dei rifiuti in tutti gli scenari analizzati. L'indicatore è espresso in termini di massa di rifiuti per unità funzionale e comprende, a seconda degli scenari, gli imballaggi primari, quelli per il trasporto e il sacchetto per l'asporto. Quest'ultimo contributo varia, in particolare, in funzione del grado di riempimento dell'imballaggio (completo o ridotto). Nei successivi sotto paragrafi si riportano i risultati ottenuti per entrambi i prodotti e si forniscono indicazioni generali per migliorare il profilo dell'esperienza di *farm delivery* sotto questo aspetto.

3.1.1 Carote

La Fig. 3 riporta la produzione di rifiuti, totale e suddivisa per tipologia di imballaggio, per gli scenari di distribuzione delle carote analizzati. Analizzando dapprima i soli scenari relativi alla GDO, si osserva che la distribuzione delle carote in modalità sfusa genera, nel caso di riempimento completo del sacchetto per l'asporto, la quantità

minore di rifiuti. Lo scenario peggiore è, al contrario, quello che prevede la fornitura degli ortaggi in vassoi da 1 kg. Il vassoio in PP presenta infatti una massa per unità funzionale maggiore rispetto a quella della polybag e del sacchetto per l'asporto, indipendentemente dal suo grado di riempimento. Per quanto riguarda invece la pratica di *farm delivery*, l'esperienza analizzata, come attualmente concepita, risulta svantaggiosa rispetto alla grande distribuzione. Essa comporta una produzione di rifiuti maggiore di 90,6 g u.f.⁻¹ (oltre l'870%) in confronto allo scenario GDO migliore e di 71,0 g u.f.⁻¹ (più del 230%) rispetto a quello peggiore. Il motivo di questi incrementi consistenti è essenzialmente riconducibile all'utilizzo di cassette in legno a perdere per il trasporto delle carote dal produttore al centro di stoccaggio in luogo delle cassette riutilizzabili impiegate, invece, già da tempo presso la GDO.

3.1.2 Mele

In Fig. 4 si riporta la produzione di rifiuti per gli scenari di distribuzione delle mele analizzati. Questa è essenzialmente influenzata dalla tipologia di imballaggio scelto per il trasporto dei frutti dal confezionatore al punto vendita o dal produt-

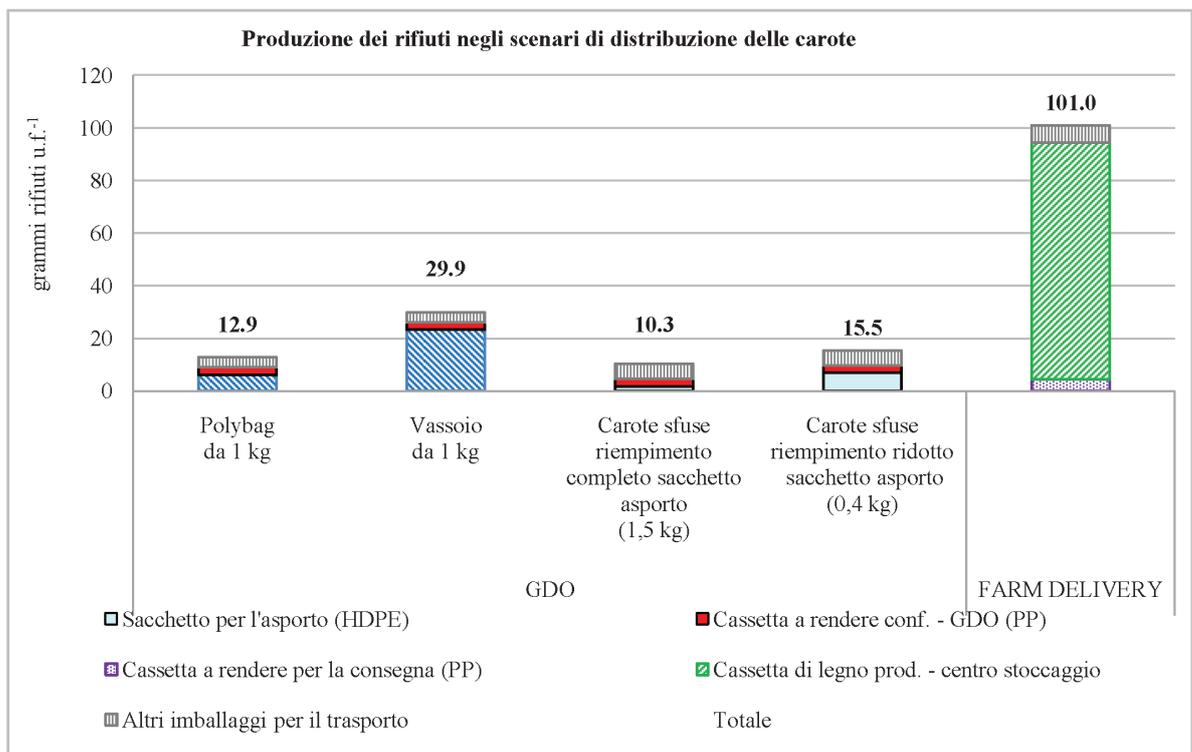


Figura 3 – Produzione dei rifiuti per unità funzionale, totale e suddivisa per tipologia di imballaggio, relativa agli scenari di distribuzione delle carote analizzati.

tore al centro di stoccaggio. La distribuzione delle mele sfuse presso la GDO si serve di cassette a rendere e comporta, di conseguenza, una quantità di rifiuti contenuta entro i 13 g u.f.⁻¹ anche nel caso di riempimento ridotto del sacchetto per l'asporto. Al contrario, la fornitura delle mele in confezioni (sacchetti e vassoi) presso la GDO e la distribuzione attraverso il canale di *farm delivery* prevedono l'utilizzo di imballaggi in cartone monouso che determinano un aumento consistente del quantitativo totale di rifiuti prodotti. L'esperienza di *farm delivery* in esame presenta comunque la produzione di rifiuti più elevata tra tutti gli scenari considerati.

3.1.3 Possibile intervento migliorativo

Dallo studio condotto emerge chiaramente per l'attività di *farm delivery* la necessità di servirsi di cassette riutilizzabili non solo per la consegna finale dei prodotti al cliente ma anche per il precedente trasporto al centro di stoccaggio.

Prevedendo l'utilizzo di cassette a rendere per l'intera filiera di distribuzione, la produzione dei rifiuti nel canale di *farm delivery* si ridurrebbe rispettivamente dell'86% per le carote e del 78% per le mele

rispetto alla situazione attuale. Di conseguenza, nel confronto con il canale della GDO, si avrebbero dei miglioramenti.

Per le carote la pratica sarebbe migliorativa rispetto alla fornitura degli ortaggi in vassoi (-15,5 g u.f.⁻¹) e in modalità sfusa con riempimento ridotto del sacchetto per l'asporto (-1.0 g u.f.⁻¹).

Per le mele il canale di *farm delivery* risulterebbe invece preferibile nei confronti della distribuzione in sacchetti (-33,6 g u.f.⁻¹) e in vassoi (- 43,7 g u.f.⁻¹).

In Fig. 5 si riporta la produzione dei rifiuti per lo scenario *farm delivery* migliorativo in confronto con gli scenari GDO relativamente alla distribuzione delle carote. La stessa tipologia di informazione è disponibile anche per le mele nel materiale supplementare (Fig. MS3).

3.2 Indicatori di impatto

Per entrambe le tipologie di prodotti, nel materiale supplementare (Tab. MS1, MS2, MS3 e MS4) sono disponibili i valori degli impatti potenziali ricavati per tutti gli scenari in relazione ai 14 indicatori di impatto.

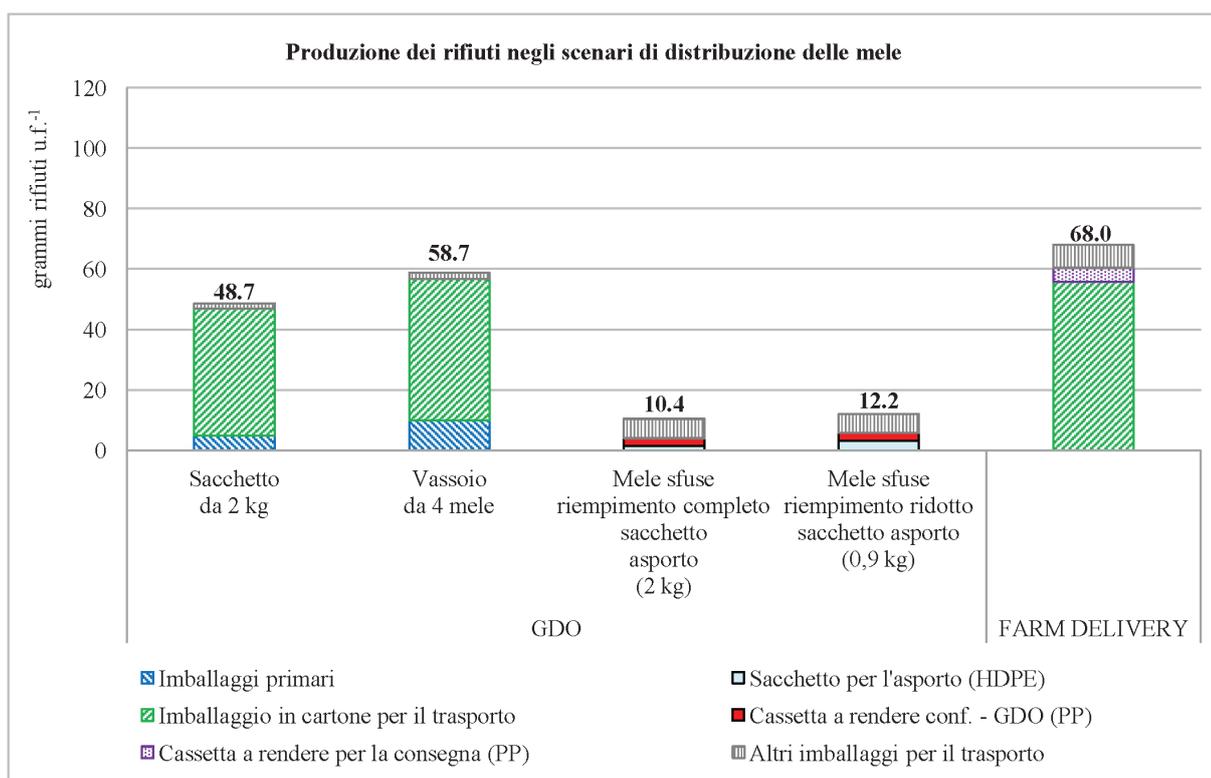


Figura 4 – Produzione dei rifiuti per unità funzionale, totale e suddivisa per tipologia di imballaggio, relativa agli scenari di distribuzione delle mele analizzati.

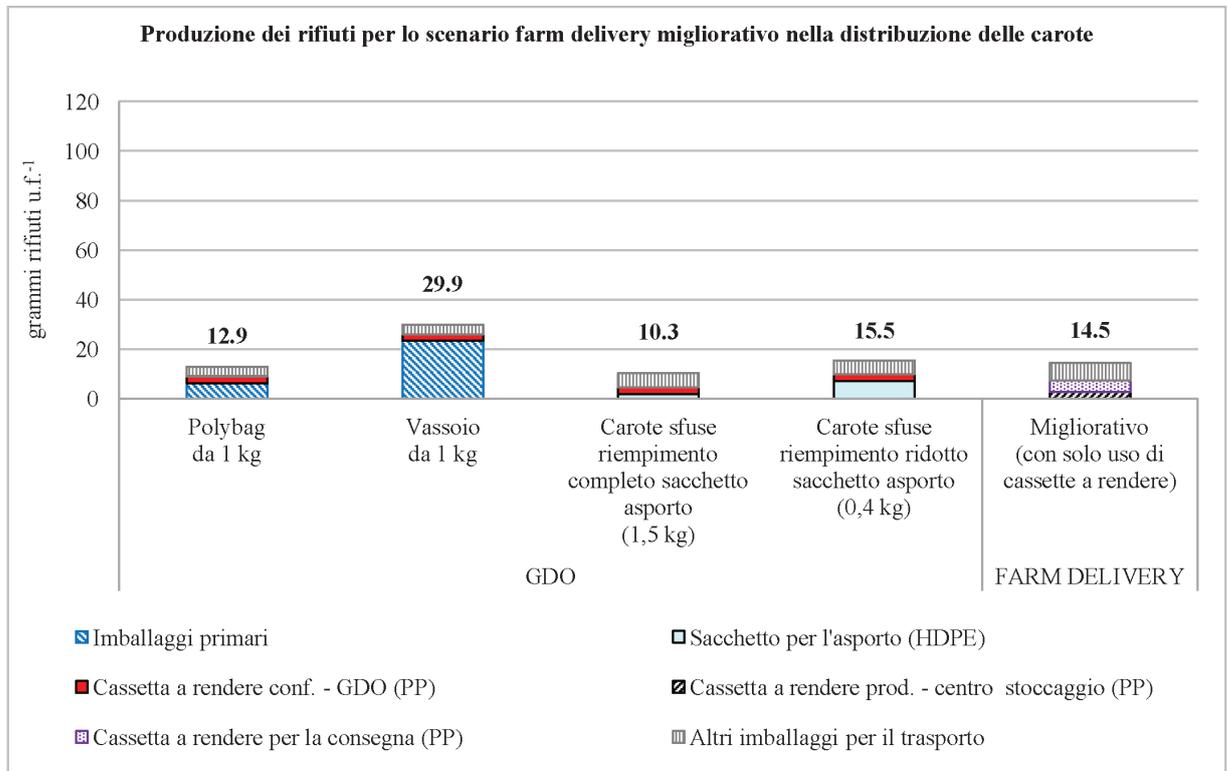


Figura 5 – Produzione dei rifiuti per unità funzionale, totale e suddivisa per tipologia di imballaggio, relativa agli scenari di distribuzione delle carote nella GDO e allo scenario farm delivery migliorativo.

3.2.1 Carote

In Fig. 6 si riportano graficamente, a titolo d'esempio, gli impatti potenziali di tutti gli scenari per la categoria cambiamento climatico. In particolare, nello scenario *farm delivery* con consegna ai centri di ritiro, il contributo della fase di trasporto della cassetta a rendere con auto privata viene indicato separatamente per evidenziarne la rilevanza nei confronti dell'impatto totale.

Analizzando dapprima il canale della GDO, si osserva che la distribuzione delle carote in modalità sfusa rappresenta, nel caso di riempimento completo del sacchetto per l'asporto, lo scenario migliore. Tuttavia, con l'acquisto di soli 0,4 kg di prodotto, gli impatti aumentano in maniera significativa.

Per la fornitura degli ortaggi in confezioni, risulta, inoltre, ambientalmente preferibile fornire le carote in polybag da 1 kg piuttosto che in vassoi dello stesso formato.

Concentrandosi invece sul canale alternativo di *farm delivery*, gli impatti potenziali dell'esperienza analizzata dipendono fortemente dalla modalità di consegna: è preferibile un conferimento della cassetta di-

rettamente a domicilio piuttosto che ai soli centri di ritiro con conseguente uso di un'auto privata da parte del cliente.

Questo risultato è in accordo con quanto già riportato in letteratura. Alcuni studi hanno infatti rilevato come la consegna di prodotti a domicilio consenta, rispetto all'uso dell'auto da parte dei singoli, una riduzione dei livelli di traffico e delle emissioni di gas serra (Coley et al., 2009).

Confrontando le prestazioni ambientali dei due canali di distribuzione, si osserva che l'esperienza di *farm delivery* con consegna ai centri di ritiro risulta essere sempre peggiorativa rispetto alla distribuzione delle carote presso la GDO.

Con una consegna a domicilio, invece, la pratica è migliorativa o al più confrontabile rispetto alla fornitura degli ortaggi in vassoi da 1 kg e in modalità sfusa con riempimento ridotto del sacchetto per l'asporto (Tab. 4).

Si ricorda che, a causa delle incertezze e variabilità insite in qualunque analisi LCA, nel presente studio sono stati assunti confrontabili scenari che mostrano differenze tra gli impatti inferiori al 10%. Sulla base dei risultati ottenuti, il canale di *farm delivery* non si può sempre ritenere un'alternativa

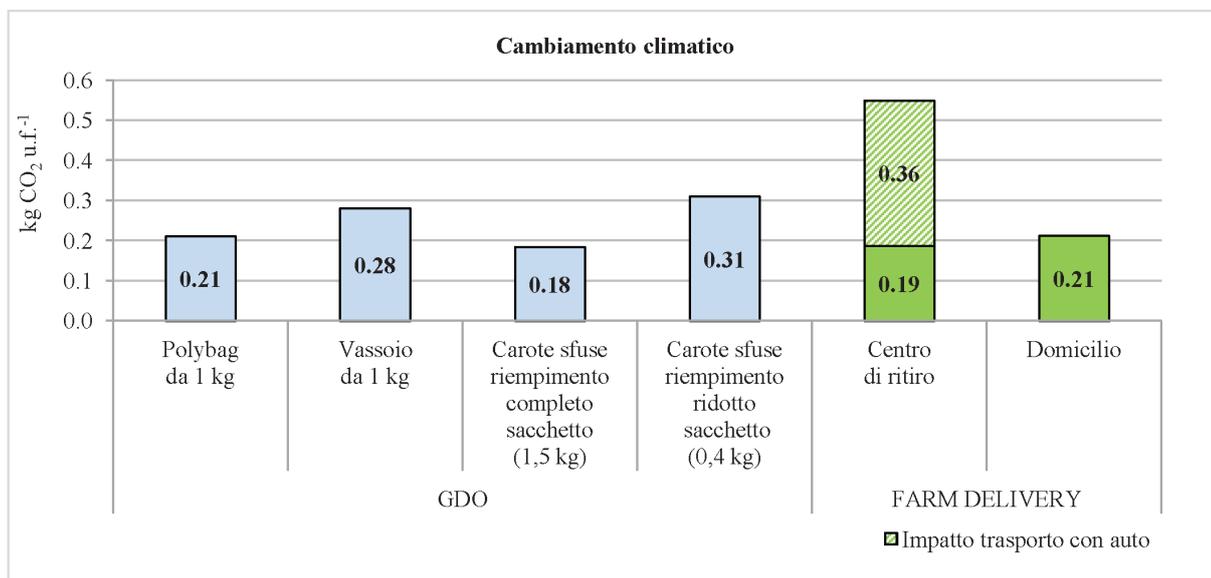


Figura 6 – Impatti potenziali per la categoria cambiamento climatico relativi agli scenari di distribuzione delle carote.

ambientalmente valida rispetto alla GDO per la filiera di distribuzione delle carote. Le criticità del sistema sono legate, oltre a un'eventuale consegna ai centri di ritiro, alla fase di trasporto degli ortaggi dal produttore al centro di stoccaggio.

Per le carote è infatti difficile applicare il criterio di prossimità territoriale in Regione Lombardia e,

di conseguenza, la distanza media annuale di approvvigionamento è pari a circa 700 km. In alcuni periodi dell'anno, tuttavia, gli ortaggi sono reperiti presso il solo produttore più vicino a Brescia, localizzato a 100 km di distanza. In questa situazione specifica, una produzione locale consente, come già rilevato in Edwards-Jones et al. (2008), una ri-

Tabella 4 – Variazione percentuale degli impatti nello scenario farm delivery con consegna a domicilio rispetto agli scenari di distribuzione delle carote presso la GDO.

Categorie di impatto	Scenario GDO di paragone			
	Polybag da 1 kg	Vassoio da 1 kg	Carote sfuse (riemp. completo)	Carote sfuse (riemp. ridotto)
Cambiamento climatico	+ 0,6%	- 24,5%	+ 15,0%	- 31,6%
Riduzione dello strato d'ozono	+ 7,5%	- 30,1%	+ 19,2%	- 23,2%
Formazione fotochimica di ozono	+ 13,6%	+ 0,5%	+ 24,8%	- 11,7%
Acidificazione	+ 8,9%	- 10,5%	+ 20,9%	- 17,5%
Eutrofizzazione terrestre	+ 14,1%	+ 2,6%	+ 23,3%	- 6,7%
Eutrofizzazione in acqua dolce	+ 19,3%	- 29,1%	+ 38,7%	- 21,4%
Eutrofizzazione in acqua marina	+ 15,3%	+ 4,2%	+ 24,3%	- 5,0%
Ecotossicità in acqua dolce	+ 9,7%	- 39,0%	+ 28,9%	- 23,5%
Tossicità per l'uomo (effetti cancerogeni)	+ 15,9%	- 15,7%	+ 34,1%	- 21,3%
Tossicità per l'uomo (effetti non cancerogeni)	+ 15,4%	- 3,1%	+ 31,7%	- 21,2%
Assunzione di materiale particolato	+ 16,1%	- 9,9%	+ 31,6%	- 15,9%
Impoverimento delle risorse idriche	+ 0,3%	- 58,4%	+ 18,9%	- 29,7%
Impoverimento delle risorse minerali e fossili	- 1,1%	- 32,2%	+ 13,2%	- 32,3%
Cumulative Energy Demand	+ 26,0%	- 11,8%	+ 45,3%	- 13,9%

Legenda: le voci in rosso sono quelle per cui l'attività di *farm delivery* risulta peggiorativa rispetto allo scenario GDO di confronto; per le voci in verde e nero, invece, l'attività è rispettivamente migliorativa e confrontabile.

duzione significativa degli impatti nella filiera di distribuzione (Tab. MS2 del materiale supplementare). In particolare, se è prevista una consegna a domicilio, la pratica di *farm delivery* diventa migliorativa o al più confrontabile rispetto alla fornitura delle carote presso la GDO (Tab. 5). Si osserva in dettaglio che per l'indicatore energetico *CED* si hanno vantaggi ambientali generalmente più contenuti rispetto alle altre categorie a causa dell'elevato impatto del ciclo di vita della cassetta in legno a perdere, riconducibile all'energia *feedstock* del legno stesso.

3.2.2 Mele

In Fig. 7 si riportano graficamente, a titolo d'esempio, gli impatti potenziali per la categoria cambiamento climatico relativi agli scenari di distribuzione delle mele analizzati.

Analizzando dapprima i soli scenari relativi alla GDO, si osserva che la distribuzione delle mele in modalità sfusa presenta, nel caso di riempimento completo del sacchetto per l'asporto, il valor minimo di impatto. Il grado di riempimento del sacchetto influenza, tuttavia, significativamente i risultati del rispettivo scenario. Inoltre, per la fornitura dei frutti in confezioni, risulta ambientalmente preferibile l'utilizzo di sacchetti da 2 kg piuttosto che di vassoi da 4 mele.

Per quanto riguarda invece l'attività di *farm delivery*, gli impatti sono influenzati, come per la distribuzione delle carote, dalla differente modalità di consegna al cliente.

Operando un confronto tra i due canali alternativi di distribuzione, si osserva che l'esperienza di *farm delivery* analizzata, anche con una consegna a domicilio, risulta essere generalmente peggiorativa rispetto alla distribuzione presso la GDO ad eccezione della fornitura in vassoi (Tab. 6).

Le criticità del sistema per questo prodotto sono principalmente legate, oltre a un'eventuale consegna ai centri di ritiro, all'utilizzo da parte dei produttori di cassette in cartone monouso. Come riscontrato in letteratura (Albrecht et al., 2013; Franklin Associates, 2013), questi imballaggi presentano un ciclo di vita particolarmente impattante rispetto a quello delle cassette in plastica a rendere e in legno a perdere.

Alla luce dei risultati ottenuti, è sembrato quindi opportuno valutare per l'attività di *farm delivery* gli effetti di una modifica apportabile sugli imballaggi per il trasporto delle mele. Il cambiamento ha riguardato, nello specifico, la sostituzione delle cassette in cartone a perdere con cassette in plastica della stessa capacità ma riutilizzabili.

Operando tale modifica, è stata riscontrata una riduzione significativa degli impatti per l'attività (Tab. MS4 del materiale supplementare) e nel con-

Tabella 5 – Variazione percentuale degli impatti nello scenario *farm delivery* (con consegna a domicilio e distanza produttore-centro di stoccaggio pari a 100 km) rispetto agli scenari di distribuzione delle carote presso la GDO.

Categorie di impatto	Scenario GDO di paragone			
	Polybag da 1 kg	Vassoio da 1 kg	Carote sfuse (riemp. completo)	Carote sfuse (riemp. ridotto)
Cambiamento climatico	- 45,2%	- 58,9%	- 37,3%	- 62,7%
Riduzione dello strato d'ozono	- 44,5%	- 63,9%	- 38,5%	- 60,4%
Formazione fotochimica di ozono	- 50,0%	- 55,7%	- 45,0%	- 61,1%
Acidificazione	- 48,4%	- 57,5%	- 42,7%	- 60,9%
Eutrofizzazione terrestre	- 54,6%	- 59,2%	- 50,9%	- 62,9%
Eutrofizzazione in acqua dolce	- 12,8%	- 48,1%	+ 1,5%	- 42,5%
Eutrofizzazione in acqua marina	- 53,7%	- 58,2%	- 50,1%	- 61,9%
Ecotossicità in acqua dolce	- 33,4%	- 63,0%	- 21,8%	- 53,6%
Tossicità per l'uomo (effetti cancerogeni)	- 32,6%	- 51,0%	- 22,0%	- 54,2%
Tossicità per l'uomo (effetti non cancerogeni)	- 38,0%	- 48,0%	- 29,3%	- 57,7%
Assunzione di materiale particolato	- 35,2%	- 49,7%	- 26,6%	- 53,1%
Impoverimento delle risorse idriche	- 22,6%	- 67,9%	- 8,2%	- 45,8%
Impoverimento delle risorse minerali e fossili	- 43,3%	- 61,1%	- 35,1%	- 61,2%
Cumulative Energy Demand	- 15,0%	- 40,5%	- 2,0%	- 41,9%

Legenda: le voci in verde sono quelle per cui l'attività di *farm delivery* risulta migliorativa rispetto allo scenario GDO di confronto; per le voci nero, invece, l'attività è confrontabile.

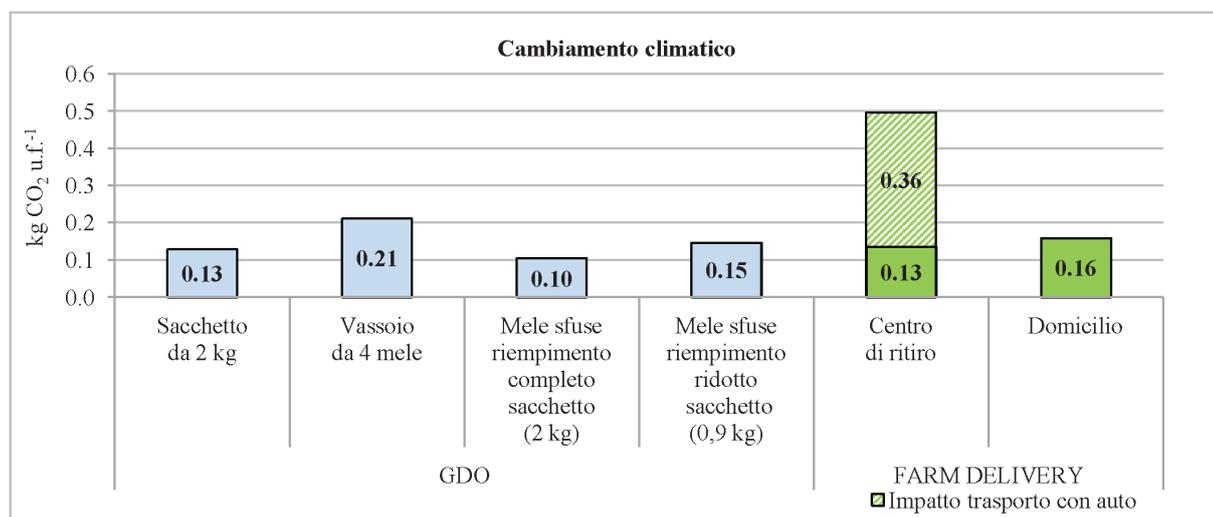


Figura 7 – Impatti potenziali per la categoria cambiamento climatico relativi agli scenari di distribuzione delle mele.

fronto con gli scenari GDO sono stati osservati dei miglioramenti.

In particolare, la filiera di *farm delivery* con consegna a domicilio e uso di sole cassette a rendere risulta in genere ambientalmente preferibile rispetto alla distribuzione delle mele in confezioni (sacchetti o vassoi) e in modalità sfusa con riempimento ridotto del sacchetto per l'asporto (Tab. 7).

4. CONCLUSIONI

Per entrambe le tipologie di prodotti, la pratica di *farm delivery*, così come concepita nell'esperienza analizzata, non consente una riduzione dei rifiuti generati rispetto alla distribuzione presso la GDO. Questo fatto è essenzialmente riconducibile all'utilizzo di imballaggi a perdere nel trasporto di mele e carote dal produttore al centro di stoccaggio.

Tabella 6 – Variazione percentuale degli impatti nello scenario *farm delivery* con consegna a domicilio rispetto agli scenari di distribuzione delle mele presso la GDO.

Categorie di impatto	Scenario GDO di paragone			
	Sacchetto da 2 kg	Vassoio da 4 mele	Mele sfuse (riemp. completo)	Mele sfuse (riemp. ridotto)
Cambiamento climatico	+ 23,3%	- 24,9%	+ 52,0%	+ 8,5%
Riduzione dello strato d'ozono	+ 36,9%	+ 3,6%	+ 39,0%	+ 2,4%
Formazione fotochimica di ozono	+ 9,0%	- 20,9%	+ 12,9%	- 13,2%
Acidificazione	+ 14,9%	- 17,1%	+ 28,6%	- 1,9%
Eutrofizzazione terrestre	+ 7,0%	- 20,7%	+ 14,6%	- 8,1%
Eutrofizzazione in acqua dolce	+ 56,9%	+ 14,6%	+ 172,3%	+ 102,9%
Eutrofizzazione in acqua marina	+ 12,4%	- 12,5%	+ 40,3%	+ 13,6%
Ecotossicità in acqua dolce	+ 25,6%	- 31,7%	+ 146,6%	+ 76,6%
Tossicità per l'uomo (effetti cancerogeni)	+ 16,9%	- 34,8%	+ 39,5%	- 3,1%
Tossicità per l'uomo (effetti non cancerogeni)	+ 27,1%	- 4,7%	+ 260,7%	+ 149,5%
Assunzione di materiale particolato	+ 34,6%	- 5,2%	+ 80,2%	+ 33,7%
Impoverimento delle risorse idriche	+ 62,6%	- 38,4%	+ 70,2%	+ 38,3%
Impoverimento delle risorse minerali e fossili	+ 26,0%	- 11,9%	+ 43,9%	- 5,4%
Cumulative Energy Demand	+ 27,7%	- 11,2%	+ 59,2%	+ 16,0%

Legenda: le voci in rosso sono quelle per cui l'attività di *farm delivery* risulta peggiorativa rispetto allo scenario GDO di confronto; per le voci in verde e nero, invece, l'attività è rispettivamente migliorativa e confrontabile.

Tabella 7 – Variazione percentuale degli impatti nell'attività di farm delivery (con consegna a domicilio e uso di cassette a rendere per l'intera filiera di distribuzione) rispetto agli scenari di fornitura delle mele presso la GDO.

Categorie di impatto	Scenario GDO di paragone			
	Sacchetto da 2 kg	Vassoio da 4 mele	Mele sfuse (riemp. completo)	Mele sfuse (riemp. ridotto)
Cambiamento climatico	- 22,1%	- 52,6%	- 4,0%	- 31,5%
Riduzione dello strato d'ozono	+ 11,3%	- 15,7%	+ 13,0%	- 16,7%
Formazione fotochimica di ozono	- 18,5%	- 40,8%	- 15,6%	- 35,1%
Acidificazione	- 20,6%	- 42,7%	- 11,1%	- 32,1%
Eutrofizzazione terrestre	- 25,8%	- 45,1%	- 20,6%	- 36,3%
Eutrofizzazione in acqua dolce	- 20,1%	- 41,6%	+ 38,7%	+ 3,4%
Eutrofizzazione in acqua marina	- 35,1%	- 49,5%	- 19,0%	- 34,4%
Ecotossicità in acqua dolce	- 48,4%	- 72,0%	+ 1,3%	- 27,4%
Tossicità per l'uomo (effetti cancerogeni)	- 21,5%	- 56,2%	- 6,3%	- 34,9%
Tossicità per l'uomo (effetti non cancerogeni)	- 66,9%	- 75,2%	- 6,0%	- 35,0%
Assunzione di materiale particolato	- 16,8%	- 41,4%	+ 11,3%	- 17,4%
Impoverimento delle risorse idriche	+ 8,5%	- 58,9%	+ 13,6%	- 7,7%
Impoverimento delle risorse minerali e fossili	- 14,2%	- 40,0%	- 2,0%	- 28,2%
Cumulative Energy Demand	- 19,4%	- 44,0%	+ 0,4%	- 26,8%

Legenda: le voci in rosso sono quelle per cui l'attività di farm delivery risulta peggiorativa rispetto allo scenario GDO di confronto; per le voci in verde e nero, invece, l'attività è rispettivamente migliorativa e confrontabile.

Per quanto riguarda, invece, gli indicatori di impatto, la differente modalità di consegna della cassetta a rendere al cliente influenza gli impatti potenziali del canale di distribuzione. Risulta, infatti, preferibile prevedere un giro di consegna ai singoli luoghi di consumo piuttosto che ai soli centri di ritiro.

Tuttavia, anche prevedendo una consegna a domicilio, l'esperienza di farm delivery analizzata presenta al momento delle criticità che non le consentono di essere sempre un'alternativa ambientalmente valida rispetto alla grande distribuzione organizzata. Considerando in primo luogo la fornitura delle carote, è la fase di trasporto degli ortaggi dal produttore al centro di stoccaggio a rappresentare un processo molto impattante a causa dell'elevata distanza media annuale di approvvigionamento. Per le mele, invece, è particolarmente significativo il contributo all'impatto totale fornito dal ciclo di vita delle cassette in cartone a perdere utilizzate dai produttori come imballaggi per il trasporto.

Di conseguenza, nell'ottica di migliorare le prestazioni ambientali dell'esperienza di farm delivery in esame, sarebbe necessario:

- favorire una consegna delle cassette direttamente a domicilio;

- prevedere l'uso di cassette a rendere lungo l'intera filiera di distribuzione del prodotto e non solo per la consegna finale al cliente;
- variare l'offerta settimanale cercando di fornire soprattutto prodotti reperiti entro 100 km dal luogo di consumo.

5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Albrecht S, Brandstetter P, Beck T et al. (2013) An extended life cycle analysis of packaging systems for fruit and vegetable transport in Europe. The International Journal of Life Cycle Assessment 18 (8): 1549-1567.
- Barthel L, Albrecht S, Deimling S and Baitz M (2007) The Sustainability of Packaging Systems for Fruit and Vegetable Transport in Europe based on Life-Cycle-Analysis. Report Finale. Studio realizzato per conto di Stiftung Initiative Mehrweg.
- Coley D, Howard M and Winter M (2009) Local food, food miles and carbon emissions: A comparison of farm shop and mass distribution approaches. Food Policy 34: 150-155.
- Commissione Europea (2013) Raccomandazione della Commissione, del 9 aprile 2013, relativa all'uso di metodologie comuni per misurare

- e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 124 del 4 maggio 2013.
- Creazza A e Dallari F (2007) La gestione dei pallet nei moderni sistemi distributivi. *Luic Papers* 203 (11): 1-33.
 - Decreto Legislativo n. 205 (2010) Disposizioni di attuazione della Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 Novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive. Gazzetta ufficiale della Repubblica italiana n. 288 del 10 dicembre 2010, supplemento ordinario n. 269.
 - Doka G (2009) Life Cycle Inventories of Waste Treatment Services: Part II "Waste incineration". *Ecoinvent report*, 13. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, St. Gallen.
 - Edwards-Jones G, Milà i Canals L, Hounsome N et al. (2008) Testing the assertion that 'local food is best': the challenges of an evidence-based approach. *Trends in Food Science & Technology* 19: 265-274.
 - Felice E (2012) Euro Pool System, la strada difficile del numero uno: intervista a Emanuele Timpanaro, country manager di EPS. *Fruitbook Magazine*, 1° Ottobre, p. 38.
 - Franklin Associates (A Division of Eastern Research Group, 2013) Comparative life cycle assessment of reusable plastic containers and display-and non-display-ready corrugated containers used for fresh produce applications. Studio realizzato per conto di IFCO Corporation.
 - Grosso M, Rigamonti L, Brambilla V, Luglietti R e Falbo A (2012) Progetto GERLA (GESTione Rifiuti in Lombardia - Analisi del ciclo di vita). Analisi LCA del sistema di gestione dei rifiuti urbani della Lombardia: situazione attuale e scenari evolutivi. Milano.
 - Hischer R, Weidema B, Althaus HJ et al. (2010) Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods. *Ecoinvent report*, 3. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, St. Gallen.
 - ISO (2006a) ISO 14040: Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework.
 - ISO (2006b) ISO 14044: Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines.
 - Nessi S, Rigamonti L and Grosso M (2012) LCA of waste prevention activities: A case study for drinking water in Italy. *Journal of Environmental Management* 108: 73-83.
 - Parlamento e Consiglio europeo (2008) Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 312 del 22 novembre 2008.
 - Regione Lombardia (2009) Piano d'Azione per la Riduzione dei Rifiuti urbani in Regione Lombardia (PARR). Regione Lombardia, Direzione Generale Reti, Servizi di Pubblica Utilità e Sviluppo Sostenibile. Gruppo di lavoro: Ribaud A, Lussignoli F, Grossi F, Nicolini M e Gionco N.
 - Rilegno (2004) Ecobilancio di prodotti in legno. Rapporto scientifico.
 - Turconi R, Butera S, Boldrin A, Grosso M, Rigamonti L and Astrup T (2011) Life cycle assessment of waste incineration in Denmark and Italy using two LCA models. *Waste Management and Research* 29 (10): 78-90.
 - Van Oers L, De Koning A, Guinée JB and Huppes G (2002) Abiotic resource depletion in LCA: Improving characterisation factors for abiotic resource depletion as recommended in the new Dutch LCA Handbook. Road and Hydraulic Engineering Institute.

RINGRAZIAMENTI

La ricerca è stata finanziata da Finlombardia per conto di Regione Lombardia. Gli autori ringraziano i confezionatori di mele e carote e il responsabile dell'attività di *farm delivery* consultati durante lo svolgimento dell'analisi.

Materiale supplementare è disponibile gratuitamente all'indirizzo www.ingegneriadellambiente.org.



INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

FEBBRAIO 2015, ANNO 2 N.1 PAGINE 39-55

PREVENZIONE DEI RIFIUTI NELLA DISTRIBUZIONE DI PRODOTTI ORTOFRUTTICOLI: UN CONFRONTO BASATO SULL'ANALISI DEL CICLO DI VITA

Camilla Tua, Simone Nessi, Lucia Rigamonti, Mario Grosso
Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Milano.



comieco

Consorzio Nazionale Recupero e Riciclo
degli Imballaggi a base Cellulosica



Veolia Water Technologies Italia S.p.A.



UNICALCE

Innoviamo la tradizione