



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea Magistrale
in Scienze Ambientali

curriculum Capitale Naturale e Servizi Ecosistemici

Tesi di Laurea

Valutazione degli impatti ambientali dell'olio d'oliva extra vergine e del suo imballaggio secondo un approccio LCA

Relatore

Prof.ssa Elena Semenzin

Correlatore

Dott. Roberto Cariani

Dott.ssa Simona Canzanelli

Laureando

Chiara Fregonese

Matricola 865043

Anno Accademico

2021 / 2022

INDICE

SOMMARIO.....	4
INTRODUZIONE.....	6
CAPITOLO 2.....	9
ANALISI DEL CICLO DI VITA (LIFE CYCLE ASSESSMENT, LCA)	9
2.1 INTRODUZIONE ALL'ANALISI DEL CICLO DI VITA (LCA)	9
2.2 FASI DELLA VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA.....	11
2.2.1 Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione	12
2.2.2 Analisi di inventario (LCI).....	13
2.2.3 Valutazione dell'impatto del ciclo di vita (LCIA)	14
2.2.4 Interpretazione del ciclo di vita.....	15
2.3 IL SOFTWARE SIMAPRO E LE BANCHE DATI	17
2.4 LE ETICHETTE E LE DICHIARAZIONI AMBIENTALI DI PRODOTTO	18
CAPITOLO 3.....	19
CASO DI STUDIO	19
3.1 AZIENDA E CONTESTO PRODUTTIVO	19
3.2 I PRODOTTI.....	23
CAPITOLO 4.....	27
CICLO DI VITA DEI PRODOTTI	27
4.1 L'UNITÀ FUNZIONALE.....	27
4.2 I CONFINI DEL SISTEMA (FASI).....	27
4.2.1 Processi di Upstream	30
4.2.2 Processi di Core.....	32
4.2.3 Processi di Downstream.....	34
4.3 RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI (SIMAPRO).....	35
CAPITOLO 5.....	39
VALUTAZIONE ED INTERPRETAZIONE DELL'IMPATTO DEL CICLO DI VITA.....	39
5.1 RISCALDAMENTO GLOBALE	40
5.2 ACIDIFICAZIONE	42
5.3 EUTROFIZZAZIONE	44
5.4 FORMAZIONE DI OZONO FOTOCHIMICO	46
5.5 CONSUMO DI RISORSE ABIOTICHE (COMBUSTIBILI FOSSILI).....	48
CAPITOLO 6.....	50
CONFRONTO TEMPORALE DEI RISULTATI	50
6.1 VARIAZIONI RISPETTO AGLI ANNI PRECEDENTI.....	51

6.2 CONFRONTO TRA FORMATI	61
6.3 ALTRI STUDI LCA SULL'OLIO D'OLIVA EXTRA VERGINE IN EUROPA	67
CONCLUSIONI	74
RINGRAZIAMENTI.....	77
Bibliografia	78
Sitografia.....	80

SOMMARIO

Il presente lavoro di tesi vuole analizzare i principali impatti derivanti dalla produzione di “una bottiglia d’olio extra vergine d’oliva e il suo contenuto”. L’analisi, suddivisa in due parti, si sviluppa su un caso studio di una realtà italiana, analizzando i risultati di diversi studi LCA condotti dal 2017 al 2021 su cinque diversi prodotti (realizzati nei formati 0,5 litri, 0,75 litri e 1 litro) di olio extra vergine. Nella seconda parte, i risultati ottenuti nel caso studio vengono confrontati con la letteratura scientifica disponibile su casi studio europei, permettendo di individuare i diversi approcci metodologici applicati, i miglioramenti apportati in questo settore in un’ottica di sviluppo sostenibile, eventuali difficoltà e possibili ulteriori sviluppi. Successivamente il confronto viene esteso a due EPD (Environmental Product Declaration), i cui risultati sono direttamente confrontabili con quelli ottenuti dal caso di studio grazie all’applicazione della medesima PCR (Product Category Rule).

L’unità funzionale secondo la PCR è un litro di olio extra vergine d’oliva comprensivo del suo imballaggio, valutato con un approccio dalla culla alla tomba. I risultati dell’analisi degli studi LCA condotti dall’azienda mettono in luce la variazione degli impatti ambientali risultanti dall’attività produttiva nel corso del tempo.

I risultati vengono dapprima presentati per l’anno 2021 per tutte le categorie d’impatto considerate: riscaldamento globale, acidificazione, eutrofizzazione, formazione di ozono fotochimico, consumo di risorse abiotiche.

Successivamente vengono analizzate le variazioni rispetto agli studi condotti a partire dal 2017 sugli indicatori riscaldamento globale, eutrofizzazione e acidificazione. Questi tre indicatori risultano confrontabili negli anni poiché non hanno risentito di modifiche né nelle banche dati utilizzate per reperire i dati secondari utili agli studi, né nel metodo di calcolo (che può essere modificato con il periodico aggiornamento della PCR). Il confronto mette in luce variazioni particolarmente significative per gli indicatori relativi all’eutrofizzazione e all’acidificazione. La causa è dovuta alla variabilità delle fasi di coltivazione degli oliveti ed in particolare dell’applicazione di fitosanitari e nutrienti, le cui quantità impiegate sono diverse a seconda delle condizioni ambientali e meteorologiche dell’anno considerato. I fattori che influenzano la variabilità del ciclo di vita sono sostanzialmente due: quelli naturali, indipendenti dalle strategie aziendali, e quelle di marketing, dipendenti dalle strategie aziendali e messe in atto con lo scopo di garantire un prodotto con uno standard di qualità elevato. A differenza delle cause naturali, indipendenti dalle attività umane, le scelte strategiche aziendali potrebbero orientarsi oltre che al mantenimento della qualità del prodotto anche a favore di coltivazioni di olivo che, diversamente da quelle convenzionali, risultino meno impattanti sull’ambiente, come ad esempio le coltivazioni biologiche, e a coltivazioni più vicine geograficamente all’impianto di produzione dell’olio al fine di ridurre gli impatti derivanti dal trasporto delle materie prime.

In questa fase di analisi viene anche operato un confronto tra i vari formati degli stessi prodotti per quanto riguarda i tre indicatori analizzati. Le variazioni percentuali maggiori sono osservabili tra i formati da un litro e quelli da 0,5 litri, dovute al fatto che la produzione di un formato più grande riduce gli impatti lungo il ciclo

di vita del prodotto, poiché richiede un consumo minore di risorse e consente un impiego da parte del consumatore per un tempo maggiore.

Il successivo confronto con la letteratura scientifica si è focalizzato su studi LCA condotti in Spagna, Grecia, Tunisia e Italia. Ciò che emerge principalmente da tale confronto è che in tutti i casi il maggiore contributo agli impatti ambientali lungo il ciclo di vita è dato dalla fase di upstream, a causa principalmente delle attività di coltivazione delle olive.

Infine, il confronto con le due EPD ha mostrato come la variabilità maggiore dei risultati si riscontri negli indicatori relativi all'acidificazione e all'eutrofizzazione, fortemente correlati alle fasi di upstream ed altamente variabili dipendentemente dagli approcci di coltivazione impiegati.

INTRODUZIONE

La produzione di olio d'oliva è un settore agroindustriale rilevante in termini sia di produzione che di consumo in Europa. Secondo l'International Olive Oil Council¹, l'unica organizzazione intergovernativa al mondo istituita nel 1959 che riunisce produttori e consumatori di olio d'oliva, la produzione di olio d'oliva è cresciuta negli ultimi decenni con una variabilità alternata da circa un milione di tonnellate nel 1990-1991 fino a più di 2,3 nel 2015-16.

L'Unione Europea (UE) rappresenta oltre il 93% di tutta la produzione di olio d'oliva nel mondo. Tre quarti della produzione mondiale sono concentrati solo in tre paesi mediterranei: Spagna, Italia e Grecia, ciascuno dei quali rappresenta rispettivamente il 41%, 18% e 12%. Il maggior contributore è sempre stato la Spagna, che ha raggiunto oltre 1,4 milioni di tonnellate nel 2015-16, seguita dall'Italia con 474,6 mila tonnellate.

Il mercato delle esportazioni nell'UE è significativo, dal momento che i flussi di esportazione totali sono stati di oltre 600 mila tonnellate nel 2015-16, il contributo maggiore è stato la Spagna con 289,7 mila tonnellate e l'Italia con 233,3. Per quanto riguarda le prime stime della campagna 2020/2021, le esportazioni extra-UE di olive da tavola hanno raggiunto le 320.973 tonnellate per un valore stimato di 868,5 milioni di euro. Le esportazioni extra-UE spagnole di olive da tavola hanno raggiunto 309.323 tonnellate nella campagna 2020/2021, posizionandosi al primo posto, seguite dalla Grecia con 192.396 tonnellate, il Portogallo con 29.978 tonnellate e l'Italia con 28.556 tonnellate. Per quanto riguarda le variazioni di produzione a livello europeo negli anni l'andamento è riportato nel grafico sottostante (Figura 1). La produzione nella campagna 2020/2021 viene inoltre mappata ed è osservabile in Figura 2.

¹ *International Olive Council*: www.internationaloliveoil.org

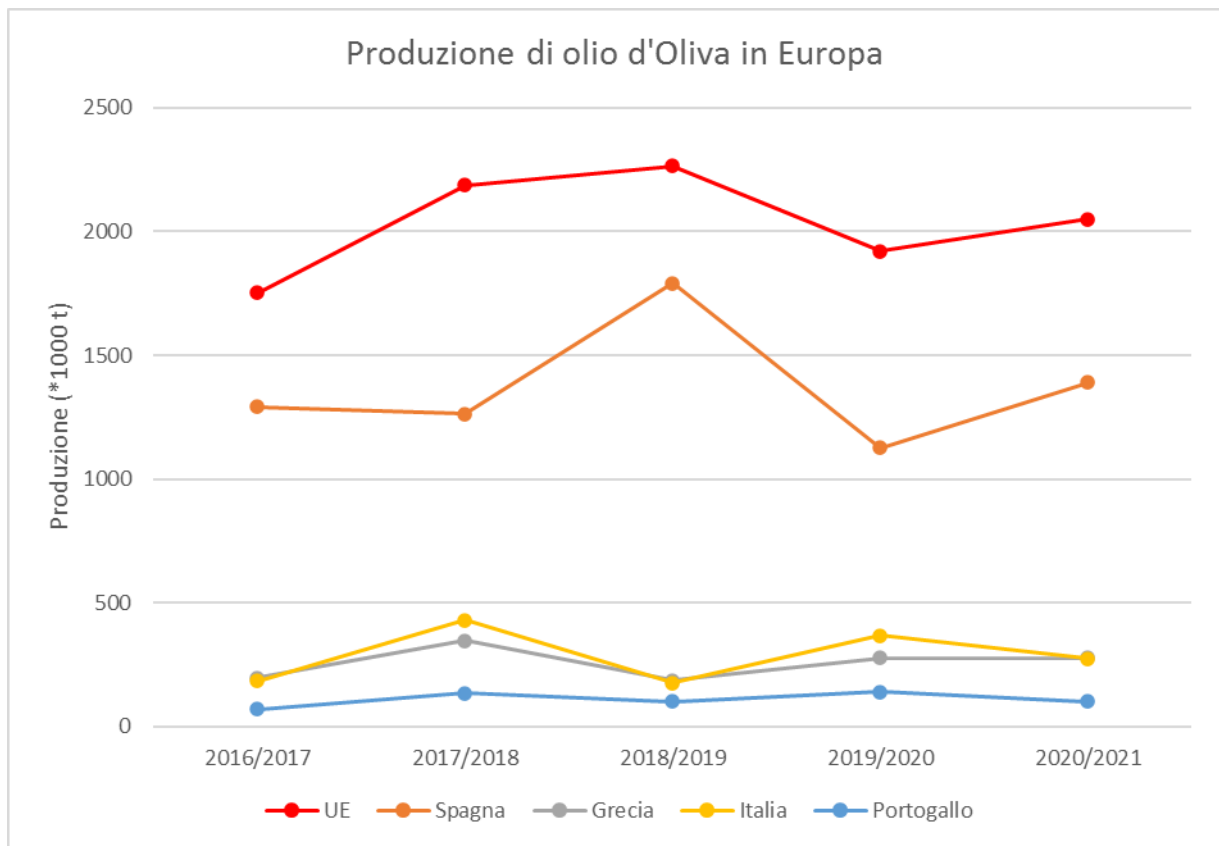


Figura 1: andamento della produzione di olio d'oliva in Europa nelle campagne dal 2016 al 2021. Fonte: *International Olive Council*.

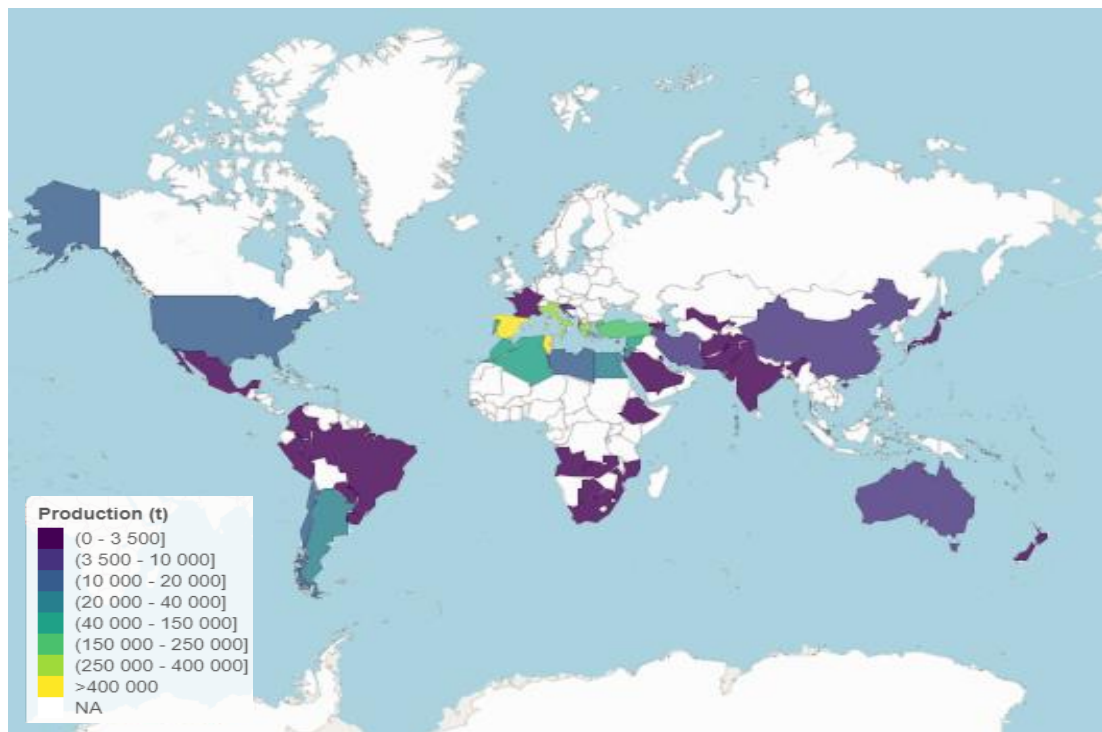


Figura 2: mappa della produzione di olio d'oliva per la campagna 2020/2021 a livello globale. Fonte: *International Olive Council*.

Anche il consumo di olio d'oliva a livello globale ha registrato un andamento sempre crescente a partire dal 2016, con un lieve calo nella campagna del 2020/2021 (-4%), com'è possibile osservare in Figura 3.

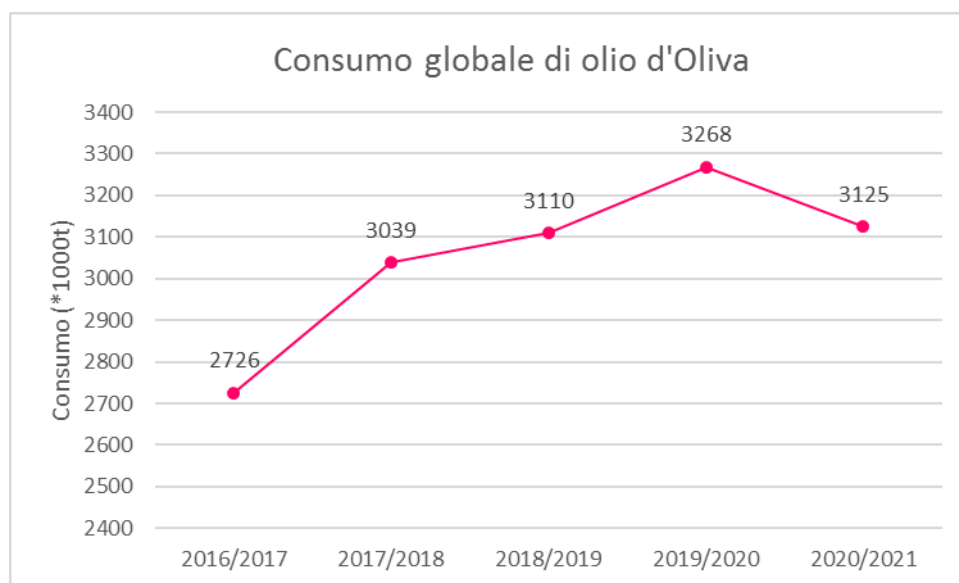


Figura 3: andamento del consumo globale di olio d'oliva dal 2016 al 2021. Fonte: *International Olive Council*.

Nonostante l'importanza economica di questo prodotto alimentare nei paesi mediterranei citati, la produzione di olio d'oliva è associata a diversi effetti negativi sull'ambiente che provocano esaurimento delle risorse, degrado del suolo, emissioni in atmosfera e produzione di rifiuti². Gli impatti possono variare in modo significativo a causa delle pratiche e delle tecniche impiegate nella coltivazione dell'olivo e nella produzione di olio d'oliva³. Per questo motivo vengono adottati svariati approcci di valutazione degli impatti ambientali: Un approccio ben riconosciuto e solido alla sostenibilità ambientale del settore oleario è ampiamente riconosciuto nella metodologia Life Cycle Assessment (LCA)⁴. Basandosi su bilanci di massa ed energia sviluppati in regime stazionario, LCA mira a calcolare tutti i flussi nel ciclo di vita di un prodotto o di un servizio, dalla sua "culla" alla sua "tomba", e a tradurli in impatti, essendo umani rischi per la sicurezza e la salute, impatti ambientali, consumo di energia primaria, ecc.

In questo contesto l'obiettivo di questa tesi è mettere in luce gli aspetti chiave dell'LCA applicata ad un caso di studio italiano, comparando i risultati sugli impatti ottenuti dal 2017 al 2021, al fine di evidenziarne le possibili cause. Il successivo confronto bibliografico e con le EPD disponibili per l'anno 2021 ha invece l'obiettivo di analizzare i principali articoli scientifici relativi all'analisi del ciclo di vita applicata alla produzione di olio d'oliva con lo scopo di verificare eventuali somiglianze o differenze nei risultati e nel modello applicato.

² Strano, A., De Luca, A. I., Marciànò, C., & Gulisano, G. (2014). The Agronomic Utilisation of Olive Mill Wastewater (OMW): Technical and Economic Trade-Offs in Olive Growing in Calabria (South Italy). *Quality-Access to Success*, 15(143).

³ Guarino, F., Falcone, G., Stillitano, T., De Luca, A. I., Gulisano, G., Mistretta, M., & Strano, A. (2019). Life cycle assessment of olive oil: A case study in southern Italy. *Journal of environmental management*, 238, 396-407.

⁴ De Luca, A. I., Stillitano, T., Falcone, G., Squeob, G., Caponiob, F., Strano, A., & Gulisano, G. (2018). Economic and environmental assessment of extra virgin olive oil processing innovations. *CHEMICAL ENGINEERING*, 67.

CAPITOLO 2

ANALISI DEL CICLO DI VITA (LIFE CYCLE ASSESSMENT, LCA)

2.1 INTRODUZIONE ALL'ANALISI DEL CICLO DI VITA (LCA)

Lo sviluppo di una maggiore consapevolezza dell'importanza della protezione dell'ambiente e dei possibili impatti ambientali associati alla produzione e al consumo di prodotti ha fatto sì che crescesse l'interesse verso lo sviluppo di metodi atti a comprendere meglio tali impatti, quantificarli ed eventualmente ridurli.

L'Analisi del Ciclo di Vita (LCA)⁵ rientra tra questi strumenti e fornisce supporto:

- Nell'identificazione delle opportunità di miglioramento delle prestazioni ambientali dei prodotti nelle diverse fasi del ciclo di vita;
- Nel fornire informazioni a coloro che si occupano delle decisioni in campo industriale e nelle organizzazioni (governative e non);
- Nel marketing, per esempio con la realizzazione di asserzioni ambientali, etichette ecologiche o dichiarazioni ambientali.

L'LCA tratta gli aspetti ambientali e i potenziali impatti ambientali lungo tutto il ciclo di vita del prodotto, dall'acquisizione delle materie prime fino al trattamento di fine vita, riciclaggio e smaltimento, pertanto, si parla di LCA che viene condotta "dalla culla alla tomba". Tuttavia, esistono diverse varianti di applicazione dell'LCA che possono non riguardare l'intero ciclo di vita del prodotto, ad esempio si parla di LCA "dalla culla al cancello" quando considera le attività di produzione delle materie prime, il trasporto ai siti produttivi e la realizzazione del prodotto, escludendo le fasi finali del ciclo di vita: la distribuzione, la fase d'uso e il fine vita

⁵ UNI EN ISO 14040:2021 Environmental management – Life cycle assessment - Principles and Framework

⁵ UNI EN ISO 14044:2021 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and Guidelines

L'attuale riferimento normativo internazionale che regola gli studi LCA è rappresentato dalle norme UNI EN ISO 14040:2021 e UNI EN ISO 14044:2021. Le linee guida definiscono l'LCA come un approccio suddiviso in quattro fasi, come mostrato in Figura 4.

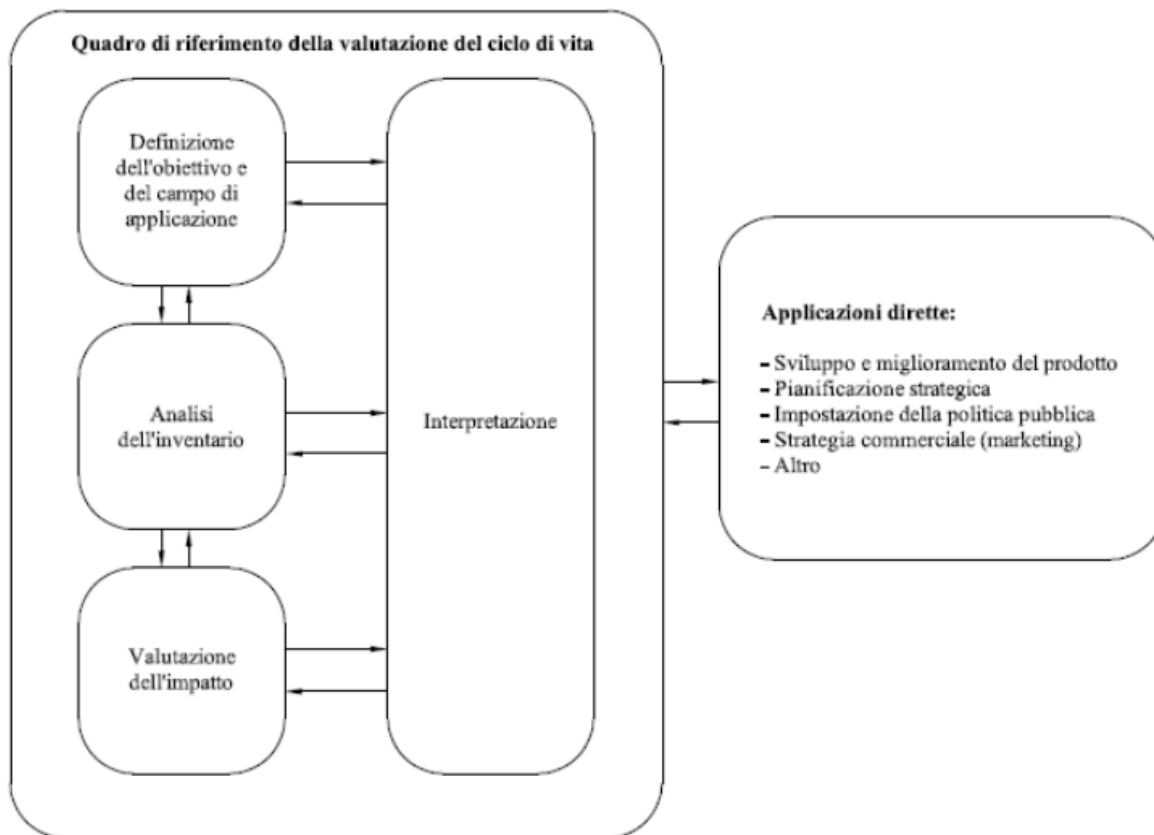


Figura 4: schema delle fasi LCA, fonte: UNI EN ISO 14044:2021.

Le fasi LCA verranno maggiormente approfondite nei capitoli successivi.

Come anticipato, l'LCA analizza in modo sistematico gli aspetti ambientali inerenti al prodotto oggetto dello studio, dall'acquisizione delle materie prime allo smaltimento finale, riferendosi all'unità funzionale stabilita dalla metodologia. L'unità funzionale si definisce, secondo la norma UNI EN ISO 14044, come la prestazione quantificata di un sistema di prodotto da utilizzare come unità di riferimento.

Il livello di dettaglio dello studio LCA può variare notevolmente, così come l'estensione temporale, in funzione dell'obiettivo e del campo di applicazione stabiliti all'inizio dello studio.

Gli studi LCA sono condotti mediante la costruzione di modelli che descrivono gli elementi e i processi chiave dei sistemi fisici nella realizzazione e impiego del prodotto oggetto di studio. I confini del sistema definiscono i processi unitari da includere nel sistema, tenendo conto dei flussi in ingresso e in uscita.

2.2 FASI DELLA VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA

Come anticipato, lo studio LCA prevede essenzialmente quattro fasi:

- La fase di definizione degli obiettivi e del campo di applicazione;
- La fase di analisi di inventario;
- La fase di valutazione degli impatti;
- La fase di interpretazione.

Il campo di applicazione, inclusi i limiti e il livello di dettaglio, dipendono dal soggetto che realizza lo studio e dall'impiego previsto dei risultati ottenuti. La successiva fase di inventario (LCI – Life Cycle Inventory) è la seconda fase dell'LCA, che prevede l'inventario dei dati relativi alle materie e all'energia in ingresso e in uscita riferiti al sistema oggetto dello studio. La terza fase, di valutazione degli impatti, ha lo scopo di quantificare gli impatti considerati nello studio a partire dai dati in ingresso raccolti nella fase di inventario. Infine, l'interpretazione del ciclo di vita è la fase finale dello studio LCA, nella quale sono riepilogati e discussi i risultati, in conformità con la definizione degli obiettivi e del campo di applicazione dello studio.

Tutte le fasi elencate vengono definite più approfonditamente nei capitoli successivi, riepilogando quanto previsto dalle norme UNI EN ISO 14040⁶ e UNI EN ISO 14044⁷.

⁶ UNI EN ISO 14040:2021 Environmental management – Life cycle assessment - Principles and Framework

⁷ UNI EN ISO 14044:2021 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and Guidelines

2.2.1 Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione

L'obiettivo e il campo di applicazione dell'LCA devono essere definiti in modo chiaro nella prima fase dello studio LCA. Occorre inoltre esplicitare le motivazioni per effettuare lo studio ed il tipo di pubblico a cui è destinata la comunicazione dei risultati finali, così come previsto dalla norma UNI EN ISO 14044.

Il campo di applicazione deve specificare le caratteristiche di prestazione del sistema/prodotto, ossia descrivere le principali caratteristiche e funzioni dell'oggetto dello studio e dell'analisi che si intende condurre. Nella prima fase dell'LCA occorre inoltre specificare l'unità funzionale, che deve essere coerente al campo di applicazione. Uno degli scopi principali di un'unità funzionale è di fornire un riferimento al quale i dati in ingresso e in uscita sono normalizzati in termini matematici, pertanto, l'unità funzionale dev'essere misurabile. Dopo la definizione dell'unità funzionale si identifica il flusso di riferimento, utile ad operare confronti tra sistemi, che devono essere effettuati sulla base delle medesime funzioni e della medesima unità funzionale.

Deve essere definito chiaramente il confine del sistema, che determina i processi unitari che devono essere inclusi nell'LCA. L'eliminazione di alcune fasi del ciclo di vita o di elementi in ingresso o in uscita è consentito solo se non modifica le conclusioni complessive dello studio e deve sempre essere chiaramente esplicitato con le relative giustificazioni a tale omissione.

Nella prima fase dello studio LCA è inoltre utile inquadrare i flussi del sistema attraverso un diagramma di flusso del processo che indichi i processi unitari e le loro interazioni. Il diagramma di flusso consente di identificare l'inizio e la fine del processo unitario e le trasformazioni che avvengono lungo il ciclo di vita.

In generale, il sistema dovrebbe essere descritto con sufficiente chiarezza e dettaglio tale da permettere ad un altro esecutore di riprodurre l'analisi di inventario.

2.2.2 Analisi di inventario (LCI)

L'analisi di inventario di uno studio LCA consiste nella raccolta dei dati. I dati selezionati dipendono dall'obiettivo e dal campo di applicazione definito nella prima fase e possono essere raccolti direttamente dal sito di produzione o ottenendoli o calcolandoli da altre fonti. Essi possono essere quantitativi e qualitativi, e devono essere raccolti per ogni processo unitario compreso all'interno dei confini del sistema.

Come descritto nella norma UNI EN ISO 14044 i dati possono essere classificati in quattro principali macrocategorie, che comprendono:

- Elementi in ingresso (materie prime, energia, materiali ausiliari, ecc.);
- Prodotti, co-prodotti e rifiuti;
- Rilasci in aria, nell'acqua e nel suolo;
- Altri aspetti ambientali.

All'interno di queste macrocategorie si sviluppano singole categorie di dati specifici utili a soddisfare l'obiettivo dello studio.

Durante il processo di raccolta dei dati occorre effettuare un controllo di validità degli stessi per confermare e fornire prove che i requisiti di qualità dei dati siano stati soddisfatti. La validazione può richiedere di stabilire ad esempio bilanci di massa o bilanci energetici. I risultati delle elaborazioni dovrebbero riferire tutti i dati degli elementi in ingresso e in uscita all'unità funzionale stabilita.

Come conseguenza della natura iterativa dell'analisi LCA, le decisioni prese sui dati da includere devono essere basate su un'analisi di sensibilità. Quest'analisi può portare all'esclusione di fasi del ciclo di vita o processi unitari precedentemente inclusi nei confini del sistema o all'esclusione di elementi in ingresso o in uscita, quando i dati sono carenti di significatività per lo studio, oppure, al contrario, può portare all'inclusione di nuovi processi unitari, nuovi elementi in ingresso o in uscita, che mostrano di essere significativi all'interno dell'analisi di sensibilità.

2.2.3 Valutazione dell'impatto del ciclo di vita (LCIA)

La valutazione dell'impatto del ciclo di vita si basa sulla raccolta dei risultati degli indicatori per le diverse categorie d'impatto, riferiti all'unità funzionale stabilita.

L'LCIA è composta da elementi obbligatori ed opzionali. Tra quelli obbligatori si riconoscono la selezione delle categorie d'impatto e dei relativi indicatori, il calcolo e l'assegnazione dei risultati alle relative categorie. La selezione delle categorie d'impatto deve essere operata tenendo conto dei problemi ambientali che possono essere correlati al sistema di prodotti oggetto dello studio, considerando anche l'obiettivo e il campo di applicazione. Il calcolo dei risultati di ogni indicatore prevede una conversione dei risultati in unità comuni tramite opportuni fattori di caratterizzazione, ossia dei fattori matematici che quantificano l'impatto del determinato flusso rispetto alla categoria di impatto considerata. Tra gli elementi opzionali invece rientrano quelle informazioni che possono essere inserite a seconda dell'obiettivo e del campo di applicazione dell'LCA, come ad esempio:

- La normalizzazione: è il calcolo della grandezza dei risultati degli indicatori di categoria in relazione alle informazioni di riferimento. Lo scopo è quello di comprendere meglio la grandezza relativa di ogni indicatore per ogni singolo risultato all'interno dello studio. In modo più semplice, la normalizzazione prevede di dividere il dato ottenuto per uno specifico indicatore con un dato che rappresenti lo stesso indicatore ma a grande scala (totale nazionale, europeo o globale) in questo modo il risultato, un numero adimensionale, dà l'indicazione di quale sia il contributo del prodotto analizzato riferito a tale indicatore rispetto alla scala che abbiamo scelto di utilizzare.
- La pesatura: questa fase valuta i valori normalizzati moltiplicandoli per dei fattori (pesi) specifici al fine di ottenere un singolo indicatore normalizzato e pesato che indica la performance ambientale di tutto il sistema. Consente quindi di convertire i risultati degli indicatori di diverse categorie d'impatto mediante l'uso di fattori numerici, che possono essere ricavati da studi bibliografici. La pesatura si basa su scelte di valori e non su basi scientifiche, a seconda degli obiettivi e del campo di applicazione dello studio, pertanto, la normativa ISO sottolinea come questo passaggio possa portare ad ottenere risultati poco veritieri a causa dell'ampia varietà di scelte a disposizione sui fattori di pesatura e sulla difficoltà di individuazione di eventuali errori.
- Il raggruppamento: comunemente, i risultati degli studi LCA sono rappresentati dai cosiddetti Midpoint, ossia gli indicatori che vengono analizzati in accordo con la metodologia scelta. Tuttavia, questi indicatori possono essere successivamente raggruppati in quelli che vengono chiamati Endpoint, ossia delle macro-categorie che raggruppano gli indicatori sulla base dei loro effetti. Queste categorie sono: salute umana, ambiente naturale, ambiente antropico e risorse naturali.

2.2.4 Interpretazione del ciclo di vita

La fase di interpretazione del ciclo di vita, fase finale dello studio LCA, dovrebbe fornire risultati in coerenza con l'obiettivo e con il campo di applicazione definiti, al fine di trarre conclusioni, spiegarne eventuali limitazioni e fornire raccomandazioni. La fase di interpretazione è strutturata in diversi elementi, come previsto nella norma UNI EN ISO 14044, illustrati nella figura sottostante:

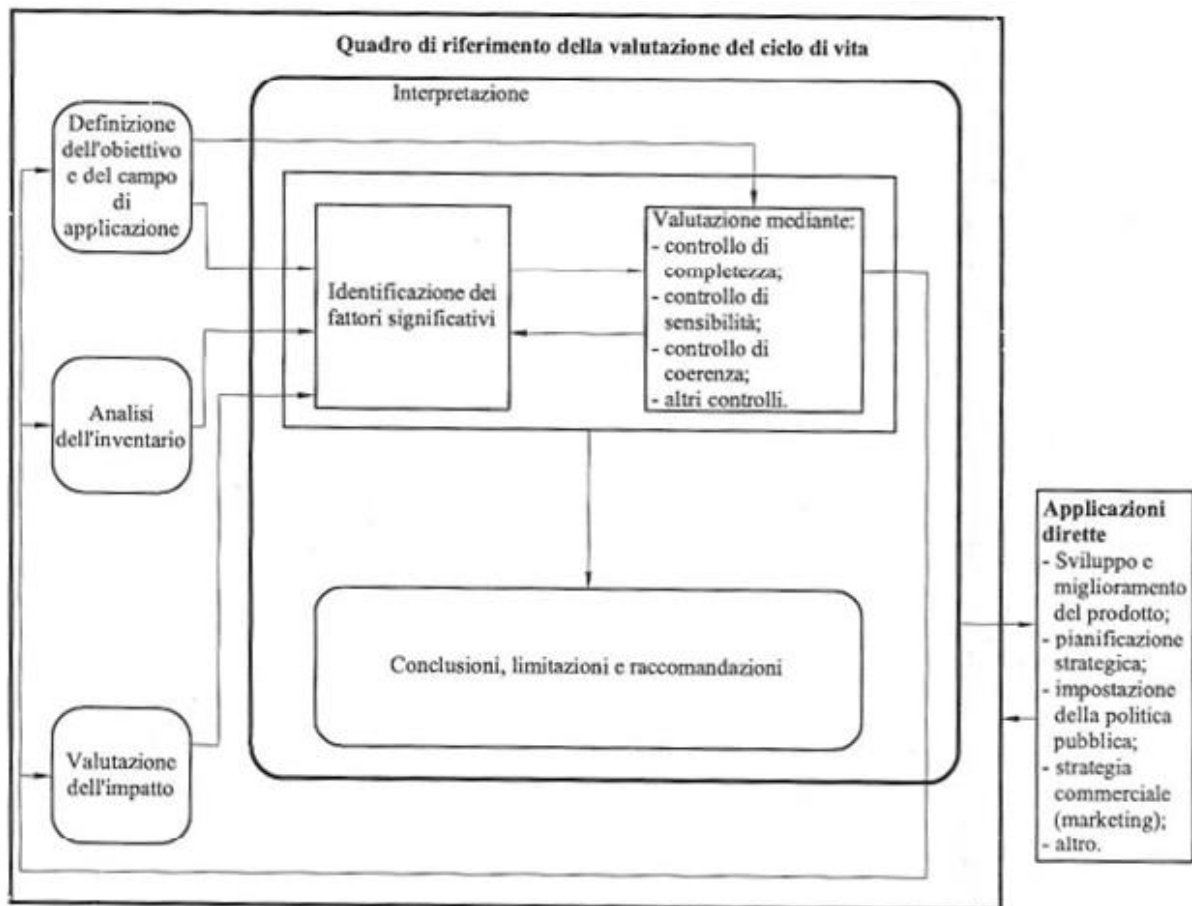


Figura 5: relazione tra gli elementi della fase di interpretazione e le altre fasi LCA. Fonte: UNI EN ISO 14044.

La fase di interpretazione dei risultati LCA è la fase in cui occorre mettere in discussione tutto ciò che è stato svolto nelle prime tre fasi, al fine di poter trarre delle conclusioni solide e valide. Secondo la normativa ISO 14044 i risultati dello studio LCA dovrebbero essere strutturati con lo scopo di identificare i fattori significativi, come i dati dell'inventario e le categorie d'impatto. Successivamente viene quindi svolta una valutazione sull'affidabilità e l'attendibilità dei risultati dello studio, inclusi i fattori significativi individuati nel passaggio precedente. La valutazione richiede l'utilizzo di tre tecniche:

- **Controllo di completezza**: l'obiettivo del controllo di completezza è garantire che tutte le informazioni e i dati pertinenti siano disponibili e completi.
- **Controllo di sensibilità**: valuta l'attendibilità dei risultati finali e delle conclusioni. La valutazione include anche i risultati dell'analisi di sensibilità.
- **Controllo di coerenza**: l'obiettivo di questo controllo è determinare se le ipotesi, i dati e i metodi siano coerenti con l'obiettivo e il campo di applicazione.

L'interpretazione dovrebbe rendere chiaro il fatto che i risultati sono ottenuti da un approccio relativo, che indicano potenziali effetti sulle categorie d'impatto e non prevedono impatti effettivi. L'LCA, infatti, quantifica una serie di categorie di impatto senza fornire informazioni spaziali o temporali su dove/quando questi impatti si verificheranno, spesso magari la realizzazione di un prodotto richiede poche ore ma il tempo di vita, e quindi di utilizzo, di quello stesso prodotto si estende per anni. In altre parole, quindi l'LCA ci fornisce informazioni sul danno potenziale e non su quello reale in quanto gli studi e i risultati LCA sono sito-indipendenti.

La conclusione dello studio tramite l'interpretazione dei risultati contiene inoltre raccomandazioni indirizzate a coloro che devono prendere le decisioni al fine di favorire un miglioramento dei risultati sugli impatti.

Se applicabile, può essere richiesta una fase di riesame critico dello studio LCA. La fase di riesame critico è una tecnica impiegata per valutare che lo studio LCA soddisfi i requisiti per ciò che concerne la metodologia, i dati, l'interpretazione e la comunicazione. Un riesame può agevolare la comprensione e rafforzare la credibilità degli studi LCA, per esempio coinvolgendo le parti interessate. Il riesame critico non è sempre previsto e quando viene richiesto dev'essere chiaramente definito nella fase di definizione del campo di applicazione dell'LCA, specificando i motivi per il quale è richiesto, a che livello di dettaglio sarà intrapreso e quali attori coinvolgerà (esperti esterni o interni o un comitato di parti interessate).

2.3 IL SOFTWARE SIMAPRO E LE BANCHE DATI

I software e le banche dati messe a punto per consentire lo sviluppo agevole degli studi LCA sono molteplici. Il Software SimaPro nasce dall'esigenza del ministero olandese di dotarsi di uno strumento di valutazione di impatto ambientale che fosse accurato ed oggettivo. SimaPro è tra i software più utilizzati per gli studi LCA in oltre 80 paesi⁸.

In generale, l'obiettivo finale è quello di consentire l'approfondimento di materiali e processi impiegati per la realizzazione di un sistema prodotto al fine di individuarne gli elementi di maggiore impatto e lavorare sull'ottimizzazione dei processi più critici al fine di migliorare le prestazioni ambientali. Il software in questione utilizza come risorsa per i dati secondari molteplici banche dati contenenti inventari dettagliati e completi di dati come quantità e tipologie di materiali impiegati ed energia. I database esistenti per gli studi LCA sono molteplici e dotati di diverse caratteristiche che spesso li rendono specifici per i settori di interesse e per i metodi produttivi dei paesi che li hanno sviluppati.

SimaPro si interfaccia con diverse banche dati europee, cercando di fornire il maggior numero di dati possibili e la possibilità di scegliere il processo o materiale che sia più in linea con quello che si vuole prendere in esame. All'interno delle banche dati le informazioni vengono categorizzate secondo il contenuto permettendo in questo modo la comparazione tra processi simili ma provenienti da database differenti.

⁸ Dal sito SimaPro: <https://simapro.com/>

2.4 LE ETICHETTE E LE DICHIARAZIONI AMBIENTALI DI PRODOTTO

La metodologia LCA è alla base di tutte le etichette e dichiarazioni ambientali di prodotto. La norma di riferimento, UNI EN ISO 14020:2002⁹, definisce i principi generali delle etichette e delle dichiarazioni ambientali di prodotto, strumenti volontari di politica aziendale che hanno l'obiettivo di promuovere ed incentivare la domanda tra i consumatori e offrire prodotti e servizi a minor impatto. La norma prevede una classificazione delle etichette ambientali in tre categorie, meglio definite attraverso le norme ISO di riferimento: Tipo I (etichettatura ambientale, UNI EN ISO 14024:2018¹⁰), Tipo II (asserzioni ambientali auto-dichiarate, UNI EN ISO 14021:2021¹¹), Tipo III (dichiarazioni ambientali di prodotto, UNI EN ISO 14025:2010¹²).

Le asserzioni di tipo tre, dichiarazioni ambientali di prodotto, prevedono una certificazione accompagnata da una dichiarazione ambientale, ossia un documento attraverso il quale l'azienda rende pubblici gli impatti connessi al ciclo di vita del prodotto o del servizio.

A tale categoria appartiene l'EPD (Environmental Product Declaration), schema di certificazione volontaria nato in Svezia nel 1997 ed evolutosi oggi nel Sistema Internazionale EPD®. La norma di riferimento specifica per il Sistema EPD è il General Programme Instructions for Environmental Product Declaration, che riporta tutte le informazioni relative al Sistema, dalla struttura organizzativa, alle procedure per lo sviluppo delle Product Category Rules (PCR), alle informazioni da riportare nella Dichiarazione, al funzionamento del processo di certificazione e di accreditamento dei verificatori. Il principale punto di forza dello strumento EPD è costituito dal fatto che la dichiarazione deve essere verificata e convalidata da un ente di terza parte accreditato, al fine di garantire la completezza, esaustività e veridicità delle informazioni in essa contenute. L'esito delle attività di verifica e convalida è rappresentato dalla concessione di una certificazione e di un marchio che accompagna la Dichiarazione Ambientale del Prodotto. Lo scopo dell'EPD è essenzialmente comparativo, finalizzato dunque al confronto tra le prestazioni ambientali di prodotti appartenenti alla stessa categoria. Al fine di garantire la comparabilità, il sistema prevede, per ciascuna categoria di prodotto o servizio, l'esistenza di un documento denominato PCR (Product Category Rules). Le PCR costituiscono il documento identificativo di ogni singolo gruppo di prodotti, a cui il produttore o il fornitore di un servizio devono fare riferimento al fine di produrre una Dichiarazione Ambientale di Prodotto conforme al sistema, esse contengono le regole comuni utili ad identificare le caratteristiche funzionali e le prestazioni che caratterizzano la categoria di prodotto, per definire i criteri da utilizzare nello studio LCA e per indicare le informazioni che devono essere riportate nelle EPD.

⁹ UNI EN ISO 14020:2002 Environmental labels and declarations - General principles

¹⁰ UNI EN ISO 14024:2018 Environmental labels and declarations - Type I environmental labelling - Principles and procedures

¹¹ UNI EN ISO 14021:2021 Environmental labels and declarations - Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)

¹² UNI EN ISO 14025:2010 Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures

CAPITOLO 3

CASO DI STUDIO

3.1 AZIENDA E CONTESTO PRODUTTIVO

Dopo la Spagna, l'Italia è il secondo produttore di olio di oliva in Europa e nel mondo. Secondo il rapporto redatto dal Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali¹³ la giacenza di olio in Italia, ossia la quantità di olio che è rimasto invenduto o non utilizzato, è pari a 299.075 tonnellate al 31 dicembre 2021, in aumento del 30% rispetto al 30 novembre 2021. Di questo stock circa il 75,4% è rappresentato dall'olio d'oliva extra vergine (EVO), come osservabile in figura 6.

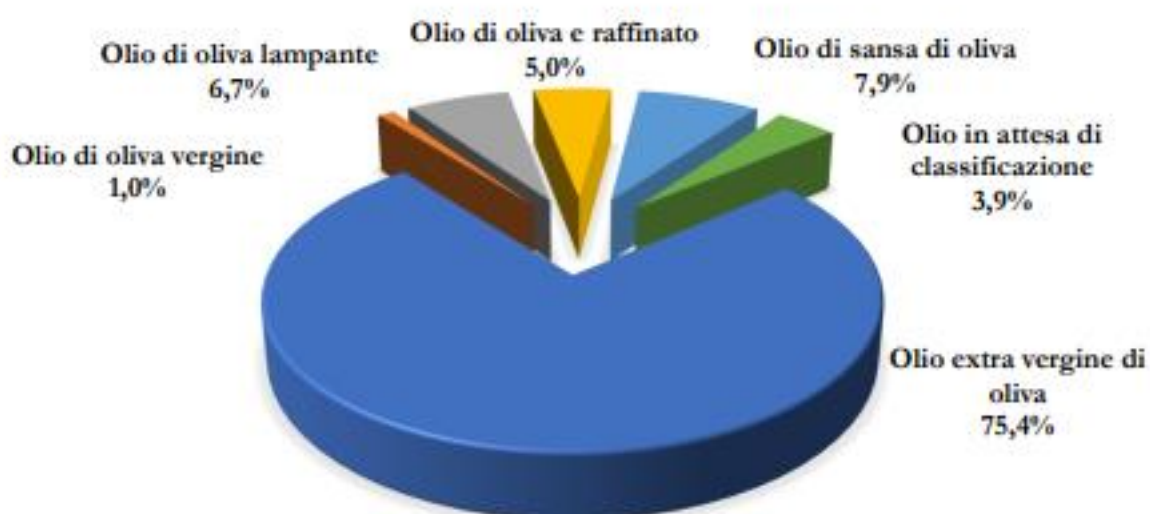


Figura 6: Distribuzione percentuale della giacenza per categoria di olio di oliva (2021). Fonte: Ministero delle politiche agricole.

Secondo studi recenti, in Italia, il comparto agroalimentare è il secondo settore più importante per contributi al cambiamento climatico dopo il settore industriale, con il 18,4% delle emissioni totali di gas serra. La produzione di colture per l'alimentazione animale e per il cibo umano rappresenta il 27% del totale, mentre l'uso del suolo il 24%¹⁴. La produzione biologica, locale e stagionale sono solo alcuni esempi di attività messe in atto per ottenere una produzione alimentare resiliente e sostenibile¹⁵, in quanto prevedono pratiche maggiormente compatibili con il sistema ambientale, come la possibilità di applicare fertilizzanti e fitosanitari solo in caso di estrema necessità e l'utilizzo delle sole sostanze (concimi e pesticidi) elencate nell'Allegato II del Regolamento CE n. 889/2008¹⁶.

¹³ Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, Report n. 1/2022; dati al 31 dicembre 2021 delle giacenze oli detenuti in Italia, con grafici

¹⁴ Rapa, M., & Ciano, S. (2022). *A Review on Life Cycle Assessment of the Olive Oil Production*. *Sustainability*, 14(2), 654.

¹⁵ Azzurra, A., Massimiliano, A., & Angela, M. (2019). *Measuring sustainable food consumption: A case study on organic food*. *Sustainable Production and Consumption*, 17, 95-107.

¹⁶ Unione Europea, Regolamento (CE) n. 889/2008 della Commissione, del 5 settembre 2008, recante modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 834/2007 del Consiglio relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici, per quanto riguarda la produzione biologica, l'etichettatura e i controlli

Anche in Italia si registrano dei miglioramenti dal punto di vista delle pratiche messe in atto in agricoltura. ISTAT svolge annualmente indagini censuarie a tutte le imprese che commercializzano, sia col proprio marchio che con marchi esteri, fertilizzanti costituiti da sostanze naturali o sintetiche, minerali od organiche, e a tutte le imprese che distribuiscono, per uso agricolo, prodotti fitosanitari (fungicidi, insetticidi ed acaricidi, erbicidi, biologici e trappole).

Nel 2019, secondo ISTAT, sono stati immessi in commercio oltre 4,3 milioni di tonnellate di fertilizzanti e circa 111 mila tonnellate di prodotti fitosanitari. I fertilizzanti più usati sono concimi minerali (39,5%) seguiti da quelli di natura organica (38,9%), che si dividono a loro volta in ammendanti (78%), ossia fertilizzanti che hanno la capacità di migliorare le caratteristiche fisiche del suolo, e concimi organici (22%). Nel periodo 2000 – 2019, osservabile nel grafico in Figura 7, la distribuzione dei fertilizzanti registra un decremento, pari a 278 mila tonnellate (-6%)¹⁷. L'andamento è differente nelle varie categorie, con una forte riduzione nei concimi minerali semplici e composti, che si riducono della metà (- 1,7 milioni di tonnellate, - 50%) e una contrazione più contenuta degli organo-minerali (- 89 mila tonnellate, pari al 21%), a cui si contrappone l'incremento importante dei fertilizzanti organici, la cui distribuzione aumenta di oltre il doppio (+127%) e si concentra sugli ammendanti.

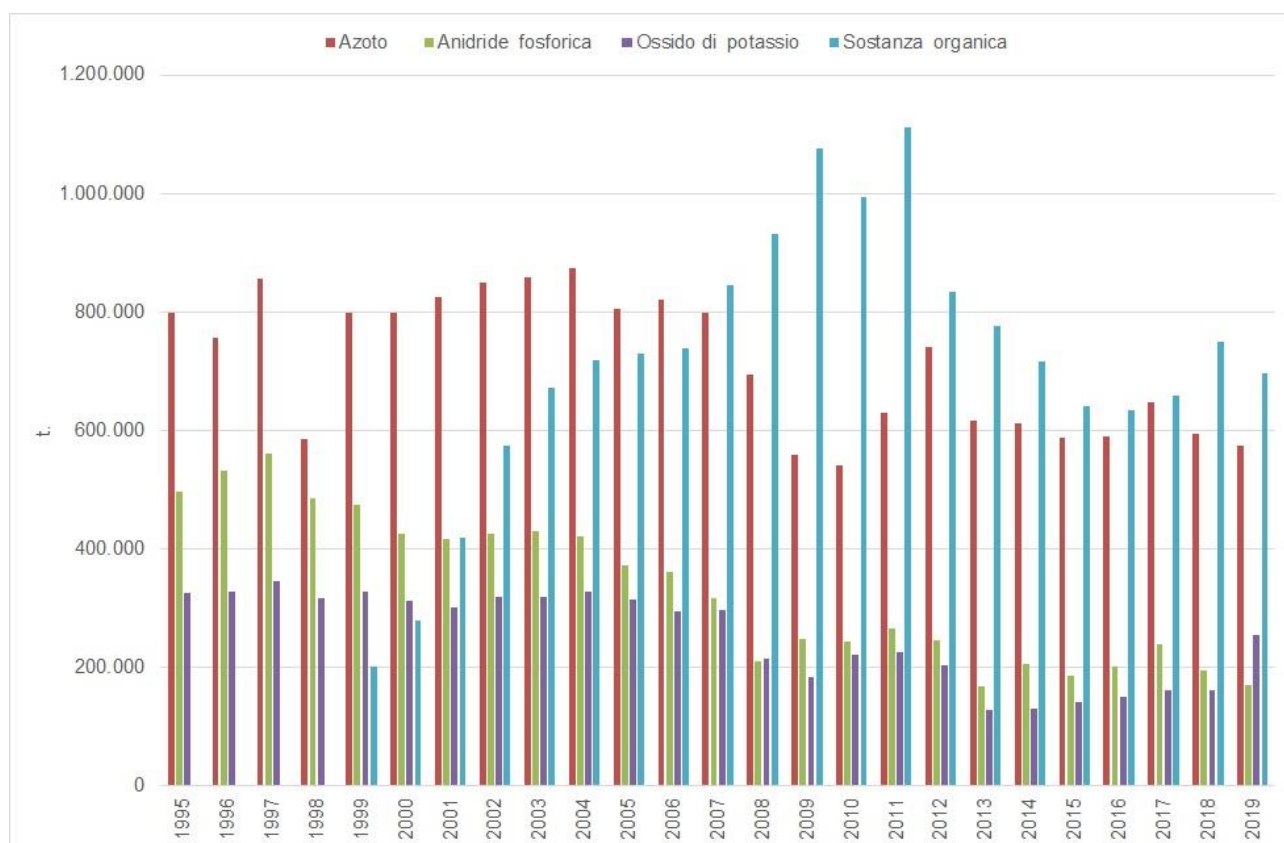


Figura 7: andamento della distribuzione dei fertilizzanti nel periodo 2000-2019. Fonte: ISPRA.

¹⁷ Sannino r., Distribuzione per uso agricolo dei fertilizzanti (concimi, ammendanti e correttivi). ISTAT, Mezzi di produzione in agricoltura, <https://www.istat.it/it/agricoltura>

L'analisi evidenzia una propensione positiva verso l'uso degli ammendanti. Tra le principali motivazioni di queste scelte si sottolinea la maggiore sensibilità ambientale degli operatori agricoli e l'attenzione crescente dei consumatori verso l'ambiente.

Sempre secondo le analisi ISTAT nel 2019 sono stati immessi in commercio circa 111 mila t di prodotti fitosanitari con una diminuzione del 14,6% rispetto all'anno 2014¹⁸. Per quanto riguarda il contenuto in principi attivi, pari a circa 48,6 mila tonnellate, si registra un calo complessivo dal 2014 del 18,3%, pari a -10.854 t. Le sostanze fitosanitarie si dividono in fungicidi (44,5%), insetticidi e acaricidi (19,1%), erbicidi 18,5% e altri prodotti (18%). Tutte queste sostanze subiscono un calo nel periodo dal 2003 al 2019, come osservabile in Figura 8, pari rispettivamente a: -55,8% per i fungicidi, -59,9% per insetticidi e acaricidi, -26,4% per gli erbicidi.

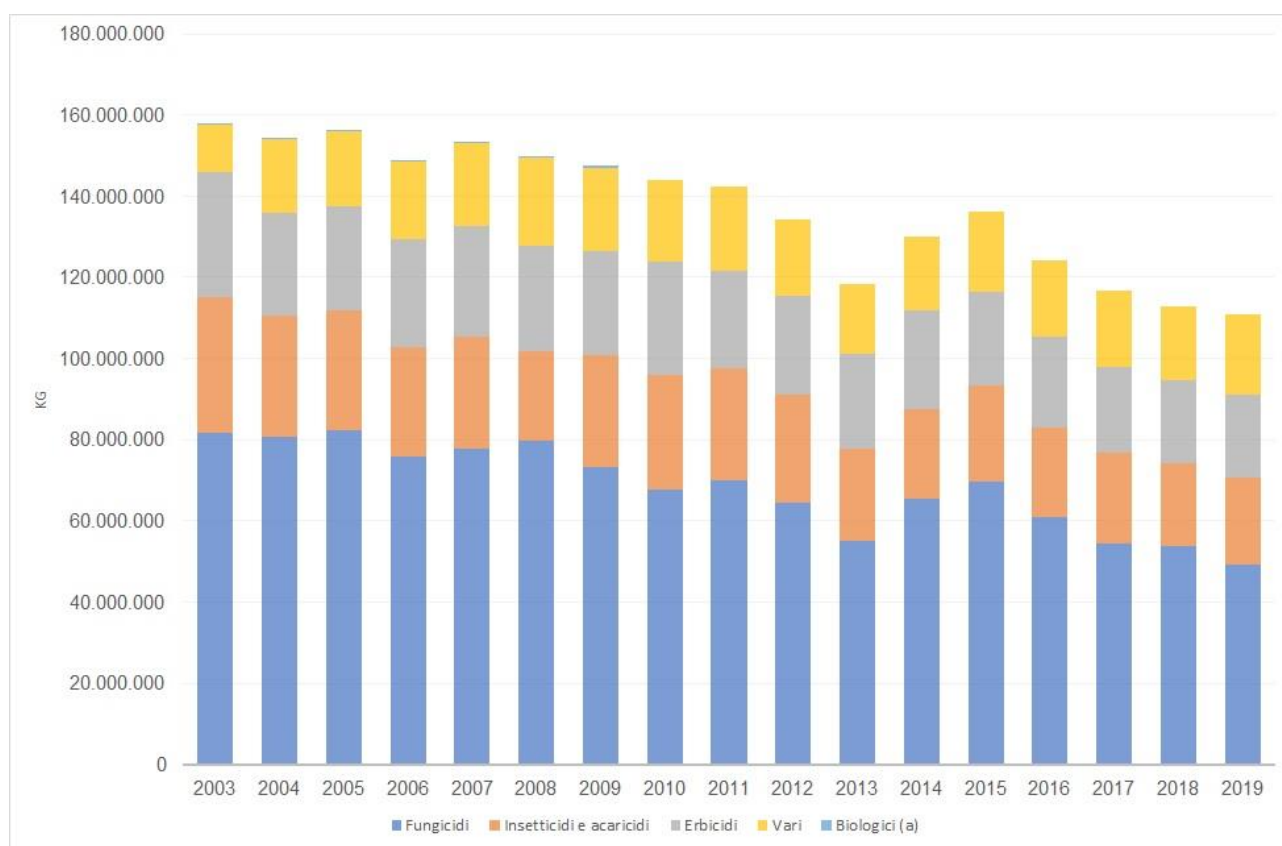


Figura 8: andamento della distribuzione dei fitosanitari nel periodo 2003-2019. Fonte: ISPRA

Nonostante i costanti miglioramenti, l'efficienza delle azioni di mitigazione deve essere valutata attraverso strumenti quali indicatori ambientali o valutazioni di impatto ambientale¹⁹, al fine di quantificare il miglioramento in termini di impatti evitati per i singoli indicatori che sono influenzati dalle buone pratiche di gestione messe in atto.

¹⁸ Bellucci V., Seri G., Distribuzione per uso agricolo di prodotti fitosanitari (erbicidi, fungicidi, insetticidi, acaricidi). ISTAT, Mezzi di produzione in agricoltura, <https://www.istat.it/it/agricoltura>

¹⁹ Pattara, C., Russo, C., Antrodocchia, V., & Cichelli, A. (2017). *Carbon footprint as an instrument for enhancing food quality: Overview of the wine, olive oil and cereals sectors. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(2)*, 396-410.

La filiera dell'olio comprende numerose fasi, dall'agricoltura (che include coltivazione e raccolta), all'estrazione dell'olio dalle olive, il confezionamento e le fasi di trattamento dei rifiuti. Ognuna di queste fasi potrebbe presentare dei punti critici per l'impatto ambientale.

In questo contesto, lo sviluppo sostenibile non riguarda più unicamente la dimensione ambientale ma ha anche un importante risvolto socioeconomico sulle scelte dei consumatori, che sono sempre maggiormente orientati a scegliere di acquistare prodotti che si dimostrino sostenibili dal punto di vista ambientale, orientando pertanto le aziende ad effettuare studi su questi ultimi. Questa è la principale motivazione che ha spinto alcune aziende del settore, tra cui quella oggetto dello studio, a ricorrere negli anni alle certificazioni ambientali sui propri prodotti. L'azienda nasce nel 1930 come piccola attività a conduzione familiare, ma nel dopoguerra grazie all'implementazione delle bottiglie di vetro, più adatte alla distribuzione e al consumo, inizia a crescere notevolmente. L'azienda diventa dapprima un importante punto di riferimento per l'Italia e successivamente a partire dagli anni 2000 inizia ad espandersi fuori dai confini nazionali. Attualmente l'azienda è riconosciuta come una delle leader del settore extra vergine, è all'avanguardia per strutture, tecnologie e controlli di qualità e nel diffondere la cultura alimentare dell'Olio extra vergine in maniera educativa.

L'azienda confeziona oltre 30 milioni di litri di olio all'anno, di cui circa l'87% di olio extra vergine d'oliva, nella sede principale in centro Italia. Gli oli selezionati per la preparazione dei prodotti provengono da olive di diversa varietà, caratterizzate da diversa provenienza, grado di maturazione, tempi e modi di stoccaggio.

3.2 I PRODOTTI

Come riportato nella norma applicabile agli oli di oliva e agli oli di sansa di oliva²⁰, l'olio d'oliva è quello ottenuto esclusivamente dalla pianta da frutto di olivo (*Olea europaea* L.), ad esclusione degli oli ottenuti mediante solvente o qualsiasi miscela con oli di altra natura. È commercializzato in conformità con le seguenti denominazioni e definizioni: "Oli vergini di oliva sono gli olii ottenuti dal frutto dell'olivo soltanto mediante processi meccanici o altri processi fisici sotto certe condizioni, in particolare termiche, che non causano alterazioni dell'olio e che non hanno subito alcun trattamento diverso dal lavaggio, dalla decantazione, dalla centrifugazione e dalla filtrazione".

Gli olii vergini di oliva adatti al consumo umano includono:

- L'olio d'oliva extra vergine: la cui acidità libera, espressa in acido oleico, non è superiore a 0,8 grammi per 100 grammi;
- L'olio d'oliva vergine: la cui acidità libera, espressa in acido oleico, non è superiore a 2 grammi per 100 g;
- Comune olio vergine di oliva: la cui acidità libera, espressa in acido oleico, non è superiore a 3,3 grammi per 100 g;
- Olio vergine di oliva lampante: è un olio vergine di oliva la cui acidità libera, espressa in acido oleico, è superiore a 3,3 grammi per 100 g. È destinato alla raffinazione o ad usi tecnici.

Tra gli altri tipi di olio adatti al consumo umano troviamo:

- L'olio d'oliva raffinato: è un olio d'oliva ottenuto da oli vergini di oliva mediante metodi di raffinazione che non causano alterazioni nella struttura gliceridica iniziale;
- Olio d'oliva: è un olio costituito da una miscela di oli raffinati di oliva e di oli di oliva vergini adatti al consumo così come sono;
- L'olio di sansa di oliva: è un olio ottenuto dalla sansa di oliva trattata con solventi o altri trattamenti fisici, ad esclusione degli oli ottenuti da processi di riesterificazione e qualsiasi miscela con oli di altra natura. Viene commercializzato con diverse denominazioni (ad esempio olio greggio di sansa di oliva, olio di sansa d'oliva raffinato, ecc.).

Lo studio LCA in oggetto si riferisce ai cinque prodotti oleari, riportati in Tabella 1, di cui i primi tre sono commercializzati nei formati da 1 litro, 0,75 litri e 0,5 litri, mentre gli ultimi due sono commercializzati nei formati da 0,75 e 0,5 litri. Tutti e cinque i prodotti sono oli extra vergine d'oliva e vengono descritti in tabella 1.

²⁰ UE *Regolamento (CEE) n. 2568/91 della commissione dell'11 luglio 1991, relativo alle caratteristiche degli oli d'oliva e degli oli di sansa nonché dei metodi ad essi attinenti.*, 04/12/2016. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:01991R2568-20161204&from=EN>.

Gli oli sono confezionati nei diversi formati con bottiglie di vetro. In aggiunta, l'imballaggio primario consiste di due etichette, fronte e retro, di carta, applicate alla bottiglia e un tappo in alluminio con versatore in plastica. L'imballaggio secondario standard è costituito da un vassoio in cartone e un film termoretraibile. Per i prodotti 4 e 5 l'imballaggio secondario consiste unicamente in una scatola di cartone. L'imballaggio terziario per tutti e cinque i prodotti è costituito da pallet racchiusi da un film trasparente esterno.

La densità considerata dell'olio extra vergine d'oliva è pari a 0,913 kg/litro.

Tabella 1: descrizione delle caratteristiche dei singoli prodotti (origine delle olive, imballaggio e caratteristiche del consumo).

Prodotto	Formato	Produzione	Imballaggio	Caratteristiche del consumo
1	0,5 litri 0,75 litri 1 litro	Prodotto a partire da olive coltivate in Italia, Spagna, Portogallo e Grecia.	Confezionato in bottiglie di vetro verde di colore scuro; l'imballaggio primario consiste di due etichette (fronte e retro) di carta applicata alla bottiglia e un tappo in alluminio con versatore in plastica; l'imballaggio secondario standard è costituito da un vassoio in cartone e un film termoretraibile, mentre l'imballaggio terziario è costituito dal pallet e da un film esterno trasparente.	Una selezione di oli ottenuti da olive raccolte a giusto grado di maturazione ed è dunque un complemento ideale e versatile, in cottura e a crudo. È caratterizzato da un sapore equilibrato, armonioso e pieno.
2	0,5 litri 0,75 litri 1 litro	Prodotto da olive coltivate in Italia.	Confezionato in bottiglie di vetro UVAG (un particolare vetro di color verde scuro in grado di proteggere il prodotto interno dai raggi UV); l'imballaggio primario consiste di due etichette (fronte e retro) di carta applicate alla bottiglia e un tappo in alluminio con versatore in plastica; l'imballaggio secondario standard è costituito da un vassoio in cartone e un film termoretraibile, mentre l'imballaggio terziario è costituito dal pallet e da un film esterno trasparente.	Ottenuto da frutti raccolti il lieve anticipo a livello di maturazione, ideale a crudo.
3	0,5 litri 0,75 litri 1 litro	Prodotto a partire da olive coltivate in Italia, Spagna, Portogallo e Grecia.	Confezionato in bottiglie di vetro di colore verde scuro; l'imballaggio primario consiste di due etichette (fronte e retro) di carta applicata alla bottiglia e un tappo in alluminio con versatore in plastica; l'imballaggio secondario standard è costituito da un vassoio in cartone e un film termoretraibile, mentre l'imballaggio terziario è costituito dal pallet e da un film esterno trasparente.	È una selezione di oli ottenuti da olive raccolte nella pienezza della maturazione ed è un complemento ideale, in cottura ed a crudo. È caratterizzato da un sapore delicato e leggero.
4	0,5 litri 0,75 litri	Prodotto a partire dal 100% di olive italiane coltivate e raccolte nella zona del Gargano in Puglia.	Confezionato in bottiglie di vetro di colore scuro con formato da 750 ml e 500 ml; l'imballaggio primario consiste di due etichette (fronte e retro) di carta applicata alla bottiglia e un tappo in alluminio con versatore in plastica; l'imballaggio secondario standard è costituito da una scatola in cartone, mentre l'imballaggio terziario è costituito dal pallet.	Garantito biologico dall'inizio alla fine, dalla prima oliva all'ultima goccia nel frantoio. Dai terreni alle coltivazioni, dai sistemi di raccolta all'estrazione, tutto avviene nel rispetto dei principi dell'agricoltura biologica. Indicato per condire a crudo.

5	0,5 litri 0,75 litri	Prodotto a partire dal 100% di olive coltivate e raccolte nella zona Colli Martani e Colli Assisi-Spoleto, è molito nei frantoi delle stesse zone.	Confezionato in bottiglie di vetro UVAG con formato da 750ml e 500ml; l'imballaggio primario consiste di due etichette (fronte e retro) di carta applicate alla bottiglia e un tappo in alluminio con versatore in plastica; l'imballaggio secondario standard è costituito da una scatola in cartone mentre l'imballaggio terziario è costituito dal pallet.	Prodotto esclusivamente con olive di prevalente varietà Moraiolo, Frantoio e Leccino che lo rendono indicato per l'uso a crudo.
---	-------------------------	--	---	---

CAPITOLO 4

CICLO DI VITA DEI PRODOTTI

4.1 L'UNITÀ FUNZIONALE

In accordo con la PCR 2010:07²¹, l'unità funzionale per il ciclo di vita è riferita a un (1) litro di olio extra vergine d'oliva comprensivo del suo imballaggio. In presenza di altri formati di prodotto (ad esempio 0,75 litri, 0,5 litri) gli impatti possono essere calcolati in riferimento a tali formati, ma le EPD pubblicate devono sempre riportare i risultati in riferimento al formato da 1 litro.

Come sottolineato dalla PCR stessa si evidenzia che l'impatto dell'imballaggio è incluso nell'unità dichiarata, ma il suo peso non contribuisce al peso della suddetta unità dichiarata.

4.2 I CONFINI DEL SISTEMA (FASI)

I confini del sistema determinano le unità di processo da includere nello studio LCA e quale tipologia di dati in ingresso e/o in uscita dal sistema possono essere omessi.

In accordo con la PCR 2010:07 il ciclo di vita dell'olio extra vergine d'oliva è stato suddiviso nelle fasi di Upstream, Core e Downstream.

Come mostrato in Figura 9, la fase di UPSTREAM comprende i seguenti processi:

- La produzione delle olive, di cui vanno considerati i seguenti processi:
 - La produzione degli input utilizzati (come fertilizzanti e fitosanitari);
 - La fase di coltivazione (preparazione del terreno, piantagione, irrigazione, fertilizzazione, applicazione dei prodotti fitosanitari, raccolta);
 - Emissioni derivate dall'applicazione di fertilizzanti, dai prodotti di protezione e pesticidi, ove utilizzati;
 - L'impiego del legno derivante dalla potatura degli uliveti;
 - Il trasporto degli input verso la regione e i siti produttivi delle olive;
 - L'estrazione e l'utilizzo dell'acqua;
 - I materiali ausiliari per la raccolta delle olive (reti, gabbie, ecc.);
- La produzione dei combustibili e dell'energia elettrica impiegati nelle varie aziende agricole coinvolte nella produzione;
- La produzione degli imballaggi

La fase di CORE comprende i seguenti processi:

- Trasporto delle olive, delle materie prime e dei combustibili al frantoio;
- Pulizia delle olive (rimozione di corpi estranei come foglie e/o rami);

²¹ PCR 2010:07, CPC Division 21537: Virgin olive oil and its fractions; versione 3.0 del 2020-03-31 (valida fino al 2024-03-31)

- Molitura dell'olio;
- Conservazione dell'olio;
- Trasporto dell'olio e dell'imballaggio all'impianto di confezionamento;
- Confezionamento del prodotto;
- Gestione dei rifiuti;
- Trattamento delle acque reflue;
- Stoccaggio dell'olio confezionato prima della sua distribuzione;
- Produzione di elettricità e combustibili impiegati nella fase di estrazione e confezionamento.

La fase di DOWNSTREAM comprende i seguenti processi:

- Trasporto dal sito di stoccaggio ad una piattaforma di distribuzione;
- Trasporto al rivenditore finale;
- Uso del prodotto;
- Riciclo o gestione dei rifiuti dopo l'uso (comprensivo dello smaltimento degli imballaggi).

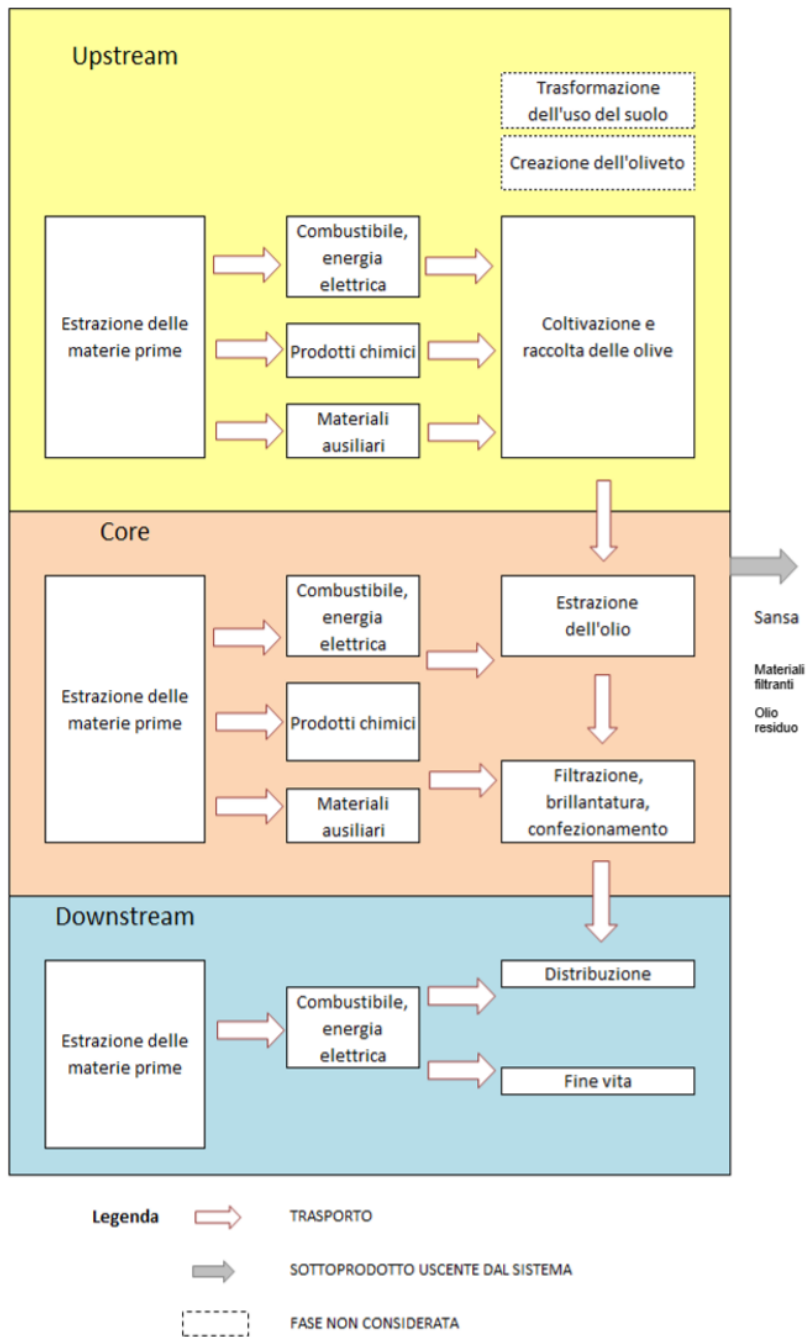


Figura 9: Confini del sistema del ciclo di vita dell'olio di oliva extra vergine.

4.2.1 Processi di Upstream

L'azienda oggetto dello studio si rifornisce generalmente da produttori di olio extra vergine in Italia, Spagna, Portogallo e Grecia, puntando ad incrementare la qualità del prodotto reperito dai fornitori.

Per la parte di Upstream sono stati raccolti dati primari presso alcuni fornitori selezionati sulla base delle quantità di materia prima fornita all'azienda e sul rapporto consolidato tra quest'ultima e i produttori. Nella tabella 2 viene riportata la quantità di olio acquistato in chilogrammi per i vari paesi citati.

Tabella 2: quantità di olio acquistato per paese (2020).

Paese	Olio acquistato (kg)
Italia	5.073.632
Spagna	13.181.732
Portogallo	4.336.520
Grecia	6.102.805

L'approccio e le tecniche utilizzate per la coltivazione delle olive è generalmente abbastanza simile per le vare filiere nonostante la differenza geografica.

In Italia le olive vengono coltivate tra le zone di Bari, Barletta, Andria, Trani e Foggia. A volte sono impiegati prodotti chimici per la protezione delle piante come insetticidi, fungicidi, pesticidi ed erbicidi, fatta eccezione per i prodotti coltivati in Puglia per la realizzazione del prodotto 4. La quantità di prodotto impiegato varia a seconda delle annate. Vengono inoltre apportati dei nutrienti alle piante come potassio (K), fosforo (P) e azoto (N).

L'irrigazione degli oliveti avviene mediante l'impiego di un sistema di tubi che, passando attraverso le chiome degli olivi, portano l'acqua dal pozzo di estrazione fino alla base degli olivi stessi, attraverso un processo di micro-irrigazione puntuale. La quantità d'acqua impiegata varia a seconda delle annate, nel 2021 mediamente sono stati distribuiti circa 2460 m³/anno attraverso l'irrigazione.

La manutenzione del coltivo consiste genericamente nello sfalcio dell'erba periodico (due volte l'anno) e nella potatura delle chiome degli olivi mediante l'impiego di mezzi meccanici. Quest'ultima avviene generalmente una volta l'anno e a seconda del periodo può essere più intensa (a fine raccolta) oppure più leggera al termine della stagione estiva per alleggerire gli olivi.

La raccolta delle olive avviene tra i mesi di ottobre e dicembre, tramite l'impiego di mezzi meccanici come:

- Lo scuotitore: è un trattore dotato di braccio meccanico che consente di trattenerne il tronco della pianta per scuoterlo leggermente facilitando la caduta delle olive che vengono raccolte attraverso delle reti sostenute dal carro intercettatore.
- Gli abbacchiatori: sono strumenti portatili a motore che consentono il distacco delle olive dai rami.

Il prodotto 5 rispetta tutti i vincoli della certificazione di prodotto di origine protetta (D.O.P.), con olive provenienti unicamente dalla regione Umbria, nelle zone dei Colli Martani e Colli Assisi-Spoleto. Le principali tipologie di olivo coltivate sono l'olivo Moraiolo, Leccino e Frantoio. La normativa D.O.P impone che l'olio extra vergine rispetti delle percentuali specifiche di olio prodotte dalle singole tipologie di piante.

La coltivazione delle olive in Spagna e Portogallo viene operata come descritto precedentemente, con gli stessi sistemi di irrigazione e raccolta. Per quanto riguarda la Grecia invece a variare è il sistema di irrigazione, che impiega cisterne di grandi dimensioni (tra le 500 e le 800 tonnellate) che vengono poste a monte delle colline e, per caduta, l'acqua viene trasportata attraverso una serie di tubazioni negli appezzamenti da irrigare. Da qui, attraverso un sistema di tubi secondari, entrano nell'oliveto e si distribuiscono tra i singoli olivi.

Nella fase di upstream è inclusa anche la produzione dei materiali di imballaggio dei prodotti finali e degli ausiliari impiegati negli stessi frantoi come: carta assorbente, olio lubrificante e detergente.

I dati relativi alla produzione dei tappi sono stati raccolti presso l'azienda produttrice, così come i dati relativi alla produzione delle bottiglie. La produzione di altri materiali di imballaggio e degli ausiliari è stata modellizzata tramite la banca dati Ecoinvent 3.7. Come previsto dalla PCR 2010:07 gli imballaggi che contribuiscono per meno dell'1% dell'impatto totale dichiarato e l'imballaggio terziario sono stati esclusi dall'analisi.

4.2.2 Processi di Core

Le olive, una volta raccolte, vengono trasportate dall'oliveto al frantoio. I contenitori utilizzati per trasportare le olive possono contenere anche rami e foglie, pertanto, è previsto l'impiego di acqua per il lavaggio delle olive (Figura 10).



Figura 10: lavaggio delle olive al frantoio.

Le olive sono successivamente inviate alla fase di frangitura dove sono macinate e ridotte in pasta di olive; il prodotto intermedio subisce poi la fase di gramolatura (Figura 11) che consiste nel mantenere in movimento la pasta di olive a temperatura costante di circa 25°C.



Figura 11: Gramolatura della pasta.

Dalle gramole la pasta di olive entra nel decanter dove avviene l'estrazione dell'olio di oliva. Questa fase prevede l'aggiunta di acqua nel decanter dal quale si ottiene l'olio mosto e la sansa. La sansa è un sottoprodotto dell'estrazione e ha valore economico più basso rispetto all'olio d'oliva, motivo per cui, come previsto dalla PCR 2010:07, i flussi in input e output sono stati allocati in funzione al valore economico medio

dell'ultimo triennio di studio, dal 2018 al 2021. Il prezzo dell'olio d'oliva nel formato da 1 litro si attesta a 6,19€ mentre per la sansa il costo medio è pari a 0,15€/kg. del prodotto (olio extra vergine di oliva) e del sottoprodotto (sansa).



Figura 12: estrazione dell'olio extra vergine.

Il processo di estrazione (Figura 12) per quanto riguarda i frantoi spagnoli, portoghesi e greci è in linea generale uguale a quanto descritto nei paragrafi precedenti.

Una volta estratto l'olio questo viene trasportato fino all'impianto di confezionamento situato in Italia. Il trasporto avviene unicamente mediante l'impiego di camion o di navi e il chilometraggio medio di percorrenza considerato viene riportato nella tabella sottostante.

Tabella 3: chilometri percorsi dai frantoi allo stabilimento di confezionamento.

Olio extra vergine	U.M.	Distanza via camion	Distanza via nave
da Italia	km	437	0
da Spagna	km	745	989
da Portogallo	km	1200	989
da Grecia	km	505	778

4.2.3 Processi di Downstream

I processi di Downstream includono la distribuzione in Italia e nel mondo dell'olio extra vergine confezionato e gli scenari di fine vita dell'olio non consumato e dei materiali di imballaggio.

In base ai dati sulle spedizioni è possibile stimare le quantità spedite in Italia e nel mondo per ogni anno. Per il calcolo delle distanze percorse dai mezzi di trasporto sono stati applicati due metodi differenti: per l'Italia si è considerato il chilometraggio preciso tra la sede di confezionamento e il cliente finale, per il resto del mondo invece è stata considerata una distanza media stimata come distanza tra la sede di confezionamento e la capitale del paese di destinazione.

Per quanto riguarda il consumo dell'olio e il fine vita si è stimata una perdita pari al 4% dell'olio contenuto nella bottiglia, quindi, nel modello di calcolo si è considerato che tale quantità è trattata ad inceneritore per lo 0,5%, al sistema comunale di depurazione delle acque per il 49,5% e riciclato per il restante 50%.

Per quanto riguarda il fine vita degli imballaggi è stato invece modellizzato utilizzando i dati statistici ufficiali secondo le modalità di recupero, incenerimento e smaltimento in discarica dei singoli materiali costituenti l'imballaggio sulla base dell'assunzione che il fine vita coincida geograficamente con i dati relativi alla distribuzione del prodotto. I processi di smaltimento e all'inceneritore sono stati ricavati da specifiche banche dati, secondo i dati ISPRA²² e CONAI 2021²³. In tabella 4 vengono riportati gli scenari di fine vita delle diverse tipologie dei materiali di imballaggio per l'Italia e l'Europa.

Tabella 4: scenari di fine vita delle diverse tipologie dei materiali di imballaggio per l'Italia e l'Europa.

	Italia	Europa
CARTA		
<i>Riciclo</i>	87,4%	82,6%
<i>Incenerimento</i>	7,5%	7,8%
<i>Discarica</i>	5,2%	9,7%
VETRO		
<i>Riciclo</i>	78,6%	734,7%
<i>Incenerimento</i>	0,0%	0,0%
<i>Discarica</i>	21,4%	25,3%
METALLO		
<i>Riciclo</i>	68,7%	54,6%
<i>Incenerimento</i>	6,5%	2,5%
<i>Discarica</i>	24,8%	42,9%

²² ISPRA, Rapporto rifiuti - dati 2020, (2021)

²³ CONAI, Rapporto rifiuti urbani - Edizione 2021

4.3 RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI (SIMAPRO)

Come previsto dalla norma UNI EN ISO 14044:2021²⁴ i dati selezionati per l'LCA dipendono dal tipo di obiettivo e dal campo di applicazione dello studio. I dati possono essere raccolti partendo direttamente dai siti di produzione che rientrano nei confini del sistema, e vengono definiti dati primari, oppure attraverso altre fonti indirette come le banche dati globali (es. Ecoinvent), e vengono definiti dati secondari. Entrambe le tipologie di dati possono essere incluse in uno stesso studio LCA.

L'analisi di inventario è stata condotta attraverso delle specifiche check list compilate direttamente dall'azienda e dalle altre attività produttive coinvolte nello studio. Questa compilazione ha consentito la raccolta dati per quanto riguarda la coltivazione delle olive, la loro raccolta, l'estrazione dell'olio e la sua conservazione, il trasporto del prodotto, la fase di imballaggio e la distribuzione del prodotto.

Sono invece stati utilizzati dati generici selezionati da:

- Banche dati internazionali come Ecoinvent 3.7: per quanto riguarda processi di produzione di materiali semilavorati, dei materiali di imballaggio, dell'energia elettrica e termica, dei mezzi di trasporto e del fine vita.
- Documenti di FAO²⁵ e Eurostat: i primi relativi alla percentuale di olio extra vergine non consumato e smaltito, i secondi per la quota di riciclo e smaltimento dei rifiuti.
- I dati relativi alle distanze percorse per il trasporto sono stati calcolati on-line tramite Google Maps per quanto riguarda il trasporto su strada e tramite SeaRates²⁶ per il calcolo dei chilometraggi via mare.

In accordo con la PCR²⁷ di riferimento, la costruzione dei macchinari, con un periodo di costruzione superiore a tre anni, e degli stabilimenti, è stata esclusa.

Gli oliveti italiani, spagnoli, portoghesi e greci hanno un periodo di vita stimato superiore ai 25 anni: ciò è dovuto alla longevità della pianta di olivo e in parte anche al ritorno economico dell'investimento. Pertanto, in accordo con la PCR 2010:07, non sono state considerate le operazioni connesse al cambio d'uso del terreno degli oliveti e le operazioni connesse alla preparazione degli oliveti, come la piantumazione, la costruzione degli impianti di irrigazione, ecc.

Si è applicata inoltre la regola del cut-off, che consente di escludere i flussi di materia inferiori all'1% del totale dell'inventario. Questo ha consentito di escludere dallo studio la produzione degli imballaggi dei prodotti chimici e dei materiali ausiliari utilizzati nella fase di coltivazione, le etichette di prodotto e il collarino

²⁴ UNI EN ISO 14044:2021 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and Guidelines

²⁵ Gustavsson et al., (2013) *The methodology of the FAO study: "Global Food Losses and Food Waste - extent, causes and prevention"*- FAO, 2011 By SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology

²⁶ Dal sito: <https://www.searates.com/it/>

²⁷ PCR 2010:07, CPC Division 21537: Virgin olive oil and its fractions; versione 3.0 del 2020-03-31 (valida fino al 2024-03-31)

applicato sulle bottiglie, il film retraibile e le etichette applicate sui pallet, che, a seguito di un'analisi di sensibilità hanno dimostrato un'incidenza inferiore all'1% sul totale degli impatti del ciclo di vita.

La validazione dei dati primari forniti è stata effettuata consultando altri studi LCA e altre EPD pubblicate, le banche dati internazionali (Ecoinvent 3.7), e dati di letteratura²⁸. Oltre a questo, sono stati verificati anche i dati raccolti sugli stessi prodotti negli studi condotti dal 2016 al 2020.

I dati generici selezionati, controllati al fine di rispettare le indicazioni imposte dalla PCR 2010:07, sono relativi alla rappresentatività geografica, tecnologica e alla completezza dei flussi scambiati tra prodotto e ambiente. I dati generici sono stati utilizzati anche per la modellizzazione dei pesticidi e dei fungicidi. Il loro contributo è poi risultato inferiore al 10% per tutti gli impatti, così come prescritto da PCR.

Nella Tabella 5 vengono riportate le fonti dei dati per ciascuna fase del ciclo di vita (upstream, core e downstream), esplicitandone la qualità (dati specifici primari o generici) così come previsto dalla PCR 2010:07.

²⁸ Salomone, R., & Ioppolo, G. (2012). *Environmental impacts of olive oil production: a Life Cycle Assessment case study in the province of Messina (Sicily)*. *Journal of cleaner production*, 28, 88-100.

Arrivas Bajardi, C., Fiore, M., Breedveld, L., Giaimo, L., & Notaro, A. (2009). *Certificazione ambientale di prodotti agroalimentari LCA dell'olio d'oliva*.

IPCC (2013), *Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISPRA, *Rapporto rifiuti - dati 2020*, (2021)

ISPRA, *Rapporto rifiuti - dati 2015* (2017)

Tabella 5: categorie di dati suddivise per ciclo di vita.

Fase del ciclo di vita	Processo specifico	Categoria di dati	Fonti utilizzate	Anno	Copertura geografica
	Operazioni per la trasformazione dell'uso del suolo: processi esclusi dai confini del sistema perché la durata degli oliveti considerati è maggiore di 25 anni	Dati specifici	Aziende olivicole in Italia, Spagna, Grecia e Portogallo	2016-2020	Limitatamente alle aziende olivicole considerate in Italia, Spagna, Grecia e Portogallo
	Operazioni per l'impianto degli oliveti: processi esclusi dai confini del sistema perché la durata degli oliveti considerati è maggiore di 25 anni	Dati specifici	Aziende olivicole in Italia, Spagna, Grecia e Portogallo	2016-2020	Limitatamente alle aziende olivicole considerate in Italia, Spagna, Grecia e Portogallo
Upstream	Coltivazione delle olive: quantità di combustibile, elettricità e acqua per l'irrigazione, quantità di prodotti chimici e acqua per la fertilizzazione e protezione delle piante, quantità di combustibile per i trattamenti del suolo, quantità di legno potato e erba tagliata. <u>Raccolta delle olive</u> : quantità di olive raccolte e di combustibile ed elettricità degli strumenti di raccolta. Distanza di trasporto delle olive al frantoio	Dati specifici	Aziende olivicole in Italia, Spagna, Grecia e Portogallo	2016-2020	Limitatamente alle aziende olivicole considerate in Italia, Spagna, Grecia e Portogallo
	Coltivazione e raccolta delle olive: produzione e trasporto dei prodotti chimici, produzione e distribuzione dell'elettricità e dei combustibili, approvvigionamento idrico, strumenti di raccolta delle olive e mezzi di trasporto	Dati generici selezionati e dati generici	Ecoinvent 3.7	2020*	Europa
	Imballaggi e ausiliari: produzione di materiale ausiliare e materiali per l'imballaggio	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.7	2020*	Europa
Core	Estrazione dell'olio extra vergine: quantità e prezzo dell'olio e della sansa prodotti, quantità di foglie e di acque di vegetazione smaltite, consumi elettrici e di combustibile, quantità di prodotti ausiliari e distanze di trasporto degli input e output del frantoio	Dati specifici	Frantoi situati in Italia, Spagna, Grecia e Portogallo	2016-2020	Limitatamente ai frantoi considerati in Italia, Spagna, Grecia e Portogallo
	Estrazione dell'olio extra vergine: produzione e distribuzione dell'elettricità e dei combustibili, approvvigionamento idrico, produzione e trasporto dei materiali ausiliari, mezzi di trasporto	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.7	2020*	Europa

	Trasporto dell'olio extra vergine da Italia, Spagna, Grecia e Portogallo a Monini: distanze e modalità di trasporto	Dati specifici	Azienda specifica	2020	Italia, Spagna, Grecia e Portogallo
	Trasporto dell'olio extra vergine da Italia, Spagna, Grecia e Portogallo a Monini: mezzi di trasporto	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.7	2020*	Europa
	Filtrazione, brillantatura e confezionamento dell'olio extra vergine: quantità di materiale ausiliare, quantità e materiali per l'imballaggio, consumi elettrici e scarti prodotti presso l'azienda	Dati specifici	Azienda specifica	2020	Italia
	Filtrazione, brillantatura e confezionamento dell'olio extra vergine: produzione e distribuzione dell'elettricità, produzione e trasporto dei materiali ausiliari e per l'imballaggio, mezzi di trasporto	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.7	2020*	Europa
Downstream	Distribuzione: Modalità e distanza media pesata in Italia e per il resto del mondo, per singolo prodotto	Dati specifici	Azienda specifica	2020	Mondo
	Mezzi di trasporto	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.7	2020*	Europa
	Percentuali di olio extra vergine non consumato e smaltito; percentuali di riciclo e smaltimento dei rifiuti di imballaggio	Dati generici selezionati	FAO	2013*	Mondo
			ISPRA e CONAI per la quota di riciclo e smaltimento degli imballaggi in Italia	2020	Italia
			Eurostat per la quota di riciclo e smaltimento degli imballaggi in Europa	2018	Europa
	Processi di riciclo e smaltimento	Dati generici selezionati	Ecoinvent 3.7	2020*	Europa

Gli anni con l'asterisco (*) fanno riferimento alla data di pubblicazione dei dati e non al periodo di raccolta degli stessi.

CAPITOLO 5

VALUTAZIONE ED INTERPRETAZIONE DELL'IMPATTO DEL CICLO DI VITA

In uno studio LCA, l'analisi dei contributi ha lo scopo di evidenziare le criticità ambientali del ciclo di vita in esame, vale a dire le fasi che contribuiscono in misura maggiore agli impatti ambientali complessivi. Il fine ultimo di tale analisi è l'individuazione delle fasi sulle quali deve essere posta maggiore attenzione dove un miglioramento del profilo ambientale rappresenta effettivamente un consistente miglioramento sull'intero ciclo di vita.

I dati riportati nei paragrafi seguenti si riferiscono all'olio extra vergine identificato come il prodotto 1 da 1 litro per l'anno in analisi più recente (2021). Gli anni fanno riferimento alla data di pubblicazione delle EPD, ossia Dichiarazioni Ambientali di Prodotto che l'azienda ha realizzato a seguito degli studi LCA per descrivere gli impatti ambientali legati alla produzione di una specifica quantità di prodotto, tuttavia, i dati raccolti sulle campagne di coltivazione fanno riferimento all'anno precedente. In questo caso quindi ci si riferisce all'anno 2021 come anno di pubblicazione del rapporto LCA e delle EPD ricavate dai dati di campagna del 2020, in questo modo è possibile operare su serie di dati completi appartenenti all'anno appena concluso. Questo metodo è stato applicato a tutti gli anni in cui sono stati realizzati studi LCA.

Viene presentata nel dettaglio solo l'analisi LCA condotta sui dati del 2021 poiché essendo la più recente mi ha visto direttamente coinvolta nelle attività di interpretazione finale del ciclo di vita.

Nel capitolo 6, i risultati ottenuti nel 2021 saranno discussi rispetto a quelli ottenuti negli studi condotti anche sugli altri quattro prodotti e negli anni precedenti.

Nell'elaborazione dello studio LCA vengono calcolate le categorie d'impatto indicate dalla PCR di riferimento (PCR 2010:07). I risultati sono riportati nei seguenti paragrafi.

5.1 RISCALDAMENTO GLOBALE

Le sostanze che contribuiscono maggiormente al riscaldamento globale sono:

Anidride carbonica (CO₂) di origine fossile per il 74%, di cui quella emessa nella fase di upstream contribuisce per l'89%, quella emessa nella fase di core contribuisce per il 10% e quella emessa nella fase di downstream contribuisce per l'1%.

Monossido di azoto (N₂O) per il 24%, emesso quasi esclusivamente nella fase di upstream (99,8%).

Metano (CH₄) di origine fossile per il 2%, emesso quasi esclusivamente nella fase di upstream (93%).

Tabella 6: Contributo delle sostanze all'indicatore Potenziale di Riscaldamento Globale.

Sostanze, kg CO₂ eq	UPSTREAM	CORE	DOWNSTREAM
Diossido di carbonio	2,28	0,16	0,12
Ossido di diazoto	0,830	0,003	0,000
Metano fossile	0,007	0,006	0,001

Di seguito si riporta il diagramma di flusso (Figura 13) del prodotto 1 con i contributi dei singoli processi. Com'è possibile osservare dalla figura il contributo maggiore all'incremento dell'indicatore è dovuto alle fasi di Upstream ed in particolare al trasporto dai frantoi al sito produttivo aziendale.

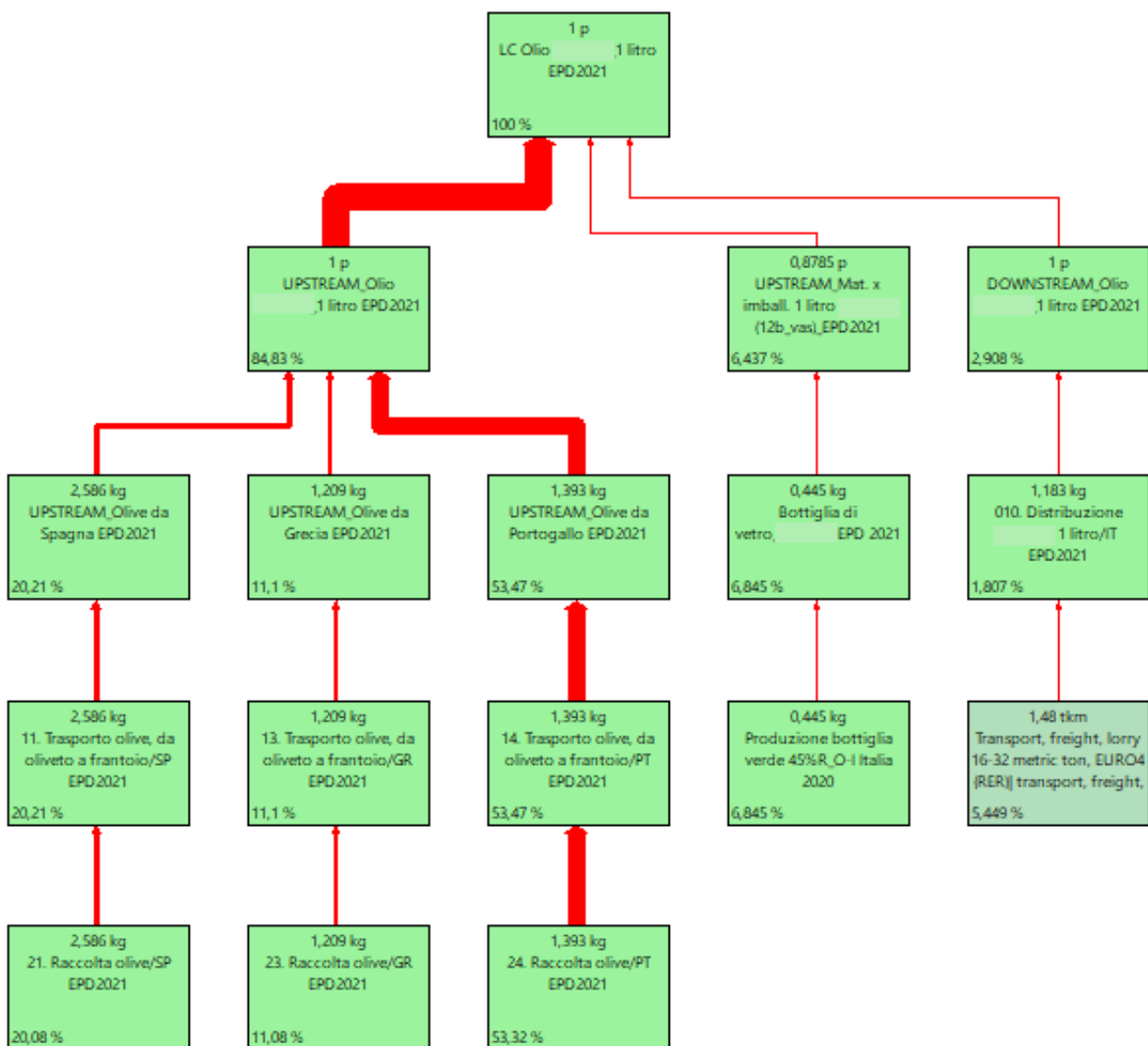


Figura 13: Diagramma di flusso del ciclo di vita del prodotto 1 per la categoria riscaldamento globale (in figura vengono esclusi tutti i processi il cui impatto è inferiore al 5% del totale). Il diagramma ad albero mostra il contributo delle varie fasi alla categoria d'impatto. Lo spessore della freccia che collega i riquadri indica la grandezza dell'impatto ambientale totale che intercorre tra i processi. I riquadri di colore verde chiaro fanno riferimento a processi composti da dati primari, mentre i riquadri in verde più scuro si riferiscono a processi modellati con dati provenienti dalle banche dati.

5.2 ACIDIFICAZIONE

Le sostanze che contribuiscono maggiormente all'acidificazione sono:

- Ossidi di azoto (NO_x) per il 48%, di cui quelli emessi nella fase di upstream contribuiscono per il 93%, quelli emessi nella fase di core contribuiscono per il 4% e quelli emessi nella fase di downstream contribuiscono per il 3%.
- Ammoniaca (NH₃) per il 32%, emessa quasi esclusivamente nella fase di upstream (99,9%).
- Diossido di zolfo (SO₂) per il 16%, di cui quello emesso nella fase di upstream contribuisce per il 90%, quello emesso nella fase di core contribuisce per il 7% e quello emesso nella fase di downstream contribuisce per il 3%.

Tabella 7: Contributo delle sostanze all'indicatore Potenziale di Acidificazione.

Sostanze, kg SO ₂ eq	UPSTREAM	CORE	DOWNSTREAM
Ossidi di azoto	1,43E-02	6,44E-04	3,87E-04
Ammoniaca	1,02E-02	1,16E-05	1,59E-06
Diossido di zolfo	4,83E-03	3,80E-04	1,31E-04
Monossido di azoto	7,58E-04	3,57E-13	1,49E-13
Solfato di idrogeno	2,83E-04	1,82E-06	4,18E-07
Cloruro di idrogeno	5,05E-05	3,51E-06	3,17E-07
Acido solforico	8,44E-05	2,30E-06	8,03E-08

Di seguito si riporta il diagramma di flusso (Figura 14) del ciclo di vita del prodotto 1 o con i contributi dei singoli processi. Osservando il diagramma emerge che il contributo maggiore a questo indicatore avviene nella fase di Upstream, a causa delle sostanze chimiche rilasciate dai mezzi di trasporto impiegati per la raccolta delle olive nei frantoi e per il trasporto di queste ultime dalle zone di coltivazione al sito produttivo; e delle sostanze fertilizzanti impiegate in fase di coltivazione.

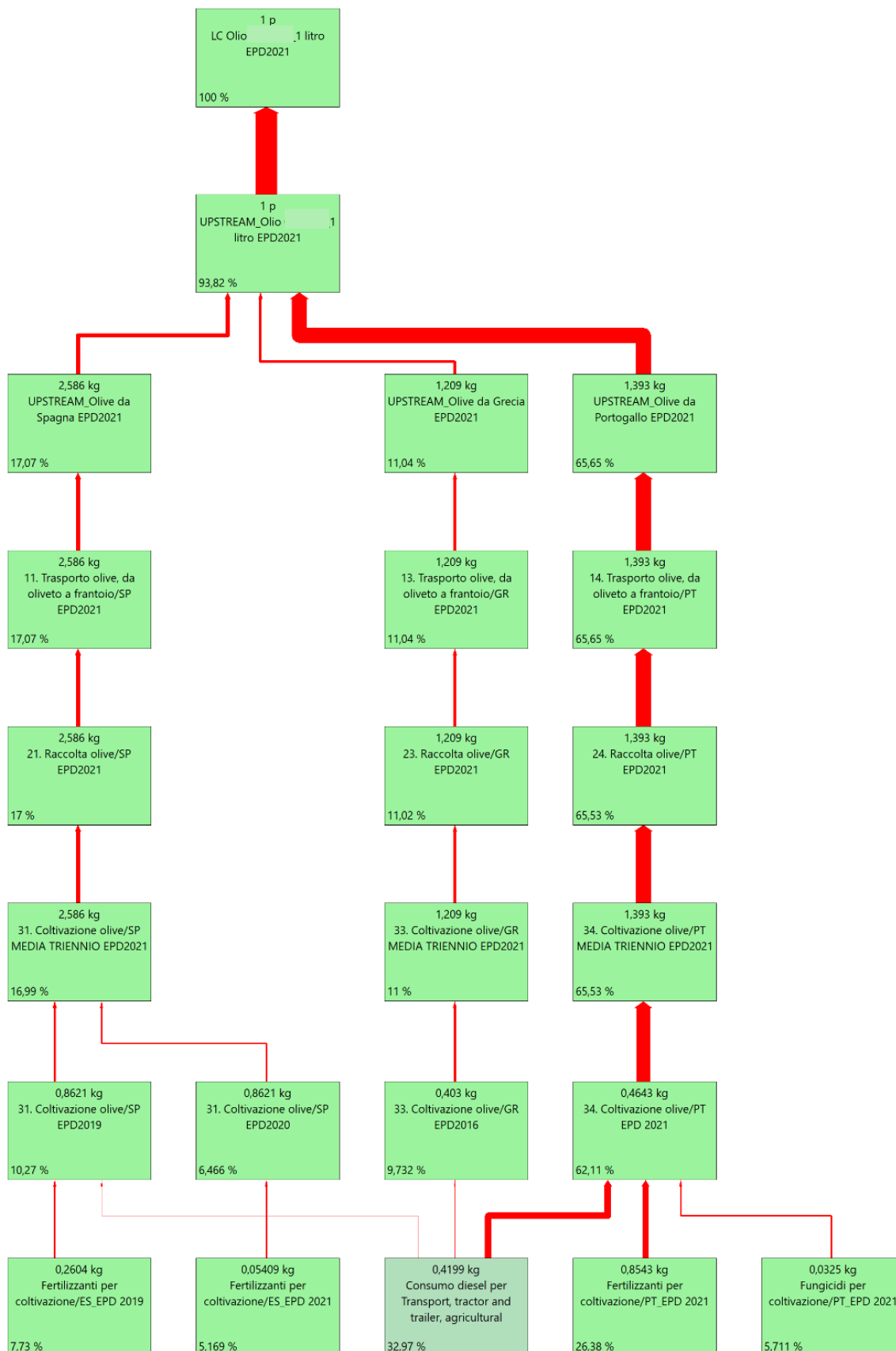


Figura 14: Diagramma di flusso del ciclo di vita del prodotto 1 per la categoria acidificazione (in figura vengono esclusi tutti i processi il cui impatto è inferiore al 5% del totale). Il diagramma ad albero mostra il contributo delle varie fasi alla categoria d’impatto. Lo spessore della freccia che collega i riquadri indica la grandezza dell’impatto ambientale totale che intercorre tra i processi. I riquadri di colore verde chiaro fanno riferimento a processi composti da dati primari, mentre i riquadri in verde più scuro si riferiscono a processi modellati con dati provenienti dalle banche dati.

5.3 EUTROFIZZAZIONE

Le sostanze che contribuiscono maggiormente all'eutrofizzazione sono:

- Nitrato (NO_3) per il 58%, emesso quasi esclusivamente nella fase di upstream (99,4%).
- Ossido di dinitrogeno (N_2O) per l'13%, di cui quello emesso nella fase di upstream contribuisce per il 93%, quello emesso nella fase di core contribuisce per il 6% e quello emesso nella fase di downstream contribuisce per l'1%.
- Fosfato per il 10%, di cui quello emesso nella fase di upstream contribuisce per il 94%, quello emesso nella fase di core contribuisce per il 5% e quello emesso nella fase di downstream contribuisce per l'1%.

Tabella 8: Contributo delle sostanze all'indicatore Potenziale di Eutrofizzazione.

Sostanze, kg PO_4^{3-} eq	UPSTREAM	CORE	DOWNSTREAM
Nitrato	1,25E-02	5,87E-06	3,31E-07
Ossido di dinitrogeno	2,66E-03	1,20E-04	7,18E-05
Fosfato	1,96E-03	1,14E-04	1,60E-06
Ammoniaca	1,90E-03	2,15E-06	2,96E-07
Ossidi di azoto	1,08E-03	2,77E-08	2,27E-08
Fosforo	8,46E-04	2,53E-06	6,64E-07

Di seguito si riporta il diagramma di flusso (Figura 15) del ciclo di vita del prodotto 1 con i contributi dei singoli processi. Nel caso di questo indicatore il processo che maggiormente contribuisce all'eutrofizzazione è l'impiego di fertilizzanti nella fase di coltivazione delle olive (fase Upstream).

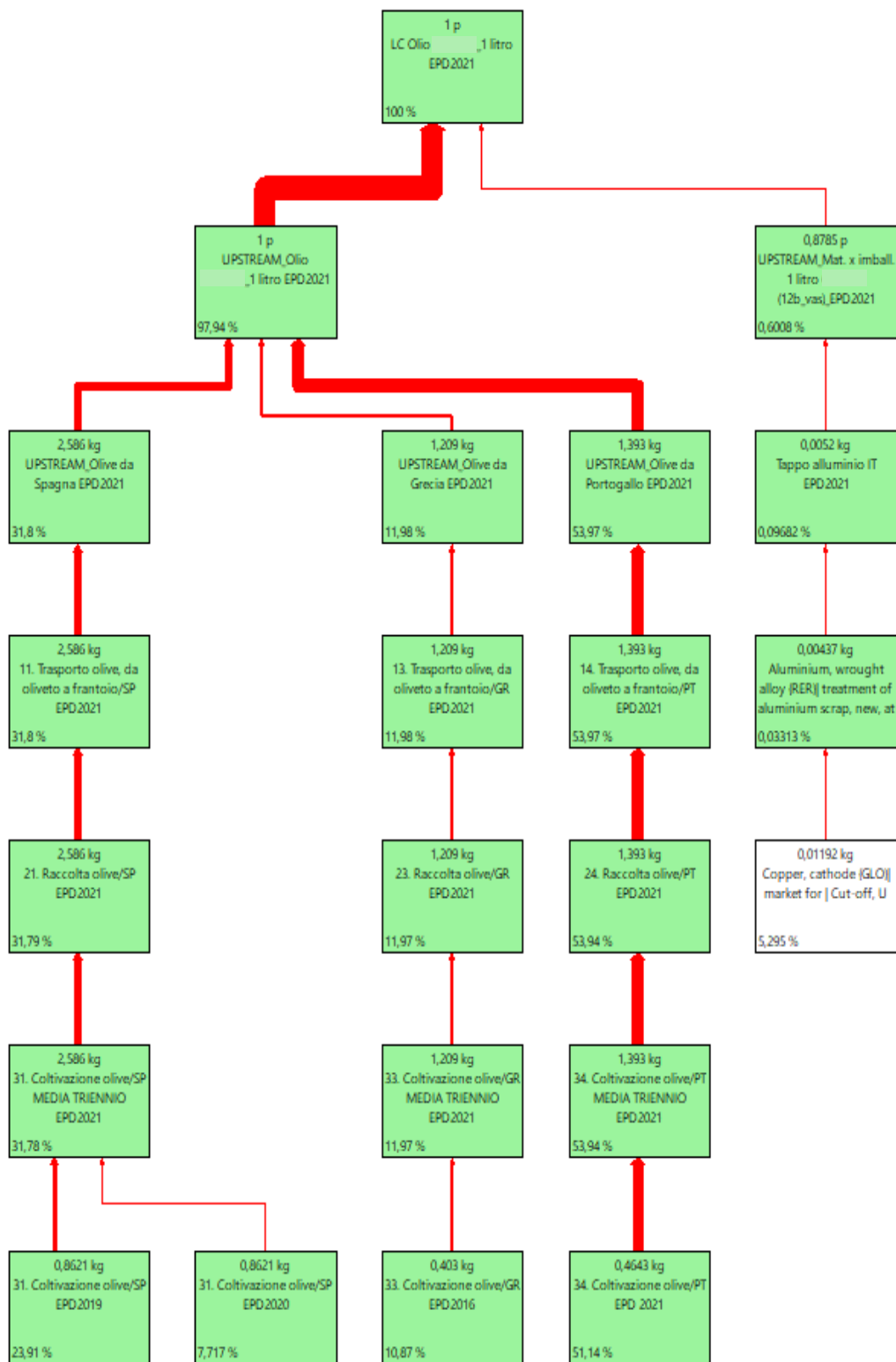


Figura 15: Diagramma di flusso del ciclo di vita del prodotto 1 per la categoria Eutrofizzazione. Il diagramma ad albero mostra il contributo delle varie fasi alla categoria d'impatto. Lo spessore della freccia che collega i riquadri indica la grandezza dell'impatto ambientale totale che intercorre tra i processi. I riquadri di colore verde chiaro fanno riferimento a processi composti da dati primari, mentre i riquadri in verde più scuro si riferiscono a processi modellati con dati provenienti dalle banche dati. I riquadri in bianco rappresentano i processi esclusi dalla regola del cut-off, ossia quei processi che hanno un contributo inferiore all'1% del totale.

5.4 FORMAZIONE DI OZONO FOTOCHIMICO

Le sostanze che contribuiscono maggiormente alla Formazione di ozono fotochimico sono:

- Ossidi di azoto per l'89%, quasi esclusivamente emessi nella fase di upstream (93%); il contributo nella fase di core è del 6%, mentre quello della fase di downstream è pari l'1%.
- Composti organici volatili non metanici (NMVOC) per il 7,51%, quasi esclusivamente emessi nella fase di upstream (93%); il contributo nella fase di core è del 5%, mentre il contributo della fase di downstream è pari al 2%.
- Diossido di zolfo per il 2%, quasi esclusivamente emesso nella fase di upstream (92%).

Tabella 9: Contributo delle sostanze all'indicatore Formazione di ozono fotochimico.

Sostanze, kg NMVOC eq	UPSTREAM	CORE	DOWNSTREAM
Ossidi di azoto	2,04E-02	9,21E-04	5,53E-04
COVNM, composti organici volatili non metanici	1,74E-03	7,27E-05	3,77E-05
Diossido di zolfo	3,92E-04	3,08E-05	1,06E-05
Monossido di carbonio, fossile	2,30E-04	7,87E-06	7,11E-06
Monossido di carbonio, biogenico	4,99E-06	4,52E-05	2,43E-08

Di seguito si riporta il diagramma di flusso (Figura 16) del ciclo di vita del prodotto 1 con i contributi dei singoli processi. Lo smog fotochimico consiste in una serie di reazioni chimiche che possono dar luogo alla formazione di diversi composti in atmosfera. I principali contributi a questo indicatore derivano quasi esclusivamente dalla fase di upstream ed in particolare è causato dai processi di coltivazione e di raccolta e trasporto delle olive.

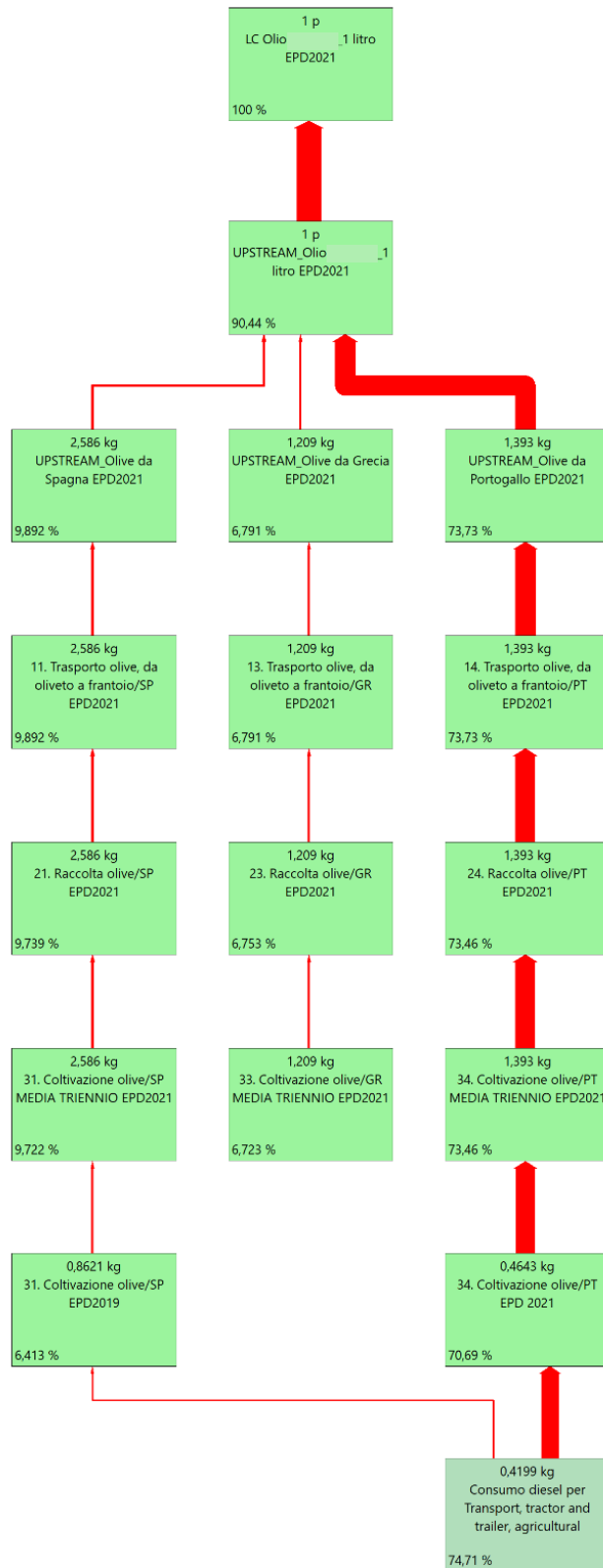


Figura 16: Diagramma di flusso del ciclo di vita del prodotto 1 per la categoria Formazione di ozono fotochimico (in questa figura vengono esclusi tutti i processi il cui impatto è inferiore al 7% del totale). Il diagramma ad albero mostra il contributo delle varie fasi alla categoria d’impatto. Lo spessore della freccia che collega i riquadri indica la grandezza dell’impatto ambientale totale che intercorre tra i processi. I riquadri di colore verde chiaro fanno riferimento a processi composti da dati primari, mentre i riquadri in verde più scuro si riferiscono a processi modellati con dati provenienti dalle banche dati.

5.5 CONSUMO DI RISORSE ABIOTICHE (COMBUSTIBILI FOSSILI)

Le sostanze che contribuiscono maggiormente al Consumo di risorse abiotiche come combustibili fossili sono:

- Petrolio grezzo per il 74%, di cui quello consumato nella fase di upstream contribuisce per l'88%, quello consumato nella fase di core contribuisce per il 10% e quello consumato nella fase di downstream contribuisce per il 2%
- Gas naturale per il 18%, di cui quello consumato nella fase di upstream contribuisce per il 91%, quello consumato nella fase di core contribuisce per l'8% e quello consumato nella fase di downstream contribuisce per l'1%
- Carbone per il 6%, quasi esclusivamente consumato nella fase di upstream (93%).

Tabella 10: Contributo delle sostanze all'indicatore Consumo di risorse abiotiche come combustibili fossili.

Sostanze, MJ	UPSTREAM	CORE	DOWNSTREAM
Petrolio grezzo	2,41E+01	1,57E+00	1,47E+00
Gas naturale	5,87E+00	5,15E-01	4,84E-02
Carbone	2,04E+00	1,39E-01	4,65E-03
Carbone, marrone	5,78E-01	1,12E-01	8,33E-04

Di seguito si riporta il diagramma di flusso del ciclo di vita del prodotto 1 (Figura 17) con i contributi dei singoli processi. Nel caso di questo indicatore, relativo al consumo di risorse abiotiche come i combustibili fossili, il contributo maggiore è legato a tutte le fasi che richiedono l'impiego di un mezzo automatizzato, partendo dalla fase di raccolta delle olive tramite gli scuotitori, al trasporto dai frantoi alla sede di confezionamento sia dell'olio d'oliva che degli imballaggi necessari. Un piccolo contributo a questo indicatore deriva anche dalla fase di trasporto dall'azienda al consumatore finale (downstream).

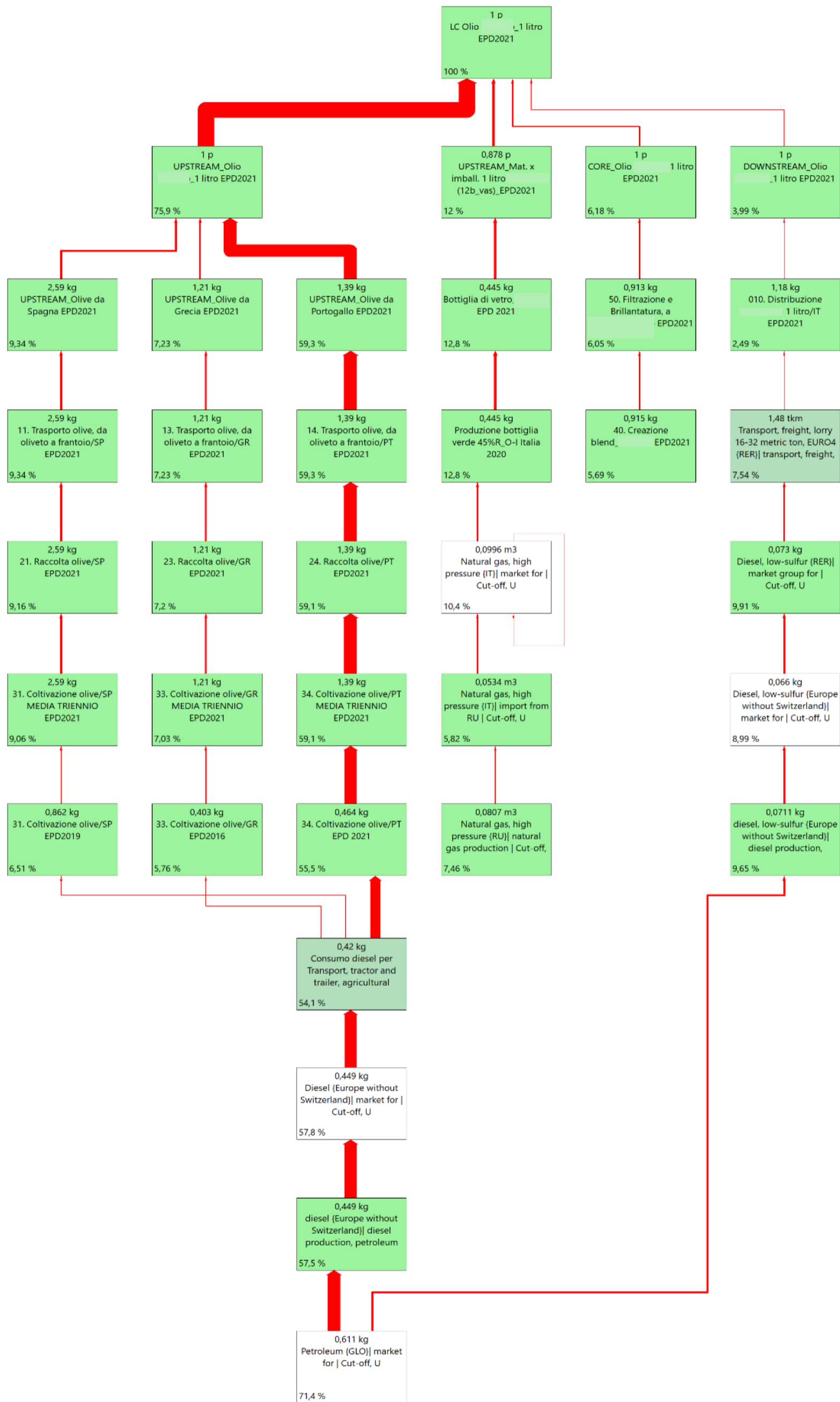


Figura 17: Diagramma di flusso del ciclo di vita del prodotto 1 per la categoria Consumo di risorse abiotiche come combustibili fossili. Il diagramma ad albero mostra il contributo delle varie fasi alla categoria d'impatto. Lo spessore della freccia che collega i riquadri indica la grandezza dell'impatto ambientale totale che intercorre tra i processi. I riquadri di colore verde chiaro fanno riferimento a processi composti da dati primari, mentre i riquadri in verde più scuro si riferiscono a processi modellati con dati provenienti dalle banche dati. I riquadri in bianco rappresentano i processi esclusi dalla regola del cut-off, ossia quei processi che hanno un contributo inferiore all'1% del totale.

CAPITOLO 6

CONFRONTO TEMPORALE DEI RISULTATI

L'analisi LCA di un medesimo formato di olio extra vergine di oliva può portare a risultati diversi in termini di impatti ambientali, in relazione al variare di alcuni fattori, che possono cambiare annualmente. Ogni anno, infatti, il ciclo di vita del prodotto può subire delle modifiche, per scelte adottate all'interno dell'azienda produttrice o per fattori esterni non collegati direttamente alla produzione, fase d'uso e fine vita del prodotto, che modificano i dati primari raccolti. Un chiaro esempio di queste modifiche riguarda l'indicatore relativo al consumo di risorse idriche, che viene fortemente influenzato nella fase di upstream di coltivazione delle olive dall'irrigazione delle colture. Questo indicatore può essere modificato annualmente da fattori interni direttamente connessi alle strategie dei coltivatori che stabiliscono con che tecnica e quanto irrigare, ma anche da fattori esterni come l'abbondanza annuale di precipitazioni. Un altro fattore che può influenzare gli impatti calcolati è l'aggiornamento delle banche dati che vengono utilizzate per reperire i dati secondari al fine di coprire le lacune in fase di inventario. I database forniscono dati su una vasta gamma di settori come quello dell'agricoltura, della zootecnia e di molteplici settori industriali al fine di reperire alcune informazioni che non è possibile reperire nella fase di raccolta dati. Tali dati hanno anche un riferimento geografico, che consente quindi per uno stesso processo di avere un numero di dati diversificati per stati e/o continenti in modo da poter aumentare il livello di dettaglio dello studio LCA. Il livello di dettaglio nella fase di inventario è inoltre determinato dalla PCR (Product Category Rule) di riferimento, un documento che definisce principi e requisiti per la stesura di documenti di comunicazione come le EPD per una specifica categoria di prodotti e servizi. Le PCR sono soggette ad aggiornamenti periodici nel corso del tempo che comportano un livello sempre maggiore di approfondimento del ciclo di vita del prodotto, stabilendo quali dati primari e secondari sia necessario utilizzare per condurre lo studio.

Nel caso del presente studio ci sono stati aggiornamenti della PCR di riferimento e delle banche dati impiegate che hanno comportato una modifica delle categorie di impatto dal 2016 ad oggi. Le categorie sono notevolmente aumentate, hanno subito delle modifiche riguardanti l'unità di misura e si sono affinate notevolmente, diventando sempre più specifiche. Per questo motivo le operazioni di confronto non sono sempre operabili per le diverse categorie d'impatto.

6.1 VARIAZIONI RISPETTO AGLI ANNI PRECEDENTI

A causa di quanto esplicitato nel paragrafo precedente le variazioni rispetto agli anni precedenti vengono operate su tre indicatori confrontabili tra loro: riscaldamento globale, eutrofizzazione e acidificazione. I dati vengono analizzati come variazioni percentuali di impatto in riferimento a tutti i prodotti per i tre (o due) formati a disposizione (tabelle 11, 12 e 13).

Il confronto è attuabile solo tra questi indicatori poiché essi, dal 2017 ad oggi, sono rimasti invariati. In altre parole, queste categorie di impatto non hanno subito modifiche significative dei dati dovute agli aggiornamenti delle banche dati utilizzate per lo studio né modifiche nel metodo di calcolo dei risultati dovute all'aggiornamento della PCR.

Tabella 11: variazioni percentuali dell'indicatore GWP nel periodo 2018-2021 dei cinque prodotti nei vari formati.

Riscaldamento globale					
Variazione percentuale		2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
<i>Prodotto</i>	<i>Formato</i>	<i>Kg CO₂eq</i>	<i>Kg CO₂eq</i>	<i>Kg CO₂eq</i>	<i>Kg CO₂eq</i>
1	0,5 litri	-6%	17%	4%	-12%
	0,75 litri	-8%	19%	4%	-14%
	1 litro	-8%	20%	4%	-14%
2	0,5 litri	55%	-46%	81%	-32%
	0,75 litri	60%	-46%	85%	-32%
	1 litro	64%	-51%	95%	-35%
3	0,5 litri	-7%	21%	2%	-19%
	0,75 litri	-7%	22%	3%	-22%
	1 litro	-8%	22%	3%	-20%
4	0,5 litri	-27%	78%	-21%	3%
	0,75 litri	-31%	87%	-22%	2%
5	0,5 litri	-1%	-8%	114%	-28%
	0,75 litri	-2%	-9%	125%	-28%

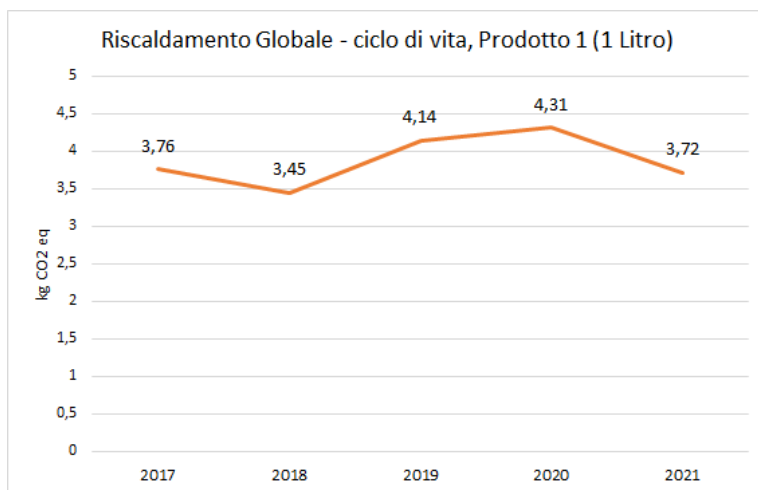
Tabella 12: variazioni percentuali dell'indicatore Acidificazione nel periodo 2018-2021 dei cinque prodotti nei vari formati.

Acidificazione					
Variazione percentuale		2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
<i>Prodotto</i>	Formato	g SO ₂ eq	g SO ₂ eq	g SO ₂ eq	g SO ₂ eq
1	0,5 litri	-20%	17%	-0,1%	37%
	0,75 litri	-21%	20%	-0,1%	39%
	1 litro	-22%	19%	0,6%	44%
2	0,5 litri	-11%	-49%	179%	-25%
	0,75 litri	28%	-53%	208%	-24%
	1 litro	30%	-55%	226%	-25%
3	0,5 litri	-25%	22%	-3%	21%
	0,75 litri	-23%	23%	-4%	2%
	1 litro	-26%	22%	-2%	25%
4	0,5 litri	-34%	78%	-30%	2%
	0,75 litri	-35%	77%	-28%	3%
5	0,5 litri	-90%	-1%	348%	9%
	0,75 litri	-105%	-12%	395%	11%

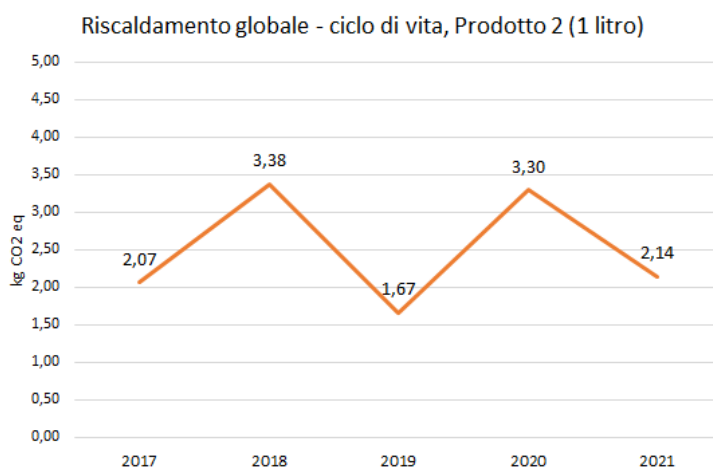
Tabella 13: variazioni percentuali dell'indicatore Eutrofizzazione nel periodo 2018-2021 dei cinque prodotti nei vari formati.

Eutrofizzazione					
Variazione percentuale		2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
<i>Prodotto</i>	Formato	g PO ₄ ³⁻ eq	g PO ₄ ³⁻ eq	g PO ₄ ³⁻ eq	g PO ₄ ³⁻ eq
1	0,5 litri	-20%	60%	-4%	16%
	0,75 litri	-22%	61%	-4%	15%
	1 litro	-23%	61%	-4%	14%
2	0,5 litri	-23%	94%	46%	32%
	0,75 litri	170%	94%	47%	34%
	1 litro	174%	95%	47%	34%
3	0,5 litri	-13%	56%	-6%	2%
	0,75 litri	-13%	56%	-6%	1%
	1 litro	-13%	57%	-6%	1%
4	0,5 litri	-32%	97%	-28%	-6%
	0,75 litri	-35%	103%	-28%	-7%
5	0,5 litri	-43%	-12%	411%	29%
	0,75 litri	-43%	-12%	430%	28%

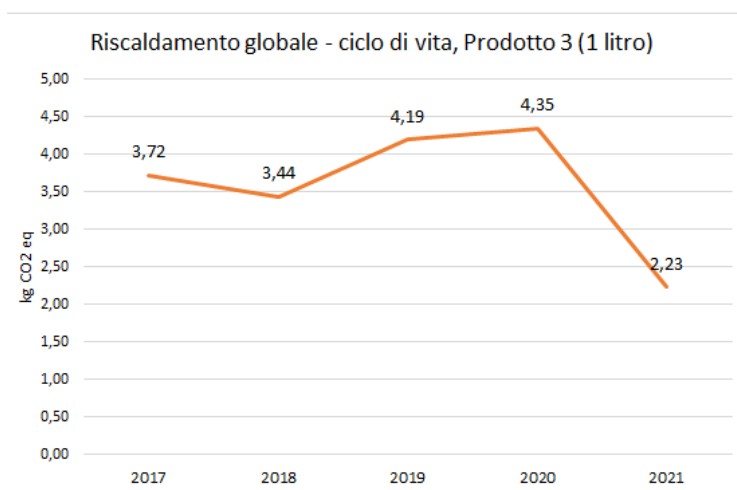
Di seguito sono riportati i grafici (Figure 18, 19, 20, 21, 22, 23) che analizzano l'andamento temporale di ciascuno dei tre impatti calcolati per l'intero ciclo di vita e per il periodo 2017-2021. I formati considerati sono: 1 litro per i prodotti 1, 2 e 3, e 0,5 litri per i prodotti 4 e 5.



(a)

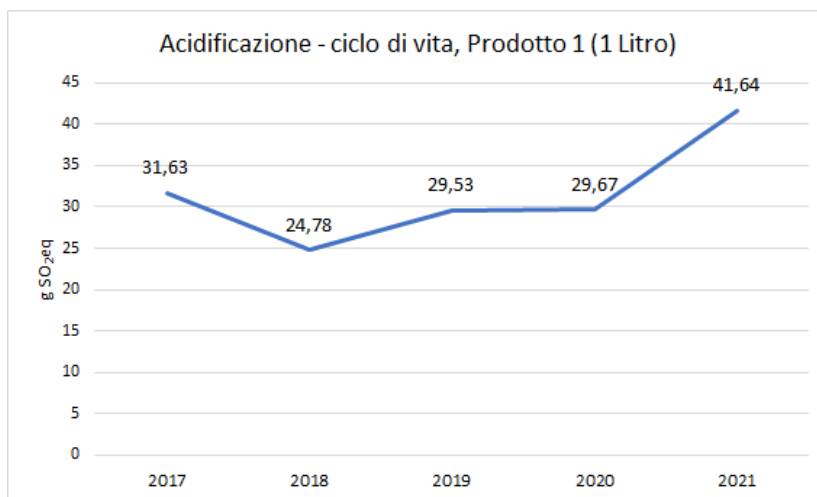


(b)

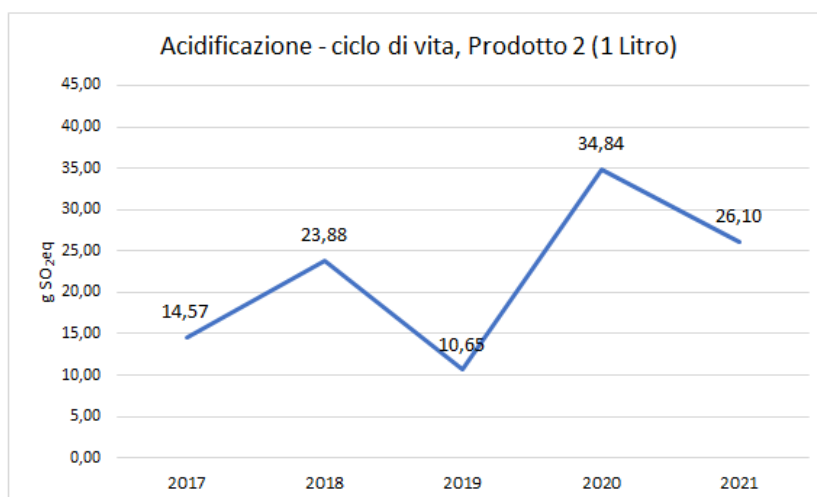


(c)

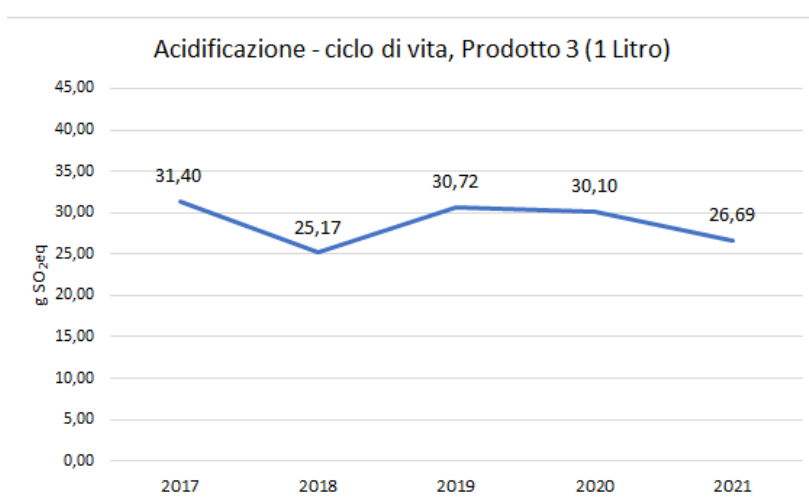
Figura 18: andamento dell'indicatore Riscaldamento Globale dal 2017 al 2021 per i prodotti 1 (figura 18a) 2 (figura 18b) e 3 (figura 18c).



(a)

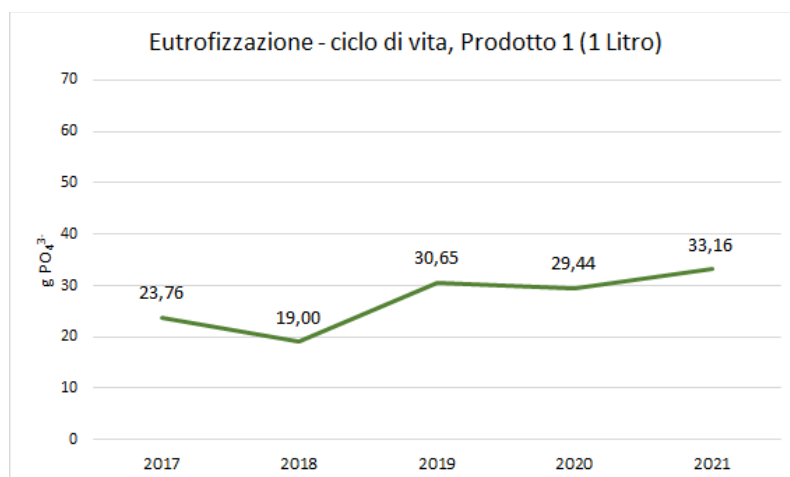


(b)

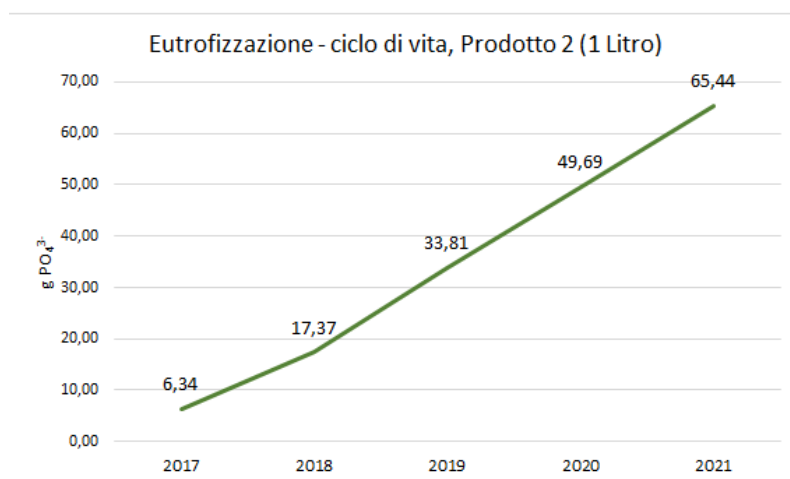


(c)

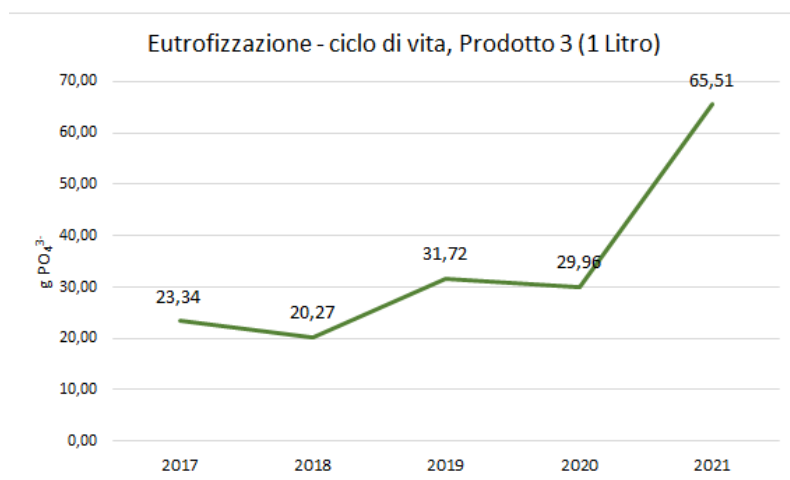
Figura 19: andamento dell'indicatore Acidificazione dal 2017 al 2021 per i prodotti per i prodotti 1 (figura 19a) 2 (figura 19b) e 3 (figura 19c).



(a)

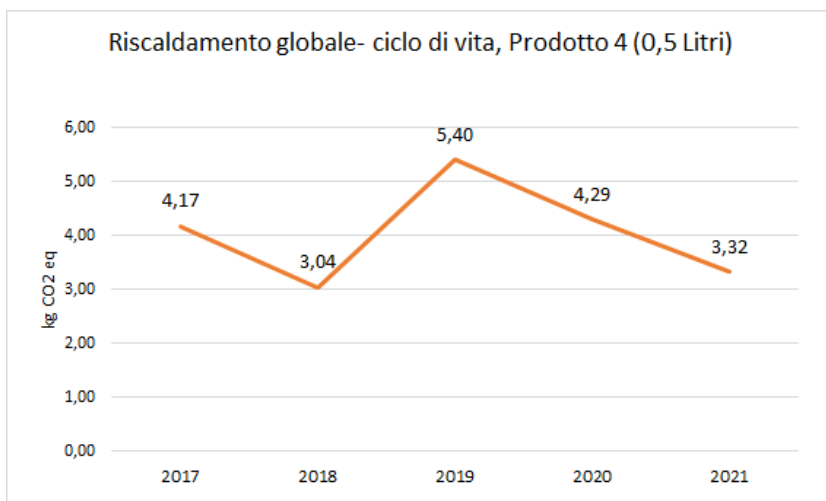


(b)

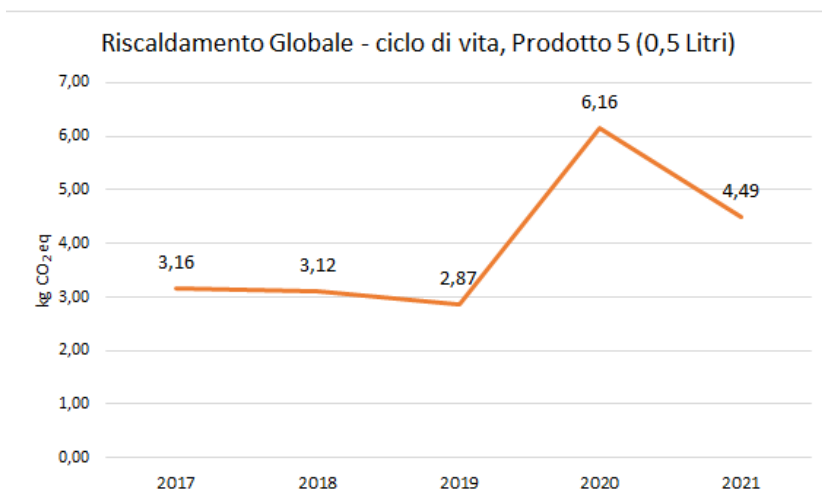


(c)

Figura 20: andamento dell'indicatore Eutrofizzazione dal 2017 al 2021 per i prodotti per i prodotti 1 (figura 20a) 2 (figura 20b) e 3 (figura 20c).

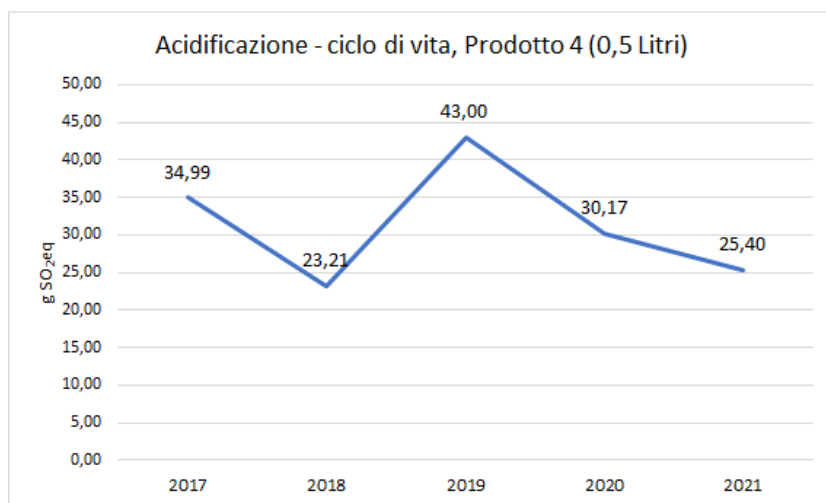


(a)

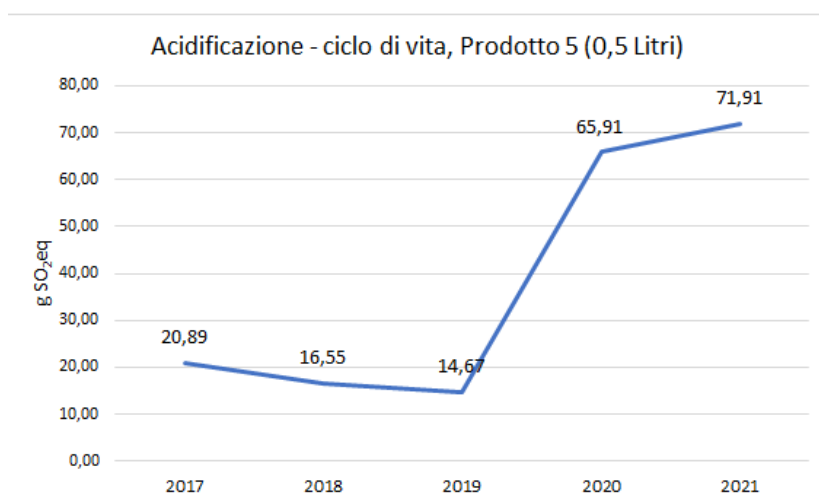


(b)

Figura 21: andamento dell'indicatore Riscaldamento Globale dal 2017 al 2021 per i prodotti per i prodotti 4 (figura 21a) e 5 (figura 21b).

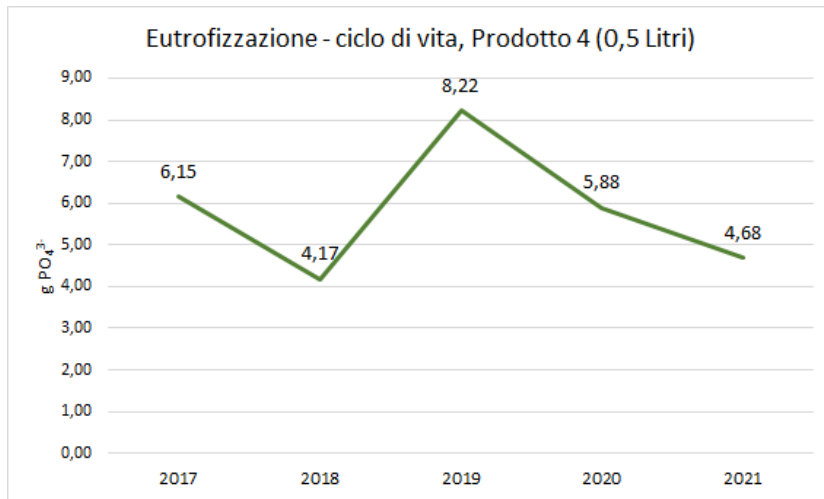


(a)

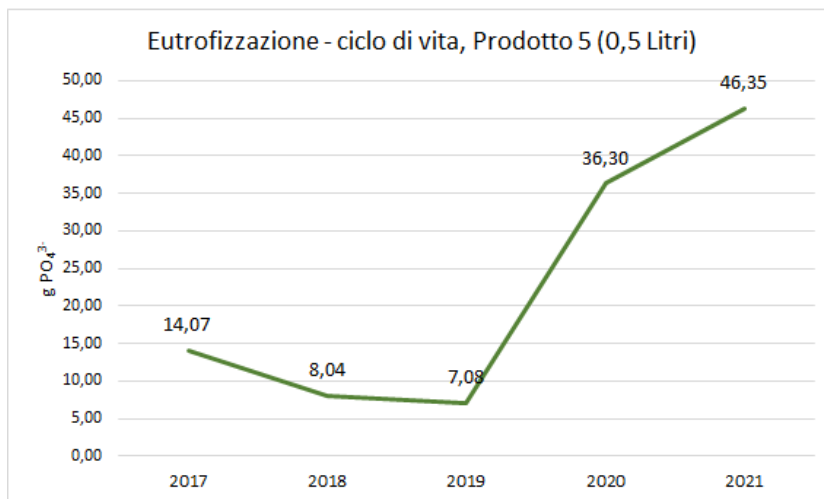


(b)

Figura 22: andamento dell'indicatore Acidificazione dal 2017 al 2021 per i prodotti per i prodotti 4 (figura 22a) e 5 (figura 22b).



(a)



(b)

Figura 23: andamento dell'indicatore Eutrofizzazione dal 2017 al 2021 per i prodotti per i prodotti 4 (figura 23a) e 5 (figura 23b).

Sui dati presentati nei grafici sono state calcolate la media e la deviazione standard, riportate nella tabella sottostante.

Tabella 14: calcolo della media e della deviazione standard per ogni categoria d'impatto e per prodotto (2017-2021).

	Media	Deviazione Standard
Riscaldamento Globale (kg CO₂eq)		
<i>Prodotto 1</i>	3,87	0,35
<i>Prodotto 2</i>	2,51	0,78
<i>Prodotto 3</i>	3,59	0,84
Acidificazione (g SO₂eq)		
<i>Prodotto 1</i>	31,45	6,23
<i>Prodotto 2</i>	22,01	9,61
<i>Prodotto 3</i>	28,82	2,73
Eutrofizzazione (g PO₄³⁻eq)		
<i>Prodotto 1</i>	23,89	8,32
<i>Prodotto 2</i>	34,53	23,85
<i>Prodotto 3</i>	34,16	18,14
Riscaldamento Globale (kg CO₂eq)		
<i>Prodotto 4</i>	4,05	0,93
<i>Prodotto 5</i>	3,97	1,40
Acidificazione (g SO₂eq)		
<i>Prodotto 4</i>	31,36	7,93
<i>Prodotto 5</i>	37,99	28,40
Eutrofizzazione (g PO₄³⁻eq)		
<i>Prodotto 4</i>	31,66	7,93
<i>Prodotto 5</i>	37,99	28,40

In generale le variazioni percentuali (Tabelle 11, 12 e 13) sembrano indicare grandi cambiamenti positivi o negativi nella gestione degli impatti derivanti dal ciclo di vita dei prodotti, tuttavia, osservando i dati relativi alla deviazione standard, che riassume le differenze dei valori di ogni singola osservazione annuale, le variazioni maggiori si registrano per gli indicatori relativi all'eutrofizzazione e all'acidificazione, in particolare per i prodotti 2 e 5. Questi indicatori sono strettamente influenzati dalle fasi di coltivazione degli oliveti ed in particolare dall'applicazione di fitosanitari e nutrienti, le cui quantità sono variabili a seconda delle condizioni ambientali e meteorologiche dell'anno considerato. Come riportato al capitolo 4, nello studio relativo al 2021 il 93% degli ossidi di azoto prodotti ed il 99,9% di ammoniaca prodotta sono emessi quasi

esclusivamente nella fase di upstream, così come il 99,4% del nitrato e il 94% del fosfato totale. L'applicazione di quantità diverse di pesticidi e sostanze nutrienti alle colture comporta quindi una discreta variabilità nei risultati ottenuti nel corso degli anni.

La variabilità dei risultati negli anni è osservabile anche considerando i grafici dei singoli prodotti, a causa delle singole modifiche apportate al ciclo di vita, che ogni anno possono alterare l'impatto risultante. I fattori che influenzano il ciclo di vita sono principalmente due: nel caso dell'indicatore relativo al riscaldamento globale questo è fortemente condizionato dalle scelte strategiche di mercato messe in atto dall'azienda, che ogni anno sceglie i propri fornitori di olio d'oliva al fine di garantire elevati standard di qualità del prodotto. Queste scelte, di inclusione o esclusione di certi oleifici di importazione, modificano le tratte di approvvigionamento della materia prima e quindi i contributi alla categoria d'impatto. Anche le strategie di coltivazione e raccolta messe in atto dai singoli oleifici possono influenzare questo indicatore. Come descritto nel capitolo 3, infatti, alcuni oleifici prevedono la raccolta meccanizzata delle olive, impiegando mezzi alimentati a gasolio, oltre a praticare strategie di mantenimento delle coltivazioni che prevedono la fresatura del terreno, ossia la movimentazione della superficie terrosa tramite mezzi meccanici che producono il rimescolamento degli strati superficiali di terreno e di conseguenza il rilascio dell'anidride carbonica trattenuta. Il fattore che va ad influenzare gli indicatori relativi all'acidificazione e all'eutrofizzazione è invece legato principalmente alla variazione di apporto di nutrienti e sostanze fitosanitarie che, come descritto precedentemente, sono influenzati da fattori naturali, come l'abbondanza o meno di piogge che possono variare sia temporalmente che geograficamente. Questi indicatori sono anche influenzati dal tipo di coltivazione, che può essere più tradizionale, come nel caso degli oliveti greci, o intensiva. Anche in questo caso la scelta delle coltivazioni selezionate per produrre l'olio può variare annualmente per il mantenimento degli standard di qualità e di conseguenza può condizionare gli indicatori.

6.2 CONFRONTO TRA FORMATI

Osservando le serie storiche di dati è possibile valutare la variazione degli impatti che intercorre tra i diversi formati.

Le variazioni percentuali degli impatti tra i diversi formati (riportati nelle tabelle 15, 16 e 17), dimostrano infatti che gli impatti considerati risultano ridotti per la produzione dell'olio extra vergine nel formato più grande per tutti e cinque i prodotti. La variazione è maggiore per l'indicatore di riscaldamento globale, ma è possibile registrare una riduzione anche per gli indicatori di acidificazione ed eutrofizzazione.

Tabella 15: variazione percentuale dell'indicatore relativo al riscaldamento globale tra i vari formati dei prodotti negli anni.

Riscaldamento globale				
<i>Prodotti</i>		Variazione 1 Litro - 0,75 Litri	Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri	Variazione 1 Litro - 0,5 Litri
1	Anno 2017	-4%	-5%	-8%
	Anno 2018	-4%	-7%	-11%
	Anno 2019	-4%	-4%	-8%
	Anno 2020	-4%	-5%	-8%
	Anno 2021	-5%	-6%	-11%
			Variazione 1 Litro - 0,75 Litri	Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri
2	Anno 2017	-7%	-6%	-13%
	Anno 2018	-5%	-3%	-8%
	Anno 2019	-13%	-4%	-16%
	Anno 2020	-8%	-2%	-9%
	Anno 2021	-12%	-2%	-14%
			Variazione 1 Litro - 0,75 Litri	Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri
3	Anno 2017	-3%	-7%	-9%
	Anno 2018	-3%	-6%	-10%
	Anno 2019	-3%	-6%	-9%
	Anno 2020	-4%	-4%	-8%
	Anno 2021	-36%	0%	-36%
			Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri	
4	Anno 2017	-5%		
	Anno 2018	-10%		
	Anno 2019	-5%		
	Anno 2020	-7%		
	Anno 2021	-6%		
			Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri	
5	Anno 2017	-11%		
	Anno 2018	-9%		
	Anno 2019	-9%		
	Anno 2020	-5%		
	Anno 2021	-6%		

Tabella 16: variazione percentuale dell'indicatore relativo all'eutrofizzazione tra i vari formati dei prodotti negli anni.

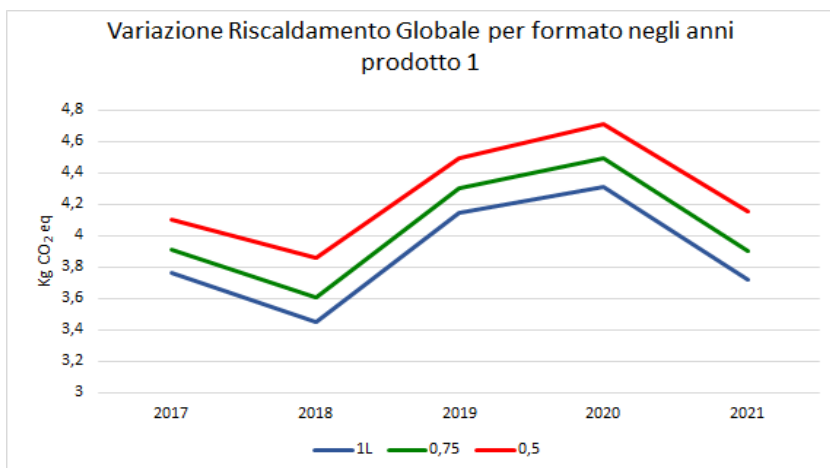
Eutrofizzazione				
<i>Prodotti</i>		Variazione 1 Litro - 0,75 Litri	Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri	Variazione 1 Litro - 0,5 Litri
1	Anno 2017	-1%	-1%	-2%
	Anno 2018	-1%	-1%	-2%
	Anno 2019	-1%	-1%	-1%
	Anno 2020	-56%	-1%	-57%
	Anno 2021	-1%	-1%	-1%
			Variazione 1 Litro - 0,75 Litri	Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri
2	Anno 2017	-2%	-3%	-5%
	Anno 2018	-1%	-1%	-2%
	Anno 2019	-1%	0%	-1%
	Anno 2020	0%	0%	-1%
	Anno 2021	0%	0%	0%
			Variazione 1 Litro - 0,75 Litri	Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri
3	Anno 2017	0%	-1%	-2%
	Anno 2018	-1%	-1%	-2%
	Anno 2019	-1%	-1%	-1%
	Anno 2020	0%	-1%	-1%
	Anno 2021	116%	0%	116%
			Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri	
4	Anno 2017	434%		
	Anno 2018	-8%		
	Anno 2019	-6%		
	Anno 2020	-6%		
	Anno 2021	-9%		
			Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri	
5	Anno 2017	-3%		
	Anno 2018	-3%		
	Anno 2019	-3%		
	Anno 2020	-1%		
	Anno 2021	0%		

Tabella 17: variazione percentuale dell'indicatore relativo all'acidificazione tra i vari formati dei prodotti negli anni.

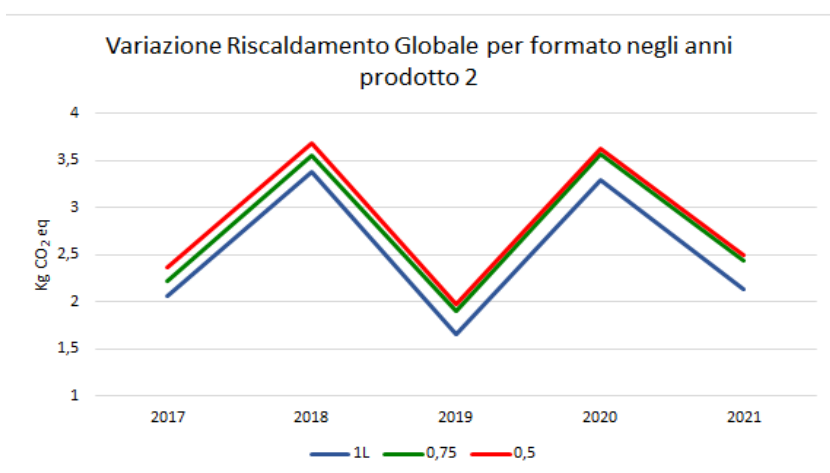
Acidificazione				
Prodotti		Variazione 1 Litro - 0,75 Litri	Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri	Variazione 1 Litro - 0,5 Litri
1	Anno 2017	-3%	-4%	-7%
	Anno 2018	-4%	-5%	-9%
	Anno 2019	-4%	-3%	-7%
	Anno 2020	-3%	-3%	-7%
	Anno 2021	-3%	-1%	-5%
2		Variazione 1 Litro - 0,75 Litri	Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri	Variazione 1 Litro - 0,5 Litri
	Anno 2017	-6%	-6%	-11%
	Anno 2018	-3%	-3%	-7%
	Anno 2019	-9%	-11%	-19%
	Anno 2020	-3%	-2%	-5%
3	Anno 2021	-4%	-1%	-5%
		Variazione 1 Litro - 0,75 Litri	Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri	Variazione 1 Litro - 0,5 Litri
	Anno 2017	-2%	-6%	-7%
	Anno 2018	-3%	-3%	-6%
	Anno 2019	-4%	-2%	-6%
4	Anno 2020	-2%	-3%	-5%
	Anno 2021	-30%	0%	-30%
		Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri		
	Anno 2017	-6%		
	Anno 2018	-8%		
5	Anno 2019	-9%		
	Anno 2020	-6%		
	Anno 2021	-15%		
		Variazione 0,75 Litri - 0,5 Litri		
	Anno 2017	-12%		
5	Anno 2018	-10%		
	Anno 2019	-11%		
	Anno 2020	-2%		
	Anno 2021	-1%		

Le variazioni percentuali maggiori sono osservabili tra i formati da un litro e quelli da 0,5 litri. Dalle tabelle è possibile osservare come la produzione di una bottiglia da un litro risulti sempre meno impattante della produzione di bottiglie di olio extra vergine d'oliva nei formati da 0,75 litri e 0,5 litri per i prodotti 1, 2 e 3, mentre per i prodotti 4 e 5 la bottiglia di olio extra vergine d'oliva nel formato da 0,75 Litri risulta meno impattante di quella da 0,5 litri per tutti e tre gli indicatori. La produzione di un formato più grande riduce infatti gli impatti lungo il ciclo di vita del prodotto, poiché richiede un consumo minore di risorse e consente un impiego da parte del consumatore per un tempo maggiore, riducendo quindi anche gli impatti legati alla fase di fine vita con una minore quantità di rifiuti prodotti.

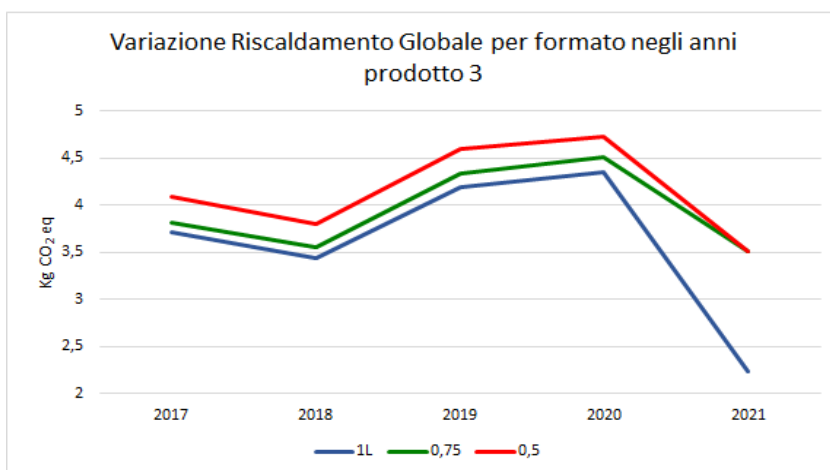
Vengono di seguito riportati i grafici relativi all'indicatore del riscaldamento globale dove è possibile osservare l'importante variazione di impatto che intercorre tra i vari formati. I grafici mostrano come all'aumentare della capacità della bottiglia (e quindi della relativa quantità di prodotto) corrisponda un minore impatto.



(a)

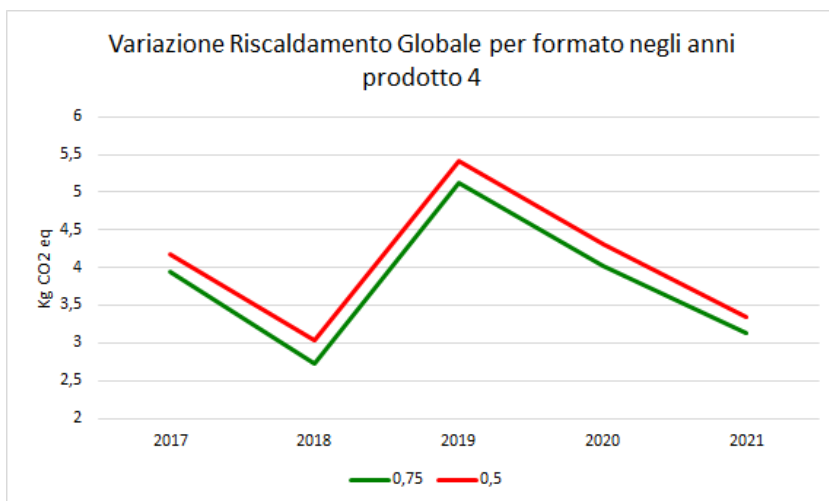


(b)

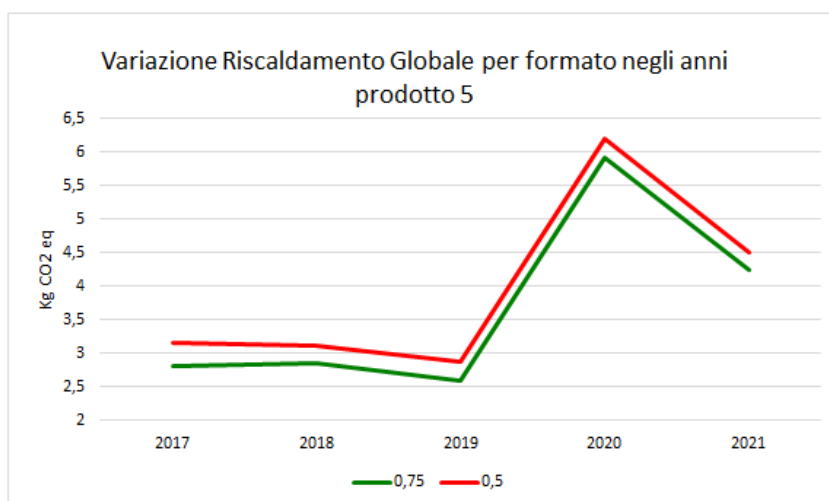


(c)

Figura 24: variazione dell'indicatore Riscaldamento Globale nel periodo 2018-2021 per i prodotti 1 (figura 24a), 2 (figura 24b) e 3 (figura 24c) nei tre formati disponibili (1 litro, 0,75 litri, 0,5 litri).



(a)



(b)

Figura 25: variazione dell'indicatore Riscaldamento Globale nel periodo 2018-2021 per i prodotti 1 (figura 25a), 2 (figura 25b) e 3 (figura 25c) nei tre formati disponibili (1 litro, 0,75 litri, 0,5 litri).

6.3 ALTRI STUDI LCA SULL'OLIO D'OLIVA EXTRA VERGINE IN EUROPA

Gli studi LCA vengono condotti frequentemente, a livello europeo e non, su prodotti come l'olio extra vergine d'oliva. L'Europa, infatti, è il primo produttore, esportatore e consumatore (66% del consumo mondiale) di olio²⁹. Per oltre dieci anni il settore dell'olio d'oliva è stato ampiamente studiato attraverso analisi LCA per identificare i principali punti critici ambientali e proporre raccomandazioni per limitare gli impatti ambientali³⁰.

La maggior parte degli studi LCA sull'olio d'oliva sono stati condotti su casi studio di prodotti italiani³¹. Tuttavia, esistono anche studi LCA condotti in altri importanti paesi produttori di olio d'oliva come la Spagna³², la Grecia³³ e la Tunisia³⁴.

L'unità funzionale su cui vengono condotti gli studi, fondamentale per un'eventuale comparazione dei risultati, è molto variabile: ad esempio ci si può riferire ad un chilo di olive, come nello studio a cura di Fernandez-Lobato *et al.* 2021, ad un chilo di olio d'oliva, ad una tonnellata di olive o di olio d'oliva, o ad un litro o 0,75 litri di olio d'oliva, come nel caso studio di Guarino *et al* 2019.

In generale, l'unità funzionale più comune è un (1) litro di olio e il suo imballaggio³⁵, anche a causa del fatto che alcuni studi, come ad esempio Rinaldi *et al.*, 2014, facciano riferimento alle PCR esistenti per selezionare l'unità funzionale di riferimento. L'unità funzionale è l'elemento fondamentale che consente la comparazione di studi LCA caratterizzati da fasi produttive differenti. Se i risultati in letteratura si riferiscono ad unità

²⁹ Gentile, E., Loi, A., Berisio, S., Parisi, P., Gentile, M., Bruni, M., ... & De Román, S. (2020). Studio sull'attuazione dei controlli di conformità nel settore dell'olio d'oliva in tutta l'Unione Europea.

³⁰ Espadas-Aldana, G., Vialle, C., Belaud, J. P., Vaca-Garcia, C., & Sablayrolles, C. (2019). *Analysis and trends for Life Cycle Assessment of olive oil production. Sustainable Production and Consumption*, 19, 216-230.

³¹ Rinaldi, S., Barbanera, M., & Lascaro, E. (2014). *Assessment of carbon footprint and energy performance of the extra virgin olive oil chain in Umbria, Italy. Science of The Total Environment*, 482, 71-79.

³¹ Guarino, F., Falcone, G., Stillitano, T., De Luca, A. I., Gulisano, G., Mistretta, M., & Strano, A. (2019). *Life cycle assessment of olive oil: A case study in southern Italy. Journal of environmental management*, 238, 396-407

³² Fernández-Lobato, L., López-Sánchez, Y., Blejman, G., Jurado, F., Moyano-Fuentes, J., & Vera, D. (2021). *Life cycle assessment of the Spanish virgin olive oil production: A case study for Andalusian region. Journal of Cleaner Production*, 290, 125677.

³³ Tsarouhas, P., Achillas, C., Aidonis, D., Folinas, D., & Maslis, V. (2015). *Life Cycle Assessment of olive oil production in Greece. Journal of cleaner production*, 93, 75-83

³⁴ Fernández-Lobato, L., López-Sánchez, Y., Baccar, R., Fendri, M., & Vera, D. (2022). *Life cycle assessment of the most representative virgin olive oil production systems in Tunisia. Sustainable Production and Consumption*.

³⁵ Proietti, S., Sdringola, P., Regni, L., Evangelisti, N., Brunori, A., Ilarioni, L., ... & Proietti, P. (2017). *Extra Virgin Olive oil as carbon negative product: Experimental analysis and validation of results. Journal of Cleaner Production*, 166, 550-562.

funzionali diverse rispetto a quella considerata nel caso di studio presentato in questa tesi essi non possono essere presi in considerazione per un eventuale confronto.

Così come variano le unità funzionali di riferimento anche i confini del sistema possono essere diversi tra vari studi, che possono essere condotti dalla culla alla tomba o dalla culla al cancello, oltre ai software utilizzati per l'elaborazione dati.

Nel caso dello studio condotto da Rinaldi et al. 2014, viene effettuata l'analisi dalla culla alla tomba della produzione dell'olio d'oliva extra vergine in provincia di Perugia (Umbria). L'unità funzionale selezionata per lo studio è di un litro di olio extra vergine d'oliva e la sua confezione. Lo scopo dello studio era quello di realizzare una valutazione sull'impronta di carbonio del prodotto, mediante la metodologia ISO 14067:2013³⁶. L'approccio utilizzato è lo studio del ciclo di vita "dalla culla alla tomba". L'unità funzionale è stata selezionata in accordo alla PCR 2010:07 poiché la normativa ISO 14067 non fornisce indicazioni chiare relativamente alle unità da utilizzare ma al punto 6.2.1 suggerisce che "laddove esistono PCR rilevanti devono essere adottate". Sempre secondo la PCR l'infrastruttura dell'oliveto, la piantumazione degli oliveti e i macchinari per le operazioni sul campo sono stati esclusi dallo studio. L'impronta di carbonio della filiera oggetto dello studio è risultata essere 17,53 kg CO₂eq. in questo studio la distribuzione risulta essere il processo che maggiormente contribuisce all'impronta di carbonio, per il 55%, mentre la coltivazione dell'olivo si colloca al secondo posto in termini di contributi rappresentando il 18% del totale. Per quanto riguarda i trasporti il contributo maggiore all'indicatore è dovuto al trasporto aereo, che rappresenta l'86% del contributo sugli impatti derivanti nella fase di distribuzione.

Anche lo studio condotto a Gerakini, Calcidica, Grecia (Tsarouhas, P. et al., 2015) si riferisce come unità funzionale ad un litro di olio extra vergine d'oliva e il suo imballaggio; il ciclo di vita anche in questo caso è analizzato "dalla culla alla tomba". L'azienda oggetto di LCA utilizza olive prodotte localmente e produce olio d'oliva extra vergine in bottiglia che viene esportato principalmente in Europa. I confini del sistema prendono in considerazione i processi legati alla produzione e al trasporto dei prodotti chimici, la coltivazione delle olive, il trasferimento delle olive al frantoio e tutti i processi che vengono svolti per l'estrazione e il confezionamento. Vengono invece esclusi dallo studio una serie di processi: il consumo dell'olio d'oliva, la piantumazione degli ulivi, la manutenzione di impianti e macchine agricole, l'imballaggio delle materie prime, l'inchiostro utilizzato per le stampe, la costruzione di impianti e infrastrutture del frantoio, lo stoccaggio dei rifiuti, le materie prime, le emissioni e i rifiuti per la produzione dei pesticidi. Le categorie di impatto considerate riguardano i consumi energetici e idrici, il riscaldamento globale, l'acidificazione, l'eutrofizzazione e la formazione di smog fotochimico. Gli autori mettono in luce come la coltivazione degli ulivi sia la fase che maggiormente contribuisce all'impatto sul riscaldamento globale. I risultati ottenuti da

³⁶ ISO (*International Organization for Standardization*). (2013). *ISO/TS 14067: 2013 Greenhouse gases: Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication*.

Tsarouhas, P. et al., 2015, tuttavia non si dimostrano in linea con quelli ottenuti nel caso studio . Il riscaldamento globale, infatti, risulta essere pari a circa 1,1 kg CO₂eq per litro di olio d'oliva, un dato molto minore rispetto a quello ottenuto dai prodotti 1, 2 e 3 per il 2021, rispettivamente 3,58 kg CO₂eq per il prodotto 1, 2,02 kg CO₂eq per il prodotto 2 e 2,01 kg CO₂eq per il prodotto 3. La causa di questo risultato è molto probabilmente da attribuire ai processi che sono stati esclusi dal ciclo di vita. L'obiettivo finale di questo studio non era infatti la quantificazione precisa degli impatti derivanti dalla produzione di olio quanto piuttosto quella di dimostrare che il processo più impattante sull'intero ciclo di vita fosse quello della coltivazione delle olive. La fase di upstream risulta la più impattante anche nel caso di studio considerato in questa tesi dove la maggior parte degli impatti in percentuale registrati nel 2021 è attribuibile alla fase di coltivazione, mentre la fase di downstream ha un impatto molto minore sul totale in termini percentuali. Considerando solo i prodotti nel formato da un litro la fase di upstream ha un peso percentuale rispettivamente dell'92% per il prodotto 1, dell'88% per il prodotto 2 e dell'89% per il prodotto 3 rispetto al totale registrato. Per quanto riguarda invece la fase di downstream essa rappresenta il 3% dell'impatto per il prodotto 1, il 5% per il prodotto 2 e il 6% per il prodotto 3.

Un dato maggiormente comparabile con i risultati ottenuti relativamente al riscaldamento globale del caso studio analizzato in questa tesi invece è stato ottenuto dal progetto LIFE Olive 4 Climate³⁷. Il progetto, cofinanziato dalla Commissione Europea, si è realizzato tra il 2016 e il 2019 e si è concentrato sulla mitigazione dei cambiamenti climatici attraverso l'attuazione di strategie sostenibili applicate alla filiera dell'olio d'oliva e al calcolo della quantità di carbonio assorbita dall'ecosistema oliveto. Il progetto è nato dalla stretta relazione esistente tra le tecniche agricole sostenibili e la mitigazione dei cambiamenti climatici. L'analisi è stata condotta per calcolare l'impronta di carbonio associato alla produzione di un litro di olio extra vergine d'oliva e del suo imballaggio analizzato lungo l'intero ciclo di vita del prodotto. In particolare, sono state analizzate 21 aziende olivicole delle Regioni del Mediterraneo: 10 in Italia, 5 in Grecia e 7 in Israele. Per ogni azienda sono stati raccolti dati mediante specifici questionari sulle principali fasi della produzione dell'olio come la coltivazione delle olive, l'estrazione dell'olio extra vergine, l'imbottigliamento e la distribuzione. Il valore medio totale dell'impronta di carbonio risultante dallo studio è pari a 2,85 kg CO₂eq per litro di olio prodotto per la campagna 2018-2019, derivante per la maggior parte dalla fase di coltivazione (2,26 kg CO₂eq). Analizzando i dati raccolti nel caso di studio presentato in questa tesi per il 2021, ed andando ad escludere il processo di downstream come realizzato per il progetto LIFE, si ottiene un indicatore di riscaldamento globale pari a 3,58 kg CO₂eq per il prodotto 1, 2,02 kg CO₂eq per il prodotto 2 e 2,01 kg CO₂eq per il prodotto 3. Il valore medio di questi tre prodotti (2,53 kg CO₂eq) si attesta in linea con quanto emerso dai risultati del progetto Olive 4 Climate.

³⁷ Progetto LIFE Olive 4 Climate (LIFE15 CCM/IT/000141): <https://olive4climate.eu/it/>

Benché l'unità funzionale determini la comparabilità tra gli studi, vengono di seguito riportati tre studi scientifici, che seppur non comparabili per quanto spiegato precedentemente, evidenziano il contributo derivante dalla fase di upstream del ciclo di vita, coerentemente con quanto descritto finora dai precedenti studi citati.

Per quanto riguarda gli studi LCA condotti in Italia, lo studio condotto da Guarino *et al.*, 2019, utilizza come unità funzionale una bottiglia di vetro da 0,75 L di olio extra vergine di oliva ed applica una prospettiva "dalla culla al cancello". L'analisi è stata condotta nel Sud Italia, nella regione Calabria, al fine di valutare gli impatti ambientali delle diverse coltivazioni: convenzionali, biologiche, di pianura e di collina. I flussi in ingresso e in uscita per ogni processo sono stati quantificati mediante l'utilizzo di dati primari, secondari e terziari (ricavati dalla letteratura). I dati primari sono stati raccolti tramite delle interviste a più di 50 imprese operanti nella provincia di Reggio Calabria e riguardanti il periodo 2012-2015. Per gli aspetti relativi all'utilizzo dell'energia e degli impatti ambientali dei principali processi si è provveduto ad utilizzare dati provenienti da banche dati. Lo studio ipotizza di calcolare gli impatti per quattro scenari definiti come: agricoltura convenzionale sviluppata in pianura, agricoltura convenzionale sviluppata in collina, agricoltura biologica di pianura e agricoltura biologica di zona collinare. Rispetto ai sedici indicatori analizzati, non si può identificare chiaramente quale sia lo scenario migliore tra i quattro proposti, tuttavia, la differenza maggiore tra essi è dovuta alla scelta dell'agricoltura convenzionale rispetto a quella biologica. La differenza maggiore è osservabile nell'indicatore del cambiamento climatico, dove i due scenari di agricoltura biologica registrano valori negativi, mentre l'agricoltura convenzionale in pianura registra un valore pari a 8,16 kg CO₂eq. Inoltre, in ogni scenario emerge che il contributo dovuto all'impiego di fertilizzante è pari al 60% degli impatti totali. Il risultato relativo al riscaldamento globale non risulta in linea con nessuno studio analizzato, questo è principalmente attribuibile alla scelta di utilizzare dati secondari per quantificare l'impatto ambientale e dati terziari sull'utilizzo dei fertilizzanti, che in questo scenario vengono ampiamente utilizzati. L'articolo descrive infatti un impiego di 750kg/ha di fertilizzanti nei primi tre anni di produzione e di 875 kg/ha nei successivi.

Lo studio LCA condotto in Tunisia da Fernandez-Lobato *et al.* 2022, è il primo studio LCA condotto in Tunisia, con una valutazione del ciclo di vita "dalla culla al cancello" di un chilo di olio extra vergine. Questa analisi considera i principali sistemi di coltivazione dell'oliveto in Tunisia nonché i principali sistemi di estrazione per condurre una valutazione di impronta ambientale basata su sedici categorie di impatto ambientale stabilite dalle linee guida previste dalle "regole di categoria per l'impronta ambientale". I dati primari sono stati raccolti mediante questionari sottoposti agli attori della filiera, includendo domande qualitative e quantitative sulle fasi agricole, industriali, le attività principali, le risorse, i processi, i consumi, le emissioni e il trattamento dei residui. Per completare la fase LCI sono state ricavate informazioni di background come la produzione di prodotti agricoli, strumenti o veicoli di trasporto, mediante banche dati. Attraverso i risultati ottenuti è possibile identificare quale sia il più impattante tra i principali tipi di sistemi di coltivazione ed estrazione considerati singolarmente per ogni categoria di impatto. L'impatto nella categoria del

cambiamento climatico più rappresentativo è quello dovuto allo scenario delle colture estensive e con estrazione in 3 fasi (ossia un decanter per l'estrazione dotato di tre scarichi finali diversi che suddividono l'olio, l'acqua e la sansa), che è pari a 3,53 kg CO₂eq per kg di olio d'oliva.

Lo studio condotto in Spagna nella regione dell'Andalusia da Fernandez-Lobato *et al.* 2021, ha come unità funzionale, scelta per l'analisi comparativa, un chilo di olio extra vergine sfuso lungo il ciclo di vita "dalla culla al cancello". La Spagna produce una media di 1.395 mila tonnellate di olio d'oliva all'anno ed è il paese dell'Unione Europea con più superficie dedicata all'olivicoltura secondo le analisi Eurostat del 2020. Secondo il Ministero dell'agricoltura, della pesca e dell'alimentazione, la superficie agricola totale dedicata agli oliveti nel 2020 era pari all'83,83%. Nella regione dell'Andalusia sono stati selezionati 4000 ettari di uliveti nella provincia di Jean in cui è stato condotto lo studio LCA. La raccolta dati è avvenuta mediante sondaggi inviati agli olivicoltori, documenti ufficiali come i rapporti sull'agricoltura del governo spagnolo, letteratura scientifica relativa alla produzione di olive e olio d'oliva e le schede prodotto delle sostanze consumate. I risultati sono stati calcolati per sedici diverse categorie d'impatto. Per quanto riguarda i risultati ottenuti nella categoria d'impatto più rappresentativa, ossia il cambiamento climatico, si registra un valore medio di 2,43 kg CO₂eq/kg, calcolati su circa 4000 ettari di uliveto. Benché lo studio sia stato condotto ugualmente a quello condotto in Tunisia si registra una differenza di circa il 26% sull'impatto relativo al cambiamento climatico tra i due stati. La causa principale di questa differenza è dovuta alle diverse modalità di gestione che caratterizzano le coltivazioni spagnole da quelle tunisine considerate. In primis la lavorazione del terreno avviene una volta l'anno nelle colture spagnole mentre in quelle tunisine avviene in diversi periodi dell'anno. attività di gestione che prevedono la movimentazione degli strati superficiali del terreno comportano il rilascio di anidride carbonica in esso contenuta. Inoltre un'altra importante differenza nella fase di upstream riguarda il destino finale del legno derivante dalla potatura degli alberi: mentre nella regione andalusa il legname viene disposto tra gli alberi al fine di essere frantumato dai trattori per renderlo sostanza organica disponibile per il terreno e la coltura, in Tunisia viene fornito agli abitanti locali che lo impiegano maggiormente come combustibile, pertanto nello studio questa è la considerazione principale per il fine vita del legname, che risulta essere più impattante.

Oltre agli studi di letteratura, i risultati ottenuti in questo lavoro di tesi vengono confrontati anche con le principali EPD disponibili per l'anno 2021. Le EPD selezionate sono due, fanno riferimento alla PCR 2010:07 e sono state pubblicate nell'anno 2021. L'unità funzionale di riferimento per gli impatti è 1 litro di olio d'oliva extra vergine e il suo imballaggio, che la rende direttamente comparabile con i prodotti disponibili nel formato da 1 litro analizzati nel caso studio presentato in questa tesi. Entrambi gli studi LCA svolti per la realizzazione delle EPD sono stati svolti dalla culla al cancello, così come previsto dalla PCR di riferimento.

La prima EPD fa riferimento all'olio extra vergine di oliva Toscano IGP, mentre la seconda è riferita all'olio extra vergine biologico, entrambi prodotti su territorio italiano. Lo studio si sviluppa per entrambi con un approccio dalla culla alla tomba, con l'impiego di dati sito-specifici e l'esclusione di processi che contribuiscono a meno del 10% del totale degli impatti.

Viene di seguito riportata una tabella con i risultati dei prodotti 1, 2, e 3 e delle due EPD considerate per il confronto sugli indicatori relativi al riscaldamento globale, all'acidificazione e all'eutrofizzazione.

Tabella 18: risultati degli indicatori per i prodotti 1, 2, 3 e per le due EPD.

	Riscaldamento globale	Acidificazione	Eutrofizzazione
U.M.	Kg CO₂eq	Kg SO₂eq	Kg PO₄³⁻eq
<i>1</i>	3,72	3,32E-02	4,16E-02
<i>2</i>	2,14	6,54E-02	2,61E-02
<i>3</i>	2,23	6,55E-02	2,67E-02
<i>EPD 1 (IGP)</i>	3,46	3,84E-02	3,08E-02
<i>EPD 2 (biologico)</i>	2,61	7,00E-02	4,15E-02

Com'è possibile osservare dai risultati i tre prodotti oggetto del caso di studio mostrano risultati in linea con le EPD. Nello specifico, considerando i singoli indicatori, per quanto riguarda il riscaldamento globale i prodotti 2 e 3 si avvicinano maggiormente al risultato dell'olio extra vergine biologico (EPD 2) mentre il prodotto 1 è maggiormente simile all'olio IGP (EPD 1). Per quanto riguarda l'acidificazione anche in questo caso il risultato del primo prodotto si dimostra coerente con quanto emerso dalla EPD 1, mentre i prodotti 2 e 3 si avvicinano maggiormente all'EPD 2. Infine, per l'eutrofizzazione i prodotti 2 e 3 risultano essere i meno impattanti, inferiori anche all'EPD 1, mentre il prodotto 1 si attesta in linea all'EPD 2.

In generale possiamo notare come ci sia un'alternanza di somiglianze tra i risultati ottenuti per i singoli prodotti e quelli analizzati dalle EPD. Tuttavia, analizzando i risultati nel dettaglio, emerge che, per i due prodotti analizzati nelle EPD, per tutti e tre gli indicatori considerati (riscaldamento globale, acidificazione ed eutrofizzazione) la fase più impattante risulta essere quella di Upstream, che comprende la coltivazione e

vede come materiali in input, oltre all'acqua, il gasolio e agli ausiliari, i fertilizzanti e gli antiparassitari. Il contributo della fase di upstream sul totale ottenuto per i singoli indicatori è così ripartito:

- Per quanto riguarda il riscaldamento globale la fase di upstream rappresenta l'83% del totale per l'olio IGP e il 76% per l'olio biologico.
- Per quanto riguarda l'acidificazione la fase di upstream rappresenta il 93% del totale per l'olio IGP e il 96% del totale per l'olio biologico.
- Per quanto riguarda l'eutrofizzazione la fase di upstream rappresenta il 97% del totale per l'olio IGP e il 98% del totale per l'olio biologico.

Considerando invece i prodotti presentati nel caso di studio nel formato da un litro nel 2021 la fase di upstream ha un peso percentuale per l'indicatore riscaldamento climatico rispettivamente dell'92% per il prodotto 1, dell'88% per il prodotto 2 e dell'89% per il prodotto 3 rispetto al totale registrato. In questo caso il peso percentuale della fase di upstream dei prodotti analizzati nelle EPD registra un valore più basso.

Per quanto riguarda invece l'indicatore relativo all'acidificazione la fase di upstream rappresenta il 96% del totale per il prodotto 1, il 95% per il prodotto 2 e il 92% per il prodotto 3. Per l'eutrofizzazione, infine, tutti e tre i prodotti registrano un contributo pari al 99%. I risultati ottenuti dai tre prodotti per questi due indicatori si attestano in linea con quelli ottenuti dallo studio EPD.

CONCLUSIONI

Questo studio ha analizzato l'andamento dei principali indicatori di impatto ambientale valutati per "una bottiglia di olio extra vergine d'oliva e il suo imballaggio" sulla base dei dati raccolti dal 2017 al 2021 su cinque diversi prodotti di un'azienda italiana.

L'analisi si è sviluppata a partire dai risultati ottenuti al 2021, con un successivo focus sull'andamento temporale degli indicatori di riscaldamento globale, eutrofizzazione e acidificazione. Infine, i dati raccolti sono stati comparati a quelli dei principali articoli di letteratura scientifica attualmente disponibili e confrontati direttamente con due EPD (Environmental Product Declaration).

Lo studio ha messo in luce in particolare il principale contributo agli impatti calcolati per l'anno 2021 derivante dalla fase di upstream del ciclo di vita del prodotto, attribuibile alle attività di coltivazione delle olive, e in piccola parte dalla fase dei trasporti. Il contributo più grande deriva dall'applicazione dei fitosanitari e dei nutrienti, le cui quantità impiegate possono essere estremamente variabili dipendentemente dalle condizioni ambientali e meteo-climatiche dell'anno considerato. Nell'elaborazione è emerso che, mentre i fattori ambientali sono indipendenti dalle attività di produzione, le scelte messe in atto dall'azienda possono influenzare il risultato sugli indicatori finali. Le strategie prevedono di selezionare i fornitori per garantire la massima qualità del prodotto finale al consumatore, tuttavia, orientarsi su coltivazioni biologiche piuttosto che convenzionali porterebbe a ridurre gli impatti ambientali a causa delle diverse pratiche di coltivazione che prevedono l'uso di fertilizzanti e fitosanitari solo in casi di estrema necessità e solo con sostanze di origine vegetale o animale, microorganismi o sostanze prodotte o derivate da microorganismi o altre sostanze come previsto dall'Allegato II del Regolamento CE n. 889/2008. Oltre all'aspetto relativo alla tipologia di coltivazione, anche la sua collocazione geografica ha un ruolo importante sugli impatti derivanti dai trasporti necessari per trasportare le materie prime al sito produttivo. La scelta di coltivazioni geograficamente più vicine porterebbe ad un beneficio sugli impatti direttamente influenzati dai trasporti, come ad esempio il riscaldamento globale. Tuttavia, queste ipotetiche soluzioni non risultano facilmente applicabili in questo contesto poiché l'azienda deve garantire un quantitativo numeroso di prodotti sul mercato a livello globale.

Il confronto temporale dei risultati sul caso studio dal 2017 al 2021 ha evidenziato che ogni anno il ciclo di vita del prodotto può subire delle modifiche, per scelte adottate all'interno dell'azienda produttrice o per fattori esterni non collegati direttamente alla produzione, fase d'uso e fine vita del prodotto, che modificano i dati primari raccolti. Gli indicatori confrontabili tra loro sono il riscaldamento globale, l'eutrofizzazione e l'acidificazione. In generale le variazioni percentuali sembrano indicare grandi cambiamenti positivi o negativi negli impatti derivanti dal ciclo di vita dei prodotti, tuttavia, osservando i dati relativi alla deviazione standard le variazioni maggiori si registrano per gli indicatori relativi all'eutrofizzazione e all'acidificazione, poiché questi indicatori sono strettamente influenzati dalle fasi di coltivazione degli oliveti ed in particolare

dall'applicazione di fitosanitari e nutrienti, le cui quantità sono variabili a seconda delle condizioni ambientali e meteorologiche dell'anno considerato. I fattori che influenzano il ciclo di vita sono principalmente due: nel caso dell'indicatore relativo al riscaldamento globale questo è fortemente condizionato dalle scelte strategiche di mercato messe in atto dall'azienda, che ogni anno sceglie i propri fornitori di olio d'oliva al fine di garantire elevati standard di qualità del prodotto. Queste scelte, di inclusione o esclusione di certi oleifici di importazione, modificano le tratte di approvvigionamento della materia prima e quindi i contributi alla categoria d'impatto. Anche le strategie di coltivazione e raccolta messe in atto dai singoli oleifici di approvvigionamento possono influenzare questo indicatore. Il fattore che va ad influenzare gli indicatori relativi all'acidificazione e all'eutrofizzazione è invece legato principalmente alla variazione di apporto di nutrienti e sostanze fitosanitarie che sono influenzati da fattori naturali, come l'abbondanza o meno di piogge che possono variare sia temporalmente che geograficamente.

Il confronto operato tra i diversi formati, dal 2017 al 2021, ha messo in luce che gli impatti considerati risultano ridotti per la produzione dell'olio extra vergine nel formato più grande per tutti e cinque i prodotti, poiché la sua produzione richiede un consumo minore di risorse e consente un impiego da parte del consumatore per un tempo maggiore, riducendo quindi anche gli impatti legati alla fase di fine vita con una minore quantità di rifiuti prodotti.

Per quanto riguarda i risultati ricavati dalla letteratura scientifica e le EPD, il confronto evidenzia gli aspetti simili rispetto al caso di studio presentato. Nello specifico, dal confronto con la letteratura emerge che l'indicatore riscaldamento globale sia ampiamente influenzato dalle attività di coltivazione delle olive, come la lavorazione del terreno. Oltre a questo, la letteratura scientifica fa emergere un limite degli studi LCA, ossia la difficoltà nel comparare studi che sono stati condotti con unità funzionali differenti. Questo aspetto è un punto critico dell'analisi LCA, che sta cercando di essere superato, soprattutto per la comunicazione degli studi alle terze parti, mediante l'impiego delle PCR (Product Category Rules). Tali PCR, infatti, dettano delle regole comuni da seguire per condurre l'analisi LCA, come ad esempio quale unità funzionale e quali processi del ciclo di vita prendere in considerazione. Tuttavia, le PCR vengono applicate, ad oggi, solamente per gli studi che sono poi soggetti alla pubblicazione di EPD, per rendere il più trasparente e comprensibile possibile il risultato alle parti terze. La variabilità di aspetti e unità funzionali possibili negli studi LCA risulta quindi un vantaggio da un lato, per la notevole quantità di studi che possono essere condotti sulle diverse unità funzionali possibili, e uno svantaggio nel caso in cui si voglia prendere in considerazione questi studi per eventuali comparazioni, poiché i risultati non possono essere confrontati in alcun modo.

A differenza degli studi scientifici, i risultati delle due EPD prese in considerazione potevano essere direttamente comparati con i prodotti analizzati in questa tesi proprio per l'utilizzo della stessa PCR di riferimento che prende in considerazione la stessa unità funzionale e le stesse regole generali per la descrizione del ciclo di vita. I risultati, una volta confrontati, hanno messo in luce che gli impatti totali dei prodotti analizzati sugli indicatori riscaldamento globale, acidificazione ed eutrofizzazione sono in linea con quelli dell'olio d'oliva IGP e dell'olio biologico analizzati nelle EPD. In un ulteriore approfondimento è stato inoltre evidenziato il contributo significativo della fase di upstream come emerso nello studio LCA condotto in questa tesi e negli articoli scientifici analizzati.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio la professoressa Elena Semenzin per avermi affiancata in questo percorso di laurea e nella realizzazione della tesi. Ringrazio anche l'azienda Ambiente Italia, in particolare Roberto e Simona, per avermi dato la possibilità di intraprendere un percorso di tirocinio che mi ha concesso di realizzare questa tesi e più in generale per avermi fatto conoscere la realtà del mondo del lavoro concedendomi di fare esperienza in un contesto che mi auguro un domani diventi il mio futuro.

Ringrazio soprattutto Mamma e Papà, senza i quali a quest'ora non sarei qui, che mi hanno sostenuta e sopportata nel mio percorso di studi in tutti questi anni. Un ringraziamento speciale va alle mie nonne Rita e Luciana e ai miei zii Silvia e Gianantonio, che con i loro racconti hanno fatto crescere in me la curiosità per il mondo scientifico fin da quando, da piccola, imparavo la matematica facendo le torte e contando gli ingredienti (da qui nasce anche la mia passione per i dolci).

Ringrazio i miei compagni dell'università per il supporto durante questo percorso, per avermi passato i loro appunti, per avermi aiutata a preparare ogni singolo esame e per aver sopportato le mie infinite lamentele fino all'ultimo giorno possibile.

Ringrazio poi tutti gli amici di una vita, che voglio citare singolarmente: Anna, Greta, Elena, Caterina, Beatrice, Omar, Luca, Denis e Lorenzo. Sto qui a pensare a quante cose avrei da dirvi e da raccontare su di voi, scrivo e cancello per non risultare banale e non vi dico che sto in lacrime a scrivere queste poche righe ma voi che mi conoscete sapete che sto già piangendo. Vorrei raccontare tutto, la Pimpa, il TG Berto, il diario condiviso delle medie, i sabati sera in centro a Treviso, la Sagra, i segni zodiacali, ma rischierei di scrivere troppo. La verità è che sono veramente fortunata ad avere amici come voi e sono infinitamente grata per questo. Vi ricordo inoltre che noi tra cinque anni saremo ancora amici, "chi senza soldi e chi senza capelli" (cit.).

Infine, ringrazio Giacomo, per essermi sempre accanto nei momenti felici e non, per essere così bravo a farmi ridere. Ci abbiamo messo tanto a trovarci e scoprire che facciamo veramente un lavoro di squadra incredibile. Grazie perché tu credi in me molto più di qualsiasi altra persona, soprattutto di quanto ci creda io stessa.

Bibliografia

Arrivas Bajardi, C., Fiore, M., Breedveld, L., Giaimo, L., & Notaro, A. (2009). Certificazione ambientale di prodotti agroalimentari LCA dell'olio d'oliva.

Azzurra, A., Massimiliano, A., & Angela, M. (2019). *Measuring sustainable food consumption: A case study on organic food. Sustainable Production and Consumption*, 17, 95-107.

Bellucci V., Seri G., Distribuzione per uso agricolo di prodotti fitosanitari (erbicidi, fungicidi, insetticidi, acaricidi). ISTAT, Mezzi di produzione in agricoltura, <https://www.istat.it/it/agricoltura>

CONAI, Rapporto rifiuti urbani - Edizione 2021

De Luca, A. I., Stillitano, T., Falcone, G., Squeob, G., Caponiob, F., Strano, A., & Gulisano, G. (2018). Economic and environmental assessment of extra virgin olive oil processing innovations. *CHEMICAL ENGINEERING*, 67.

Espadas-Aldana, G., Vialle, C., Belaud, J. P., Vaca-Garcia, C., & Sablayrolles, C. (2019). *Analysis and trends for Life Cycle Assessment of olive oil production. Sustainable Production and Consumption*, 19, 216-230.

Fernández-Lobato, L., López-Sánchez, Y., Baccar, R., Fendri, M., & Vera, D. (2022). *Life cycle assessment of the most representative virgin olive oil production systems in Tunisia. Sustainable Production and Consumption*.

Fernández-Lobato, L., López-Sánchez, Y., Blejman, G., Jurado, F., Moyano-Fuentes, J., & Vera, D. (2021). *Life cycle assessment of the Spanish virgin olive oil production: A case study for Andalusian region. Journal of Cleaner Production*, 290, 125677.

Gentile, E., Loi, A., Berisio, S., Parisi, P., Gentile, M., Bruni, M., ... & De Román, S. (2020). Studio sull'attuazione dei controlli di conformità nel settore dell'olio d'oliva in tutta l'Unione Europea.

Guarino, F., Falcone, G., Stillitano, T., De Luca, A. I., Gulisano, G., Mistretta, M., & Strano, A. (2019). *Life cycle assessment of olive oil: A case study in southern Italy. Journal of environmental management*, 238, 396-407

Gustavsson et al., (2013) *The methodology of the FAO study: "Global Food Losses and Food Waste - extent, causes and prevention"*- FAO, 2011 By SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology

Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, Report n. 1/2022; dati al 31 dicembre 2021 delle giacenze oli detenuti in Italia, con grafici

IPCC (2013), *Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISO (International Organization for Standardization). (2013). *ISO/TS 14067: 2013 Greenhouse gases: Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication.*

Pattara, C., Russo, C., Antrodocchia, V., & Cichelli, A. (2017). *Carbon footprint as an instrument for enhancing food quality: Overview of the wine, olive oil and cereals sectors. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(2)*, 396-410.

PCR 2010:07, CPC Division 21537: Virgin olive oil and its fractions; versione 3.0 del 2020-03-31 (valida fino al 2024-03-31)

Progetto LIFE Olive 4 Climate (LIFE15 CCM/IT/000141): <https://olive4climate.eu/it/>

Proietti, S., Sdringola, P., Regni, L., Evangelisti, N., Brunori, A., Ilarioni, L., ... & Proietti, P. (2017). *Extra Virgin Olive oil as carbon negative product: Experimental analysis and validation of results. Journal of Cleaner Production, 166*, 550-562.

Rapa, M., & Ciano, S. (2022). *A Review on Life Cycle Assessment of the Olive Oil Production. Sustainability, 14(2)*, 654.

ISPRA, Rapporto rifiuti - dati 2015, (2017)

ISPRA, Rapporto rifiuti ISPRA - dati 2020, (2021)

Rinaldi, S., Barbanera, M., & Lascaro, E. (2014). *Assessment of carbon footprint and energy performance of the extra virgin olive oil chain in Umbria, Italy. Science of The Total Environment, 482*, 71-79.

Salomone, R., & Ioppolo, G. (2012). *Environmental impacts of olive oil production: a Life Cycle Assessment case study in the province of Messina (Sicily). Journal of cleaner production, 28*, 88-100.

Sannino r., Distribuzione per uso agricolo dei fertilizzanti (concimi, ammendanti e correttivi). ISTAT, Mezzi di produzione in agricoltura, <https://www.istat.it/it/agricoltura>

Strano, A., De Luca, A. I., Marciandò, C., & Gulisano, G. (2014). *The Agronomic Utilisation of Olive Mill Wastewater (OMW): Technical and Economic Trade-Offs in Olive Growing in Calabria (South Italy). Quality-Access to Success, 15(143)*.

Tsarouhas, P., Achillas, C., Aidonis, D., Folinas, D., & Maslis, V. (2015). *Life Cycle Assessment of olive oil production in Greece. Journal of cleaner production, 93*, 75-83

UE Regolamento (CEE) n. 2568/91 della commissione dell'11 luglio 1991, relativo alle caratteristiche degli oli d'oliva e degli oli di sansa nonché dei metodi ad essi attinenti., 04/12/2016. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:01991R2568-20161204&from=EN>.

Unione Europea, Regolamento (CE) n. 889/2008 della Commissione, del 5 settembre 2008, recante modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 834/2007 del Consiglio relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici, per quanto riguarda la produzione biologica, l'etichettatura e i controlli

UNI EN ISO 14020:2002 Environmental labels and declarations - General principles

UNI EN ISO 14021:2021 Environmental labels and declarations - Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)

UNI EN ISO 14024:2018 Environmental labels and declarations - Type I environmental labelling - Principles and procedures

UNI EN ISO 14025:2010 Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures

UNI EN ISO 14040:2021 Environmental management – Life cycle assessment - Principles and Framework

UNI EN ISO 14044:2021 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and Guidelines

Sitografia

Dal sito Searates: <https://www.searates.com/it/>

Dal sito SimaPro: <https://simapro.com/>

International Olive Council: www.internationaloliveoil.org