

# AGROALIMENTARE

Studi di Life Cycle Assessment di filiera e sviluppo di dataset per la Banca Dati Italiana LCA del progetto Arcadia





# AGROALIMENTARE

## Studi di Life Cycle Assessment di filiera e sviluppo di dataset per la Banca Dati Italiana LCA del progetto Arcadia

autori:

Sara Cortesi, Valentina Fantin, Flavia Frisone, Pier Luigi Porta, Caterina Rinaldi  
*ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico  
dei Sistemi Produttivi e Territoriali*

Roberto Cariani, Simona Canzanelli, Elisa D'Amico, Chiara Fregonese  
*Ambiente Italia S.r.l.*

Anna Sandrucci, Alberto Tamburini, Luciana Bava, Maddalena Zucali, Giulia Gislon  
*Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze agrarie e ambientali  
– Produzione, Territorio e Agro-energie*

Data di pubblicazione: Marzo 2024

## Introduzione

Questa monografia è stata realizzata nell'ambito del progetto Arcadia – Approccio ciclo di vita nei contratti pubblici e banca dati italiana LCA per l'uso efficiente delle risorse, finanziato dal PON Governance e Capacità Istituzionali 2014-2020.

Il progetto si prefigge di costruire una Banca Dati Italiana (BDI) di dati utili a realizzare studi di Life Cycle Assessment (LCA). L'LCA è un metodo, standardizzato secondo le norme ISO 14040-44, per calcolare i potenziali impatti ambientali di un prodotto tenendone in considerazione tutto il ciclo di vita.

La BDI-LCA contiene dati riferiti al contesto italiano, per le filiere più significative a livello nazionale. Fra queste, sono state identificate due filiere del settore agroalimentare, quella del latte crudo vaccino del Nord Italia e quella del pomodoro confezionato, anche alla luce della loro importanza per il contesto italiano.

Per tali filiere, studi LCA approfonditi sono già stati pubblicati sul sito del progetto Arcadia (<https://www.arcadia.enea.it/settori-di-intervento/agroalimentare.html>). Lo scopo della presente monografia è di illustrare sinteticamente i principali risultati degli studi effettuati.

A ognuna delle due filiere è dedicato un capitolo. Per ognuna si parte da una descrizione delle caratteristiche della filiera stessa, delle sue ricadute ambientali e socio-economiche e dei suoi prodotti rappresentativi.

Viene quindi introdotto il gruppo di lavoro che ha partecipato allo studio. Nel caso del latte il gruppo comprende, oltre a ENEA, professori e ricercatori dell'Università degli Studi di Milano esperti della filiera. Nel caso del pomodoro, lo studio è stato effettuato da Ambiente Italia in collaborazione con ENEA e il gruppo di lavoro include anche organizzazioni di produttori e imprese di trasformazione, un'associazione nazionale che rappresenta i produttori di conserve alimentari vegetali e una società di consulenza esperta di LCA.

Per ogni capitolo, una sezione illustra gli obiettivi dello studio e i confini del sistema analizzato, dalla coltivazione in campo alla trasformazione nel prodotto finito per il pomodoro e dalla produzione degli alimenti zootecnici alla mungitura per il latte.

Un'ulteriore sezione è dedicata a descrivere come sono stati raccolti i dati primari e secondari usati per lo studio. Nel caso del latte i dati sono stati selezionati a partire da quelli raccolti durante i progetti LIFE DOP e LIFE Forage4Climate in quasi 100 aziende zootecniche; nel caso del pomodoro i dati sono stati raccolti con la collaborazione dei soggetti che hanno fatto parte del gruppo di lavoro.

Sono poi presentati e commentati i risultati della valutazione dell'impatto ambientale, riferiti all'unità funzionale scelta per ogni studio, ovvero rispettivamente 1 kg di latte crudo e 1 kg di polpa di pomodoro, passata di pomodoro, concentrato di pomodoro, pelati, cubetti di pomodoro e salsa per pizza, in alcuni casi declinati a seconda della provenienza geografica (Nord Italia o Cento-Sud Italia).

Questa monografia si propone come un breve documento informativo per coloro che intendono eseguire studi di LCA riferiti al contesto italiano, utilizzando i dataset relativi al latte crudo vaccino del Nord Italia e al pomodoro confezionato, sviluppati nell'ambito del progetto Arcadia.

Si ringraziano Ecoinnovazione S.r.l. per il suo contributo alla revisione esterna per la filiera del pomodoro e Giuliana Ansanelli, Gabriella Fiorentino, Amalia Zucaro di ENEA per il loro contributo alla revisione critica interna per la filiera del latte.



## **Sommario**

Latte crudo vaccino del Nord Italia

Pag. 5

Pomodoro confezionato

Pag. 16



## Studio LCA di filiera del latte crudo vaccino del Nord Italia



**Autori:**

Valentina Fantin<sup>1</sup>, Sara Cortesi<sup>1</sup>, Flavia Frisone<sup>1</sup>, Anna Sandrucci<sup>2</sup>, Alberto Tamburini<sup>2</sup>,  
Luciana Bava<sup>2</sup>, Maddalena Zucali<sup>2</sup>, Giulia Gislon<sup>2</sup>

*Revisione critica interna:* Giuliana Ansanelli<sup>1</sup>, Gabriella Fiorentino<sup>1</sup>, Amalia Zucaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali

<sup>2</sup> Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia

## Introduzione

La filiera lattiero-casearia ha un peso rilevante sia sull'agricoltura che sull'industria italiana: il valore economico della fase agricola nel 2021 è stato di circa 4,9 miliardi di euro, ovvero circa il 9% del valore generato dall'agricoltura nel suo complesso, mentre la fase di trasformazione detiene il primato nell'ambito dell'industria agroalimentare nazionale, con un fatturato pari a 16,7 miliardi di euro, e ha rappresentato poco meno dell'11% del fatturato dell'industria alimentare (ISMEA, 2022). I dati dell'Istat del 2023 riportano che nel 2020 l'industria lattiero-casearia occupava 45.335 addetti in 2.929 aziende, con un numero medio di 15,5 occupati per azienda (ISTAT, 2023). Nel 2021 erano presenti in Italia 25.370 allevamenti a orientamento produttivo (ISMEA, 2022). Grazie a un patrimonio di vacche da latte (bovine di oltre 24 mesi) di più di 1,5 milioni di capi, le consegne di latte vaccino in Italia hanno superato i 13 milioni di tonnellate nel 2021 (ISMEA, 2022). La produzione industriale del latte è particolarmente concentrata nel Nord: quattro regioni, tra cui *in primis* la Lombardia (con una produzione del 45,1% del totale nazionale), seguita da Emilia-Romagna (16%), Veneto (9,3%) e Piemonte (9,1%), rappresentano quasi l'80% del latte vaccino complessivamente consegnato in Italia. Secondo i dati raccolti dalla Regione Lombardia, negli ultimi anni si assiste a un aumento della concentrazione della produzione di latte italiano in Lombardia, dove hanno sede quasi il 18% delle aziende italiane che producono latte di vacca. Gli allevamenti lombardi hanno sede principalmente nelle province di Brescia (28,4%), Mantova (18,1%), Cremona (14,3%) e Bergamo (14,1%) (Regione Lombardia, 2020).

Tuttavia, il settore zootecnico è responsabile anche di rilevanti problematiche ambientali: in particolare, contribuisce per il 12% al totale delle emissioni di gas serra (GHG) a livello europeo (Havlík et al., 2014). L'allevamento di bovini da latte contribuisce per il 19% delle emissioni di tutto il settore zootecnico. A pesare di più sono le fermentazioni enteriche derivanti dal processo digestivo dei ruminanti e la decomposizione del letame, che rappresentano, rispettivamente, il 46% e il 9% dei gas serra emessi, seguite dalla produzione dei mangimi, che contribuiscono al 36% delle emissioni totali, dalla lavorazione e trasporto del latte (6%) e dall'energia consumata in stalla (2%) (Gerber et al., 2013).

In tale ottica, riveste importanza rilevante l'applicazione del metodo standardizzato di Life Cycle Assessment (LCA), che permette di ottimizzare l'uso delle risorse e le prestazioni ambientali dei prodotti lattiero-caseari lungo il loro ciclo di vita, e di progettare soluzioni di mitigazione lungo la filiera, con un approccio olistico.

Il presente capitolo descrive lo studio LCA di filiera sul "Latte crudo vaccino del Nord Italia", sviluppato in accordo con la metodologia del progetto Arcadia per gli studi di filiera e in collaborazione con associazioni, esperti e imprese del settore lattiero-caseario. Lo studio LCA di filiera è stato sviluppato in accordo alle norme ISO 14040 e 14044 (UNI EN ISO; 2021a; UNI EN ISO; 2021b) e ha permesso di sviluppare un dataset in formato ILCD (Fantin et al., 2023), presente nella Banca Dati Italiana LCA (<https://www.arcadia.enea.it/la-banca-dati.html>).

## **Gruppo di Lavoro di Filiera**

Il Gruppo di lavoro per lo studio LCA di filiera del latte crudo vaccino prodotto in Nord Italia è composto da:

- ENEA (V. Fantin, S. Cortesi, F. Frisone e C. Rinaldi), che ha effettuato lo studio LCA di filiera e la revisione critica (G. Ansanelli, G. Fiorentino e A. Zucaro);
- Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia (A. Sandrucci, A. Tamburini, L. Bava, M. Zucali e G. Gislon), che ha fornito i dati primari per lo studio LCA di filiera.

L'insieme di dati è stato raccolto durante i progetti LIFE Forage4climate e LIFE DOP dal gruppo dell'Università di Milano presso aziende agrozootecniche del settore, considerate rappresentative di una situazione media del Nord Italia relativa alla produzione del latte crudo vaccino. Tali dati sono riferiti alla produzione di latte crudo vaccino per l'anno 2019, e sono rappresentativi della filiera del Nord Italia relativamente alla produzione di questa tipologia di latte e delle tecnologie (tipologie di strutture, razioni degli animali, macchinari, attrezzature, ecc.) in essa impiegate.

## **Obiettivi e campo di applicazione dello studio**

L'obiettivo dello studio LCA di filiera qui presentato è la realizzazione del dataset "Latte crudo vaccino, all'azienda agricola, prodotto in Nord Italia", per l'inserimento nella Banda Dati Italiana LCA di Arcadia, con l'obiettivo di consentire ad altri utenti (pubblica amministrazione, imprese, associazioni di categoria, progettisti, ONG e università / ricerca) di utilizzarlo in ambito di studi LCA e di valutazioni di sostenibilità. Tale dataset è accompagnato dal relativo report tecnico dello studio LCA di filiera, disponibile sul sito di Arcadia (<https://www.arcadia.enea.it/settori-di-intervento/agroalimentare.html>).

La funzione del sistema è la produzione del latte crudo vaccino destinato all'utilizzo e trasformazione in centrali del latte, caseifici e simili per l'ottenimento di altri prodotti lattiero-caseari (yogurt, formaggi, burro, ecc.).

L'unità funzionale è 1 kg di latte crudo in uscita dall'azienda e prodotto nelle regioni del Nord Italia. Il latte crudo vaccino è un prodotto intermedio destinato a essere trattato e lavorato per ottenere altri prodotti della filiera lattiero-casearia. Il contenuto medio di grasso nel latte è pari al 3,8%, mentre il contenuto medio di proteine è pari al 3,4%.

Il flusso di riferimento è rappresentato da 1 kg di latte crudo vaccino.

I confini del sistema sono "dalla culla al cancello dell'azienda agrozootecnica", escludendo il trattamento e la lavorazione del latte crudo vaccino per la sua trasformazione in altri prodotti lattiero-caseari, la distribuzione del prodotto ai successivi trasformatori (per esempio caseifici, centrali del latte), e le successive fasi di uso e fine vita (per esempio l'eventuale bollitura presso

il consumatore e il processo di smaltimento del latte non utilizzato o non conforme alle norme igieniche).

In dettaglio, i confini del sistema includono le seguenti fasi e processi (Figura 1):

- Auto-produzione di alimenti zootecnici per l'allevamento di bovini da latte, che comprende:
  - ✓ consumi di fertilizzanti chimici e organici (reflui zootecnici), agrofarmaci e gasolio agricolo per la coltivazione delle colture;
  - ✓ trasporti di fertilizzanti e agrofarmaci;
  - ✓ emissioni in aria, acqua e suolo derivanti dall'uso di fertilizzanti chimici e organici e di agrofarmaci.
- Allevamento del bestiame e mungitura delle vacche da latte, che include:
  - ✓ consumo di mangimi, integratori, materiale per lettiera, che sono acquistati dall'esterno;
  - ✓ consumo di acqua ed energia (elettricità, GPL, metano) per l'allevamento degli animali e per la mungitura;
  - ✓ emissioni in aria, acqua e suolo legate alla produzione e gestione dei reflui zootecnici (letame e liquame);
  - ✓ emissioni in aria dovute alla fermentazione enterica.

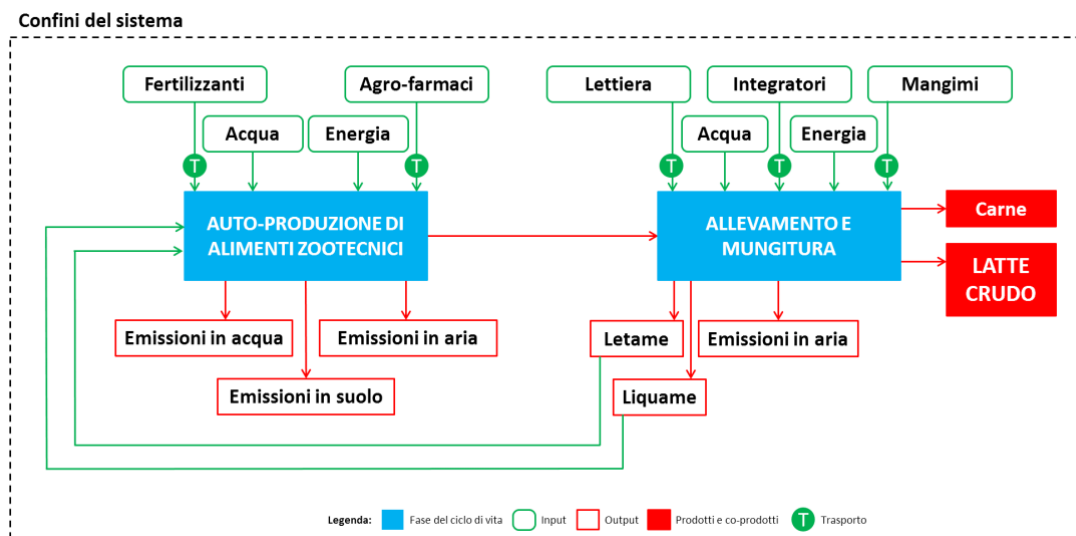


Figura 1. Confini del sistema del processo di produzione del latte crudo vaccino medio rappresentativo della filiera del latte crudo vaccino prodotto in Nord Italia, destinato a successive lavorazioni e trasformazioni

Sono esclusi dai confini del sistema i seguenti processi:

- produzione di macchinari e infrastrutture (e relativi rifiuti di manutenzione), con l'eccezione di quelli già contenuti nei dataset di Ecoinvent 3.7.1 (Wernet et al., 2016) utilizzati per modellare i dati di background;

- produzione e trasporto di imballaggi e semente, in quanto non sono disponibili dati primari;
- gestione e trattamento dei rifiuti, a causa della mancanza di dati primari.

Per la fase di valutazione degli impatti è stato applicato il metodo di valutazione EF 3.0 (Zampori e Pant, 2019). Per i dati di background si è utilizzata la banca dati Ecoinvent 3.7.1.

### **Analisi di Inventario**

I dati primari utilizzati nello studio sono stati estratti ed elaborati a partire da un insieme di dati messi a disposizione dall'Università degli Studi di Milano e raccolti presso aziende del settore con apposite schede di raccolta dati nell'ambito dei progetti LIFE Forage4climate e LIFE DOP. I dati primari fanno riferimento all'anno 2019 e sono stati raccolti presso 98 aziende agrozootecniche della Lombardia, situate nelle province di Como, Lecco, Milano, Pavia, Lodi, Sondrio e Mantova.

La superficie agricola utilizzata totale dichiarata dalle aziende selezionate è pari a 5.373,9 ha. Le mandrie considerate comprendono in totale 13.158 vacche, di cui 11.244 in lattazione, 5.324 manze, 3.713 manzette, 1.855 vitelle svezzate, 1.734 vitelle femmine e 206 vitelli maschi. Nell'anno di riferimento l'insieme delle aziende ha venduto oltre 119.010 t di latte. Tutte le aziende considerate sono di tipo intensivo, senza l'utilizzo del pascolo, con stabulazione libera e con mungitura in sala.

In mancanza di dati primari, sono stati utilizzati dati di letteratura per le quantità di letame e liquame prodotte e per calcolare le emissioni e la quantità di acqua per l'abbeverata.

Durante la produzione del latte crudo vaccino si produce anche carne bovina, da bovine scartate dalla produzione e da vitelli non avviati alla produzione, carne che è venduta all'esterno. La carne è stata perciò considerata un co-prodotto della filiera produttiva e perciò a essa sono stati associati flussi di input e output tramite procedure di allocazione. In particolare, per attribuire i consumi di materiali, energia, acqua e le emissioni in aria, acqua e suolo relativi alla produzione complessiva aziendale, si è effettuata un'allocazione in massa, secondo le Product Category Rules (PCR) Dairy products di Environdec (EPD International AB, 2021).

La composizione dei mangimi complementari acquistati (mangime per vacche in lattazione, mangime per vitelle, nucleo per vacche in lattazione) è stata costruita sulla base di una composizione media basata su giudizio esperto del Gruppo di Lavoro (GdL). Per modellare alcune tipologie specifiche di mangimi acquistati, in mancanza di dataset specifici in Ecoinvent, si sono utilizzati dei proxy, scelti sulla base delle caratteristiche e della tipologia dell'alimento stesso.

Le quantità di letame e liquame sono state calcolate sulla base dei valori medi di produzione annua per capi adulti con stabulazione libera con lettiera permanente riportati in Gazzetta Ufficiale, 3° serie speciale, anno 161°, numero 14, 04 aprile 2020. Si è inoltre considerato che tutto il letame e liquame prodotto dalle mandrie delle aziende selezionate sia usato nei campi delle aziende stesse per produrre foraggi che vengono totalmente usati per l'alimentazione delle stesse mandrie.

Il calcolo delle emissioni dirette in aria e acqua ( $N_2O$ ,  $NH_3$ ,  $NO$ ,  $NO_3$ ) derivanti dall'utilizzo dei fertilizzanti chimici e organici (letame e liquame) per la produzione degli alimenti zootecnici auto-prodotti è stato basato sui fattori di emissione contenuti nelle PCR Arable and vegetable crops di Environdec (EPD International AB, 2023), in base al tipo di fertilizzante utilizzato.

La produzione degli agrofarmaci è stata modellata in base a classificazioni che considerano la classe chimica di appartenenza dei principi attivi che li compongono. Per il calcolo delle emissioni dirette in aria, acqua e suolo derivanti dall'utilizzo degli agrofarmaci per la produzione degli alimenti zootecnici auto-prodotti si sono utilizzati i fattori di emissione contenuti nelle PCR Arable and vegetable crops di Environdec (EPD International AB, 2023), secondo cui il 90% del principio attivo di ogni agrofarmaco è emesso nel suolo, il 9% in aria e l'1% in acqua. I flussi elementari utilizzati per le emissioni dirette degli agrofarmaci sono stati identificati sulla base della composizione di ogni agrofarmaco e dei principi attivi in esso contenuti.

Il calcolo delle emissioni di metano enterico durante l'allevamento della mandria è stato basato sui fattori di emissione contenuti in IPCC Guidelines for National Greenhouse gas inventories Volume 4 (IPPC, 2019a), considerando il metodo Tier 1. Il calcolo del metano da gestione dei reflui zootecnici è stato basato sui fattori di emissione contenuti in IPCC Guidelines for National Greenhouse gas inventories Volume 10 (IPPC, 2019b), considerando un clima "Cool temperate moist" e che il 50% dei reflui siano gestiti come letame solido e il 50% come liquame.

Si è considerato che ogni animale della mandria beva 100 L/giorno di acqua, secondo i dati presenti in Baroni (2011). Si è inoltre ipotizzato che il 50% della quantità di acqua totale provenga da pozzo e che il restante 50% provenga da rete.

In mancanza di dati primari specifici e robusti sulla quantità di gasolio utilizzata per la produzione degli alimenti zootecnici auto-prodotti e per le operazioni di allevamento e mungitura, si è ipotizzato, sulla base di stime fornite da alcune aziende coinvolte nella raccolta dati, che il 50% del gasolio totale sia utilizzato per la produzione di alimenti zootecnici auto-prodotti e che il restante 50% sia utilizzato per le operazioni di allevamento e mungitura. Ai fini della modellazione del consumo elettrico da rete, si è fatto riferimento al mix italiano, considerando una fornitura in bassa tensione. Il consumo di GPL è stato modellato considerando solamente la produzione del combustibile, a causa della mancanza in Ecoinvent di dataset adeguati per la combustione dello stesso.

La distanza di trasporto di fertilizzanti, agrofarmaci e mangimi acquistati, è stata assunta pari a 100 km tra il punto vendita e l'azienda agrozootecnica.

### **Valutazione degli impatti e interpretazione dei risultati**

La Tabella 1 riporta i risultati di caratterizzazione per il ciclo di vita relativi alla produzione di 1 kg di latte crudo vaccino in Nord Italia suddivisi tra risultati totali, risultati relativi alla fase "Auto-produzione di alimenti zootecnici" e alla fase "Allevamento e mungitura".

L'analisi dei risultati derivanti dalla normalizzazione (Figura 2) mostra come le categorie di impatto più rilevanti per la produzione di 1 kg di latte crudo vaccino rappresentativo della produzione media del Nord Italia, evidenziate in rosso nella figura, siano Ecotossicità delle acque dolci (24% sul totale dei risultati di normalizzazione), Uso delle risorse fossili (17%), Eutrofizzazione marina (13%), Eutrofizzazione terrestre (10%), Particolato (8%), Cambiamento climatico (7%) e Acidificazione (5%). Dai risultati di Tabella 1 emerge inoltre come la fase "Auto-produzione di alimenti zootecnici" sia preponderante per tre delle categorie d'impatto più significative: essa contribuisce per il 63% del totale della categoria Eutrofizzazione marina, per il 69% di Eutrofizzazione terrestre e per il 68% di Particolato. La fase "Allevamento e mungitura" è invece preponderante per le categorie di impatto Ecotossicità delle acque dolci (94 % del totale), Uso delle risorse fossili (98%), Cambiamento climatico (91%) e Acidificazione (89%).

| <b>Categoria d'impatto</b>            | <b>Unità</b>           | <b>Totale</b> | <b>Auto-<br/>produzione di<br/>alimenti<br/>zootecnici</b> | <b>Allevamento<br/>e mungitura</b> |
|---------------------------------------|------------------------|---------------|--|------------------------------------|
| Cambiamento climatico                 | kg CO <sub>2</sub> eq  | 1,76E+00      | 1,63E-01   | 1,60E+00                           |
| Riduzione dello strato di ozono       | kg CFC11 eq            | 5,20E-07      | 7,75E-09   | 5,13E-07                           |
| Radiazione ionizzante                 | kBq U-235 eq           | 1,50E-01      | 2,73E-03   | 1,47E-01                           |
| Formazione di ozono fotochimico       | kg NMVOC eq            | 4,34E-03      | 4,15E-04   | 3,92E-03                           |
| Particolato                           | disease inc.           | 1,39E-07      | 9,43E-08   | 4,47E-08                           |
| Tossicità umana, non cancro           | CTUh                   | 1,20E-08      | 1,43E-09   | 1,06E-08                           |
| Tossicità umana, cancro               | CTUh                   | 5,53E-10      | 3,92E-11   | 5,14E-10                           |
| Acidificazione                        | mol H+ eq              | 8,11E-03      | 8,96E-04   | 7,21E-03                           |
| Eutrofizzazione delle acque dolci     | kg P eq                | 1,12E-04      | 7,03E-06   | 1,05E-04                           |
| Eutrofizzazione marina                | kg N eq                | 7,66E-03      | 4,81E-03   | 2,85E-03                           |
| Eutrofizzazione terrestre             | mol N eq               | 5,59E-02      | 3,84E-02   | 1,76E-02                           |
| Ecotossicità delle acque dolci        | CTUe                   | 3,14E+01      | 1,72E+00   | 2,97E+01                           |
| Uso del suolo                         | Pt                     | 3,12E+01      | 6,86E-01   | 3,05E+01                           |
| Uso dell'acqua                        | m <sup>3</sup> depriv. | 9,16E-01      | 1,21E-02   | 9,04E-01                           |
| Uso delle risorse fossili             | MJ                     | 3,30E+01      | 6,32E-01   | 3,23E+01                           |
| Uso delle risorse, minerali e metalli | kg Sb eq               | 3,58E-06      | 5,34E-07   | 3,05E-06                           |

*Tabella 1. Risultati di caratterizzazione relativi alla produzione di 1 kg di latte crudo vaccino in Nord Italia: impatto totale e impatti relativi alle fasi "Auto-produzione di alimenti zootecnici" e "Allevamento e mungitura"*

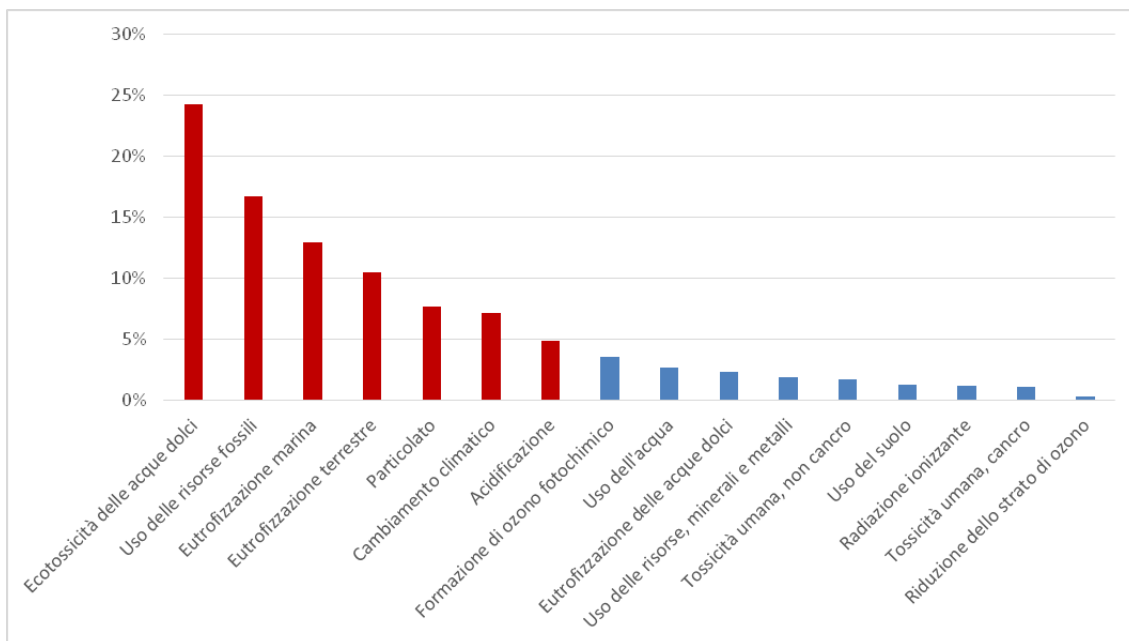


Figura 2. Categorie di impatto più rilevanti per la produzione di 1 kg di latte crudo vaccino – Normalizzazione

In Figura 3 sono mostrati i contributi percentuali dei diversi processi che costituiscono il ciclo di vita della produzione del latte crudo del Nord Italia, nelle categorie di impatto più rilevanti. Come si evince dall'analisi del grafico, i contributi maggiori provengono:

- per la categoria Ecotoxicità delle acque dolci dall'energia usata in stalla (51% del totale) e da alimenti e lettiera acquistati (43%);
- per la categoria Uso delle risorse fossili dall'energia usata in stalla (93% del totale);
- per la categoria Eutrofizzazione marina dalle emissioni dirette da auto-produzione di alimenti zootecnici (61% del totale) e da alimenti e lettiera acquistati (28%);
- per la categoria Eutrofizzazione terrestre dalle emissioni dirette da auto-produzione di alimenti zootecnici (66% del totale) e da alimenti e lettiera acquistati (17%);
- per la categoria Particolato dalle emissioni dirette da auto-produzione di alimenti zootecnici (67% del totale) e dall'energia usata in stalla (19%);
- per la categoria Cambiamento climatico dalle emissioni dirette da allevamento e mungitura (45% del totale), dall'energia usata in stalla (23%) e da alimenti e lettiera acquistati (22%);
- per la categoria Acidificazione dall'energia usata in stalla (59% del totale) e da alimenti e lettiera acquistati (30%).

Per le varie categorie, gli altri processi forniscono un contributo pari o inferiore al 14%.

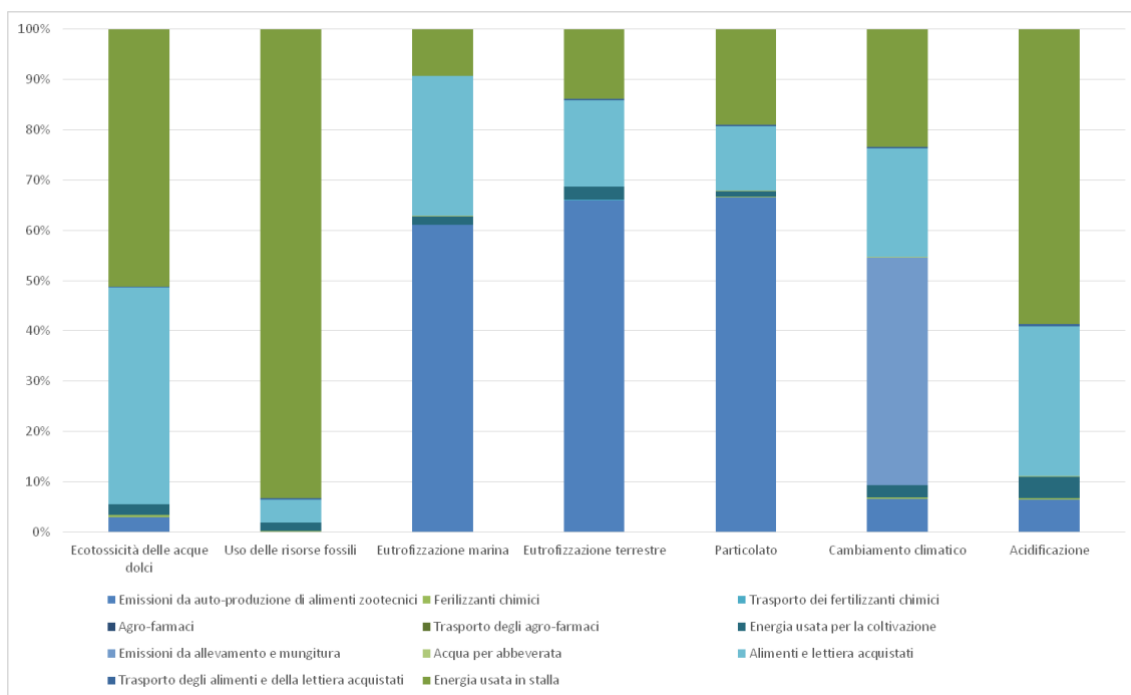


Figura 3. Contributi percentuali dei vari processi per la produzione di 1 kg di latte crudo vaccino alle categorie di impatto più rilevanti – Normalizzazione

## Conclusioni

Lo studio LCA è stato svolto sulla base di dati relativi alla filiera del latte crudo vaccino prodotto in Nord Italia, ricorrendo sia a dati primari disponibili a livello di filiera, raccolti presso aziende del settore e forniti dall'Università degli Studi di Milano, che a dati di letteratura e/o di settore rappresentativi della filiera del latte crudo del Nord Italia e delle tecnologie in essa impiegate.

Lo studio LCA è stato svolto adottando un approccio "cradle-to-gate", ovvero considerando tutti i processi fino al "cancello dell'azienda agrozootecnica", senza includere il trattamento e la lavorazione del latte crudo vaccino per la sua trasformazione in altri prodotti lattiero-caseari, la distribuzione del prodotto ai successivi trasformatori (per esempio caseifici, centrali del latte), e le successive fasi di uso e fine vita (per esempio l'eventuale bollitura presso il consumatore o il processo di smaltimento del latte non utilizzato o non conforme alle norme igieniche). Tale scelta dei confini del sistema, che vanno dalla fase agricola di produzione degli alimenti zootecnici fino all'allevamento degli animali e alla loro mungitura, è ritenuta rilevante per le attività delle aziende di trasformazione e lavorazione del latte crudo vaccino.

I risultati dello studio LCA mostrano come i processi preponderanti in tutte le categorie di impatto sono l'energia usata in stalla, la produzione degli alimenti zootecnici e della lettiera acquistati, le emissioni dirette da auto-produzione di alimenti zootecnici, le emissioni dirette durante l'allevamento, e la mungitura. La produzione e il trasporto dei fertilizzanti chimici, degli agrofarmaci, l'energia usata per la coltivazione delle colture, il consumo di acqua per l'abbeverata e il trasporto degli alimenti e della lettiera acquistati contribuiscono in modo meno rilevante alle categorie di impatto più significative.

In letteratura esistono molti studi LCA di prodotti analoghi al latte crudo vaccino analizzato in questo report. Il confronto tra i risultati del presente studio e quelli di letteratura non è immediato né semplice, in quanto dipende dai confini del sistema considerati, dal metodo di analisi degli impatti utilizzato e dalle scelte metodologiche, come per esempio il calcolo delle emissioni dirette dovute all'utilizzo di fertilizzanti e agrofarmaci e il calcolo delle emissioni da fermentazione enterica e da gestione dei reflui zootecnici. Tuttavia, dall'analisi degli studi LCA presenti in letteratura, si può affermare che i risultati ottenuti nel presente studio per la categoria Cambiamento climatico appartengono allo stesso ordine di grandezza di quelli di letteratura.

Dallo studio LCA di filiera relativo alla produzione del latte crudo vaccino del Nord Italia è stato sviluppato il relativo dataset, disponibile nella Banca Dati LCA del progetto Arcadia (<https://bancadatiitalianalca.enea.it/Node>). Il dataset potrà essere utilizzato come fonte di dati rappresentativi del contesto del Nord-Italia per sviluppare studi di LCA, identificare soluzioni di miglioramento dal punto di vista ambientale e più in generale per ottimizzare un uso efficiente delle risorse nella filiera lattiero-casearia.

## **Bibliografia**

- Baroni F., 2011. Qualità e gestione in stalla dell'acqua di abbeverata. 46/2011 Supplemento a L'Informatore Agrario, 46/2011. Disponibile su: <https://www.aral.lom.it/wp-content/uploads/2020/04/BaroniNovDic2011.pdf>.
- EPD International AB, 2023. Product Category Rules (PCR) Arable and vegetable Crops. PCR 2020:07, version 1.0.1, date 2023-03-16. Valid until: 2024-12-07.
- EPD International AB, 2021. Product Category Rules (PCR) Dairy products. PCR 2021:08, version 1.0, date 2021-10-15. Valid until: 2025-10-15.
- Fantin V., Cortesi S., Frisone F., Rinaldi C., Sandrucci A., Tamburini A., Bava L., Zucali M., Gislon G., 2023. Studio di filiera del latte crudo vaccino del Nord Italia. Report interno progetto Arcadia. Ottobre 2023.
- Gerber P.J., Steinfeld H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., Falcucci A., Tempio G., 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Havlík P., Valin H., Herrero M., Obersteiner M., Schmid E., Rufino M.C., Mosnier A., Thornton P.K., Böttcher H., Conant R.T., Frank S., Fritz S., Fuss S., Kraxner F., Notenbaert A., 2014. Climate change mitigation through livestock system transitions. Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A. 2014 Mar 11; 111(10):3709-14. doi: 10.1073/pnas.1308044111.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2019a. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC, 2019b. Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use.
- Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), 2023. I.Stat – La banca dati dell'Istituto Nazionale di Statistica. Disponibile su: <http://dati.istat.it/>.
- Istituto di servizi per il mercato agricolo alimentare (ISMEA), 2022. Dati dell'Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare (ISMEA) – Lattiero Caseari – ottobre 2022. Disponibile su: [https://www.ismeamercati.it/flex/files/1/5/0/D.e3e7b0123873e4cf895a/Scheda\\_LATTE\\_2022.pdf](https://www.ismeamercati.it/flex/files/1/5/0/D.e3e7b0123873e4cf895a/Scheda_LATTE_2022.pdf).
- Regione Lombardia, 2020. Il Settore Lattiero-Caseario In Lombardia. Disponibile su: [https://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/4461cf94-934f-40b8-958e-e523beb94aba/Scheda+Latte\\_finale.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-4461cf94-934f-40b8-958e-e523beb94aba-n9lwold](https://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/4461cf94-934f-40b8-958e-e523beb94aba/Scheda+Latte_finale.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-4461cf94-934f-40b8-958e-e523beb94aba-n9lwold).
- UNI EN ISO, 2021a. UNI EN ISO 14040 – Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO, 2021b. UNI EN ISO 14044 – Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
- Wernet G., Bauer C., Steubing B. Reinhard B., Moreno-Ruiz J., Weidema E., 2016. The Ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21, 1218–1230.
- Zampori L., Pant R., 2019. Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method (EUR 29682 EN). Publications Office of the European Union. Luxembourg. ISBN 978-92-76-00654-1, doi: 10.2760/424613.



## **Studio LCA di filiera dell'industria del pomodoro confezionato in Italia**



**Autori:**

Roberto Cariani<sup>1</sup>, Simona Canzanelli<sup>1</sup>, Elisa D'Amico<sup>1</sup>, Chiara Fregonese<sup>1</sup>, Sara Cortesi<sup>2</sup>

*Revisione critica esterna:* Ecoinnovazione S.r.l.

<sup>1</sup> Ambiente Italia S.r.l.

<sup>2</sup> ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali

## **Introduzione**

La filiera italiana della produzione di pomodoro da industria è composta da operatori fortemente integrati, sia verticalmente che nella loro organizzazione territoriale. I derivati del pomodoro sono prodotti ottenuti a partire da pomodori freschi, sani e maturi conformi alle caratteristiche definite per legge, sottoposti a una adeguata stabilizzazione e confezionati in idonei contenitori. Si classificano in varie tipologie, le più note sono le conserve, la passata e il concentrato di pomodoro. Le produzioni industriali comprendono anche i pelati, i succhi, i concentrati e i sughi di pomodoro. Le attività produttive coinvolte nella filiera sono la produzione dei semi e delle piantine, la coltivazione agricola e la trasformazione industriale. Assumono inoltre particolare importanza la produzione degli imballaggi per la fase di confezionamento e la logistica.

L'Italia è il secondo produttore mondiale di pomodoro fresco destinato a conserve. Secondo il WPTC (World Processed Tomato Council), nel 2021 il primo paese trasformatore risulta la California, che vanta un quarto della produzione mondiale, seguita poi dall'Italia con il 16%, la Cina con il 12% e la Spagna con l'8%. Nel 2021 la filiera italiana ha trasformato oltre sei milioni di tonnellate di pomodoro, pari al 52% della produzione europea. Il fatturato industriale di questa filiera ammonta a circa 3,7 miliardi di euro, di cui 1,9 provengono esclusivamente dalle esportazioni. Le tipologie di pomodoro più acquistate nella fase di dettaglio sono le passate e le polpe che concentrano il 75% della vendita complessiva. A seguire tra i prodotti più venduti si piazzano i sughi pronti (11%) e i pomodori pelati (10%). Le conserve di pomodoro sono tra i prodotti ortofrutticoli con il miglior export commerciale. Grazie al commercio di questi prodotti nella campagna da settembre 2020 ad agosto 2021 il saldo dell'Italia ha superato 1,7 miliardi di euro, grazie all'esportazione di oltre 4 milioni di tonnellate in peso equivalente di pomodoro fresco. I prodotti maggiormente esportati sono i pomodori pelati e le passate, che rappresentano insieme tre quarti delle esportazioni, seguiti poi dai concentrati di pomodoro. Tra i principali mercati di sbocco, l'Unione Europea attrae il 50% delle esportazioni, ma nel complesso sono circa 180 i paesi che acquistano questi prodotti dall'Italia (ISMEA, 2022).

Il presente capitolo descrive lo "Studio LCA di filiera dell'industria del pomodoro confezionato in Italia", sviluppato in accordo con la metodologia del progetto Arcadia per gli studi di filiera e in collaborazione con associazioni, esperti e imprese del settore della produzione e trasformazione del pomodoro. Lo studio LCA di filiera è stato sviluppato in accordo alle norme ISO 14040 e 14044 (UNI EN ISO, 2021a; UNI EN ISO, 2021b) e ha permesso di sviluppare un dataset in formato ILCD (Cortesi et al., 2023) nella Banca Dati Italia LCA (<https://www.arcadia.enea.it/la-banca-dati.html>).

## **Gruppo di Lavoro di Filiera**

Il Gruppo di lavoro (GdL) per lo studio LCA di filiera è composto da:

- ENEA (S. Cortesi e C. Rinaldi), che ha coordinato l'attività, garantendone la conformità con la metodologia di Arcadia, e gestito la pubblicazione dei dataset nella Banca Dati Italiana LCA di Arcadia;

- AMBIENTE ITALIA (R. Cariani, S. Canzanelli, C. Fregonese ed E. D'Amico) che ha effettuato lo studio LCA di filiera e messo a punto i dataset;
- l'OI Pomodoro da Industria del Nord Italia, che ha collaborato all'impostazione del progetto e alla raccolta dati presso gli operatori del settore associati (in particolare le organizzazioni dei produttori Apo Conerpo, ASIPO, OP FERRARA, AINPO);
- ANICAV – Associazione Nazionale Industriali Conserve Alimentari Vegetali, che ha collaborato all'impostazione del progetto e alla raccolta dati presso alcune imprese e organizzazioni di produttori dell'area Centro-Sud Italia;
- le imprese di trasformazione Mutti Spa, Casalasco Società Agricola Spa, Solana Spa, che hanno anch'esse collaborato all'impostazione del progetto e alla raccolta dati presso i propri stabilimenti;
- Ecoinnovazione, che ha realizzato la revisione critica dello studio LCA di filiera e validato i dataset.

All'incontro di impostazione del lavoro hanno partecipato anche i rappresentanti degli Assessorati Agricoltura delle Regioni Emilia-Romagna e Campania, dove sono localizzate una parte rilevante delle imprese che effettuano la coltivazione e trasformazione del pomodoro.

### **Obiettivi e campo di applicazione dello studio**

Gli obiettivi dello studio LCA di filiera qui presentato sono:

- la realizzazione dei dataset connessi alle attività svolte dalla filiera di coltivazione, produzione e trasformazione del pomodoro da industria, per l'inserimento nella Banca Dati Italiana LCA di Arcadia, con l'obiettivo di consentire ad altri utenti (pubblica amministrazione, imprese, associazioni di categoria, progettisti, ONG e università / ricerca) di utilizzarlo in ambito di studi LCA e di valutazioni di sostenibilità; tali dataset sono accompagnati dal relativo report tecnico dello studio LCA di filiera, disponibile sul sito di Arcadia (<https://www.arcadia.enea.it/settori-di-intervento/agroalimentare/pomodoro-confezionato.html>);
- sensibilizzare e formare associazioni e imprese del settore: in linea con le finalità del progetto, contestualmente allo studio LCA, sono stati realizzati incontri e approfondimenti con le associazioni del settore e le imprese, con lo scopo di promuovere l'utilizzo delle valutazioni ambientali di prodotto per il miglioramento dei processi e l'eventuale utilizzo di standard di certificazione di prodotto.

Per la valutazione LCA sono stati scelti prodotti rappresentativi della filiera italiana, in funzione delle varietà di pomodoro coltivato (ciclo precoce, medio e tardivo) nelle regioni del Nord e Centro-Sud e dei processi di trasformazione effettuati da imprese di medio-grande dimensione nell'area del Nord e prevalentemente di medio-piccola dimensione nel Centro-Sud. È stato possibile coinvolgere un campione rappresentativo delle imprese e produzioni nelle due aree produttive italiane, che copre circa 1.300.000 tonnellate di pomodoro trasformato nel Nord e

230.000 tonnellate nel Centro-Sud (dati provenienti dalle aziende, riferiti al 2021), pari al 31% della produzione italiana.

I prodotti rappresentativi sono i seguenti:

- polpa di pomodoro;
- passata di pomodoro;
- concentrato di pomodoro;
- pelati;
- cubetti di pomodoro;
- derivato salsa per pizza.

L'unità funzionale dello studio si riferisce a 1 kg di prodotto (polpa, passata, concentrato, pelati, cubetti o salsa per pizza) comprensivo del suo imballaggio.

Il sistema studiato è relativo alla produzione di pomodoro da industria e i confini selezionati per lo studio sono definiti "dalla culla alla tomba". In sintesi, l'analisi riguarda tutti i flussi di materiali, energia e trasporti relativi alla produzione di pomodori e dei derivati trasformati lungo la filiera (Figura 4).

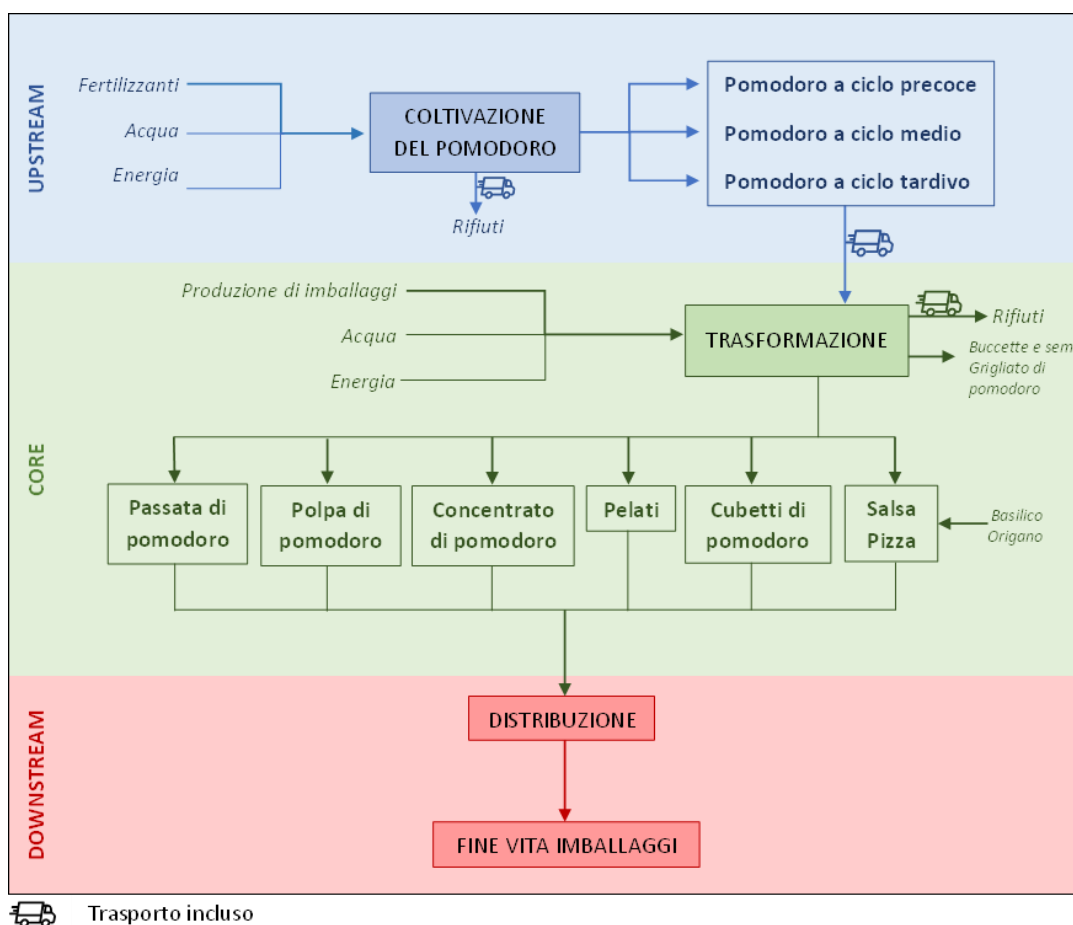


Figura 4. Confini del sistema ciclo di vita del pomodoro da industria

Per la fase di valutazione degli impatti è stato applicato il metodo di valutazione EF 3.0 (Zampori e Pant, 2019). Per i dati di background si è utilizzata la banca dati Ecoinvent 3.7.1 (Wernet et al., 2020).

È esclusa dai confini del sistema la produzione di macchinari e infrastrutture (e i relativi rifiuti di manutenzione), con l'eccezione di quelli già contenuti nei dataset di Ecoinvent 3.7.1 utilizzati per modellare i dati di background.

### **Analisi di Inventario**

Per consentire la raccolta dei dati primari presso le aziende coinvolte nel GdL, a seguito di un'attenta analisi della filiera condotta al fianco dei partecipanti alla raccolta stessa, sono state messe a punto delle specifiche schede in grado di semplificare e sistematizzare i processi per consentire la raccolta dati. Le schede di raccolta, predisposte su fogli di calcolo Microsoft Excel, sono state condivise con il GdL e contestualmente è stata avviata una formazione ai tecnici/referenti riguardante le modalità operative di raccolta dati all'interno della filiera. Ulteriori informazioni e dati primari sono pervenuti attraverso riunioni telefoniche o via web dedicate e attraverso richieste specifiche. Tale procedura ha permesso di effettuare una raccolta dati molto dettagliata relativa alla filiera del pomodoro industriale, permettendo di quantificare tutti i flussi in input e output relativi al processo produttivo. La raccolta di dati secondari, ovvero dati di letteratura e/o settore, è stata invece svolta sulla base di revisione dei report di settore e degli studi pubblicati in letteratura.

Le principali assunzioni effettuate nel corso dello studio sono le seguenti:

- per la fase di coltivazione, le emissioni derivanti dalle sostanze fitosanitarie e concimanti applicate (ammoniaca, emissioni dirette di fosforo nell'acqua), sia al Nord che al Centro-Sud, sono state calcolate in accordo con la Product Category Rules (PCR) Prepared and preserved vegetable and fruit products, including juice (EPD International, 2019);
- per le emissioni derivanti dall'applicazione di pesticidi contro crittogame e malerbe e fitoregolatori, sono state seguite le linee guida riportate nella "Guide for EF compliant datasets" (Fazio et al., 2020);
- per il trasporto dei rifiuti prodotti nella fase di coltivazione, sono stati utilizzati i processi disponibili in Ecoinvent 3.8, modellizzati su una distanza cautelativa di 50 km;
- per i trasporti del pomodoro all'azienda di trasformazione e quelli dall'azienda al consumatore finale, le emissioni dei camion sono state modellizzate a partire dai dati ISPRA relativi all'anno 2020 (ISPRA, 2020-2021); si è trattato di un lavoro originale, che ha sviluppato nuovi dataset a partire dai dati condivisi nella banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia;
- per il trasporto del pomodoro fresco è stata calcolata una distanza media, misurando le distanze tra le singole associazioni di produttori e le aziende trasformatrici;
- tutti i dati forniti dalle aziende di trasformazione (energia, acqua, ausiliari, ecc.) che non erano già stati ripartiti dalle aziende stesse sulla base di sistemi di misurazione puntuale,

sono stati allocati in accordo con la PCR Prepared and preserved vegetable and fruit products, including juice, sulla base della quantità di prodotto realizzata (allocazione di massa);

- nella raccolta dati e modellizzazione dei processi, si è tenuto conto che la fase di trasformazione del pomodoro comporti una grande perdita di acqua derivante dall'evaporazione, soprattutto per la produzione del concentrato al Nord e dei pelati al Centro-Sud;
- per quanto riguarda gli imballaggi, sono stati raccolti il numero di pezzi, il peso e le schede tecniche degli imballaggi; anche in questo caso sono stati predisposti dei dataset originali, a partire dalle informazioni fornite dalle imprese;
- la fase d'uso, in accordo con le indicazioni del GdL, è stata esclusa dall'analisi;
- per il trasporto dei prodotti finiti dalle aziende di trasformazione al consumatore finale, le emissioni dei camion sono state modellizzate a partire dai dati ISPRA relativi all'anno 2020 (ISPRA, 2020-2021); le aziende hanno fornito informazioni sulle destinazioni del prodotto finale, da cui è stato possibile calcolare il totale dei km percorsi via terra e via mare, ipotizzando la distanza dall'azienda di trasformazione alla destinazione finale; i km percorsi sono stati calcolati attraverso una media pesata sulla base delle quantità di prodotto inviato a uno stesso punto di destinazione finale;
- considerando che i prodotti oggetto di studio sono commercializzati in tutto il mondo, lo scenario di fine vita degli imballaggi è stato modellizzato utilizzando i dati statistici ufficiali secondo le modalità di recupero, incenerimento e smaltimento in discarica dei singoli materiali costituenti l'imballaggio (Eurostat, 2020).

### **Valutazione degli impatti e interpretazione dei risultati**

Come si può evincere dalla complessità e dall'ampiezza dello studio, la valutazione degli impatti per ogni categoria di prodotto ha generato una quantità importante di risultati. Nella presente relazione si riportano quindi i risultati di caratterizzazione (Tabella 2 e Tabella 3) e normalizzazione (da Figura 5 a Figura 10) relativi ai soli prodotti finiti, mentre nel report completo sono disponibili anche quelli di dettaglio relativi alla fase agricola, ai trasporti e agli imballaggi.

Considerando i risultati di normalizzazione, per tutti i prodotti Ecotossicità delle acque dolci è la categoria più rilevante e contribuisce all'impatto totale per un valore compreso fra il 45%, per i pelati del Centro-Sud Italia, e il 58%, per il concentrato del Nord Italia e per i cubetti.

Per tutti i prodotti tranne i cubetti, la seconda categoria per importanza è Tossicità umana, cancro, che contribuisce per un valore compreso fra l'8%, per la polpa e il concentrato del Nord-Italia, e il 15%, per i pelati del Centro-Sud Italia. Per i cubetti di pomodoro, Tossicità umana, cancro è meno significativa (3% dell'impatto totale del prodotto) mentre la seconda categoria più importante è Uso delle risorse, minerali e metalli che contribuisce per il 6%.

La terza categoria più significativa è Uso delle risorse fossili per cubetti (5% dell'impatto totale) e passata (7% sia per il Nord che per il Centro-Sud) mentre è Uso delle risorse, minerali e metalli

per polpa (7% per il Nord e 6% per il Centro-Sud), concentrato (8% per il Nord e 7% per il Centro-Sud), pelati (8% sia per il Nord che per il Centro-Sud) e salsa per pizza (7%).

Per tutti i prodotti, le fasi che contribuiscono maggiormente alla categoria più significativa, ovvero Ecotossicità delle acque dolci (Figura 11 e Figura 12), sono la coltivazione del pomodoro, in particolare a causa dei prodotti concimanti e fitosanitari utilizzati, e il fine vita dell'imballaggio, ovvero la sua gestione dopo il consumo del prodotto. La coltivazione contribuisce dal 60% all'89% del totale della categoria per i prodotti del Nord Italia e dal 30% al 51% per quelli del Centro-Sud. Il fine vita dell'imballaggio contribuisce dal 5% al 27% per i prodotti del Nord Italia e dal 34% al 45% per quelli del Centro-Sud. Per tutti i prodotti, queste due fasi insieme contribuiscono a più del 70% di Ecotossicità delle acque dolci.

| <b>Categoria d'impatto</b>            | <b>Unità</b> | <b>Passata</b> | <b>Polpa</b> | <b>Concentrato</b> | <b>Pelati</b> | <b>Cubetti</b> | <b>Salsa per pizza</b> |
|---------------------------------------|--------------|----------------|--------------|--------------------|---------------|----------------|------------------------|
| Cambiamento climatico                 | kg CO2 eq    | 1,07E+00       | 9,79E-01     | 2,74E+00           | 1,15E+00      | 6,97E-01       | 9,17E-01               |
| Riduzione dello strato di ozono       | kg CFC11 eq  | 1,20E-07       | 1,19E-07     | 3,08E-07           | 1,29E-07      | 9,87E-08       | 1,10E-07               |
| Radiazione ionizzante                 | kBq U-235 eq | 7,84E-02       | 7,64E-02     | 1,96E-01           | 8,77E-02      | 5,40E-02       | 6,62E-02               |
| Formazione di ozono fotochimico       | kg NMVOC eq  | 5,05E-03       | 5,23E-03     | 1,05E-02           | 5,77E-03      | 4,14E-03       | 4,76E-03               |
| Particolato                           | disease inc. | 8,83E-08       | 7,85E-08     | 2,20E-07           | 9,10E-08      | 5,60E-08       | 6,69E-08               |
| Tossicità umana, non cancro           | CTUh         | 2,18E-08       | 1,97E-08     | 5,72E-08           | 2,43E-08      | 1,35E-08       | 1,74E-08               |
| Tossicità umana, cancro               | CTUh         | 7,83E-09       | 6,71E-09     | 1,95E-08           | 1,03E-08      | 1,94E-09       | 6,16E-09               |
| Acidificazione                        | mol H+ eq    | 8,49E-03       | 8,16E-03     | 1,86E-02           | 9,43E-03      | 6,72E-03       | 7,83E-03               |
| Eutrofizzazione delle acque dolci     | kg P eq      | 3,19E-04       | 2,89E-04     | 8,40E-04           | 3,57E-04      | 2,03E-04       | 2,59E-04               |
| Eutrofizzazione marina                | kg N eq      | 1,73E-03       | 1,75E-03     | 3,67E-03           | 1,97E-03      | 1,48E-03       | 1,69E-03               |
| Eutrofizzazione terrestre             | mol N eq     | 2,49E-02       | 2,48E-02     | 6,01E-02           | 2,83E-02      | 2,24E-02       | 2,40E-02               |
| Ecotossicità delle acque dolci        | CTUe         | 1,13E+02       | 1,08E+02     | 3,34E+02           | 1,31E+02      | 8,14E+01       | 9,73E+01               |
| Uso del suolo                         | Pt           | 3,36E+01       | 6,02E+01     | 4,60E+01           | 3,74E+01      | 3,05E+01       | 1,95E+01               |
| Uso dell'acqua                        | m3 depriv.   | 1,05E+00       | 1,06E+00     | 3,09E+00           | 1,22E+00      | 1,02E+00       | 9,69E-01               |
| Uso delle risorse fossili             | MJ           | 1,47E+01       | 1,40E+01     | 3,81E+01           | 1,59E+01      | 1,05E+01       | 1,29E+01               |
| Uso delle risorse, minerali e metalli | kg Sb eq     | 2,36E-05       | 2,06E-05     | 6,64E-05           | 2,88E-05      | 1,25E-05       | 1,98E-05               |

Tabella 2. Risultati di caratterizzazione relativi a 1 kg di prodotto – Nord Italia

| <b>Categoria d'impatto</b>            | <b>Unità</b> | <b>Passata</b> | <b>Polpa</b> | <b>Concentrato</b> | <b>Pelati</b> |
|---------------------------------------|--------------|----------------|--------------|--------------------|---------------|
| Cambiamento climatico                 | kg CO2 eq    | 1,34E+00       | 1,08E+00     | 2,72E+00           | 1,04E+00      |
| Riduzione dello strato di ozono       | kg CFC11 eq  | 1,33E-07       | 1,22E-07     | 2,26E-07           | 9,67E-08      |
| Radiazione ionizzante                 | kBq U-235 eq | 1,05E-01       | 8,74E-02     | 2,27E-01           | 8,16E-02      |
| Formazione di ozono fotochimico       | kg NMVOC eq  | 6,91E-03       | 6,11E-03     | 1,17E-02           | 5,72E-03      |
| Particolato                           | disease inc. | 1,05E-07       | 8,10E-08     | 1,88E-07           | 7,33E-08      |
| Tossicità umana, non cancro           | CTUh         | 2,37E-08       | 1,82E-08     | 4,46E-08           | 1,85E-08      |
| Tossicità umana, cancro               | CTUh         | 1,05E-08       | 7,52E-09     | 1,99E-08           | 1,04E-08      |
| Acidificazione                        | mol H+ eq    | 1,05E-02       | 8,79E-03     | 1,74E-02           | 8,32E-03      |
| Eutrofizzazione delle acque dolci     | kg P eq      | 3,74E-04       | 2,86E-04     | 8,00E-04           | 2,97E-04      |
| Eutrofizzazione marina                | kg N eq      | 2,24E-03       | 1,95E-03     | 3,62E-03           | 1,84E-03      |
| Eutrofizzazione terrestre             | mol N eq     | 2,91E-02       | 2,50E-02     | 5,05E-02           | 2,29E-02      |
| Ecotossicità delle acque dolci        | CTUe         | 1,01E+02       | 8,58E+01     | 2,07E+02           | 8,08E+01      |
| Uso del suolo                         | Pt           | 3,49E+01       | 6,01E+01     | 2,04E+01           | 2,88E+01      |
| Uso dell'acqua                        | m3 depriv.   | 6,76E-01       | 5,96E-01     | 1,46E+00           | 5,84E-01      |
| Uso delle risorse Fossili             | MJ           | 2,06E+01       | 1,72E+01     | 4,73E+01           | 1,61E+01      |
| Uso delle risorse, minerali e metalli | kg Sb eq     | 2,22E-05       | 1,58E-05     | 4,55E-05           | 2,06E-05      |

*Tabella 3. Risultati di caratterizzazione relativi a 1 kg di prodotto – Centro-Sud Italia*

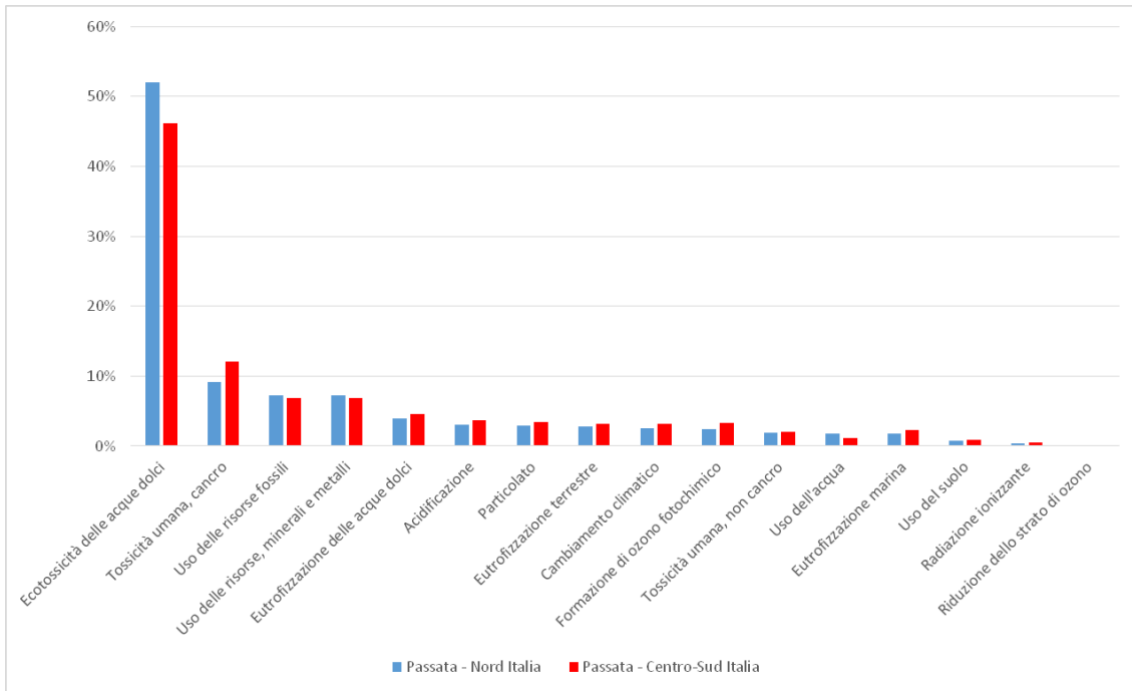


Figura 5. Contributo percentuale delle categorie all'impatto totale (100%) della passata di pomodoro – Normalizzazione

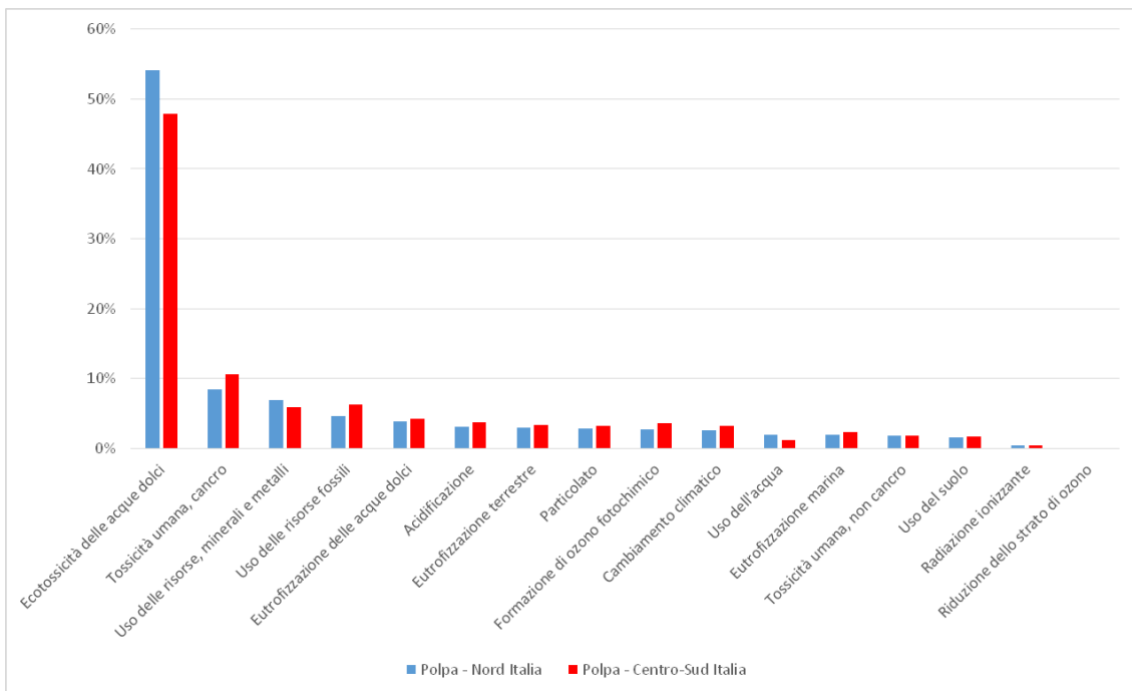


Figura 6. Contributo percentuale delle categorie all'impatto totale (100%) della polpa di pomodoro - Normalizzazione

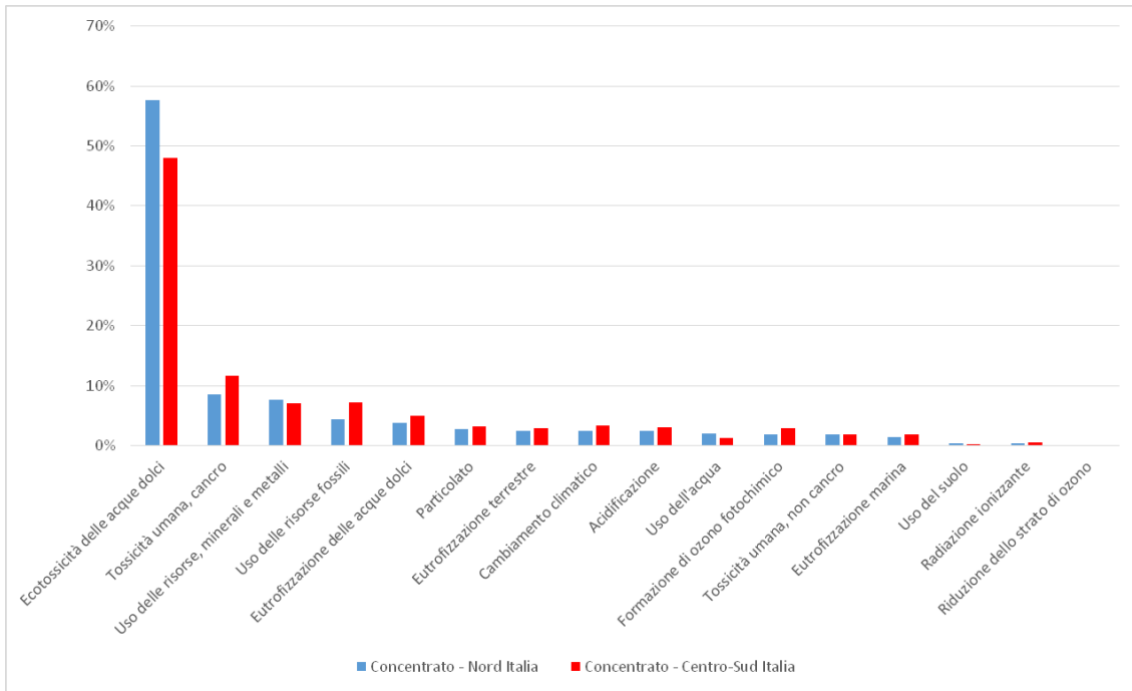


Figura 7. Contributo percentuale delle categorie all'impatto totale (100%) del concentrato di pomodoro - Normalizzazione

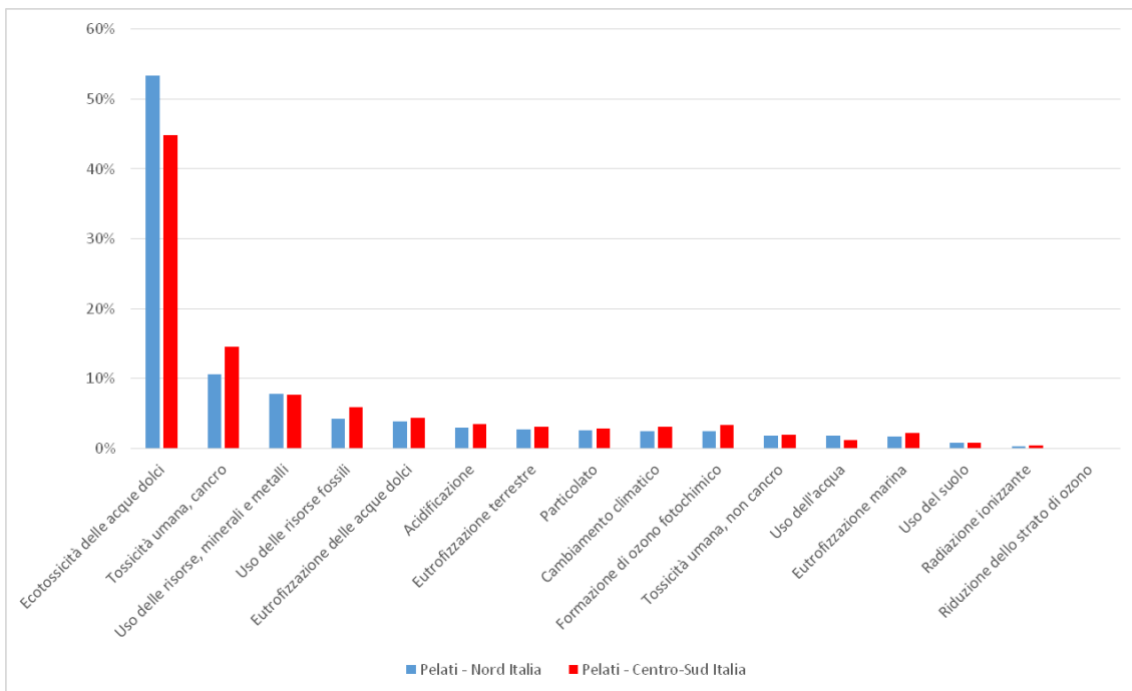


Figura 8. Contributo percentuale delle categorie all'impatto totale (100%) dei pelati - Normalizzazione

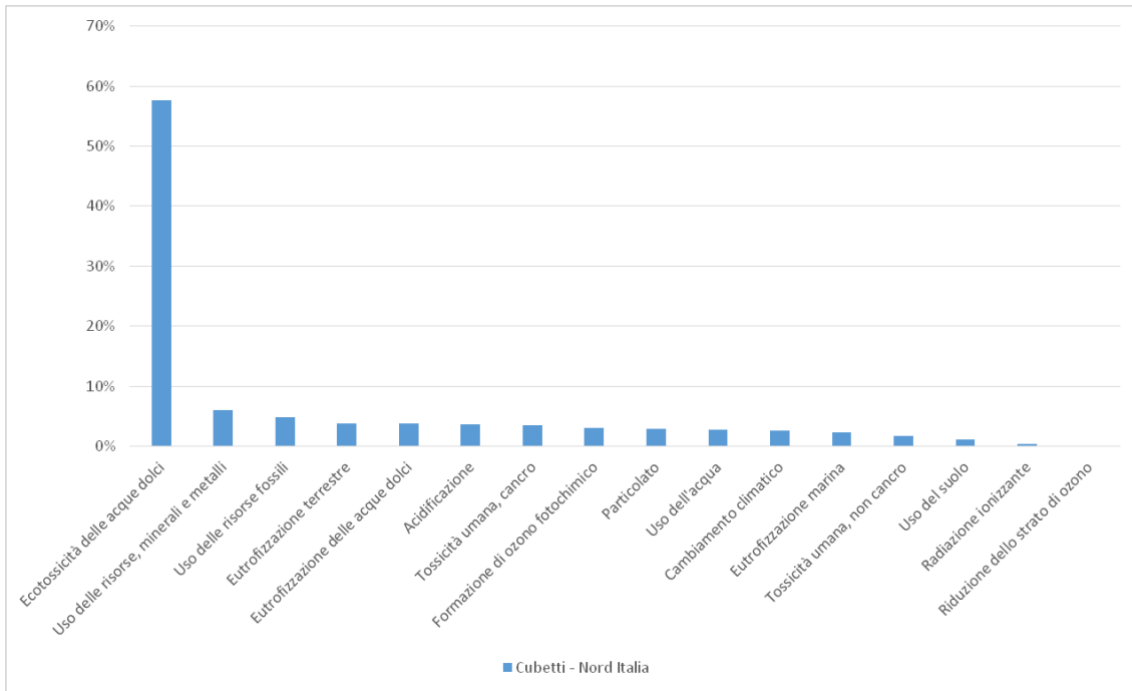


Figura 9. Contributo percentuale delle categorie all'impatto totale (100%) dei cubetti di pomodoro – Normalizzazione

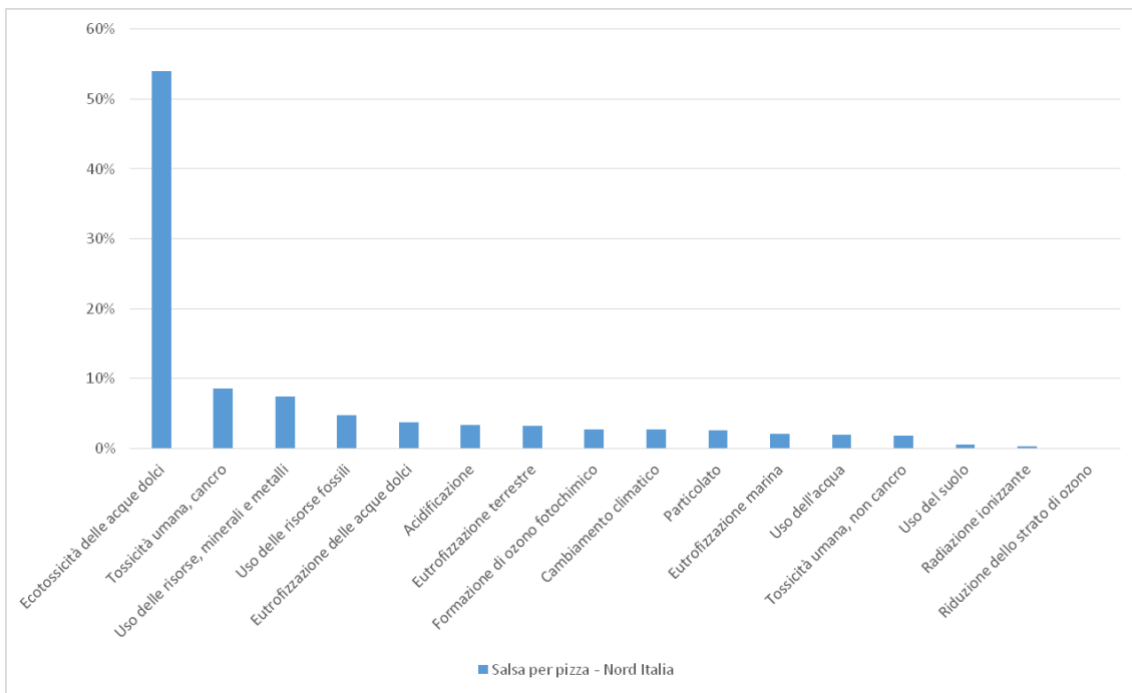


Figura 10. Contributo percentuale delle categorie all'impatto totale (100%) della salsa per pizza – Normalizzazione

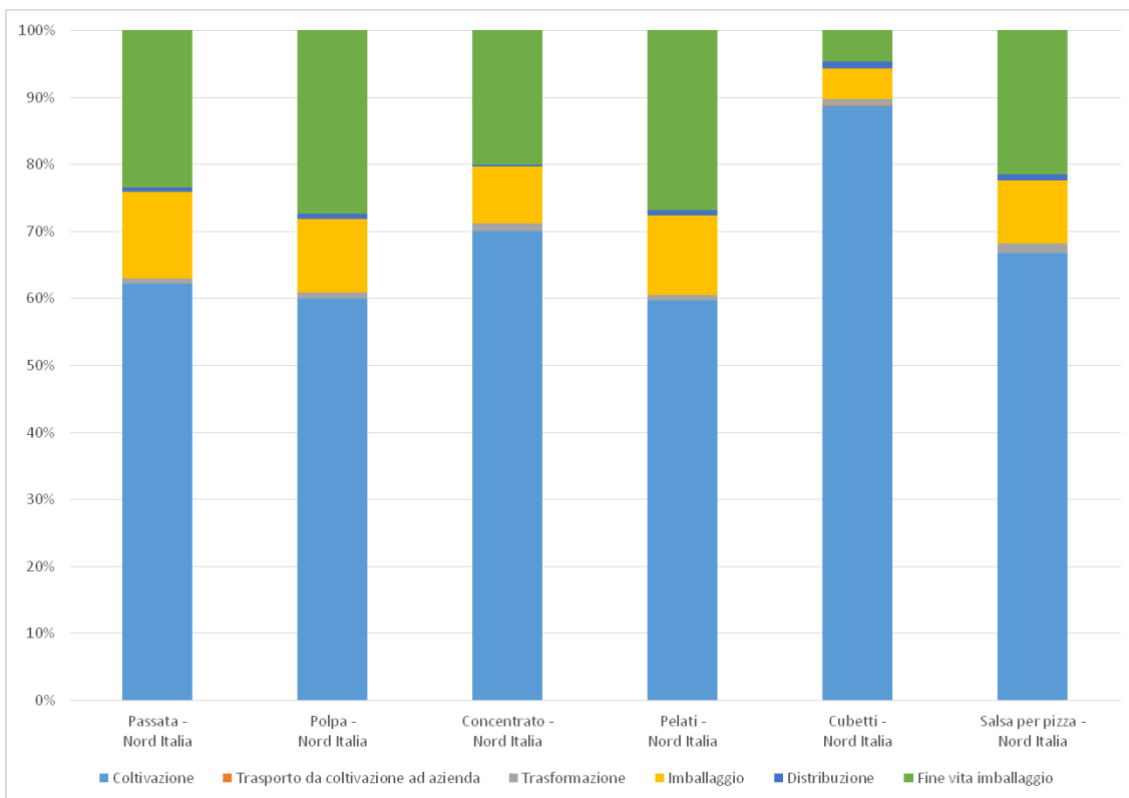


Figura 11. Contributi percentuali delle fasi del ciclo di vita di 1 kg di prodotto (Nord Italia) alle categoria Ecotossicità delle acque dolci – Normalizzazione

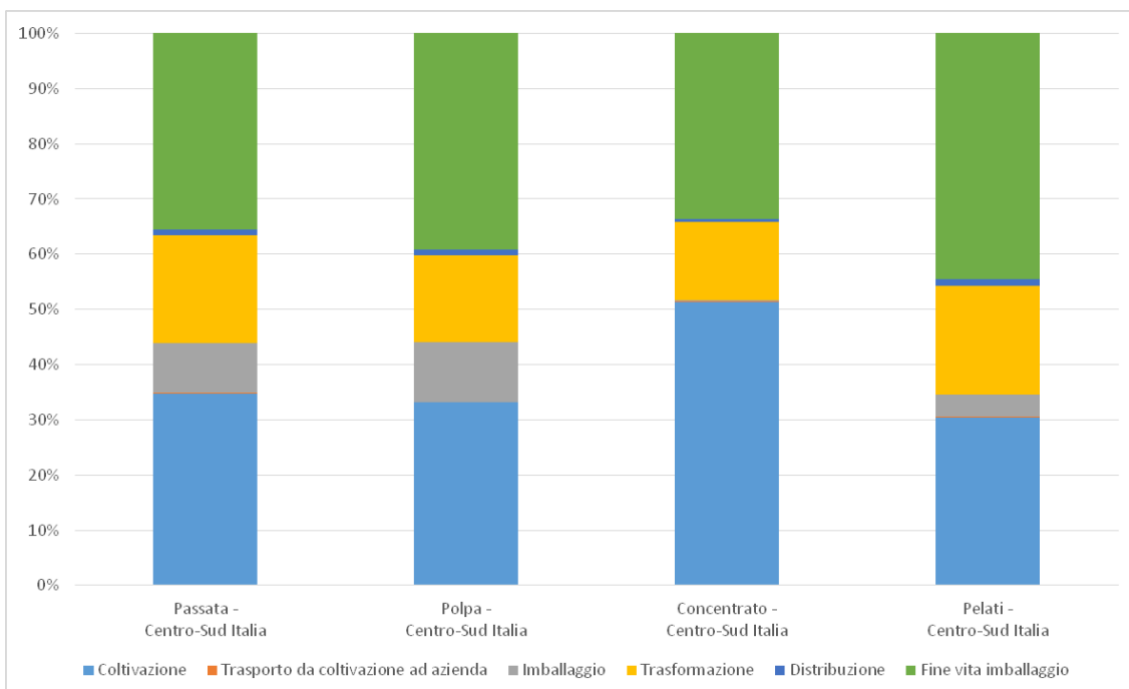


Figura 12. Contributi percentuali delle fasi del ciclo di vita di 1 kg di prodotto (Centro-Sud Italia) alle categoria Ecotossicità delle acque dolci – Normalizzazione

## Conclusioni

Nel presente capitolo, a seguito della descrizione della filiera del pomodoro industriale, delle sue caratteristiche peculiari e dei prodotti rappresentativi, sono stati presentati i risultati delle principali tipologie d'impatto che la contraddistinguono attraverso uno specifico studio LCA applicato alla filiera stessa. Lo studio è stato condotto sulla base di dati relativi alla filiera italiana del pomodoro, ricorrendo a dati primari raccolti direttamente dalle aziende facenti parte del gruppo di lavoro. All'interno del GdL si sono selezionate aziende il cui processo produttivo e le tecnologie sono considerate rappresentative di una situazione media italiana relativa alla produzione del pomodoro e dei principali prodotti rappresentativi. Lo studio di filiera è stato svolto adottando un approccio "cradle to grave", ovvero un approccio "dalla culla alla tomba", escludendo la fase d'uso del prodotto.

I risultati dello studio LCA, ottenuti tramite il metodo di valutazione degli impatti EF 3.0, che costituisce il metodo di valutazione dell'iniziativa della Commissione Europea sull'impronta ambientale e consente di ottenere un profilo d'impatto completo a livello di prodotto, indicano che:

- le categorie di impatto più rilevanti sono l'ecotossicità per le acque dolci, l'utilizzo di risorse fossili e minerali-metalli, la tossicità umana (cancerogena) e l'eutrofizzazione delle acque dolci;
- rientrano tra gli indicatori rilevanti anche la formazione di ozono fotochimico, il cambiamento climatico e l'acidificazione;
- la rilevanza di tali categorie è da attribuirsi in parte alla fase di coltivazione e in parte alla fase di trasformazione, in particolar modo correlata alla produzione degli imballaggi;
- la fase di coltivazione del pomodoro richiede l'impiego di prodotti fitosanitari e concimanti per garantire lo sviluppo della pianta e del frutto e che contribuiscono alla categoria d'impatto dell'eco-tossicità, oltre che il consumo di gasolio impiegato nei mezzi utilizzati per le principali attività di gestione della coltivazione, come la raccolta del pomodoro;
- gli imballaggi hanno un ruolo chiave negli impatti attribuibili alla fase di trasformazione del pomodoro, in particolar modo legato all'ampio utilizzo della banda stagnata come materiale di imballaggio dei prodotti.

Dallo studio di filiera sono stati sviluppati i relativi dataset, disponibili nella Banca Dati Italiana LCA del progetto Arcadia (<https://bancadatiitalianalca.enea.it/Node>).

I dataset potranno essere utilizzati come fonte di dati rappresentativi del contesto italiano per sviluppare studi di LCA, sia a supporto dei miglioramenti nelle fasi di coltivazione, produzione, logistica e gestione degli imballaggi, sia per permettere alle imprese del settore di accedere agli schemi di certificazione di prodotto. Tra questi assume particolare importanza il fatto che lo studio di filiera ha permesso di identificare gli impatti maggiormente rilevanti e i valori medi di prestazione di settore, che permetterebbero al comparto di ottenere il marchio Made Green in Italy, promosso dal Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica (<https://www.mase.gov.it/pagina/lo-schema-nazionale-made-green-italy>), anche a garanzia della qualità ambientale delle produzioni alimentari italiane.

## Bibliografia

- Cortesi S., Cariani R., D'Amico E., Canzanelli S., Fregonese C., 2023. Studio LCA della filiera dell'industria del pomodoro confezionato in Italia. Report Interno progetto ARCADIA. Marzo 2023.
- EPD International AB, 2019. Product Category Rules (PCR) Prepared and preserved vegetable and fruit products, including juice. PCR 2019:10, version 2.0, date: 2023-03-29. Valid until: 2027-03-29.
- Fazio S., Zampori L., De Schryver A., Kusche O., Thellier L., Diaconu E., 2020. Guide for EF compliant data sets: Version 2.0 (EUR 30175 EN). Publications Office of the European Union. Luxembourg. ISBN 978-92-76-17951-1, doi: 10.2760/537292.
- Eurostat, 2020. Waste Statistics. Disponibile su: <https://ec.europa.eu/eurostat/>.
- ISMEA, 2022. Conserve di pomodoro: principali dinamiche della campagna 2021. Disponibile su: <https://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeAttachment.php/L/IT/D/1%252F2%252F3%252FD.2fa333060bedf98f4071/P/BLOB%3AID%3D11932/E/pdf?mode=download>.
- ISPRA, 2020-2021. La banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia. Disponibile su: <https://fetransp.isprambiente.it>.
- ISPRA, 2022. Rapporto rifiuti urbani Edizione 2022. Disponibile su: <https://www.isprambiente.gov.it/resolveuid/b0e8f93138fe4a578bad3521d5fd91e7>
- UNI EN ISO, 2021a. UNI EN ISO 14040 – Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO, 2021b. UNI EN ISO 14044 – Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
- Wernet G., Moreno Ruiz E., Valsasina L., FitzGerald D., Symeonidis A., Turner D., Müller J., Minas N., Bourgault G., Vadenbo C., Ioannidou D., 2020. Documentation of changes implemented in ecoinvent database v3.7 & v3.8. ecoinvent Association. Zürich, Switzerland.
- Zampori L., Pant R., 2019. Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method (EUR 29682 EN). Publications Office of the European Union. Luxembourg. ISBN 978-92-76-00654-1, doi: 10.2760/424613.

BANCA DATI LCA

AGROALIMENTARE

EDILIZIA COSTRUZIONI

ENERGIA

LEGNO ARREDO

LIFE CYCLE COSTING

ISBN 978-88-8286-467-5



enea.it