



Progetto: LIFE CLIMATREE (LIFE14CCM/GR/000635) - A novel approach for accounting & monitoring carbon sequestration of tree crops and their potential as carbon sink areas

<http://www.lifeclimatree.eu/>

Studio e analisi di 5 categorie di frutteti (olivo, arancio, mandorlo, pesco e melo) individuati nell'ambito del Progetto Life ClimaTree (LIFE14CCM/GR/000635) tramite metodologia LCA (Life Cycle Assessment) e campionamento di biomassa

Life Cycle Assessment (LCA) and biomass sampling of 5 tree-crops categories (olive, citrus, almond, peach and apple) within the framework of Life ClimaTree Project

Action: C1

Authors: G. Montanaro, B. Dichio, T. Berloco, C. Xiloyannis

Partners: DiCEM - Università degli Studi della Basilicata

Contact: giuseppe.montanaro@unibas.it



INDICE DELLE TABELLE	4
INTRODUZIONE	6
INTRODUCTION	6
1. OBIETTIVO DELLO STUDIO	7
STUDY OBJECTIVE	7
2. SCOPO DELLO STUDIO	8
2.1. <i>Tipologia di studio e format</i>	8
2.2. <i>Panoramica generale del sistema</i>	8
2.3. <i>Funzione e unità funzionale</i>	9
2.4. <i>Confini del sistema</i>	9
2.5. <i>Criteri di cut-off</i>	10
2.6. <i>Validazione dei dati (qualità dei dati e mancanza di dati)</i>	10
2.7. <i>Allocazione, principi e procedure con documentazione e giustificazione con le procedure di allocazione e le procedure uniformi di allocazione</i>	11
3. ANALISI D'INVENTARIO.....	12
3.1. <i>Procedura di raccolta dati per il melo</i>	12
3.2. <i>Descrizione qualitativa e quantitativa dei processi: melo</i>	13
3.3. <i>Procedure di calcolo</i>	17
3.4. <i>Descrizione qualitativa e quantitativa dei processi: mandorlo</i>	31
3.5. <i>Procedure di calcolo per il Mandorlo</i>	35
3.6. <i>Descrizione qualitativa e quantitativa dei processi dell'olivo</i>	48
3.7. <i>Procedure di calcolo</i>	52
3.8. <i>Descrizione qualitativa e quantitativa dei processi dell'arancio</i>	64
3.9. <i>Procedure di calcolo</i>	68
3.10. <i>Descrizione qualitativa e quantitativa dei processi del pesco</i>	80
3.11. <i>Procedure di calcolo</i>	85

4. ANALISI DEGLI IMPATTI	98
4.1. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio.....	98
5. INTERPRETAZIONE DEL CICLO VITA.....	100
5.1. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio (melo)	100
5.2. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio (olivo).....	105
5.3. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio (mandorlo).....	109
5.4. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio (arancio).....	113
5.5. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio (pesco).....	117
6. RISULTATI.....	121
RESULTS.....	123
7. BIBLIOGRAFIA	126

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: input unità di processo “occupazione suolo”	17
Tabella 2: input unità di processo “affinamento del terreno”	19
Tabella 3: input unità di processo “realizzazione impianto”	22
Tabella 4: input unità di processo “lavorazioni I-II-III anno di allevamento”	24
Tabella 5: input unità di processo “lavorazioni a regime”	26
Tabella 6: input unità di processo “trasporti prodotti”	28
Tabella 7: input unità di processo “disimpianto”	29
Tabella 8: input unità di processo “occupazione suolo”	35
Tabella 9: input unità di processo “affinamento del terreno”	37
Tabella 10: input unità di processo “realizzazione impianto”	38
Tabella 11: input unità di processo “lavorazioni I-IV anno di allevamento”	40
Tabella 12: input unità di processo “lavorazioni a regime”	43
Tabella 13: input unità di processo “trasporti prodotti”	45
Tabella 14: input unità di processo “disimpianto”	45
Tabella 15: input unità di processo “trasporti prodotti”	46
Tabella 16: input unità di processo “disimpianto”	47
Tabella 17: input unità di processo “occupazione suolo”	52
Tabella 18: input unità di processo “Preparazione del terreno”	54

Tabella 19: input unità di processo “realizzazione impianto”	55
Tabella 20: input unità di processo “lavorazioni I - VII anno di allevamento”	57
Tabella 21: input unità di processo “lavorazioni a regime”	60
Tabella 22: input unità di processo “trasporti prodotti”	62
Tabella 23: input unità di processo “disimpianto”	63
Tabella 24: input unità di processo “occupazione suolo”	69
Tabella 25: input unità di processo “affinamento del terreno”	70
Tabella 26: input unità di processo “realizzazione impianto”	72
Tabella 27: input unità di processo “lavorazioni I - III anno di allevamento”	74
Tabella 28: input unità di processo “lavorazioni a regime”	76
Tabella 29: input unità di processo “trasporti prodotti”	77
Tabella 30: input unità di processo “disimpianto”	78
Tabella 31: input unità di processo “occupazione suolo”	85
Tabella 32: input unità di processo “affinamento del terreno”	87
Tabella 33: input unità di processo “realizzazione impianto”	90
Tabella 34: input unità di processo “lavorazioni I-II anno di allevamento”	91
Tabella 35: input unità di processo “lavorazioni a regime”	94
Tabella 36: input unità di processo “trasporti prodotti”	95
Tabella 37: input unità di processo “disimpianto”	96
Tabella 38: Categorie d’impatto considerate	99
Tabella 39: risultati analisi LCA melo	121
Tabella 40: risultati analisi LCA olivo	121
Tabella 41: risultati analisi LCA mandorlo	121
Tabella 42: risultati analisi LCA arancio	122
Tabella 43: risultati analisi LCA pesco	122
Tabella 44: Tabella riepilogativa analici LCA per le categorie di frutteti riferite all’unità funzionale (1 tonnellata di prodotto commercializzato)	122
Tabella 45: Tabella riepilogativa GWP per le categorie di frutteti riferite ad 1 ha	123
Tabella 46: Results of the apple LCA	123
Tabella 47: Results of the olive LCA	124
Tabella 48: Results of the almond LCA	124
Tabella 49: Results of the citrus LCA	124
Tabella 50: Results of the peach LCA	124

Tabella 51: LCA summary table for the tree-crop categories referred to the functional unit (1 ton of marketed product)	125
Tabella 52: GWP summary table for the tree-crop categories per ha.....	125

INTRODUZIONE

Il progetto “LIFE CLIMATREE” contribuisce, attraverso lo studio di nuove metodologie, allo sviluppo di uno strumento per la quantificazione del carbonio stoccato nei frutteti. L’azione C1 del progetto prevede lo studio di ciclo vita per la valutazione ambientale delle principali colture selezione, ossia pesco, melo, mandorlo, di olivo e di agrumi.

Il presente report illustra i risultati ottenuti in seguito all’applicazione della metodologia LCA (Life Cycle Assessment), in conformità alle norme ISO 14040 e ISO 14044 per il calcolo dell’impronta ambientale, inerente la produzione di pesche, di mele, di mandorle, di olive e di agrumi prodotte in Basilicata.

Nel presente studio è stata presa in considerazione la produzione e la commercializzazione e il relativo ciclo vita.

L’analisi ha preso in considerazione l’intero ciclo colturale dei frutteti, modellando tutte le fasi, dalla realizzazione degli impianti, fino al disimpianto che avviene a fine ciclo colturale, comprese le fasi di vendita del prodotto presso i grossisti. I dati sono stati ricavati sia mediante campionamenti di biomassa (cotico erboso, frutti, foglie, rami dell’anno e radici) sia attraverso dati di letteratura scientifica.

L’analisi infine ha determinato quelli che sono i processi unitari più impattanti. Per l’analisi degli impatti è stato utilizzato il software Simapro 8 e le librerie di ECOINVENT.

INTRODUCTION

The LIFE CLIMATREE project aims to contribute towards the development of a novel methodology and an innovative tool for the quantification of carbon storage in permanent tree-crops.

The goal of Action C1 is a life cycle study for the environmental assessment of all tree-crops, selected as representatives of a tree-crop category, namely peach, apple, almond, olive and citrus fruit.

This LCA report is focused on the application of Life Cycle Assessment methodology according to ISO 14040 and 14044 for the calculation of the environmental footprint of peaches, apples, almonds, olives and citrus fruits produced in Basilicata region - Italy. In this study, production, marketing and its life cycle were taken into account.

The analysis took into consideration the whole crop cycle of the orchards, modeling all the phases, from the realization of the plants to the crop system disposal that takes place at the end of the crop cycle, as well as the selling phase of the product to wholesalers. The data were obtained either by biomass sampling (weeds, fruits, leaves, branches and roots) and through scientific literature data.

Finally, the analysis has determined what are the most impacting unit processes. The LCA was carried out using SIMAPRO software and ECOINVENT Database

1. OBIETTIVO DELLO STUDIO

Una gestione “green” dei processi produttivi agricoli ha assunto ormai da tempo un'importanza primaria nell'ambito della gestione sostenibile delle risorse.

Con il presente lavoro si vuole, in prima istanza, verificare gli impatti durante tutto il ciclo colturale e produttivo dei frutteti. In questo studio è stata modellata la gestione attuata dalle aziende definita dal disciplinare regionale di produzione, in special modo considerando le operazioni colturali e la gestione in campo.

Obiettivo dello studio è stato quindi di contabilizzare gli impatti durante l'intero ciclo vita del frutteto fino alla dismissione. L'analisi del ciclo di vita, permette quindi, di individuare le fasi più critiche dal punto di vista energetico-ambientale dell'intera filiera di prodotto al fine di poter valutare l'effettiva incidenza della gestione agricola sulla singola tonnellata di prodotto commercializzato. L'analisi LCA, può anche essere un utile strumento di confronto tra due differenti gestioni colturali *sostenibile* e *convenzionale*. Tale studio, può altresì costituire una baseline, per verificare i miglioramenti che le aziende potranno apportare alla propria gestione agricola.

STUDY OBJECTIVE

A "green" management of agricultural production processes has long assumed a major role in the sustainable management of resources.

The study aims to check the impacts throughout the crop and production cycle of orchards. The farmer, management was carried out, defined by the regional production discipline, was modelling especially taking in to account the cultivation and the management field.

The objective of the study was the accounting of the environmental impacts throughout the life cycle of the orchard until the disposal. Hence Lifecycle analysis allows to identify the most critical phases, from the energy-environmental point of view, of the entire product chain in order to assess the actual impact of

agricultural management of a ton of marketed product (the functional unit). The LCA analysis can also be a useful tool for comparing sustainable and conventional crop management. This study can also be a baseline to check the improvements that farmers can make to their agricultural management.

2. SCOPO DELLO STUDIO

2.1. Tipologia di studio e format

Lo studio riportato in questo rapporto ha riguardato l'intero ciclo colturale comprensiva della fase di dismissione del frutteto e le fasi di vendita del prodotto la tipologia dello studio è quindi *"from cradle to grave"* (dalla culla alla tomba). Lo studio entra quindi sia nel merito delle fasi gestionali dell'impianto in termini di materiali utilizzati, operazioni colturali, macchine agricole, consumi di diesel, fitofarmaci, fertilizzanti, ecc. che nel merito delle operazioni effettuate per la realizzazione dell'impianto stesso, in termini di struttura, preparazione del terreno, piantumazione, ecc... . Il presente studio prende in considerazione 5 varietà di frutteto e per ognuna è costituita da una prima sessione dedicata alla definizione dell'obiettivo a cui segue la sessione dedicata alla definizione dello scopo. Nella seconda parte dello studio si effettua una panoramica generale con la definizione della funzione, della unità funzionale, dei confini del sistema, dei metodi di validazione dei dati e delle procedure di allocazione. Nella terza parte è riportata l'analisi di inventario con indicazione della procedura di raccolta dati, della descrizione quali/quantitativa dei processi e delle procedure di calcolo eseguite. La quarta parte dello studio è dedicata all'analisi degli impatti con definizione delle procedure e dei risultati raggiunti. I risultati sono stati analizzati nella successiva parte dedicata all'interpretazione del ciclo vita.

2.2. Panoramica generale del sistema

Il sistema oggetto di studio, rappresenta un intero ciclo colturale, dove a fronte di una determinata gestione agricola, si ha la produzione di prodotti ortofrutticoli. In particolare il sistema preso in esame per la modellazione rappresenta la produzione di una tonnellata di prodotti ortofrutticoli. I punti chiave dell'analisi, si basano su tre pilastri fondamentali, l'uso di risorse naturali (acqua e suolo), l'utilizzo di materiali e sostanze (Impianto irriguo, compost, pesticidi, fertilizzanti, ecc...) e l'utilizzo di macchine agricole (trattrici, aratri, ecc...) per le operazioni colturali. Nel sistema vengono quindi contemplate le varie fasi:

- Fase di preparazione del terreno e impianto;
- Fase di allevamento;
- Fase di piena produzione;
- Fase di disimpianto.

Come si è detto in precedenza, i prodotti oggetto di analisi sono la pesca, la mandorla, l'oliva, l'arancio e la mela.

Nel sistema modellato è anche contemplata la fase di vendita dei prodotti, presso i grossisti presenti in un raggio di 100 km.

2.3. Funzione e unità funzionale

Un determinato sistema, oggetto di studio LCA, può avere diverse funzioni possibili, quella scelta per lo studio dipende dall'obiettivo e dal campo di applicazione. Nel caso specifico, la performance caratteristica del sistema è quella di produrre e commercializzare i prodotti derivanti da un intero ciclo colturale del frutteto. Per quel che concerne l'LCA dei sistemi ortofrutticoli l'unità funzionale scelta è:

1 tonnellata di prodotto

Gli impatti totali derivanti dal ciclo colturale del sistema agricolo, saranno imputati all'intera vita del frutteto stesso. Con i dati disponibili, riguardanti le produzioni attuali e facendo una proiezione delle produzioni future, si sono stimati i volumi totali di prodotto e i volumi annui, sulla scorta di questa stima saranno calcolati gli impatti in termini di Global Warming Potential (GWP 100 a), di acidificazione, di eutrofizzazione delle acque, di ecotossicità e di influenza sulla Water scarcity.

2.4. Confini del sistema

Lo studio oggetto del presente report è di tipo completo: dalla culla alla tomba (*from cradle to grave*). I confini del sistema (Figura 1) sono stati tracciati a seguito di un processo di analisi iterativo, tenendo conto di tutte le informazioni fornite dai produttori e da dati di letteratura. I confini del sistema sono stati definiti così da includere tutti i processi connessi al trasporto dei materiali necessari alla realizzazione dell'impianto, includendo anche quelli relativi al completo disimpianto del frutteto alla fine del ciclo vita. Inoltre nei confini del sistema sono ricompresi anche le operazioni inerenti la vendita all'ingrosso dei prodotti. Fuori dai confini del sistema sono stati lasciate le operazioni e gli impatti collegati alla vendita al dettaglio dei prodotti ortofrutticoli.

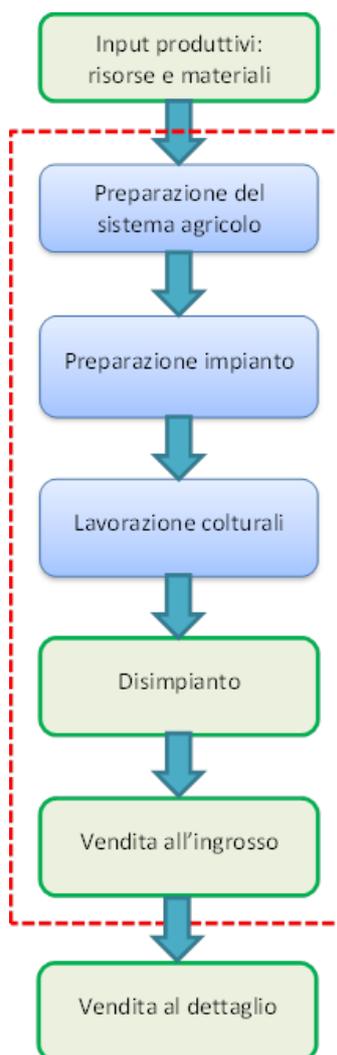


Figura 1: Confini del sistema analizzato

Inoltre i confini del sistema sono stati definiti anche tenendo conto dell'obiettivo prefissato, consentendo la contabilizzazione degli impatti in tutte le fasi del ciclo di vita dell'impianto.

2.5. Criteri di cut-off

Per il presente studio non è stato applicato nessun *cut-off*, poiché data la natura dell'analisi, non è stato trascurato nessun elemento del ciclo vita del frutteto, rendendo il modello quanto più aderente alla realtà.

2.6. Validazione dei dati (qualità dei dati e mancanza di dati)

Per garantire una maggiore accuratezza dell'analisi, i dati utilizzati sono stati per la maggior parte di tipo primario in quanto sono stati raccolti direttamente in campo attraverso una serie di sopralluoghi e

attraverso un'accurata raccolta dati direttamente nei centri aziendali (attraverso campionamenti, somministrazione di questionari e disciplinari di produzione).

I dati primari utilizzati per l'analisi riguardano tutte le operazioni del ciclo colturale dei frutteti ed in particolar modo, le tipologie di macchine operatrici, le ore di lavoro necessarie per ciascuna fase di gestione, i consumi di carburante delle macchine operatrici, le schede tecniche dei materiali utilizzati per la realizzazione dell'impianto (ove disponibili), i luoghi di approvvigionamento e le relative tipologie di trasporto dei materiali stessi (piantine, impianto di irrigazione, ecc..). I consumi di carburante delle macchine operatrici, sono stati ricavati attraverso la consultazione delle relative schede tecniche e previa consultazione di articoli scientifici di letteratura, applicando la seguente formula:

$$\text{Gasolio (l/h)} = \text{KW macchina} * 0.35 \text{ (l/h)} * 0.60$$

dove *0.60* rappresenta il coefficiente di utilizzo della macchina, *KW macchina* rappresenta la potenza della macchina.

Lo scopo dell'analisi è stato di contabilizzare gli impatti che scaturiscono dalla gestione dei frutteti. Sono stati contabilizzati gli impatti derivanti da tutte le fasi dalla fase d'impianto fino alla fase di disimpianto del frutteto.

Per garantire la rappresentatività geografica, si sono scelti dati da database (ove necessario) rappresentativi del contesto europeo e dove disponibili del contesto nazionale. I dati hanno una forte rappresentatività temporale in quanto sono imputabili tutti al periodo, coincidente con il ciclo colturale del frutteto.

2.7. Allocazione, principi e procedure con documentazione e giustificazione con le procedure di allocazione e le procedure uniformi di allocazione

I criteri di allocazione vengono utilizzati in quei sistemi o produzioni, che generano più prodotti o sottoprodotti, partendo dalle stesse informazioni aggregate. Gli impatti ambientali causati da queste tipologie di sistemi devono essere quindi ripartiti (in maniera proporzionale) a tutti i prodotti e sottoprodotti presenti nel sistema in esame, secondo regole ben precise. In questi processi, i rifiuti non devono essere considerati tra i prodotti accoppiati.

I criteri più usati per l'allocazione sono di tre tipologie:

- Allocazione secondo un criterio di massa;
- Allocazione secondo un criterio di energia;
- Allocazione secondo un criterio economico.

Nella nostra analisi, tuttavia, non è stato necessario allocare i dati in ingresso, poiché si riferivano tutti al medesimo ciclo colturale non vi è quindi la presenza di prodotti/processi secondari o sottoprodotti. I dati inerenti alle materie prime utilizzate, ai trasporti, alle macchine operatrici, sono stati interamente imputati alle singole produzioni, come pure gli impatti ambientali generati.

3. ANALISI D'INVENTARIO

3.1. Procedura di raccolta dati per il melo

A seguito della definizione dei confini del sistema si è proceduto alla raccolta dati. La raccolta dati è stata eseguita considerando tutti gli input e gli output. Tutta l'analisi è stata effettuata considerando i flussi in entrata ed uscita riferiti all'intero ciclo vita del frutteto. La raccolta dati è stata effettuata mediante delle schede compilate con la collaborazione degli operatori aziendali considerando tutti i dati direttamente imputabili al ciclo colturale del melo, alla produzione e alla vendita all'ingrosso dei prodotti:

- Dati generali: informazioni generali del frutteto, quali ad esempio ubicazione, grandezza, produzione stimata di mele, sesto d'impianto, sistema di irrigazione, ciclo produttivo ecc..
- Mezzi e macchine operatrici: macchine motrici semoventi, macchine operatrici, attrezzature utilizzate durante il ciclo colturale;
- Input in ingresso: tutte le sostanze e i materiali utilizzati durante il ciclo colturale, quali ad esempio fertilizzanti minerali, compost, pesticidi, risorse naturali;
- Impianto irriguo: componenti costruttivi dell'impianto irriguo, con tutte le caratteristiche e le specifiche tecniche (linea irrigazione principale, linea secondaria, tipologia di ugelli, ecc...);
- Impianto di sostegno e copertura: strutture di sostegno e copertura.
- Produzione: dati relativi alle produzioni annuali, in tonnellate per ettaro del frutteto;
- Processi produttivi: tutti i dati di dettaglio, esplicitati per le varie fasi del ciclo colturale, nei vari anni, con tipologia di macchine utilizzate, consumi di carburante, ore relative ad ogni singola operazione.

3.2. Descrizione qualitativa e quantitativa dei processi: melo

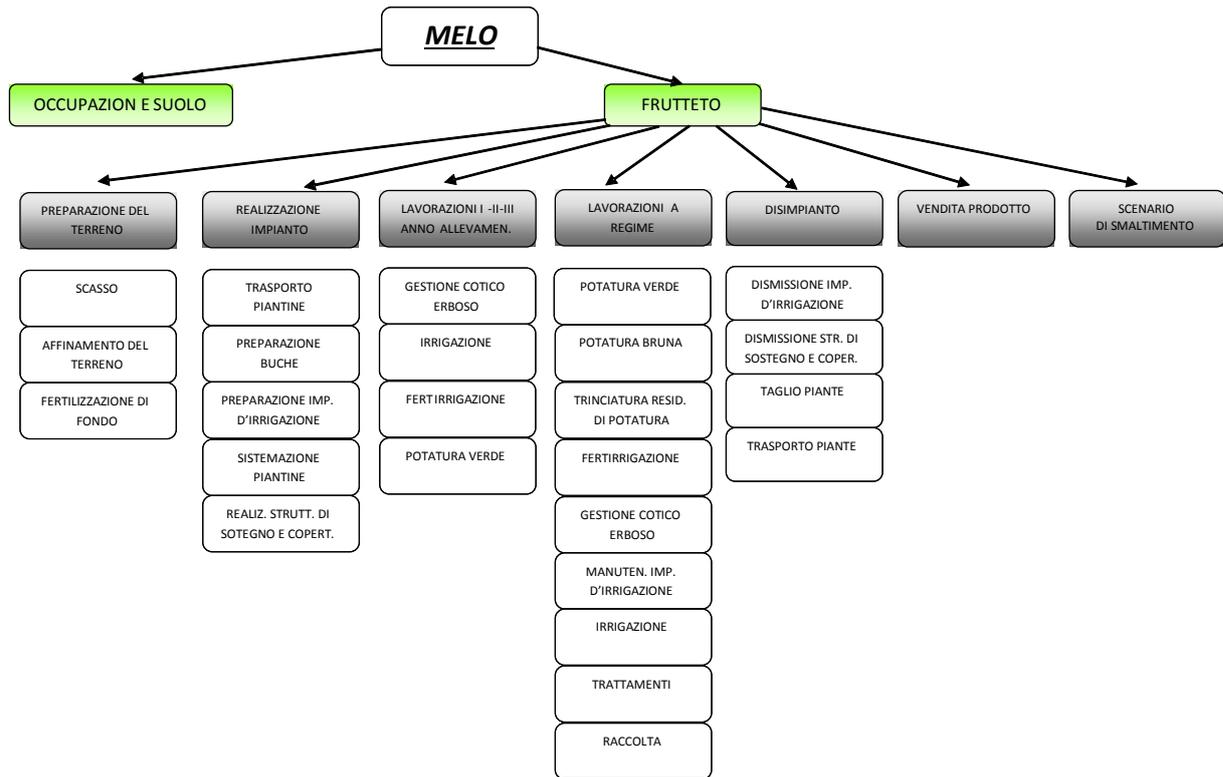


Figura 2: Flow chart

L'intero ciclo vita è stato suddiviso nelle seguenti unità di processo:

Occupazione del suolo: In questa unità di processo, viene considerato l'impatto derivante dall'occupazione del suolo per la realizzazione del frutteto e gli impatti dovuti alla trasformazione in frutteto permanente.

Preparazione del terreno: In questa unità di processo, vengono considerate le operazioni di preparazione del sito, in particolare l'aratura profonda, l'affinamento del terreno.

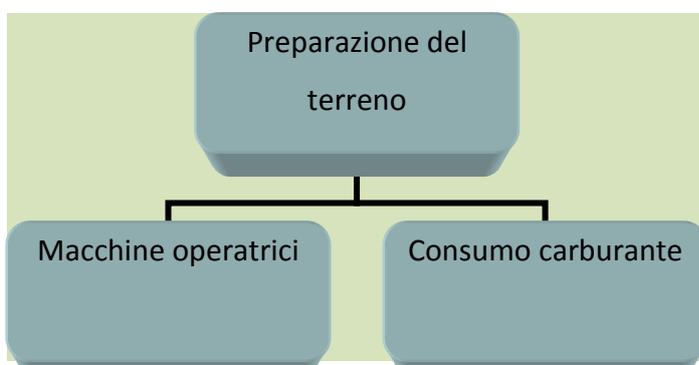


Figura 3: Processo unitario: "Preparazione del terreno"

Realizzazione impianto: In questa unità di processo, viene considerato l'impatto derivante dalle operazioni dalla produzione degli "astoni" in vivaio, dalla messa a dimora degli astoni, dalla realizzazione dell'impianto d'irrigazione del frutteto.

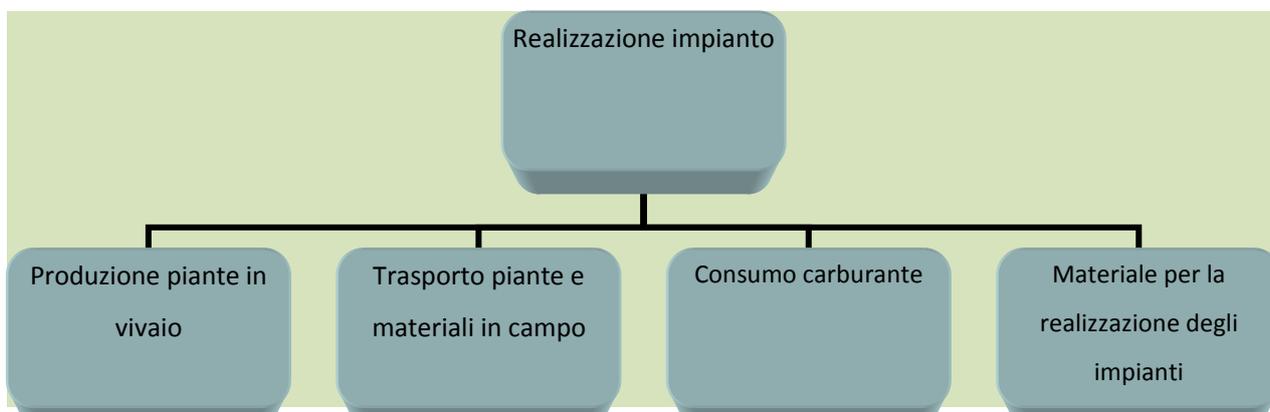


Figura 4: Processo unitario: "realizzazione dell'impianto"

Lavorazioni I-II-III anno di allevamento: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dai primi tre anni di allevamento del frutteto, in particolare in questo processo, sono presenti le operazioni di trinciatura residui potatura, fertilizzazione o concimazione, fertirrigazione, irrigazione e difesa fitosanitaria delle piante.

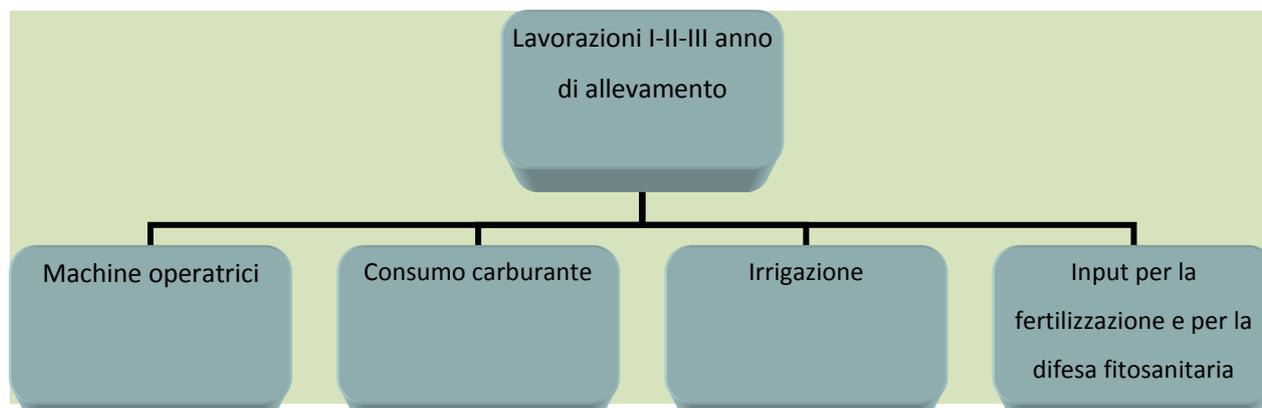


Figura 5: Processo unitario: “lavorazioni I-II-III anno di allevamento”

Lavorazioni a regime: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti legati alla piena produzione del frutteto, in particolare in questo processo sono presenti le operazioni di trinciatura residui potatura, fertilizzazione o concimazione, fertirrigazione, gestione cotico erboso (trinciatura erba), irrigazione, difesa delle piante e raccolta dei frutti.

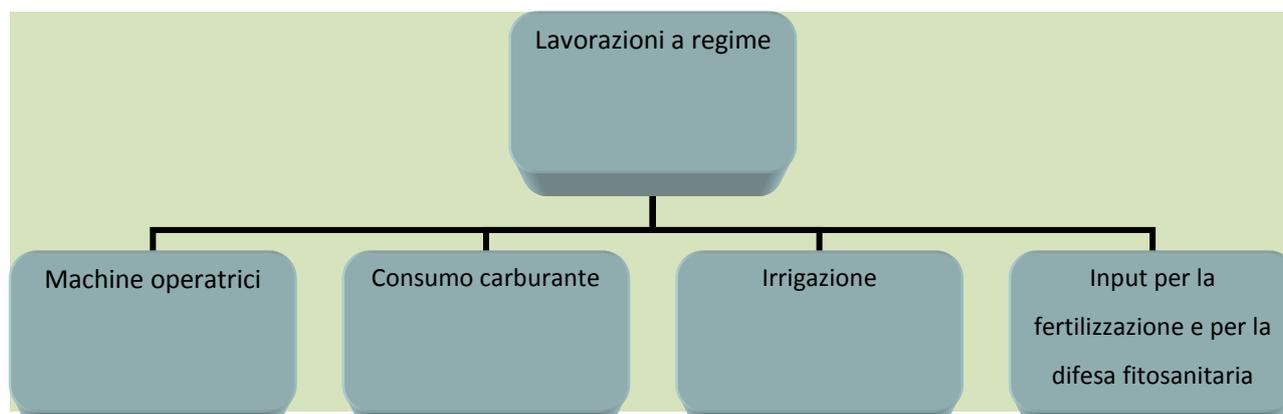


Figura 6: Processo unitario: “lavorazioni a regime”

Disimpianto: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dal disimpianto del frutteto e dalla dismissione delle strutture, in particolare in questo processo sono presenti, la dismissione impianto di irrigazione, taglio piante, cippatura delle piante e trasporto.

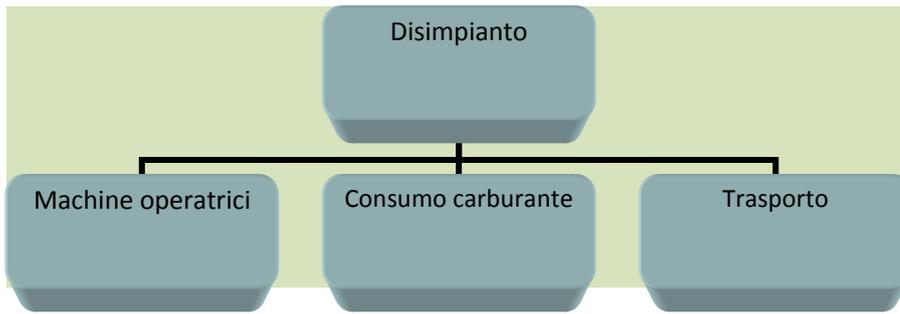


Figura 7: Processo unitario “Disimpianto”

Vendita prodotto: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dalla vendita dei prodotti, in particolare in questo processo, si ha, il trasporto dei prodotti presso le OP (Organizzazioni di Produttori), per la vendita all’ingrosso.

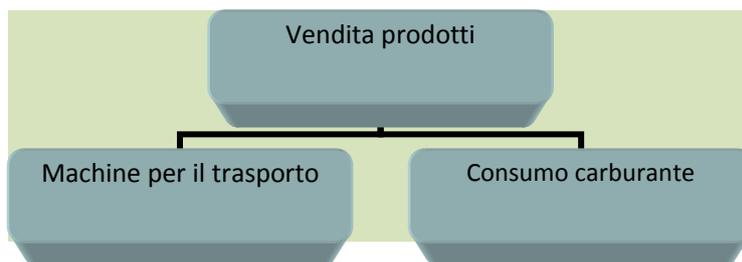


Figura 8: Processo unitario “Vendita prodotti”

Trasporto rifiuti: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dal trasporto dei rifiuti presso i centri di smaltimento.

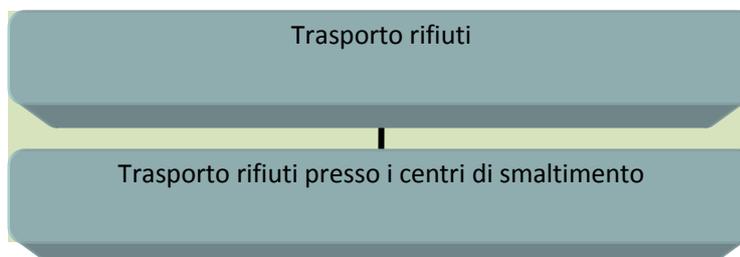
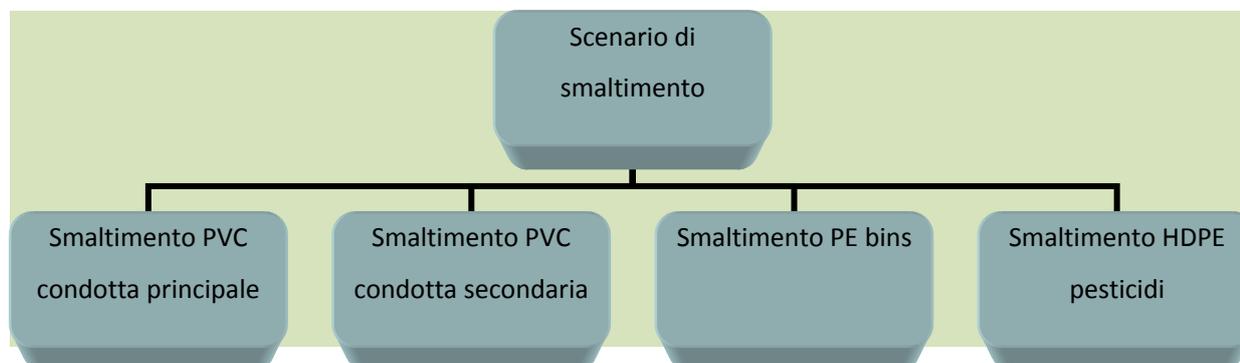


Figura 9: Processo unitario “Trasporto rifiuti”

Scenari di smaltimento: Per quel che concerne lo scenario di smaltimento, si ipotizza che la metà del quantitativo dei rifiuti per tonnellata, viene conferito in discarica, mentre la restante parte dei rifiuti viene conferita in centri di recupero o riciclaggio.



3.3. Procedure di calcolo

In questa sezione del report si espliciteranno le assunzioni e i criteri con la quale è stata effettuata l'analisi. Il principio generale seguito è stato quello di modellare le reali operazioni di gestione del frutteto.

I dati utilizzati per l'analisi sono essenzialmente di due tipi: dati primari e dati secondari. I primi sono stati raccolti in campo utilizzando delle schede di raccolta dati, come descritto in precedenza, mentre, i secondi sono stati reperiti dal database ECOINVENT 3.1 e da disciplinari di produzione. Di seguito si illustreranno i processi unitari, la loro quantificazione, le ipotesi effettuate atte a determinare i valori d'impatto. Per l'analisi LCA è stata scelta come unità funzionale 1 tonnellata di mele, quindi, tutte le voci inserite nello studio sono state riferite a questa unità funzionale.

Per l'operazione "Occupazione suolo" sono stati scelti degli input noti da natura (Risorse) "Occupation, agricolture - Transformation, to permanent crop, fruit. La quantificazione è stata effettuata considerando la trasformazione di una porzione di suolo necessaria a produrre l'unità funzionale di prodotto.

Tabella 1: input unità di processo "occupazione suolo"

Occupazione suolo		Quantità	u.m.
		Fisica	
Utilizzo risorsa suolo	Occupation, agricolture	0,0333	ha a
Trasformazione risorsa suolo	Transformation, to permanent crop, fruit	0,00111	ha

A seguito si sono considerate tutte le operazioni necessarie alla produzione e commercializzazione del prodotto. Per quanto riguarda l'operazione di "preparazione del terreno" alle successive fasi prevede tutte le attività necessarie a rendere idoneo il sito alla realizzazione dell'impianto frutticolo.

Lo **scasso** è stato modellato creando una voce "SCASSO" in cui sono state inserite tutte le singole lavorazioni necessarie all'operazione. Per rapportare all'unità funzionale ogni singola operazione si è determinato il valore complessivo di produzione, determinato su tutta la vita dell'impianto, e si è diviso per ogni singolo contributo. Nello specifico per il calcolo degli impatti dovuti allo scasso abbiamo considerato una produzione annuale di 40 t/anno per ogni ettaro e moltiplicato per i 22 anni di produzione con una risultante di 880 tonnellate di prodotto ad ettaro. Nel software SimaPro 8.0 come tipologia di mezzo utilizzato è stato richiamato dal database ECOINVENT 3 il processo di trasporto su strada "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}* | production | Alloc Def, S ". Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "*Diesel, burned in building machine {GLO}* | processing | Alloc Def, U", (questa voce da database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando 0,0079 ore per lavorare la superficie necessaria a produrre 1 tonnellata di prodotto risultano 0,0795 litri (per l'operazione di scasso sono necessarie 7 ore) considerando una densità di 0,85 ne risultano 0,0676 Kg. Sapendo che 1 Kg di diesel equivale a 41 MJ ne risultano 2,7722 MJ sviluppati.

Per effettuare l'operazione si utilizzato un aratro. È stato richiamato dal database "*Agricultural machinery, tillage {CH}* | production | Alloc Def, S". Considerando i tempi di lavorazione si è considerato un peso di 0,0079 kg. Successivamente all'operazione di scasso viene effettuata un'ulteriore lavorazione più superficiale. Per effettuare detta lavorazione è utilizzato un trattore con frangizolle e fresa. Per la modellazione si è utilizzato per il trattore "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}* | production | Alloc Def, S ". Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "*Diesel, burned in building machine {GLO}* | processing | Alloc Def, U", (questa voce da database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando 4 ore per lavorare un ettaro ed effettuando le medesime considerazioni già effettuate risultano 0,00148 Kg. Sapendo che 1 Kg di diesel equivale a 41 MJ ne risultano 1,5841 MJ sviluppati.

Prima della realizzazione dell'impianto è stata predisposta una fertilizzazione di fondo con 50 tonnellate di letame ad ettaro.

Il letame considerato (*Manure, solid, cattle {GLO}* | manure, solid, cattle, Recycled Content cut-off | Alloc Rec, U) per unità funzionale è stato di 56,8181 kg. Stesso valore è stato considerato nella modellazione dell'attività di distribuzione del letame. Dal database è stato richiamato: *Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {RoW}* | processing | Alloc Def, U.

Tabella 2: input unità di processo “affinamento del terreno”

Preparazione del terreno		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per scasso	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0024	kg
Attrezzo agricolo per scasso	Agricultural machinery, tillage {CH} production Alloc Def,	0,0079	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	2,7722	Mj
Trattore per affinamento	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0014	kg
Attrezzo agricolo per affinamento	Agricultural machinery, tillage {CH} production Alloc Def,	0,0045	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	1,5841	Mj
Operazione di distribuzione letame	Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {RoW} processing Alloc Def, U	56,8181	kg
Letame	Manure, solid, cattle {GLO} manure, solid, cattle, Recycled Content cut-off Alloc Rec,	56,8181	kg

A seguito della preparazione del sito si è analizzata la fase di realizzazione dell’impianto. In questa fase è stata considerata la fase di approvvigionamento degli astoni considerando sia tutta l’attività necessaria alla crescita in vivaio sia i trasporti fino al campo. Per quanto riguarda i trasporti si è ipotizzata una distanza di 100 km andata e ritorno. In un ettaro sono presenti 1400 piante (sesto d’impianto 4,5/1,5), un astone pesa circa 4 kg, ipotizzando un autocarro euro 3 (*Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW}| Alloc Rec, U*) ne risulta un tkm di 0,6364 per il trasporto dal vivaio al campo. “*Tree seedling {RoW}| tree seedling production, in unheated greenhouse | Conseq*”, *U* rappresenta tutti gli impatti dovuti alla crescita degli astoni in serra. Il valore di 1,5909 è la porzione di astoni necessari alla produzione di 1 tonnellata di prodotto.

Per la preparazione delle buche è stato inserito “*Hydraulic digger {RER}| production | Alloc Rec, U*”, considerando, secondo i dati d’inventario, che per la lavorazione di 1 ha sono necessarie 10 ore e considerando che la vita utile (da scheda tecnica), è di circa 10.000 ore ne deriva un peso di 0,0000011 p riferito all’unità funzionale.

Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database “*Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U*”, considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando le stesse considerazioni effettuate per il mezzo per la preparazione delle buche ne risultano 3,9602 MJ sviluppati.

Per sistemazione degli astoni è necessario l'ausilio di trattore con rimorchio per una durata di un ora. Ipotizzando una velocità di 4 km/h, considerando una superficie di 1 ha, risulta che il mezzo percorre 4 km. Per la modellazione inserisco *"Transport, tractor and trailer, agricultural {CH}| processing | Alloc Rec, U*, con un tkm riferito all'unità funzionale di 0,0254.

La sistemazione delle strutture di sostegno e copertura viene effettuata con mezzo simile ad un bobcat per 10 ore (riferite ad una superficie di 1 ha) inserisco *"Hydraulic digger {RER}| production | Alloc Rec, U"* ipotizzando la vita utile del mezzo pari a 10.000 ore ne deriva un peso di 0,0000011 p.

Per il consumo di Diesel, si richiama dal database di SimaPro *"Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U"* 3,9602 MJ.

Per il sostegno dell'impianto si sono utilizzati pali di cemento con sezione pari a 7 x 7 cm, alti 2,7 m con un peso di 25 kg. Dal database inserisco *"Concrete block {RoW}| production | Alloc Rec, U"*. Considerando che in un ettaro ci sono 628 pali e considerando la produzione riferita a 22 anni ne deriva peso riferito all'unità funzionale di 17,8409 kg.

Per sostenere l'impianto arboreo e l'impianto di irrigazione viene utilizzato filo di ferro. Nello specifico si è utilizzato filo di ferro di due diametri. Il più spesso con un diametro di 2 mm e un peso a metro lineare di 0,0246 kg è stato distribuito in un ettaro per 1857m. Il più sottile con un diametro di 1,6 mm e un peso a metro lineare di 0,0158 kg è stato distribuito per un ettaro per 3714 m. Considerando la somma dei pesi e la produzione totale è stato inserito *"Steel, chromium steel 18/8 {GLO}| market for | Alloc Rec, U"* pari a 0,1186 kg.

Per soddisfare l'esigenza idrica del sistema agricolo, fra gli impianti d'irrigazione più utilizzati vi è quello a goccia con doppia ala gocciolante. Solitamente l'impianto non prevede l'installazione di sistemi meccanici in quanto si sfrutta la pressione presente all'adduzione. L'impianto è formato da varie tipologie di tubazioni (sia come materiali che come diametro) e raccordi. 20 m di tubazione hanno un diametro di 110 mm e altri 80 m hanno un diametro da 75 cm; entrambi sono in PVC. 4000 m in PE, che costituiscono la doppia ala gocciolante, sono da 16 mm di diametro. La tubazione da 110 mm (*"Polyvinylchloride, bulk polymerised {GLO}| market for | Alloc Def, U"*) con peso lineare di 2,17 kg/m definisce un peso unitario di 0,0493 kg. Per la tubazione da 75 mm di diametro, considerando un peso lineare di 1,05 kg/m, ne deriva un peso unitario di 0,0954 kg. Per l'operazione di realizzazione della tubazione in PVC è stata considerata l'estrusione. *Extrusion, plastic pipes {RoW}| production | Conseq, U* pari a 0,0503 kg per la tubazione da 110 mm e 0,0956 kg per la tubazione in PE.

La tubazione in PE da database *"Polyethylene, high density, granulate {GLO}| market for | Alloc Rec, U"* da 16 mm ha peso lineare di 0,0275 kg/mm ne risulta un peso di 0,125 kg.

L'operazione di formatura della tubazione di PE modellata "*Injection moulding {RoW}| processing | Alloc Def, S*" con peso pari a 0,1257 kg.

Nella modellazione di questa fase iniziale sono state inserite anche i contenitori (bins) utilizzati durante la fase di raccolta. Da scheda tecnica risulta che riescono a contenere 300 kg di prodotto, considerando la produzione annuale per ettaro risultano necessari 130 contenitori. Ipotizzando una vita utile di 10 anni, 286 sono il numero di bins necessari per tutto la durata della piantagione. Il peso unitario dei bins è pari a 30,6 kg ne deriva una quantità di polietilene ad alta densità ("*Polyethylene, high density, granulate {GLO}| market for | Alloc Rec, U*") di 9,945 kg per tonnellata di prodotto. Per la formatura è stata inserita l'operazione di estrusione "*Injection moulding {RoW}| processing | Alloc Def, S*" pari a 10,005 kg.

Tabella 3: input unità di processo “realizzazione impianto”

Realizzazione impianto		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trasporto astoni	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW} Alloc Rec, U	0,6364	tkm
Produzione astoni	Tree seedling {RoW} tree seedling production, in unheated greenhouse Conseq	1,5909	p
Preparazione buche	Hydraulic digger {RER} production Alloc Rec, U	0,0000011	p
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	3,9602	Mj
Sistemazione degli astoni	Transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	0,0254	tkm
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	3,9602	Mj
Posizionamento strutture	Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {RoW} processing Alloc Def, U	0,0000011	p
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	3,9602	Mj
Pali in cemento	Concrete block {RoW} production Alloc Rec, U	17,8409	kg
Filo di ferro	Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Alloc Rec, U	0,1186	kg
PVC	Polyvinylchloride, bulk polymerised {GLO} market for Alloc Def, U	0,1447	kg
Produzione tubazioni in PVC	Extrusion, plastic pipes {RoW} production Conseq, U	0,1449	kg
PE	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	0,125	kg
Produzione tubazioni in PE	Extrusion, plastic pipes {RoW} production Conseq, U	0,1257	kg
HDPE	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	9,945	kg
Produzione bins	Injection moulding {RoW} processing Alloc Def, S	10,0005	kg

A seguito della realizzazione strutturale dell'impianto e della piantumazione degli astoni il sistema agricolo non va immediatamente in produzione ma c'è bisogno di un certo numero di anni per la crescita delle piante. Nel primo e nel secondo anno solitamente non c'è alcuna produzione mentre già dal terzo anno le

piante cominciano a dare le prime produzioni; dal quanto/quinto anno il sistema raggiunge lo stato di maturità con una stabilità media delle produzioni negli anni. Nella modellazione è stato ipotizzato che nei primi tre anni la produzione è nulla mentre nei successivi 22 anni la produzione si mantiene costante. Per la produzione è stato considerato un quantitativo di 40 t/ha che tiene in considerazione le variazioni negli anni.

Nei primi 3 anni di vita del sistema agricolo le lavorazioni effettuate riguardano esclusivamente la gestione del cotico erboso e l'irrigazione. La gestione del cotico erboso, nei primi 3 anni di vita, è stata effettuata con l'ausilio di un trattore e di una trinciatrice. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S", considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 2 ore ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,000741 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 2 ore per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 20 l di diesel. Effettuando le medesime ipotesi già discusse risultano 0,792 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito Agricultural machinery, unsccefield {CH}| production | Alloc Def, U che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,0022 kg riferiti all'unità funzionale. In questa prima fase di vita dell'impianto i volumi idrici erogati sono minori rispetto alla fase a regime, infatti, il valore di 2000 m³ è un valore stimato che considera le esigenze della pianta in fase giovanile. Tale volume è da considerare interamente utilizzato in quanto oltre ad essere incorporato nei prodotti è consumato sia per traspirazione delle piante che per evaporazione del suolo. Avere un efficienza del 90% del sistema irriguo significa che il 90% dei volumi irrigati vengono utilizzati per la crescita della biomassa. Il resto del 10% è perso per evaporazione e per infiltrazione negli strati profondi che comunque non corrispondono allo stesso bacino di prelievo. Ne risulta che il 100% dei volumi irrigati possono essere contabilizzati. Sia l'efficienza del sistema irriguo sia la gestione del sistema agricolo influiscono variando i volumi consumati. Per la modellazione è stata creata una voce di database ad hoc Water, lake, IT Basilicata che caratterizza la risorsa idrica prelevata da un corpo idrico superficiale. Riferendo i consumi all'unità funzionale ne deriva un valore considerato di 2,2727 m³. Le operazioni di lavorazione e gli apporti idrici sono stati ipotizzati identici nei primi 3 anni di vita dell'impianto. La fase di fertirrigazione ha come obiettivo l'apporto di 40 kg di nitrato al 34%. Per quanto riguarda il nitrato è stato inserito *Ammonium nitrate, as 100% (NH₄)(NO₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass* pari a 0,0454 kg per descrivere l'apporto del nutriente.

Tabella 4: input unità di processo “lavorazioni I-II-III anno di allevamento”

Lavorazioni I-II-III anno di allevamento		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per trinciatura	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0001	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def,	0,0022	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	0,792	Mj
Irrigazione	Water, lake, IT Basilicata	2,2727	m ³
Fertilizzazione	<i>Ammonium nitrate, as 100% (NH4)(NO3) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass</i>	0,0454	kg

A seguito dei primi tre anni il sistema agricolo può definirsi a regime, quindi, con volumi irrigui medi e valori di produzione media ben definiti. Come già detto, per la modellazione del sistema agricolo, data la sua forte variabilità stagionale, in termini climatici, sono stati considerati valori mediati, infatti, la fase di produzione a regime, che ha una durata di 22 anni, oltre ad aver considerato le lavorazioni ripetute negli anni tiene conto di una produzione media di 40000 kg di prodotti/ettaro per anno mentre per quanto riguarda i volumi idrici computati si sono considerati 4000 m³/ettaro per stagione.

La gestione del cotico erboso, è effettuata con l’ausilio di un trattore e di una trinciatrice. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database “*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S*”, considerando che nella fase d’inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 4 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,03 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 70.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database “*Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U*”, (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l’impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il

consumo orario medio di 10 l/h e considerando 4 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 40 l di diesel. Effettuando le medesime considerazioni già discusse risultano 34,85 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito *Agricultural machinery, unscceifield {CH}| production | Alloc Def, U* che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,1 kg riferiti all'unità funzionale.

Nella fase a regime viene eseguita l'operazione di potatura; nel sistema agricolo oggetto di studio i residui di potatura vengono ridotti dimensionalmente attraverso la trinciatura e lasciati in campo. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S*", considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 2 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,015 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 70.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "*Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U*", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 2 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 20 l di diesel. Effettuando le medesime ipotesi già discusse risultano 17,4250 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito *Agricultural machinery, unscceifield {CH}| production | Alloc Def, U* che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,0500 kg riferiti all'unità funzionale.

L'irrigazione prevede una distribuzione di 4000 m³/ha a stagione, questi volumi comprendono anche i volumi idrici utilizzati durante la fase di fertirrigazione. Nella modellazione, la fase di irrigazione, conteggia tutti i volumi misurati dal conta litri compresi i volumi erogati durante la fase di fertirrigazione. La modellazione di quest'ultima prevederà solo l'aggiunta di nutrienti.

Per la fase d'irrigazione è stata richiamata la voce di database *Water, lake, IT Basilicata* che caratterizza la risorsa idrica prelevata da un corpo idrico superficiale. Considerando che in una stagione media vengono prodotte 40 tonnellate di frutta risultano 100 m³ di acqua da allocare all'unità funzionale.

La fase di fertirrigazione ha come obiettivo l'apporto di 40 kg di Azoto, 50 kg di Fosforo e 70 kg di Potassio. Per quanto riguarda il nitrato è stato inserito *Ammonium nitrate, as 100% (NH4)(NO3) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass* pari a 1,0000 kg per descrivere l'apporto del nutriente.

Phospata fertiliser, as P2O5 {GLO} | market for | Alloc Def, S pari a 1,1364 kg è stato inserito per considerare l'apporto di anidride fosforica, mentre, *Potassium chloride, as K2O {GLO} | market for | Alloc Def, S* pari a 1,7500 kg è stato inserito per considerare l'apporto di ossido di potassio.

Per la difesa fitosanitaria delle piante, è stato considerato un trattore per 35 ore quindi si inserisce da database SimaPro, “*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production | Alloc Def, S*”, considerando che nella fase d’inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 35 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,03 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 70.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database “*Diesel, burned in building machine {GLO} processing | Alloc Def, U*”, (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l’impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 35 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 350 l di diesel. Effettuando le medesime considerazioni già discusse risultano 304,9375 MJ sviluppati.

Per quanto riguarda l’irroratrice semovente si inserisce *Agricultural machinery, unspecified {GLO} production | Alloc Def, U* sapendo che ha una vita utile di 2000 ore e pesa 2000 kg risulta che $2000 \text{ (peso atomizzatore)} \times 35 \text{ (ore)} / 2000 \text{ (ore)} = 35 \text{ kg}$ dividendo per 880 t risulta 0,875 kg.

Per quel che concerne i pesticidi per la difesa delle piante, risultano per ogni stagione consumati 46 kg di prodotto per ettaro. Ne deriva un quantitativo di 1,15 kg riferito all’unità funzionale. Per la Modellazione di detta input richiamo dal database *Pesticide, unspecified {GLO} market for | Alloc Def, S*.

L’operazione di raccolta viene eseguita con l’ausilio di un trattore e rimorchio. Tale operazione prevede una durata di 40 ore ad ettaro. L’inserimento di *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production | Alloc Def, S* pari 0,3 kg tiene in debito conto dell’utilizzo del trattore mentre l’inserimento di *Agricultural trailer {RoW} production | Alloc Def, U* pari a 1,25 kg considera l’utilizzo del rimorchio. Per quanto riguarda l’utilizzo del carburante è stato inserito *Diesel, burned in building machine {GLO} processing | Alloc Def, U* pari a 348,5 MJ.

Tabella 5: input unità di processo “lavorazioni a regime”

Lavorazioni a regime		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per trinciatura erboso	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0300	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def,	0,1000	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	34,8500	Mj

Trattore per trinciatura potatura	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0150	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def, S	0,0500	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	17,4250	Mj
Irrigazione	Water, lake, IT Basilicata	100,0000	m ³
Nitrato	Ammonium nitrate, as 100% (NH ₄)(NO ₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass	1,0000	kg
Ossido di potassio	Potassium chloride, as K ₂ O {GLO} market for Alloc Def, S	1,3333	kg
Anidride fosforica	Phospata fertiliser, as P ₂ O ₅ {GLO} market for Alloc Def, S	1,7500	kg
Trattore per trattamenti	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0375	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	304,9375	Mj
Atomizzatore	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def, S	0,875	kg
Pesticida	Pesticide, unspecified {GLO} market for Alloc Def, U	1,1500	kg
Trattore per raccolta	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,4	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	1,6667	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	464,6667	Mj

I prodotti raccolti vengono trasportati presso i centri di vendita all'ingrosso, ne consegue un trasporto di 100 km che include sia il viaggio di andata sia quello di ritorno. Per inserire questa fase nel modello è stata

considerato *Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW}* | *transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3* | *Alloc Rec, U* con un tkm pari a 100.

Tabella 6: input unità di processo “trasporti prodotti”

trasporto prodotti		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trasporto prodotti	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {GLO} Alloc Rec, U	100	tkm

Come già descritto la vita utile media di un impianto di Mele è di 25 anni, ne deriva che a seguito della vita utile sono necessarie una serie di operazioni utili a riportare il sito alle condizioni precedenti alla realizzazione dell’impianto frutticolo. La dismissione dell’impianto irriguo è stata considerata con l’ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 20 ore ettaro è stato inserito *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}* | *production* | *Alloc Def, S* pari a 0,0068 e per il combustibile *Diesel, burned in building machine {GLO}* | *processing* | *Alloc Def, U* pari 7,9204 MJ. Il rimorchio è stato modellato *Agricultural trailer {RoW}* | *production* | *Alloc Def, U* pari a 0,0284 kg.

L’operazione di smaltimento di tutte le opere di sostegno realizzate durante la fase di impianto è stata considerata con l’ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 10 ore ettaro è stato inserito *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}* | *production* | *Alloc Def, S* pari a 0,0034 e per il combustibile *Diesel, burned in building machine {GLO}* | *processing* | *Alloc Def, U* pari 3,9602 MJ. Il rimorchio è stato modellato *Agricultural trailer {RoW}* | *production* | *Alloc Def, U* pari a 0,0142 kg.

L’operazione di smaltimento di tutte le piante è stata considerata con l’ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 10 ore ettaro è stato inserito *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}* | *production* | *Alloc Def, S* pari a 0,0034 e per il combustibile *Diesel, burned in building machine {GLO}* | *processing* | *Alloc Def, U* pari 3,9603 MJ. Il rimorchio è stato modellato *Agricultural trailer {RoW}* | *production* | *Alloc Def, U* pari a 0,0142 kg.

Durante la fase di dismissione dell’impianto frutticolo si ipotizza l’utilizzo di una motosega per ridurre la dimensione delle piante e successivamente una ulteriore riduzione dimensionale per un eventuale riutilizzo del legno.

Per considerare l’utilizzo della motosega è stato in inserito *Power saw, with catalytic converter {RER}* | *production* | *Alloc Def, U* 0,008. Calcolando che ogni pianta sviluppa circa 0,13 m³ in volume di legna e sapendo che in un ettaro sono presenti 625 piante si riesce ad allocare la macchina utilizzata per ridurre ulteriormente la dimensione della biomassa. Conoscendo la portata di 3,3 m³/ora della macchina utilizzata

si utilizza la voce *Chipper, stationary, electric {RoW}| production | Alloc Rec, U* pari a 0,0000003173 p con un consumo elettrico rapportato all'unità funzionale pari a 0,476 KWh.

Tabella 7: input unità di processo “disimpianto”

Disimpianto		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per dismissione impianto irriguo	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0068	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,0284	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	7,9204	Mj
Trattore per dismissione opere di sostegno	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0034	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,0142	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	3,9602	Mj
Trattore per dismissione opere di sostegno	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0034	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,0142	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	3,9602	Mj
Motosega	Power saw, with catalytic converter {RER} production Alloc Def, U	0,0080	p
Riduzione dimensionale legno	Chipper, stationary, electric {RoW} production Alloc Rec, U	0,0012	p
Energia elettrica	Electricity, medium voltage {IT} electricity voltage transformation from high to medium voltage Conseq, U	2,7272	KWh

A seguito della dismissione dell'impianto i materiali utilizzati in fase di realizzazione dovranno essere smaltiti, ne risulta che un'analisi di ciclo vita deve tenere in debito conto tale scenario.

A seguito dei 25 anni di vita utile dell'impianto frutticolo sarà necessario smaltire i pali in cemento, i fili di ferro e l'impianto d'irrigazione. Per quanto riguarda lo smaltimento sono state fatte ipotesi che simulano quelle che potranno essere le scelte effettuate in fase di smaltimento dell'impianto frutticolo. La gestione del filo di ferro è ipotizzata considerando un 50% in peso smaltito in discarica e un 50% portato a riciclo. Sono stati inseriti i processi *Steel and iron (waste treatment) {GLO}* | *recycling of steel and iron* | *Alloc Def, U* e *Municipal solid waste {CH}* | *treatment of, sanitary landfill* | *Alloc Def, U* . Le stesse ipotesi sono state fatte sia per i sostegni in cemento che per l'impianto irriguo. *Waste reinforced concrete {CH}* | *treatment of, recycling* | *Alloc Def, U* e *Inert waste, for final disposal {RoW}* | *treatment of inert waste, inert material landfill* | *Alloc Def, U* rappresentano rispettivamente il riciclaggio e lo smaltimento in discarica dei blocchi in cemento.

Per l'impianto d'irrigazione composto da più materiali è stato ipotizzato il medesimo scenario di smaltimento, infatti *Waste polyvinylchloride {CH}* | *treatment of, sanitary landfill* | *Alloc Rec, U* e, *PVC (waste treatment) {GLO}* | *recycling of PVC* | *Alloc Def, U* descrive lo smaltimento del PVC mentre *Waste polyethylene {CH}* | *treatment of, sanitary landfill* | *Alloc Rec, U* e *PE (waste treatment) {GLO}* | *recycling of PE* | *Alloc Def, U* descrivono lo smaltimento del PE.

3.4. Descrizione qualitativa e quantitativa dei processi: mandorlo

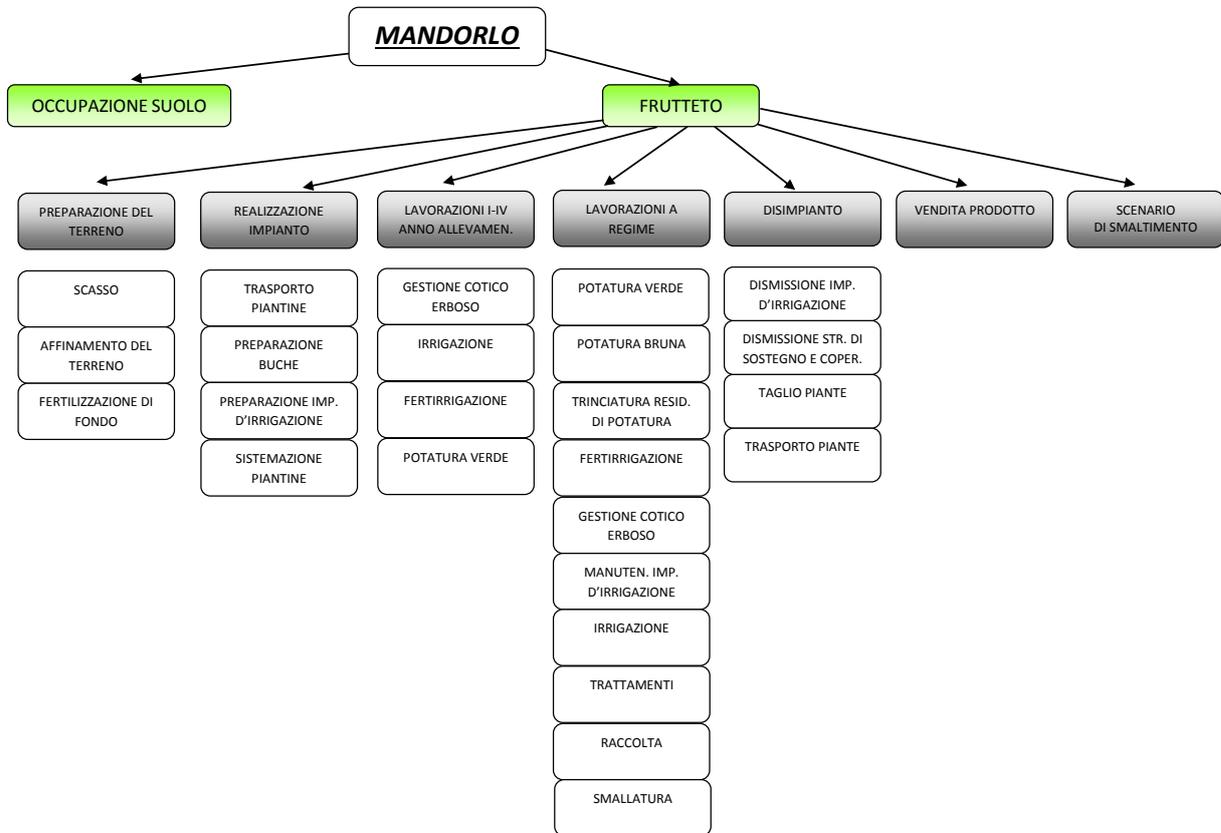


Figura 11: Flow chart ciclo vita del mandorlo

L'intero ciclo vita è stato suddiviso nelle seguenti unità di processo:

Occupazione del suolo: In questa unità di processo, viene considerato l'impatto derivante dall'occupazione del suolo per la realizzazione del frutteto e gli impatti dovuti alla trasformazione in frutteto permanente.

Preparazione del terreno: In questa unità di processo, vengono considerate le operazioni di preparazione del sito, in particolare l'aratura profonda, l'affinamento del terreno.

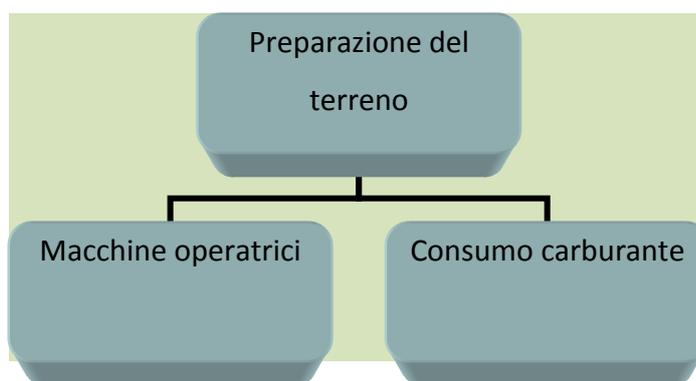


Figura 12: Processo unitario "Preparazione del terreno"

Realizzazione impianto: In questa unità di processo, viene considerato l'impatto derivante dalle operazioni dalla produzione degli "astoni" in vivaio, dalla messa a dimora degli astoni, dalla realizzazione dell'impianto d'irrigazione del frutteto.

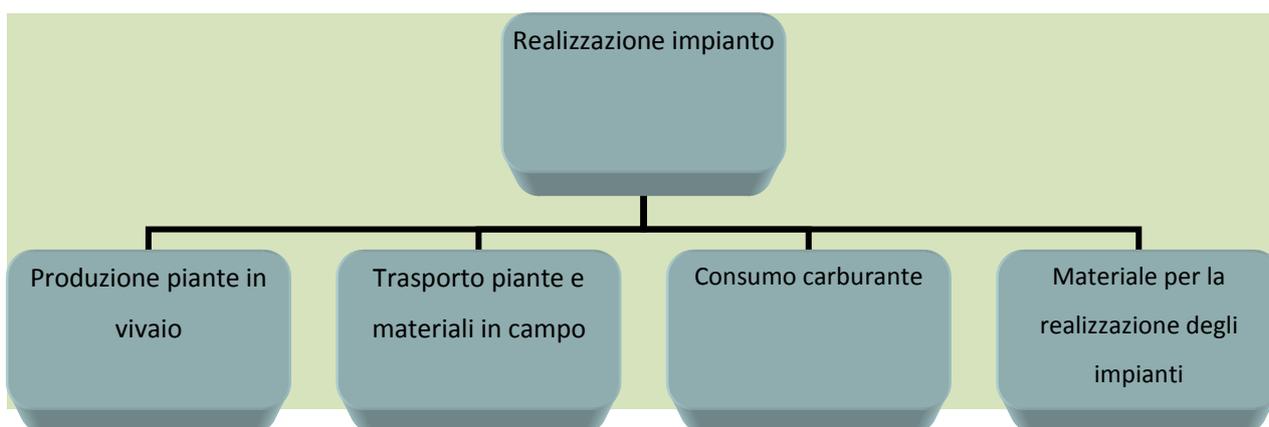


Figura 13: Processo unitario "Realizzazione dell'impianto"

Lavorazioni I-IV anno di allevamento: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dai primi tre anni di allevamento del frutteto, in particolare in questo processo, sono presenti le operazioni di trinciatura residui potatura, fertilizzazione o concimazione, fertirrigazione, irrigazione e difesa fitosanitaria delle piante.

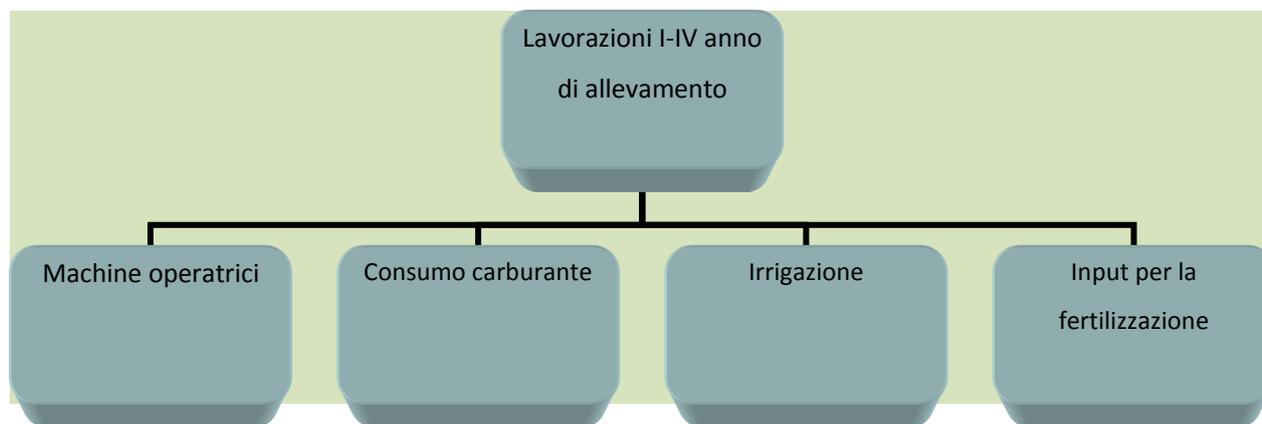


Figura 14: Processo unitario “Lavori I-IV anno di allevamento”

Lavorazioni a regime: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti legati alla piena produzione del frutteto, in particolare in questo processo sono presenti le operazioni di trinciatura residui potatura, fertilizzazione o concimazione, fertirrigazione, gestione cotico erboso (trinciatura erba), irrigazione, difesa delle piante, raccolta dei frutti e smallatura.

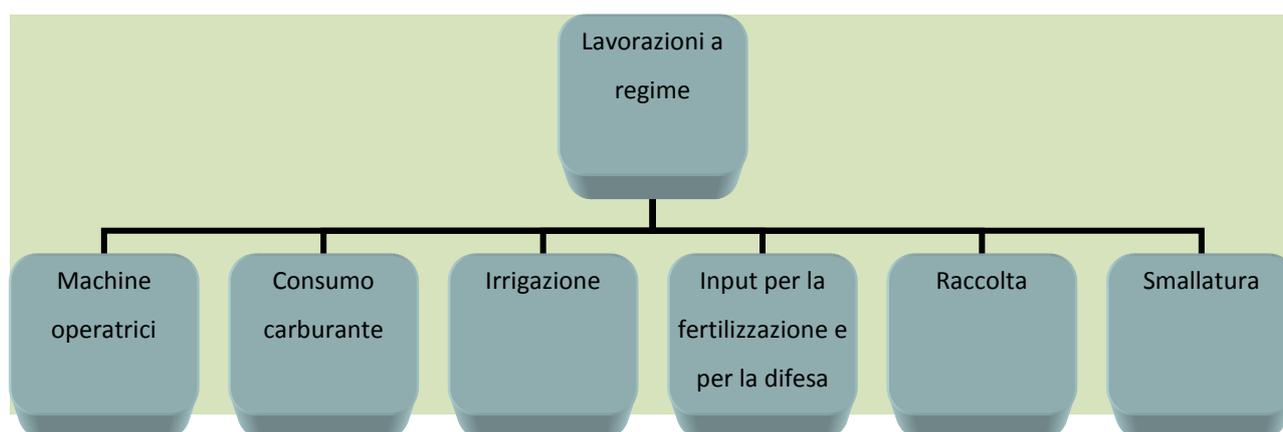


Figura 15: Processo unitario “Lavorazioni a regime”

Disimpianto: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dal disimpianto del frutteto e dalla dismissione delle strutture, in particolare in questo processo sono presenti, la dismissione impianto di irrigazione, taglio piante, cippatura delle piante e trasporto.

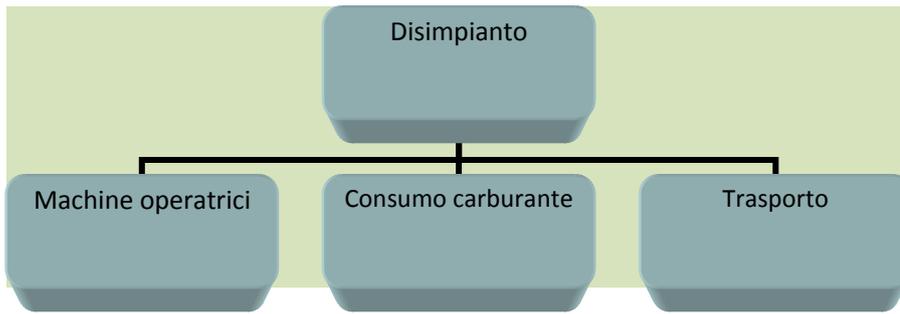


Figura 16: Processo unitario “Disimpianto”

Vendita prodotto: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dalla vendita dei prodotti, in particolare in questo processo, si ha, il trasporto dei prodotti presso le OP (Organizzazioni di Produttori), per la vendita all’ingrosso.

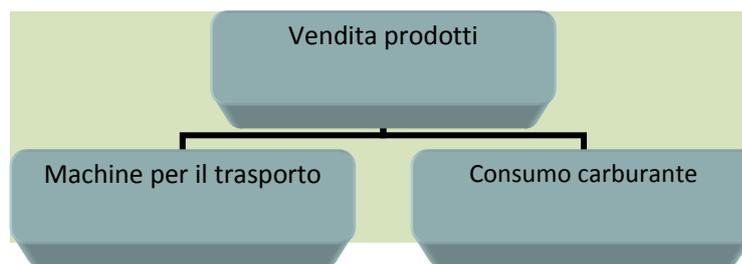


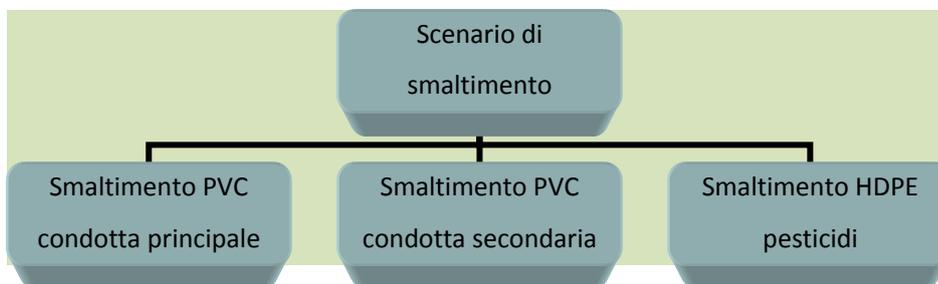
Figura 17: Processo unitario “Vendita prodotti”

Trasporto rifiuti: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dal trasporto dei rifiuti presso i centri di smaltimento.



Figura 18: Processo unitario “Trasporto rifiuti”

Scenari di smaltimento: Per quel che concerne lo scenario di smaltimento, si ipotizza che la metà del quantitativo dei rifiuti per tonnellata, viene conferito in discarica, mentre la restante parte dei rifiuti viene conferita in centri di recupero o riciclaggio.



3.5. Procedure di calcolo per il Mandorlo

In questa sezione del report si espliciteranno le assunzioni e i criteri con la quale è stata effettuata l’analisi. Il principio generale seguito è stato quello di modellare le reali operazioni di gestione del frutteto.

I dati utilizzati per l’analisi sono essenzialmente di due tipi: dati primari e dati secondari. I primi sono stati raccolti in campo utilizzando delle schede di raccolta dati, come descritto in precedenza, mentre, i secondi sono stati reperiti dal database ECOINVENT 3.1 e da disciplinari regionali di produzione. Di seguito si illustreranno i processi unitari, la loro quantificazione, le ipotesi effettuate atte a determinare i valori d’impatto. Per L’analisi LCA è stata scelta come unità funzionale 1 tonnellata di mandorle, quindi, tutte le voci inserite nello studio sono state riferite a questa unità funzionale.

Per l’operazione “Occupazione suolo” sono stati scelti degli input noti da natura (Risorse) “Occupation, agriculture - Transformation, to permanent crop, fruit. La quantificazione è stata effettuata considerando la trasformazione di una porzione di suolo necessaria a produrre l’unità funzionale di prodotto.

Tabella 8: input unità di processo “occupazione suolo”

Occupazione suolo		Quantità	u.m.
		Fisica	
Utilizzo risorsa suolo	Occupation, agriculture	0,333	ha a
Trasformazione risorsa suolo	Transformation, to permanent crop, fruit	0,0083	ha

A seguito si sono considerate tutte le operazioni necessarie alla produzione e commercializzazione del prodotto. Per quanto riguarda l’operazione di “preparazione del terreno” alle successive fasi prevede tutte le attività necessarie a rendere idoneo il sito alla realizzazione dell’impianto frutticolo.

Lo **scasso** è stato modellato creando una voce “SCASSO” in cui sono state inserite tutte le singole lavorazioni necessarie all’operazione. Per rapportare all’unità funzionale ogni singola operazione si è

determinato il valore complessivo di produzione, determinato su tutta la vita dell'impianto, e si è diviso per ogni singolo contributo. Nello specifico per il calcolo degli impatti dovuti allo scasso abbiamo considerato una produzione annuale di 3 t/anno per ogni ettaro e moltiplicato per i 36 anni di produzione con una risultante di 108 tonnellate di prodotto ad ettaro. Nel software SimaPro 8.0 come tipologia di mezzo utilizzato è stato richiamato dal database ECOINVENT 3 il processo di trasporto su strada *"Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S "*. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database *"Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U"*, (questa voce da database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando 0,0194 ore (per l'operazione di scasso sono necessarie 7 ore a ettaro) per lavorare la superficie necessaria a produrre 1 tonnellata di prodotto risultano 0,6481 litri considerando una densità di 0,85 ne risultano 0,5509 Kg. Sapendo che 1 Kg di diesel equivale a 41 MJ ne risultano 22,5880 MJ sviluppati.

Per effettuare l'operazione si utilizzato un aratro. È stato richiamato dal database *"Agricultural machinery, tillage {CH}| production | Alloc Def, S"*. Considerando i tempi di lavorazione si è considerato un peso di 0,0648 kg. Successivamente all'operazione di scasso viene effettuata un'ulteriore lavorazione più superficiale. Per effettuare detta lavorazione è utilizzato un trattore con frangizolle e fresa. Per la modellazione si è utilizzato per il trattore *"Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S "*. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database *"Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U"*, (questa voce da database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando 4 ore per lavorare un ettaro ed effettuando le medesime considerazioni già effettuate risultano 0,3148 Kg. Sapendo che 1 Kg di diesel equivale a 41 MJ ne risultano 12,9074 MJ sviluppati.

Prima della realizzazione dell'impianto è stata predisposta una fertilizzazione di fondo con 50 tonnellate di letame ad ettaro.

Il letame considerato *(Manure, solid, cattle {GLO}| manure, solid, cattle, Recycled Content cut-off | Alloc Rec, U)* per unità funzionale è stato di 462,9629 kg. Stesso valore è stato considerato nella modellazione dell'attività di distribuzione del letame. Dal database è stato richiamato: *Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {RoW}| processing | Alloc Def, U.*

Tabella 9: input unità di processo “affinamento del terreno”

Preparazione del terreno		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per scasso	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0194	kg
Attrezzo agricolo per scasso	Agricultural machinery, tillage {CH} production Alloc Def,	0,0648	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	22,5880	Mj
Trattore per affinamento	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,00111	kg
Attrezzo agricolo per affinamento	Agricultural machinery, tillage {CH} production Alloc Def,	0,0370	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	12,9074	Mj
Operazione di distribuzione letame	Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {RoW} processing Alloc Def, U	462,9629	kg
Letame	Manure, solid, cattle {GLO} manure, solid, cattle, Recycled Content cut-off Alloc Rec,	462,9629	kg

A seguito della preparazione del sito si è analizzata la fase di realizzazione dell’impianto. In questa fase è stata considerata la fase di approvvigionamento degli astoni considerando sia tutta l’attività necessaria alla crescita in vivaio sia i trasporti fino al campo. Per quanto riguarda i trasporti si è ipotizzata una distanza di 100 km andata e ritorno. Considerando il sesto d’impianto 6 x 6 si considerano in un ettaro 300 piante, un astone pesa circa 4 kg, ipotizzando un autocarro euro 3 (Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW}| Alloc Rec, U) ne risulta un tkm di 1,1111 per il trasporto dal vivaio al campo. “Tree seedling {RoW}| tree seedling production, in unheated greenhouse | Conseq”, U rappresenta tutti gli impatti dovuti alla crescita degli astoni in serra. Il valore di 2,7777 è la porzione di astoni necessari alla produzione di 1 tonnellata di prodotto.

Per la preparazione delle buche è stato inserito “Hydraulic digger {RER}| production | Alloc Rec, U”, considerando, secondo i dati d’inventario, che per la lavorazione di 1 ha sono necessarie 10 ore e considerando che la vita utile (da scheda tecnica), è di circa 10.000 ore ne deriva un peso di 0,0000092 p riferito all’unità funzionale.

Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database “Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U”, considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando le stesse considerazioni effettuate per il mezzo per la preparazione delle buche ne risultano 32,2685 MJ sviluppati.

Per sistemazione degli astoni è necessario l’ausilio di trattore con rimorchio per una durata di un ora. Ipotizzando una velocità di 4 km/h, considerando una superficie di 1 ha, risulta che il mezzo percorre 4 km. Per la modellazione inserisco “Transport, tractor and trailer, agricultural {CH}| processing | Alloc Rec, U, con un tkm riferito all’unità funzionale di 0,444.

Per soddisfare l’esigenza idrica del sistema agricolo, fra gli impianti d’irrigazione più utilizzati vi è quello a goccia con singola ala gocciolante. Solitamente l’impianto non prevede l’installazione di sistemi meccanici in quanto si sfrutta la pressione presente all’adduzione. L’impianto è formato da varie tipologie di tubazioni (sia come materiali che come diametro) e raccordi. 20 m di tubazione hanno un diametro di 110 mm e altri 80 m hanno un diametro da 75 cm; entrambi sono in PVC. 2000 m in PE, che costituiscono l’ala gocciolante, sono da 16 mm di diametro. La tubazione da 110 mm (“Polyvinylchloride, bulk polymerised {GLO}| market for | Alloc Def, U”) con peso lineare di 2,17 kg/m definisce un peso unitario di 0,4018 kg. Per la tubazione da 75 mm di diametro, considerando un peso lineare di 1,05 kg/m, ne deriva un peso unitario di 0,7777 kg. Per l’operazione di realizzazione della tubazione in PVC è stata considerata l’estrusione. Extrusion, plastic pipes {RoW}| production | Conseq, U pari a 0,4026 kg per la tubazione da 110 mm e 0,7793 kg per la tubazione in PE.

La tubazione in PE da database “Polyethylene, high density, granulate {GLO}| market for | Alloc Rec, U” da 16 mm ha peso lineare di 0,0275 kg/mm ne risulta un peso di 0,0764 kg.

L’operazione di formatura della tubazione di PE modellata “Injection moulding {RoW}| processing | Alloc Def, S” con peso pari a 0,0768 kg.

Tabella 10: input unità di processo “realizzazione impianto”

Preparazione del terreno		Quantità Fisica	u.m.
Trasporto astoni	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW} Alloc Rec, U	1,1111	tkm
Produzione astoni	Tree seedling {RoW} tree seedling production, in unheated greenhouse Conseq	2,7777	p
Preparazione buche	Hydraulic digger {RER} production Alloc Rec, U	0,0000092	p
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	32,2685	Mj

Sistemazione degli astoni	Transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	3,2268	tkm
Tubazione PVC 110 mm	Polyvinylchloride, bulk polymerised {GLO} market for Alloc Def, U	0,4018	kg
Produzione tubazioni in PVC	Extrusion, plastic pipes {RoW} production Conseq, U	0,4026	kg
Tubazione PVC 75 mm	Polyvinylchloride, bulk polymerised {GLO} market for Alloc Def, U	0,7777	kg
Produzione tubazioni in PVC	Extrusion, plastic pipes {RoW} production Conseq, U	0,7793	kg
Tubazioni PE 16mm	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	0,0764	kg
Produzione tubazioni in PE	Injection moulding {RoW} processing Alloc Def, S	0,0768	kg

A seguito della realizzazione dell'impianto e della piantumazione degli astoni il sistema agricolo non va immediatamente in produzione ma c'è bisogno di un certo numero di anni per la crescita delle piante. Nel primo e nel secondo anno solitamente non c'è alcuna produzione mentre già dal terzo anno le piante cominciano a dare le prime produzioni; dal quarto/quinto anno il sistema raggiunge lo stato di maturità con una stabilità media delle produzioni negli anni. Nella modellazione è stato ipotizzato che nei primi quattro anni la produzione è nulla mentre nei successivi 36 anni la produzione si mantiene costante. Per la produzione è stato considerato un quantitativo di 40 t/ha che tiene in considerazione le variazioni negli anni.

Nei primi 4 anni di vita del sistema agricolo le lavorazioni effettuate riguardano esclusivamente la gestione del cotico erboso, l'irrigazione e una minima fertirrigazione. La gestione del cotico erboso, nei primi 4 anni di vita, è stata effettuata con l'ausilio di un trattore e di una trinciatrice. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S", considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 2 ore ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,0056 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 2 ore per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 20 l di diesel. Effettuando le medesime ipotesi già discusse risultano 6,4537 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito Agricultural machinery,

unsecifield {CH}| production | Alloc Def, U che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,0185 kg riferiti all'unità funzionale. In questa prima fase di vita dell'impianto i volumi idrici erogati sono minori rispetto alla fase a regime, infatti, il valore di 500 m³ è un valore stimato che considera le esigenze della pianta in fase giovanile. Tale volume è da considerare interamente utilizzato in quanto oltre ad essere incorporato nei prodotti è consumato sia per traspirazione delle piante che per evaporazione del suolo. Avere un'efficienza del 90% del sistema irriguo significa che il 90% dei volumi irrigati vengono utilizzati per la crescita della biomassa. Il resto del 10% è perso per evaporazione e per infiltrazione negli strati profondi che comunque non corrispondono allo stesso bacino di prelievo. Ne risulta che il 100% dei volumi irrigati possono essere contabilizzati. Sia l'efficienza del sistema irriguo sia la gestione del sistema agricolo influiscono variando i volumi consumati. Per la modellazione è stata creata una voce di database ad hoc Water, lake, IT Basilicata che caratterizza la risorsa idrica prelevata da un corpo idrico superficiale. Riferendo i consumi all'unità funzionale ne deriva un valore considerato di 4,6296 m³. Le operazioni di lavorazione e gli apporti idrici sono stati ipotizzati identici nei primi 3 anni di vita dell'impianto. La fase di fertirrigazione ha come obiettivo l'apporto di 40 kg di nitrato al 34%. Per quanto riguarda il nitrato è stato inserito *Ammonium nitrate, as 100% (NH₄)(NO₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass* pari a 0,3704 kg per descrivere l'apporto del nutriente.

Tabella 11: input unità di processo "lavorazioni I-IV anno di allevamento"

Lavorazioni I-IV anno di allevamento		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per trinciatura	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0056	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def,	0,0185	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	6,4537	Mj
Irrigazione	Water, lake, IT Basilicata	4,6296	m ³
Fertilizzazione	<i>Ammonium nitrate, as 100% (NH₄)(NO₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass</i>	0,3704	kg

A seguito dei primi quattro anni il sistema agricolo può definirsi a regime, quindi, con volumi irrigui medi e valori di produzione media ben definiti. Come già detto, per la modellazione del sistema agricolo, data la sua forte variabilità stagionale, in termini climatici, sono stati considerati valori mediati, infatti, la fase di produzione a regime, che ha una durata di 36 anni, oltre ad aver considerato le lavorazioni ripetute negli anni tiene conto di una produzione media di 3000 kg di prodotti/ettaro per anno mentre per quanto riguarda i volumi idrici computati si sono considerati 2000 m³/ettaro per stagione.

La gestione del cotico erboso, è effettuata con l'ausilio di un trattore e di una trinciatrice. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database *"Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S,* considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 4 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,4 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database *"Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U"*, (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 4 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 40 l di diesel. Effettuando le medesime considerazioni già discusse risultano 464,6667 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito *Agricultural machinery, unsceci field {CH}| production | Alloc Def, U* che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 1,3333 kg riferiti all'unità funzionale.

Nella fase a regime viene eseguita l'operazione di potatura; nel sistema agricolo oggetto di studio i residui di potatura vengono ridotti dimensionalmente attraverso la trinciatura e lasciati in campo. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database *"Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S,* considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 2 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,2 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database *"Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U"*, (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 2 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 20 l di diesel. Effettuando le medesime ipotesi già discusse risultano 232,3333 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito *Agricultural machinery, unsceci field {CH}| production | Alloc Def, U* che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,6667 kg riferiti all'unità funzionale.

L'irrigazione prevede una distribuzione di 2000 m³/ha a stagione, questi volumi comprendono anche i volumi idrici utilizzati durante la fase di fertirrigazione. Nella modellazione, la fase di irrigazione, conteggia tutti i volumi misurati dal conta litri compresi i volumi erogati durante la fase di fertirrigazione. La modellazione di quest'ultima prevederà solo l'aggiunta di nutrienti.

Per la fase d'irrigazione è stata richiamata la voce di database *Water, lake, IT Basilicata* che caratterizza la risorsa idrica prelevata da un corpo idrico superficiale. Considerando che in una stagione media vengono prodotte 3 tonnellate di frutta risultano 666,6667 m³ di acqua da allocare all'unità funzionale.

La fase di fertirrigazione ha come obiettivo l'apporto di 30 kg di Azoto, 20 kg di Fosforo e 30 kg di Potassio. Per quanto riguarda il nitrato è stato inserito *Ammonium nitrate, as 100% (NH4)(NO3) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass* pari a 10,0000 kg per descrivere l'apporto del nutriente.

Phospata fertiliser, as P2O5 {GLO} | market for | Alloc Def, S pari a 6,666 kg è stato inserito per considerare l'apporto di anidride fosforica, mentre, *Potassium chloride, as K2O {GLO} | market for | Alloc Def, S* pari a 10 kg è stato inserito per considerare l'apporto di ossido di potassio.

Per la difesa fitosanitaria delle piante, è stato considerato un trattore per 35 ore quindi si inserisce da database SimaPro, *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} | production | Alloc Def, S*, considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 6 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,6 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database *Diesel, burned in building machine {GLO} | processing | Alloc Def, U*, (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 6 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 60 l di diesel. Effettuando le medesime considerazioni già discusse risultano 697 MJ sviluppati.

Per quanto riguarda l'irroratrice semovente si inserisce *Agricultural machinery, unspecified {GLO} | production | Alloc Def, U* sapendo che ha una vita utile di 2000 ore e pesa 2000 kg risulta che 2000 (peso atomizzatore) x 6 (ore)/2000 (ore) x 36= 206 kg dividendo per 108 risulta 2 kg.

Per quel che concerne i pesticidi per la difesa delle piante, risultano per ogni stagione consumati 8 kg di prodotto per ettaro. Ne deriva un quantitativo di 2,666 kg riferito all'unità funzionale. Per la Modellazione di detta input richiamo dal database *Pesticide, unspecified {GLO} | market for | Alloc Def, S*.

L'operazione di raccolta viene eseguita con l'ausilio di un trattore e rimorchio. Tale operazione prevede una durata di 10 ore ad ettaro. L'inserimento di *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} | production | Alloc Def, S* pari 1 kg tiene in debito conto dell'utilizzo del trattore mentre l'inserimento di *Agricultural trailer {RoW} |*

production | Alloc Def, U pari a 4,1667 kg considera l'utilizzo del rimorchio. Per quanto riguarda l'utilizzo del carburante è stato inserito *Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U* pari a 1161,6667 MJ.

A seguito della raccolta le mandorle prima di essere vendute sui mercati subiscono un processo di pulitura attraverso una smallatrice che restituisce il prodotto pulito e la corteccia. Per il presente lavoro viene effettuata l'ipotesi che tale lavorazione viene eseguita in campo e che le cortecce vengono distribuite in campo. Per la modellazione della smallatura viene richiamata da database la voce *Agricultural machinery, unspecified {GLO}| production | Alloc Def, U*. Definendo da letteratura che tali tipologie di macchine hanno una vita media di 2000 ore e un peso si circa 2000 kg ne deriva una peso da allocare all'unità funzionale di 2 kg. Per considerare il consumo elettrico si richiama da database *Electricity, medium voltage {IT}| electricity voltage transformation from high to medium voltage | Conseq, U* pari a 6 kWh.

Tabella 12: input unità di processo "lavorazioni a regime"

Lavorazioni a regime		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per trinciatura cotico erboso	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,4000	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def,	1,3333	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	464,6667	Mj
Trattore per trinciatura potatura	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,2000	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def, S	0,6667	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	232,3333	Mj
Irrigazione	Water, lake, IT Basilicata	666,6667	m ³
Nitrato	Ammonium nitrate, as 100% (NH ₄)(NO ₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass	10,0000	kg

Ossido di potassio	Potassium chloride, as K ₂ O {GLO} market for Alloc Def, S	6,6667	kg
Anidride fosforica	Phosphata fertiliser, as P ₂ O ₅ {GLO} market for Alloc Def, S	10,0000	kg
Trattore per trattamenti	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,6000	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	697,0000	Mj
Atomizzatore	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def, S	2,0000	kg
Pesticida	Pesticide, unspecified {GLO} market for Alloc Def, U	2,6660	kg
Trattore per raccolta	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	1,0000	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	4,1667	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	1161,6667	Mj
Smallatrice	<i>Agricultural machinery, unspecified {GLO} production Alloc Def, U</i>	2	kg
Consumo elettrico	<i>Electricity, medium voltage {IT} electricity voltage transformation from high to medium voltage Conseq, U</i>	6	kWh

I prodotti raccolti vengono trasportati presso i centri di vendita all'ingrosso, ne consegue un trasporto di 100 km che include sia il viaggio di andata sia quello di ritorno. Per inserire questa fase nel modello è stata considerato *Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW}| transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 | Alloc Rec, U* con un tkm pari a 100.

Tabella 13: input unità di processo “trasporti prodotti”

trasporto prodotti		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trasporto prodotti	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {GLO} Alloc Rec, U	100	tkm

Come già descritto la vita utile media di un impianto di Mandorle è di 40 anni, ne deriva che a seguito della vita utile sono necessarie una serie di operazioni utili a riportare il sito alle condizioni precedenti alla realizzazione dell'impianto frutticolo. La dismissione dell'impianto irriguo è stata considerata con l'ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 20 ore ettaro è stato inserito *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S* pari a 0,0556 e per il combustibile *Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U* pari 64,5370 MJ. Il rimorchio è stato modellato *Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U* pari a 0,2315 kg.

Durante la fase di dismissione dell'impianto frutticolo si ipotizza l'utilizzo di una motosega per ridurre la dimensione delle piante e successivamente una ulteriore riduzione dimensionale per un eventuale riutilizzo del legno.

Per considerare l'utilizzo della motosega è stato in inserito *Power saw, with catalytic converter {RER}| production | Alloc Def, U 0,008*. Calcolando che ogni pianta sviluppa circa 0,13 m³ in volume di legna e sapendo che in un ettaro sono presenti 625 piante si riesce ad allocare la macchina utilizzata per ridurre ulteriormente la dimensione della biomassa. Conoscendo la portata di 3,3 m³/ora della macchina utilizzata si utilizza la voce *Chipper, stationary, electric {RoW}| production | Alloc Rec, U* pari a 0,0000003173 p con un consumo elettrico rapportato all'unità funzionale pari a 0,476 KWh.

Tabella 14: input unità di processo “disimpianto”

Disimpianto		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per dismissione impianto irriguo	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0556	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,2315	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	64,5370	Mj
Motosega	Power saw, with catalytic converter	0,0080	p

	{RER} production Alloc Def, U		
Riduzione dimensionale legno	Chipper, stationary, electric {RoW} production Alloc Rec, U	0,0007	p
Energia elettrica	Electricity, medium voltage {IT} electricity voltage transformation from high to medium voltage Conseq, U	1,3889	KWh

A seguito della dismissione dell'impianto i materiali utilizzati in fase di realizzazione dovranno essere smaltiti, ne risulta che un'analisi di ciclo vita deve tenere in debito conto tale scenario.

A seguito dei 40 anni di vita utile dell'impianto frutticolo sarà necessario smaltire l'impianto d'irrigazione. Per quanto riguarda lo smaltimento sono state fatte ipotesi che simulano quelle che potranno essere le scelte effettuate in fase di smaltimento dell'impianto frutticolo. La gestione dell'impianto irriguo è ipotizzata considerando un 50% in peso smaltito in discarica e un 50% portato a riciclo.

Per l'impianto d'irrigazione composto da più materiali è stato ipotizzato il medesimo scenario di smaltimento, infatti *Waste polyvinylchloride {CH}| treatment of, sanitary landfill | Alloc Rec, U e, PVC (waste treatment) {GLO}| recycling of PVC | Alloc Def, U* descrive lo smaltimento del PVC mentre *Waste polyethylene {CH}| treatment of, sanitary landfill | Alloc Rec, U e PE (waste treatment) {GLO}| recycling of PE | Alloc Def, U* descrivono lo smaltimento del PE.

Tabella 15: input unità di processo "trasporti prodotti"

trasporto prodotti		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trasporto prodotti	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {GLO} Alloc Rec, U	100	tkm

Come già descritto la vita utile media di un impianto di Mandorle è di 40 anni, ne deriva che a seguito della vita utile sono necessarie una serie di operazioni utili a riportare il sito alle condizioni precedenti alla realizzazione dell'impianto frutticolo. La dismissione dell'impianto irriguo è stata considerata con l'ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 20 ore ettaro è stato inserito *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S* pari a 0,0556 e per il combustibile *Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U* pari 64,5370 MJ. Il rimorchio è stato modellato *Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U* pari a 0,2315 kg.

Durante la fase di dismissione dell'impianto frutticolo si ipotizza l'utilizzo di una motosega per ridurre la dimensione delle piante e successivamente una ulteriore riduzione dimensionale per un eventuale riutilizzo del legno.

Per considerare l'utilizzo della motosega è stato in inserito *Power saw, with catalytic converter {RER}| production | Alloc Def, U 0,008*. Calcolando che ogni pianta sviluppa circa 0,13 m³ in volume di legna e sapendo che in un ettaro sono presenti 625 piante si riesce ad allocare la macchina utilizzata per ridurre ulteriormente la dimensione della biomassa. Conoscendo la portata di 3,3 m³/ora della macchina utilizzata si utilizza la voce *Chipper, stationary, electric {RoW}| production | Alloc Rec, U* pari a 0,0000003173 p con un consumo elettrico rapportato all'unità funzionale pari a 0,476 kWh.

Tabella 16: input unità di processo "disimpianto"

Disimpianto		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per dismissione impianto irriguo	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0556	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,2315	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	64,5370	Mj
Motosega	Power saw, with catalytic converter {RER} production Alloc Def, U	0,0080	p
Riduzione dimensionale legno	Chipper, stationary, electric {RoW} production Alloc Rec, U	0,0007	p
Energia elettrica	Electricity, medium voltage {IT} electricity voltage transformation from high to medium voltage Conseq, U	1,3889	KWh

A seguito della dismissione dell'impianto i materiali utilizzati in fase di realizzazione dovranno essere smaltiti, ne risulta che un'analisi di ciclo vita deve tenere in debito conto tale scenario.

A seguito dei 40 anni di vita utile dell'impianto frutticolo sarà necessario smaltire l'impianto d'irrigazione.

Per quanto riguarda lo smaltimento sono state fatte ipotesi che simulano quelle che potranno essere le

scelte effettuate in fase di smaltimento dell'impianto frutticolo. La gestione dell'impianto irriguo è ipotizzata considerando un 50% in peso smaltito in discarica e un 50% portato a riciclo.

Per l'impianto d'irrigazione composto da più materiali è stato ipotizzato il medesimo scenario di smaltimento, infatti *Waste polyvinylchloride {CH}* | *treatment of, sanitary landfill* | *Alloc Rec, U* e *PVC (waste treatment) {GLO}* | *recycling of PVC* | *Alloc Def, U* descrive lo smaltimento del PVC mentre *Waste polyethylene {CH}* | *treatment of, sanitary landfill* | *Alloc Rec, U* e *PE (waste treatment) {GLO}* | *recycling of PE* | *Alloc Def, U* descrivono lo smaltimento del PE.

3.6. Descrizione qualitativa e quantitativa dei processi dell'olivo

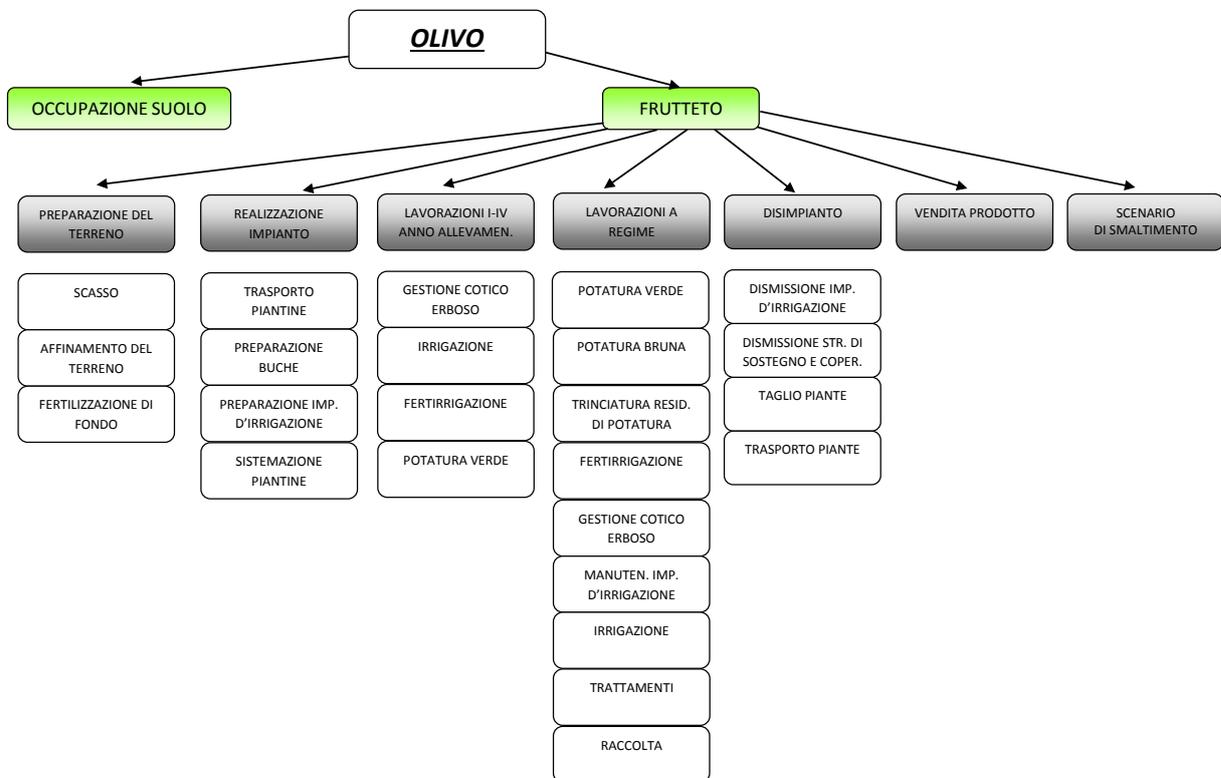
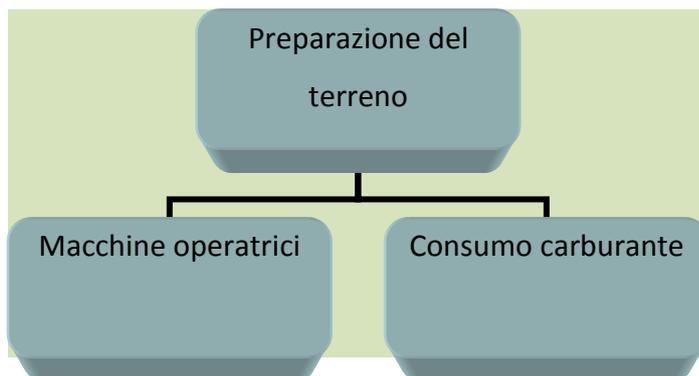


Figura 20: flow chart olivo

L'intero ciclo vita è stato suddiviso nelle seguenti unità di processo:

Occupazione del suolo: In questa unità di processo, viene considerato l'impatto derivante dall'occupazione del suolo per la realizzazione del frutteto e gli impatti dovuti alla trasformazione in frutteto permanente.

Preparazione del terreno: In questa unità di processo, vengono considerate le operazioni di preparazione del sito, in particolare l'aratura profonda, l'affinamento del terreno.



Realizzazione impianto: In questa unità di processo, viene considerato l'impatto derivante dalle operazioni dalla produzione degli "astoni" in vivaio, dalla messa a dimora degli astoni, dalla realizzazione dell'impianto d'irrigazione del frutteto.

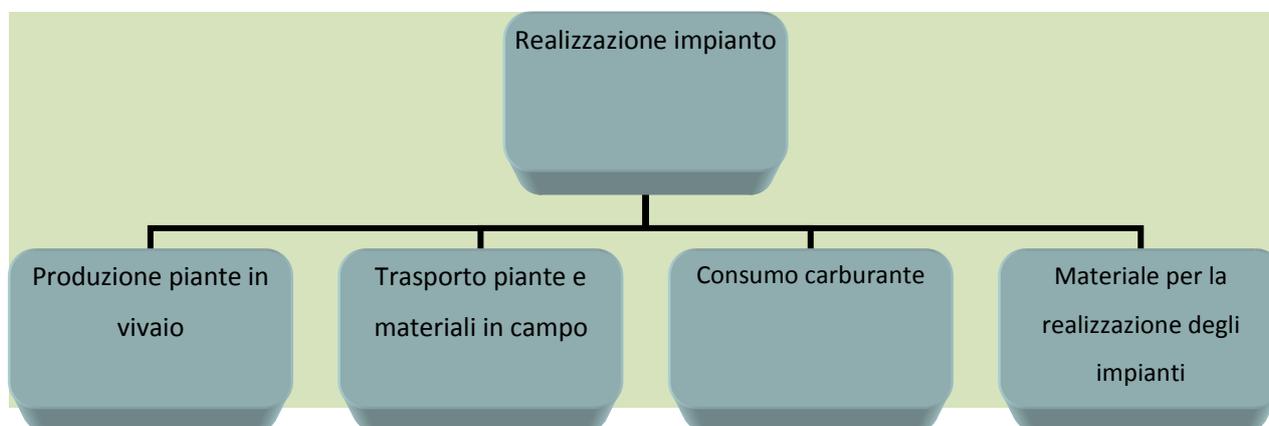


Figura 22: Processo unitario Realizzazione dell'impianto

Lavorazioni I-VII anno di allevamento: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dai primi tre anni di allevamento del frutteto, in particolare in questo processo, sono presenti le operazioni di trinciatura residui potatura, fertilizzazione o concimazione, fertirrigazione, irrigazione e difesa fitosanitaria delle piante.



Figura 23 Processo unitario Lavori I-VII anno di allevamento

Lavorazioni a regime: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti legati alla piena produzione del frutteto, in particolare in questo processo sono presenti le operazioni di trinciatura residui potatura, fertilizzazione o concimazione, fertirrigazione, gestione cotico erboso (trinciatura erba), irrigazione, difesa delle piante, raccolta dei frutti.

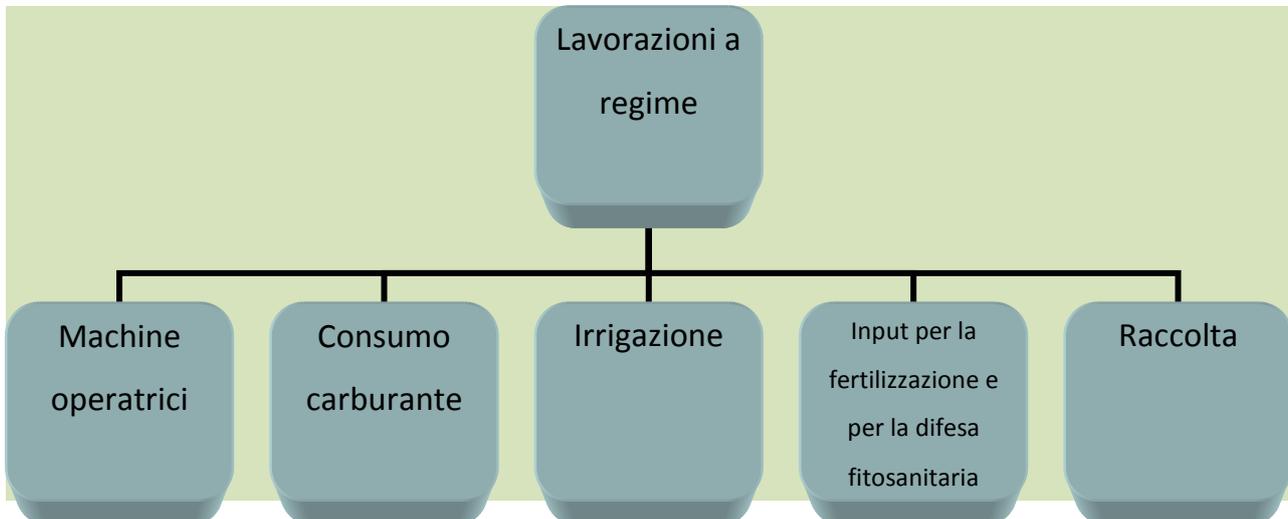


Figura 24: Processo unitario Lavorazioni a regime

Disimpianto: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dal disimpianto del frutteto e dalla dismissione delle strutture, in particolare in questo processo sono presenti, la dismissione impianto di irrigazione, taglio piante, cippatura delle piante e trasporto.

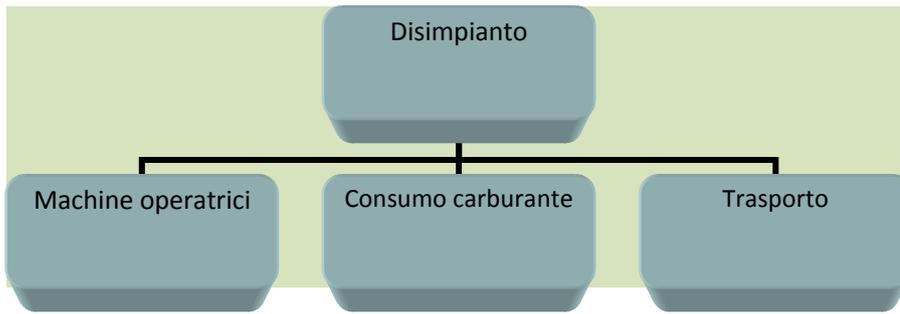


Figura 25: Processo unitario Disimpianto

Vendita prodotto: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dalla vendita dei prodotti, in particolare in questo processo, si ha, il trasporto dei prodotti presso le OP (Organizzazioni di Produttori), per la vendita all'ingrosso.

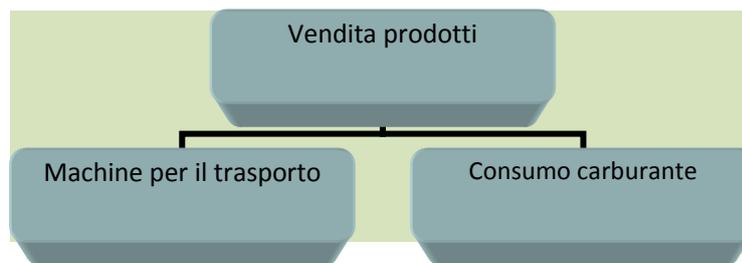


Figura 26: Processo unitario Vendita prodotti

Trasporto rifiuti: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dal trasporto dei rifiuti presso i centri di smaltimento.

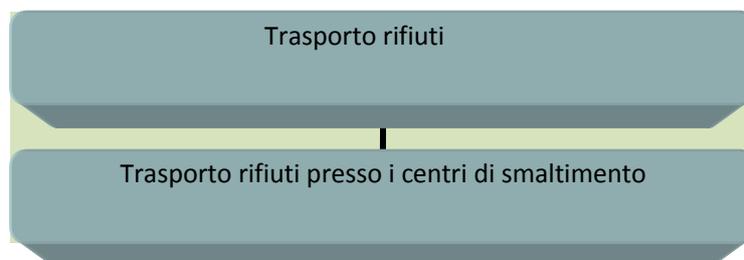


Figura 27: Processo unitario Trasporto rifiuti

Scenari di smaltimento: Per quel che concerne lo scenario di smaltimento, si ipotizza che la metà del quantitativo dei rifiuti per tonnellata, viene conferito in discarica, mentre la restante parte dei rifiuti viene conferita in centri di recupero o riciclaggio.

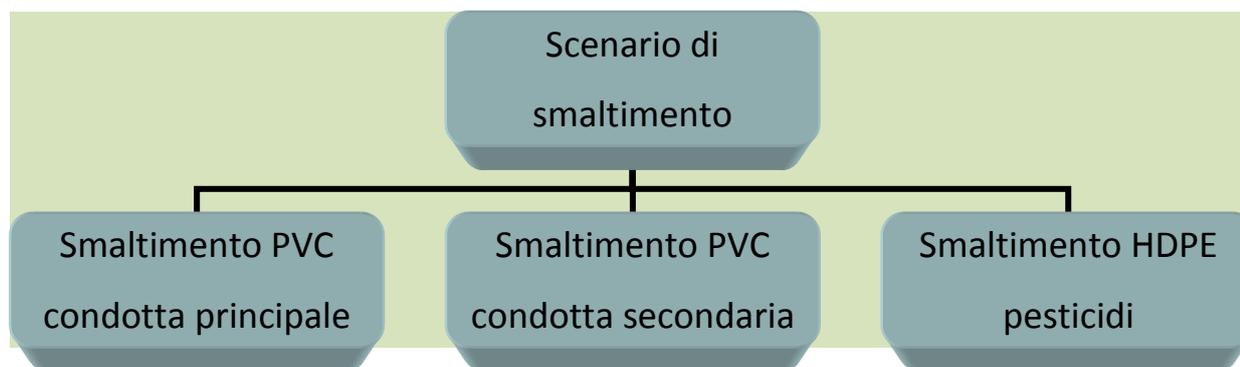


Figura 28: Scenari di smaltimento

3.7. Procedure di calcolo

In questa sezione del report si espliciteranno le assunzioni e i criteri con la quale è stata effettuata l’analisi. Il principio generale seguito è stato quello di modellare le reali operazioni di gestione del frutteto.

I dati utilizzati per l’analisi sono essenzialmente di due tipi: dati primari e dati secondari. I primi sono stati raccolti in campo utilizzando delle schede di raccolta dati, come descritto in precedenza, mentre, i secondi sono stati reperiti dal database ECOINVENT 3.1 e da disciplinari regionali di produzione. Di seguito si illustreranno i processi unitari, la loro quantificazione, le ipotesi effettuate atte a determinare i valori d’impatto. Per L’analisi LCA è stata scelta come unità funzionale 1 tonnellata di olive, quindi, tutte le voci inserite nello studio sono state riferite a questa unità funzionale.

Per l’operazione “Occupazione suolo” sono stati scelti degli input noti da natura (Risorse) “Occupation, agriculture - Transformation, to permanent crop, fruit. La quantificazione è stata effettuata considerando la trasformazione di una porzione di suolo necessaria a produrre l’unità funzionale di prodotto.

Tabella 17: input unità di processo “occupazione suolo”

Occupazione suolo		Quantità	u.m.
		Fisica	
Utilizzo risorsa suolo	Occupation, agriculture	0,05	ha a
Trasformazione risorsa suolo	Transformation, to permanent crop, fruit	0,0005	ha

A seguito si sono considerate tutte le operazioni necessarie alla produzione e commercializzazione del prodotto. Per quanto riguarda l'operazione di "preparazione del terreno" alle successive fasi prevede tutte le attività necessarie a rendere idoneo il sito alla realizzazione dell'impianto frutticolo.

Lo **scasso** è stato modellato creando una voce "SCASSO" in cui sono state inserite tutte le singole lavorazioni necessarie all'operazione. Per rapportare all'unità funzionale ogni singola operazione si è determinato il valore complessivo di produzione, determinato su tutta la vita dell'impianto, e si è diviso per ogni singolo contributo. Nello specifico per il calcolo degli impatti dovuti allo scasso abbiamo considerato una produzione annuale di 20 t/anno per ogni ettaro e moltiplicato per i 93 anni di produzione con una risultante di 1860 tonnellate di prodotto ad ettaro. Nel software SimaPro 8.0 come tipologia di mezzo utilizzato è stato richiamato dal database ECOINVENT 3 il processo di trasporto su strada "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S*". Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "*Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U*", (questa voce da database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando 0,0038 ore (per l'operazione di scasso sono necessarie 7 ore a ettaro) per lavorare la superficie necessaria a produrre 1 tonnellata di prodotto risultano 0,038 litri considerando una densità di 0,85 ne risultano 0,0319 Kg. Sapendo che 1 Kg di diesel equivale a 41 MJ ne risultano 1,3116 MJ sviluppati.

Per effettuare l'operazione si utilizzato un aratro. È stato richiamato dal database "*Agricultural machinery, tillage {CH}| production | Alloc Def, S*". Considerando i tempi di lavorazione si è considerato un peso di 0,0038 kg. Successivamente all'operazione di scasso viene effettuata un'ulteriore lavorazione più superficiale. Per effettuare detta lavorazione è utilizzato un trattore con frangizolle e fresa. Per la modellazione si è utilizzato per il trattore "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S*". Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "*Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U*", (questa voce da database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando 4 ore per lavorare un ettaro ed effettuando le medesime considerazioni già effettuate risultano 0,0215 Kg. Sapendo che 1 Kg di diesel equivale a 41 MJ ne risultano 0,7495 MJ sviluppati.

Prima della realizzazione dell'impianto è stata predisposta una fertilizzazione di fondo con 50 tonnellate di letame ad ettaro.

Il letame considerato (*Manure, solid, cattle {GLO}| manure, solid, cattle, Recycled Content cut-off | Alloc Rec, U*) per unità funzionale è stato di 26,8817 kg. Stesso valore è stato considerato nella modellazione dell'attività di distribuzione del letame. Dal database è stato richiamato: *Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {RoW}| processing | Alloc Def, U*.

Tabella 18: input unità di processo “Preparazione del terreno”

Preparazione del terreno		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per scasso	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0011	kg
Attrezzo agricolo per scasso	Agricultural machinery, tillage {CH} production Alloc Def,	0,0038	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	1,3116	Mj
Trattore per affinamento	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0006	kg
Attrezzo agricolo per affinamento	Agricultural machinery, tillage {CH} production Alloc Def,	0,0021	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	0,7495	Mj
Operazione di distribuzione letame	Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {RoW} processing Alloc Def, U	26,8817	kg
Letame	Manure, solid, cattle {GLO} manure, solid, cattle, Recycled Content cut-off Alloc Rec,	26,8817	kg

A seguito della preparazione del sito si è analizzata la fase di realizzazione dell’impianto. In questa fase è stata considerata la fase di approvvigionamento degli astoni considerando sia tutta l’attività necessaria alla crescita in vivaio sia i trasporti fino al campo. Per quanto riguarda i trasporti si è ipotizzata una distanza di 100 km andata e ritorno. Considerando il sesto d’impianto 6 x 6 si considerano in un ettaro 300 piante, un astone pesa circa 4 kg, ipotizzando un autocarro euro 3 (Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW}| Alloc Rec, U) ne risulta un tkm di 0,0645 per il trasporto dal vivaio al campo. “Tree seedling {RoW}| tree seedling production, in unheated greenhouse | Conseq”, U rappresenta tutti gli impatti dovuti alla crescita degli astoni in serra. Il valore di 0,1613 è la porzione di astoni necessari alla produzione di 1 tonnellata di prodotto.

Per la preparazione delle buche è stato inserito “Hydraulic digger {RER}| production | Alloc Rec, U”, considerando, secondo i dati d’inventario, che per la lavorazione di 1 ha sono necessarie 10 ore e considerando che la vita utile (da scheda tecnica), è di circa 10.000 ore ne deriva un peso di 0,0000005 p riferito all’unità funzionale.

Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database “Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U”, considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando le stesse considerazioni effettuate per il mezzo per la preparazione delle buche ne risultano 1,8737 MJ sviluppati.

Per sistemazione degli astoni è necessario l’ausilio di trattore con rimorchio per una durata di un ora. Ipotizzando una velocità di 4 km/h, considerando una superficie di 1 ha, risulta che il mezzo percorre 4 km. Per la modellazione inserisco “Transport, tractor and trailer, agricultural {CH}| processing | Alloc Rec, U, con un tkm riferito all’unità funzionale di 0,0026.

Per soddisfare l’esigenza idrica del sistema agricolo, fra gli impianti d’irrigazione più utilizzati vi è quello a goccia con singola ala gocciolante. Solitamente l’impianto non prevede l’installazione di sistemi meccanici in quanto si sfrutta la pressione presente all’adduzione. L’impianto è formato da varie tipologie di tubazioni (sia come materiali che come diametro) e raccordi. 20 m di tubazione hanno un diametro di 110 mm e altri 80 m hanno un diametro da 75 cm; entrambi sono in PVC. 2000 m in PE, che costituiscono l’ala gocciolante, sono da 16 mm di diametro. La tubazione da 110 mm (“Polyvinylchloride, bulk polymerised {GLO}| market for | Alloc Def, U”) con peso lineare di 2,17 kg/m definisce un peso unitario di 0,0233 kg. Per la tubazione da 75 mm di diametro, considerando un peso lineare di 1,05 kg/m, ne deriva un peso unitario di 0,0452 kg. Per l’operazione di realizzazione della tubazione in PVC è stata considerata l’estrusione. Extrusion, plastic pipes {RoW}| production | Conseq, U pari a 0,0234 kg per la tubazione da 110 mm e 0,0452 kg per la tubazione in PE.

La tubazione in PE da database “Polyethylene, high density, granulate {GLO}| market for | Alloc Rec, U” da 16 mm ha peso lineare di 0,0275 kg/mm ne risulta un peso di 0,0044 kg.

L’operazione di formatura della tubazione di PE modellata “Injection moulding {RoW}| processing | Alloc Def, S” con peso pari a 0,0044 kg.

Tabella 19: input unità di processo “realizzazione impianto”

Realizzazione impianto		Quantità Fisica	u.m.
Trasporto astoni	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW} Alloc Rec, U	0,0645	tkm
Produzione astoni	Tree seedling {RoW} tree seedling production, in unheated greenhouse Conseq	0,1613	p
Preparazione buche	Hydraulic digger {RER} production Alloc Rec, U	0,0000005	p
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	1,8737	Mj

Sistemazione degli astoni	Transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	0,0026	tkm
Tubazione PVC 110 mm	Polyvinylchloride, bulk polymerised {GLO} market for Alloc Def, U	0,0233	kg
Produzione tubazioni in PVC	Extrusion, plastic pipes {RoW} production Conseq, U	0,0234	kg
Tubazione PVC 75 mm	Polyvinylchloride, bulk polymerised {GLO} market for Alloc Def, U	0,0452	kg
Produzione tubazioni in PVC	Extrusion, plastic pipes {RoW} production Conseq, U	0,0452	kg
Tubazioni PE 16mm	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	0,0044	kg
Produzione tubazioni in PE	Injection moulding {RoW} processing Alloc Def, S	0,0044	kg

A seguito della realizzazione dell'impianto e della piantumazione degli astoni il sistema agricolo non va immediatamente in produzione ma c'è bisogno di un certo numero di anni per la crescita delle piante. Nel primo e nel secondo anno solitamente non c'è alcuna produzione mentre già dal terzo anno le piante cominciano a dare le prime produzioni; dal settimo anno il sistema raggiunge lo stato di maturità con una stabilità media delle produzioni negli anni. Nella modellazione è stato ipotizzato che nei primi sette anni la produzione è nulla mentre nei successivi 93 anni la produzione si mantiene costante. Per la produzione è stato considerato un quantitativo di 20 t/ha che tiene in considerazione le variazioni negli anni.

Nei primi 7 anni di vita del sistema agricolo le lavorazioni effettuate riguardano esclusivamente la gestione del cotico erboso, l'irrigazione e una minima fertirrigazione. La gestione del cotico erboso, nei primi 7 anni di vita, è stata effettuata con l'ausilio di un trattore e di una trinciatrice. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S", considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 2 ore ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,0006 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 2 ore per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 20 l di diesel. Effettuando le medesime ipotesi già discusse risultano 0,3747 MJ

sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito Agricultural machinery, unscecielfield {CH}| production | Alloc Def, U che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,0011 kg riferiti all'unità funzionale. In questa prima fase di vita dell'impianto i volumi idrici erogati sono minori rispetto alla fase a regime, infatti, il valore di 500 m³ è un valore stimato che considera le esigenze della pianta in fase giovanile. Tale volume è da considerare interamente utilizzato in quanto oltre ad essere incorporato nei prodotti è consumato sia per traspirazione delle piante che per evaporazione del suolo. Avere un'efficienza del 90% del sistema irriguo significa che il 90% dei volumi irrigati vengono utilizzati per la crescita della biomassa. Il resto del 10% è perso per evaporazione e per infiltrazione negli strati profondi che comunque non corrispondono allo stesso bacino di prelievo. Ne risulta che il 100% dei volumi irrigati possono essere contabilizzati. Sia l'efficienza del sistema irriguo sia la gestione del sistema agricolo influiscono variando i volumi consumati. Per la modellazione è stata creata una voce di database ad hoc Water, lake, IT Basilicata che caratterizza la risorsa idrica prelevata da un corpo idrico superficiale. Riferendo i consumi all'unità funzionale ne deriva un valore considerato di 0,2688 m³. Le operazioni di lavorazione e gli apporti idrici sono stati ipotizzati identici nei primi 3 anni di vita dell'impianto. La fase di fertirrigazione ha come obiettivo l'apporto di 40 kg di nitrato al 34%. Per quanto riguarda il nitrato è stato inserito *Ammonium nitrate, as 100% (NH₄)(NO₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass* pari a 0,0215 kg per descrivere l'apporto del nutriente.

Tabella 20: input unità di processo "lavorazioni I - VII anno di allevamento"

Lavorazioni I-VII anno di allevamento		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per trinciatura	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0006	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def,	0,0011	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	0,3747	Mj
Irrigazione	Water, lake, IT Basilicata	0,2688	m ³
Fertilizzazione	<i>Ammonium nitrate, as 100% (NH₄)(NO₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass</i>	0,0215	kg

A seguito dei primi sette anni il sistema agricolo può definirsi a regime, quindi, con volumi irrigui medi e valori di produzione media definiti. Come già detto, per la modellazione del sistema agricolo, data la sua forte variabilità stagionale, in termini climatici, sono stati considerati valori mediati, infatti, la fase di produzione a regime, che ha una durata di 93 anni, oltre ad aver considerato le lavorazioni ripetute negli anni tiene conto di una produzione media di 3000 kg di prodotti/ettaro per anno mentre per quanto riguarda i volumi idrici computati si sono considerati 3000 m³/ettaro per stagione.

La gestione del cotico erboso, è effettuata con l'ausilio di un trattore e di una trinciatrice. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S*", considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 4 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,4 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "*Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U*", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 4 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 40 l di diesel. Effettuando le medesime considerazioni già discusse risultano 69,7 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito *Agricultural machinery, unscceifield {CH}| production | Alloc Def, U* che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,2 kg riferiti all'unità funzionale.

Nella fase a regime viene eseguita l'operazione di potatura; nel sistema agricolo oggetto di studio i residui di potatura vengono ridotti dimensionalmente attraverso la trinciatura e lasciati in campo. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S*", considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 2 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,03 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "*Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U*", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla

costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 2 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 20 l di diesel. Effettuando le medesime ipotesi già discusse risultano 34,85 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito *Agricultural machinery, unsceci field {CH}| production | Alloc Def, U* che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,03 kg riferiti all'unità funzionale.

L'irrigazione prevede una distribuzione di 3000 m³/ha a stagione, questi volumi comprendono anche i volumi idrici utilizzati durante la fase di fertirrigazione. Nella modellazione, la fase di irrigazione, conteggia tutti i volumi misurati dal conta litri compresi i volumi erogati durante la fase di fertirrigazione. La modellazione di quest'ultima prevederà solo l'aggiunta di nutrienti.

Per la fase d'irrigazione è stata richiamata la voce di database *Water, lake, IT Basilicata* che caratterizza la risorsa idrica prelevata da un corpo idrico superficiale. Considerando che in una stagione media vengono prodotte 3 tonnellate di frutta risultano 150 m³ di acqua da allocare all'unità funzionale.

La fase di fertirrigazione ha come obiettivo l'apporto di 55 kg di Azoto, 40 kg di Fosforo e 40 kg di Potassio. Per quanto riguarda il nitrato è stato inserito *Ammonium nitrate, as 100% (NH₄)(NO₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass* pari a 2,75 kg per descrivere l'apporto del nutriente.

Phosphata fertiliser, as P₂O₅ {GLO} | market for | Alloc Def, S pari a 1,5 kg è stato inserito per considerare l'apporto di anidride fosforica, mentre, *Potassium chloride, as K₂O {GLO} | market for | Alloc Def, S* pari a 1,5 kg è stato inserito per considerare l'apporto di ossido di potassio.

Per la difesa fitosanitaria delle piante, è stato considerato un trattore per 6 ore quindi si inserisce da database SimaPro, "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S*, considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 6 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,09 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "*Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U*", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 6 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 60 l di diesel. Effettuando le medesime considerazioni già discusse risultano 104,55 MJ sviluppati.

Per quanto riguarda l'irroratrice semovente si inserisce *Agricultural machinery, unspecified {GLO}| production | Alloc Def, U* sapendo che ha una vita utile di 2000 ore e pesa 2000 kg risulta che $2000 \text{ (peso atomizzatore)} \times 6 \text{ (ore)} / 2000 \text{ (ore)} \times 93 = 558 \text{ kg}$ dividendo per 1860 risulta 0,3 kg.

Per quel che concerne i pesticidi per la difesa delle piante, risultano per ogni stagione consumati 8 kg di prodotto per ettaro. Ne deriva un quantitativo di 0,4 kg riferito all'unità funzionale. Per la Modellazione di detta input richiamo dal database *Pesticide, unspecified {GLO}| market for | Alloc Def, S*.

L'operazione di raccolta viene eseguita con l'ausilio di un trattore e rimorchio. Tale operazione prevede una durata di 10 ore ad ettaro. L'inserimento di *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S* pari 0,15 kg tiene in debito conto dell'utilizzo del trattore mentre l'inserimento di *Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U* pari a 0,625 kg considera l'utilizzo del rimorchio. Per quanto riguarda l'utilizzo del carburante è stato inserito *Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U* pari a 174,25 MJ.

Per la raccolta vengono utilizzati degli scuotitori vibratori. Per la modellazione di quest'ultima viene richiamata da database la voce *Agricultural machinery, unspecified {GLO}| production | Alloc Def, U*. Definendo da letteratura che tali tipologie di macchine hanno una vita media di 2000 ore e un peso si circa 50 kg ne deriva una peso da allocare all'unità funzionale di 0,0125 kg. Per considerare il consumo elettrico si richiama da database *Electricity, medium voltage {IT}| electricity voltage transformation from high to medium voltage | Conseq, U* pari a 4,5 kWh.

Tabella 21: input unità di processo "lavorazioni a regime"

Lavorazioni a regime		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per trinciatura cotico erboso	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0600	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def,	0,2000	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	69,7000	Mj
Trattore per trinciatura potatura	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0300	kg

Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def, S	0,1000	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	34,8500	Mj
Irrigazione	Water, lake, IT Basilicata	150,0000	m ³
Nitrato	Ammonium nitrate, as 100% (NH ₄)(NO ₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass	2,7500	kg
Ossido di potassio	Potassium chloride, as K ₂ O {GLO} market for Alloc Def, S	1,5000	kg
Anidride fosforica	Phospata fertiliser, as P ₂ O ₅ {GLO} market for Alloc Def, S	1,5000	kg
Trattore per trattamenti	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0900	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	104,5500	Mj
Atomizzatore	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def, S	0,3000	kg
Pesticida	Pesticide, unspecified {GLO} market for Alloc Def, U	0,4000	kg
Trattore per raccolta	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,1500	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,6250	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	174,2500	Mj
Scuotitore	<i>Agricultural machinery, unspecified {GLO} production Alloc Def, U</i>	0,0125	kg
Consumo elettrico	<i>Electricity, medium voltage {IT} electricity voltage transformation</i>	4,5	kWh

from high to medium voltage |
Conseq, U

I prodotti raccolti vengono trasportati presso i centri di vendita all'ingrosso, ne consegue un trasporto di 100 km che include sia il viaggio di andata sia quello di ritorno. Per inserire questa fase nel modello è stata considerato *Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW}| transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 | Alloc Rec, U* con un tkm pari a 100.

Tabella 22: input unità di processo "trasporti prodotti"

trasporto prodotti		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trasporto prodotti	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {GLO} Alloc Rec, U	100	tkm

Come già descritto la vita utile media di un impianto olivicolo è di 100 anni, ne deriva che a seguito della vita utile sono necessarie una serie di operazioni utili a riportare il sito alle condizioni precedenti alla realizzazione dell'impianto frutticolo. La dismissione dell'impianto irriguo è stata considerata con l'ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 20 ore ettaro è stato inserito *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S* pari a 0,0032 e per il combustibile *Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U* pari a 3,7473 MJ. Il rimorchio è stato modellato *Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U* pari a 0,0134 kg.

Durante la fase di dismissione dell'impianto frutticolo si ipotizza l'utilizzo di una motosega per ridurre la dimensione delle piante e successivamente una ulteriore riduzione dimensionale per un eventuale riutilizzo del legno.

Per considerare l'utilizzo della motosega è stato in inserito *Power saw, with catalytic converter {RER}| production | Alloc Def, U* 0,008. Calcolando che ogni pianta sviluppa circa 1,52 m³ in volume di legna e sapendo che in un ettaro sono state considerate 300 piante si riesce ad allocare la macchina utilizzata per ridurre ulteriormente la dimensione della biomassa. Conoscendo la portata di 15 m³/ora della macchina utilizzata si utilizza la voce *Chipper, stationary, electric {RoW}|*

production / *Alloc Rec*, U pari a 0,0001 p con un consumo elettrico rapportato all'unità funzionale pari a 0,243 KWh.

Tabella 23: input unità di processo "disimpianto"

Disimpianto		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per dismissione impianto irriguo	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0032	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,0134	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	3,7473	Mj
Motosega	Power saw, with catalytic converter {RER} production Alloc Def, U	0,0080	p
Riduzione dimensionale legno	Chipper, stationary, electric {RoW} production Alloc Rec, U	0,0001	p
Energia elettrica	Electricity, medium voltage {IT} electricity voltage transformation from high to medium voltage Conseq, U	0,243	KWh

A seguito della dismissione dell'impianto i materiali utilizzati in fase di realizzazione dovranno essere smaltiti, ne risulta che un'analisi di ciclo vita deve tenere in debito conto tale scenario.

A seguito dei 100 anni di vita utile dell'impianto frutticolo sarà necessario smaltire l'impianto d'irrigazione. Per quanto riguarda lo smaltimento sono state fatte ipotesi che simulano quelle che potranno essere le scelte effettuate in fase di smaltimento dell'impianto frutticolo. La gestione dell'impianto irriguo è ipotizzata considerando un 50% in peso smaltito in discarica e un 50% portato a riciclo.

Per l'impianto d'irrigazione composto da più materiali è stato ipotizzato il medesimo scenario di smaltimento, infatti *Waste polyvinylchloride {CH}| treatment of, sanitary landfill* | *Alloc Rec*, U e, *PVC (waste treatment) {GLO}| recycling of PVC* | *Alloc Def*, U descrive lo smaltimento del PVC

mentre *Waste polyethylene {CH}* / *treatment of, sanitary landfill* / *Alloc Rec, U* e *PE (waste treatment) {GLO}* / *recycling of PE* / *Alloc Def, U* descrivono lo smaltimento del PE.

3.8. Descrizione qualitativa e quantitativa dei processi dell'arancio

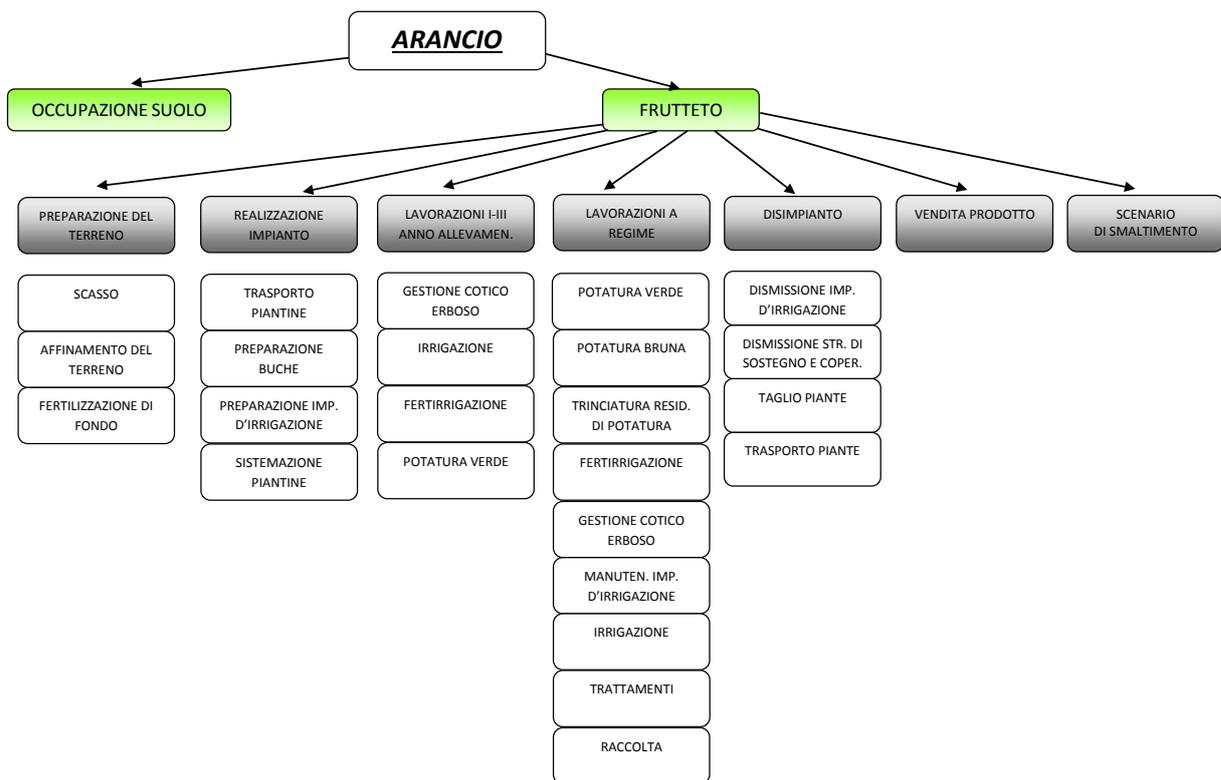


Figura 29: flow chart arancio

L'intero ciclo vita è stato suddiviso nelle seguenti unità di processo:

Occupazione del suolo: In questa unità di processo, viene considerato l'impatto derivante dall'occupazione del suolo per la realizzazione del frutteto e gli impatti dovuti alla trasformazione in frutteto permanente.

Preparazione del terreno: In questa unità di processo, vengono considerate le operazioni di preparazione del sito, in particolare l'aratura profonda, l'affinamento del terreno.

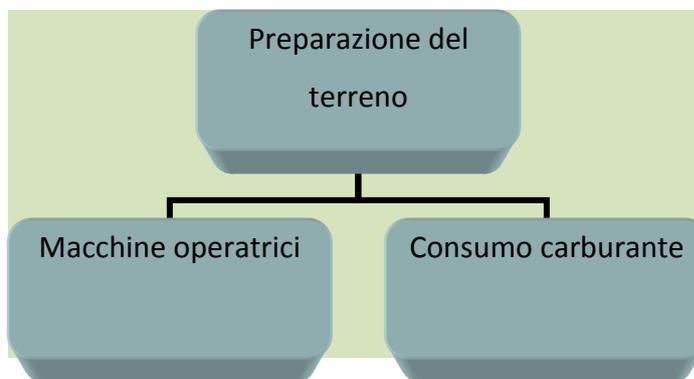


Figura 30: Processo unitario Preparazione del terreno

Realizzazione impianto: In questa unità di processo, viene considerato l'impatto derivante dalle operazioni dalla produzione degli "astoni" in vivaio, dalla messa a dimora degli astoni, dalla realizzazione dell'impianto d'irrigazione del frutteto.

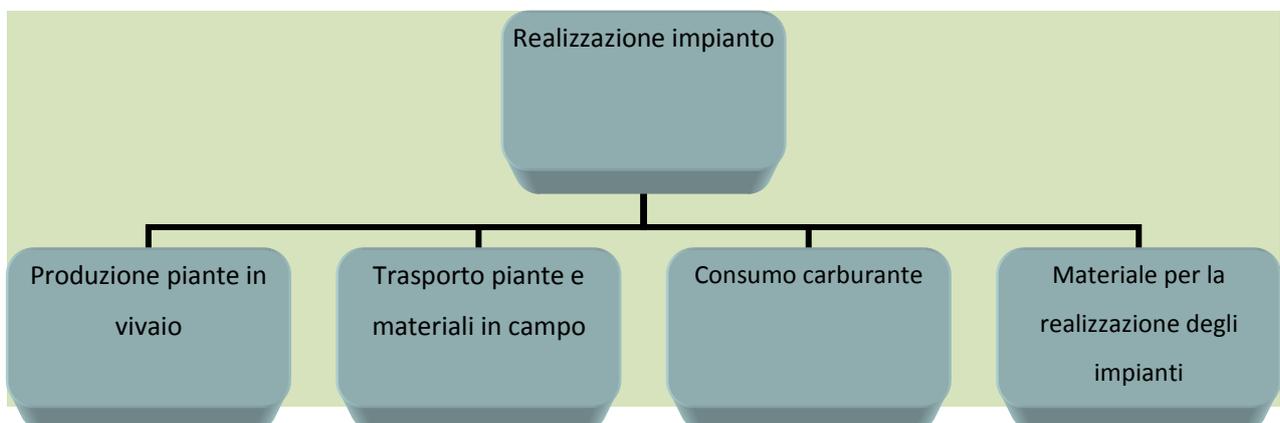


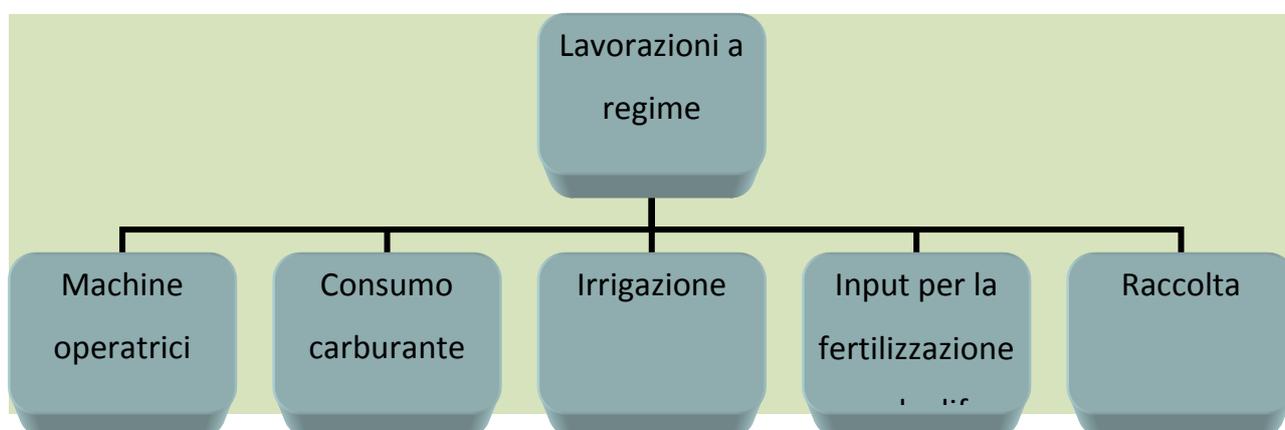
Figura 31: Processo unitario Realizzazione dell’impianto

Lavorazioni I-III anno di allevamento: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dai primi tre anni di allevamento del frutteto, in particolare in questo processo, sono presenti le operazioni di trinciatura residui potatura, fertilizzazione o concimazione, fertirrigazione, irrigazione e difesa fitosanitaria delle piante.



Figura 32: Processo unitario Lavori I-III anno di allevamento

Lavorazioni a regime: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti legati alla piena produzione del frutteto, in particolare in questo processo sono presenti le operazioni di trinciatura residui potatura, fertilizzazione o concimazione, fertirrigazione, gestione cotico erboso (trinciatura erba), irrigazione, difesa delle piante, raccolta dei frutti.



Disimpianto: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dal disimpianto del frutteto e dalla dismissione delle strutture, in particolare in questo processo sono presenti, la dismissione impianto di irrigazione, taglio piante, cippatura delle piante e trasporto.

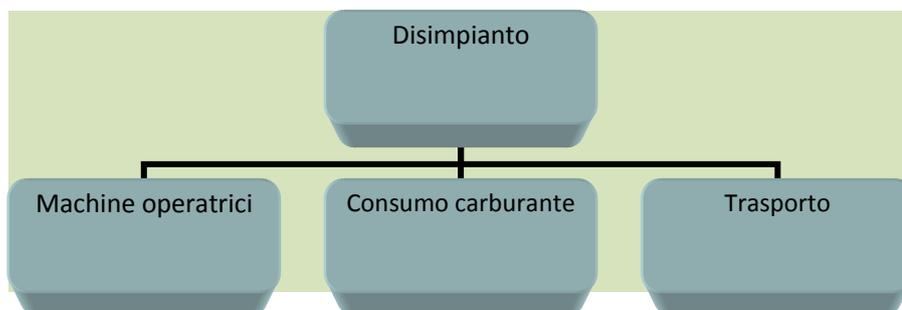


Figura 34: Processo unitario Disimpianto

Vendita prodotto: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dalla vendita dei prodotti, in particolare in questo processo, si ha, il trasporto dei prodotti presso le OP (Organizzazioni di Produttori), per la vendita all'ingrosso.

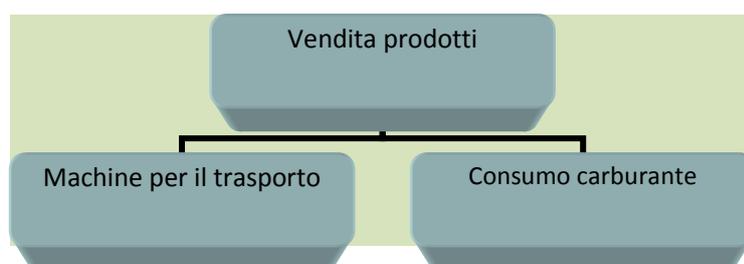


Figura 35: Processo unitario Vendita prodotti

Trasporto rifiuti: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dal trasporto dei rifiuti presso i centri di smaltimento.

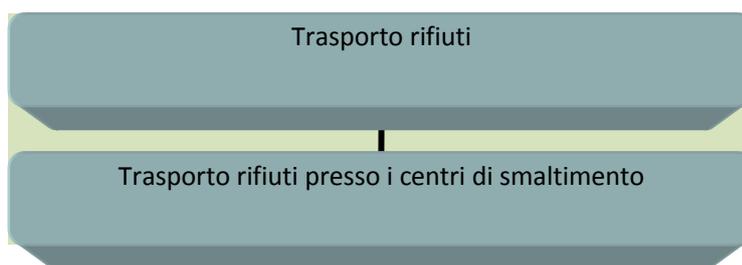


Figura 35: Processo unitario Trasporto rifiuti

Scenari di smaltimento: Per quel che concerne lo scenario di smaltimento, si ipotizza che la metà del quantitativo dei rifiuti per tonnellata, viene conferito in discarica, mentre la restante parte dei rifiuti viene conferita in centri di recupero o riciclaggio.

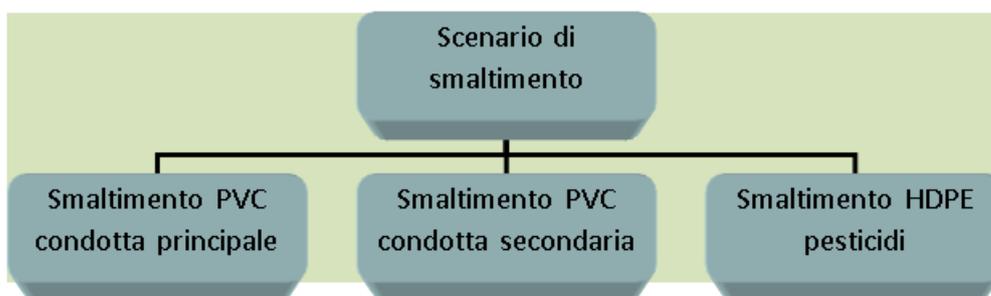


Figura 36: Scenari di smaltimento

3.9. Procedure di calcolo

In questa sezione del report si espliciteranno le assunzioni e i criteri con la quale è stata effettuata l'analisi. I dati utilizzati per l'analisi sono essenzialmente di due tipi: dati primari e dati secondari. Per quanto riguarda i primi sono stati raccolti sul campo utilizzando delle schede, mentre, i dati secondari sono stati reperiti da letteratura e database ECOINVENT 3. Per l'analisi si è utilizzato come strumento per l'analisi il software SimaPro 8.0. Di seguito si illustreranno i processi unitari, la loro quantificazione, le ipotesi effettuate e i criteri di allocazione atti a determinare le impronte del prodotto considerato.

Lo studio è stato effettuato considerando il ciclo vita dei prodotti in oggetto, composto principalmente in due macroaree: la prima dovuta all'uso del suolo in quanto cambiamento delle condizioni iniziali di inutilizzo, ed una seconda dovuta tutte le fasi necessarie fino ad arrivare alla commercializzazione e all'uso dei prodotti.

Per l'operazione "Occupazione suolo" sono stati scelti degli input noti da natura (Risorse) "Occupation, agriculture - Transformation, to permanent crop, fruit. La quantificazione è stata effettuata considerando la trasformazione di una porzione di suolo necessaria a produrre l'unità funzionale di prodotto.

Tabella 24: input unità di processo "occupazione suolo"

Occupazione suolo		Quantità	u.m.
		Fisica	
Utilizzo risorsa suolo	Occupation, agriculture	0,0333	ha a
Trasformazione risorsa suolo	Transformation, to permanent crop, fruit	0,0011	ha

A seguito si sono considerate tutte le operazioni necessarie alla produzione e commercializzazione del prodotto. Per quanto riguarda l'operazione di "preparazione del terreno" alle successive fasi prevede tutte le attività necessarie a rendere idoneo il sito alla realizzazione dell'impianto frutticolo.

Per rapportare all'unità funzionale ogni singola operazione si è determinato il valore complessivo di produzione, determinato su tutta la vita dell'impianto, e si è diviso per ogni singolo contributo. Nello specifico per il calcolo degli impatti dovuti allo scasso abbiamo considerato una produzione annuale di 30 t/anno per ogni ettaro e moltiplicato per i 27 anni di produzione con una risultante di 810 tonnellate di prodotto ad ettaro. Nel software SimaPro 8.0 come tipologia di mezzo utilizzato è stato richiamato dal database ECOINVENT 3 il processo di trasporto su strada "Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S ". Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U", (questa voce da database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando 0,00864 ore per lavorare la superficie necessaria a produrre 1 tonnellata di prodotto risultano 0,0864 litri (per l'operazione di scasso sono necessarie 7 ore) considerando una densità di 0,85 ne risultano 0,0734 Kg. Sapendo che 1 Kg di diesel equivale a 41 MJ ne risultano 3,0117 MJ sviluppati.

Per effettuare l'operazione si utilizzato un aratro. È stato richiamato dal database "Agricultural machinery, tillage {CH}| production | Alloc Def, S". Considerando i tempi di lavorazione si è considerato un peso di 0,0086 kg. Successivamente all'operazione di scasso viene effettuata un'ulteriore lavorazione più superficiale. Per effettuare detta lavorazione è utilizzato un trattore con frangizolle e fresa. Per la modellazione si è utilizzato per il trattore "Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S ". Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U", (questa voce da database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h,

considerando 4 ore per lavorare un ettaro ed effettuando le medesime considerazioni già effettuate risultano 0,00148 Kg. Sapendo che 1 Kg di diesel equivale a 41 MJ ne risultano 1,721 MJ sviluppati.

Prima della realizzazione dell'impianto è stata predisposta una fertilizzazione di fondo con 50 tonnellate di letame ad ettaro.

Il letame considerato (Manure, solid, cattle {GLO} | manure, solid, cattle, Recycled Content cut-off | Alloc Rec, U) per unità funzionale è stato di 61,7284 kg. Stesso valore è stato considerato nella modellazione dell'attività di distribuzione del letame. Dal database è stato richiamato: Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {RoW} | processing | Alloc Def, U.

Tabella 25: input unità di processo "affinamento del terreno"

Preparazione del terreno		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per scasso	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0026	kg
Attrezzo agricolo per scasso	Agricultural machinery, tillage {CH} production Alloc Def,	0,0086	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	3,0117	Mj
Trattore per affinamento	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0015	kg
Attrezzo agricolo per affinamento	Agricultural machinery, tillage {CH} production Alloc Def,	0,0049	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	1,7210	Mj
Operazione di distribuzione letame	Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {RoW} processing Alloc Def, U	61,7284	kg
Letame	Manure, solid, cattle {GLO} manure, solid, cattle, Recycled Content cut-off Alloc Rec,	61,7284	kg

A seguito della preparazione del sito si è analizzata la fase di realizzazione dell'impianto. In questa fase è stata considerata la fase di approvvigionamento degli astoni considerando sia tutta l'attività necessaria alla crescita in vivaio sia i trasporti fino al campo. Per quanto riguarda i trasporti si è ipotizzata una distanza di 100 km andata e ritorno. In un ettaro sono presenti 625 piante, un astone pesa circa 4 kg, ipotizzando un

autocarro euro 3 (Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW}| Alloc Rec, U) ne risulta un tkm di 0,3086 per il trasporto dal vivaio al campo. “Tree seedling {RoW}| tree seedling production, in unheated greenhouse | Conseq”, U rappresenta tutti gli impatti dovuti alla crescita degli astoni in serra. Il valore di 0,7716 è la porzione di astone necessario alla produzione di 1 tonnellata di prodotto.

Per la preparazione delle buche è stato inserito “Hydraulic digger {RER}| production | Alloc Rec, U”, considerando, secondo i dati d’inventario, che per la lavorazione di 1 ha sono necessarie 10 ore e considerando che la vita utile (da scheda tecnica), è di circa 10.000 ore ne deriva un peso di 0,00000123 p riferito all’unità funzionale.

Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database “Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U”, considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando le stesse considerazioni effettuate per il mezzo per la preparazione delle buche ne risultano 4,3024 MJ sviluppati.

Per sistemazione degli astoni è necessario l’ausilio di trattore con rimorchio per una durata di un ora. Ipotizzando una velocità di 4 km/h, considerando una superficie di 1 ha, risulta che il mezzo percorre 4 km. Per la modellazione inserisco “Transport, tractor and trailer, agricultural {CH}| processing | Alloc Rec, U, con un tkm riferito all’unità funzionale di 0,0123.

La sistemazione delle strutture di sostegno e copertura viene effettuata con mezzo simile ad un bobcat per 10 ore (riferite ad una superficie di 1 ha) inserisco “Hydraulic digger {RER}| production | Alloc Rec, U” ipotizzando la vita utile del mezzo pari a 10.000 ore ne deriva un peso di 0,00000123p.

Per il consumo di Diesel, si richiama dal database di SimaPro “Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U” 4,3024 MJ.

Per soddisfare l’esigenza idrica del sistema agricolo si è installato un impianto d’irrigazione a goccia con doppia ala gocciolante. L’impianto non prevede l’installazione di sistemi meccanici in quanto si sfrutta la pressione presente all’adduzione. L’impianto è formato da varie tipologie di tubazioni (sia come materiali che come diametro) e raccordi. 20 m di tubazione hanno un diametro di 110 mm e altri 80 m hanno un diametro da 75 cm; entrambi sono in PVC. 4000 m in PE, che costituiscono la doppia ala gocciolante, sono da 16 mm di diametro. La tubazione da 110 mm (“Polyvinylchloride, bulk polymerised {GLO}| market for | Alloc Def, U”) con peso lineare di 2,17 kg/m definisce un peso unitario di 0,0536 kg. Per la tubazione da 75 mm di diametro, considerando un peso lineare di 1,05 kg/m, ne deriva un peso unitario di 0,1037 kg. Per l’operazione di realizzazione della tubazione in PVC è stata considerata l’estrusione. Extrusion, plastic pipes {RoW}| production | Conseq, U pari a 0,0538 kg per la tubazione da 110 mm e 0,1039 kg per la tubazione in PE.

La tubazione in PE da database “Polyethylene, high density, granulate {GLO}| market for | Alloc Rec, U” da 16 mm ha peso lineare di 0,0275 kg/mm ne risulta un peso di 0,1358 kg.

L'operazione di formatura della tubazione di PE modellata "Injection moulding {RoW}| processing | Alloc Def, S" con peso pari a 0,1366 kg.

Nella modellazione di questa fase iniziale sono state inserite anche i contenitori (bins) utilizzati durante la fase di raccolta. Da scheda tecnica risulta che riescono a contenere 300 kg di prodotto, considerando la produzione annuale per ettaro risultano necessari 90 contenitori. Ipotizzando una vita utile di 10 anni, 243 sono il numero di bins necessari per tutto la durata della piantagione. Il peso unitario dei bins è pari a 30,6 kg ne deriva una quantità di polietilene ad alta densità ("Polyethylene, high density, granulate {GLO}| market for | Alloc Rec, U") di 9,18 kg per tonnellata di prodotto. Per la formatura è stata inserita l'operazione di estrusione "Injection moulding {RoW}| processing | Alloc Def, S" pari a 9,23 kg.

Tabella 26: input unità di processo "realizzazione impianto"

Preparazione del terreno		Quantità Fisica	u.m.
Trasporto astoni	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW} Alloc Rec, U	0,3086	tkm
Produzione astoni	Tree seedling {RoW} tree seedling production, in unheated greenhouse Conseq	0,7716	p
Preparazione buche	Hydraulic digger {RER} production Alloc Rec, U	0,00000123	p
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	4,3024	Mj
Sistemazione degli astoni	Transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	0,0123	tkm
Tubazione PVC 110 mm	Polyvinylchloride, bulk polymerised {GLO} market for Alloc Def, U	0,0536	kg
Produzione tubazioni in PVC	Extrusion, plastic pipes {RoW} production Conseq, U	0,0538	kg
Tubazione PVC 75 mm	Polyvinylchloride, bulk polymerised {GLO} market for Alloc Def, U	0,1037	kg
Produzione tubazioni in PVC	Extrusion, plastic pipes {RoW} production Conseq, U	0,1039	kg
Tubazioni PE 16mm	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	0,1358	kg
Produzione tubazioni in PE	Injection moulding {RoW} processing Alloc Def, S	0,1366	kg
HDPE	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	9,18	kg

Produzioni bins	Injection moulding {RoW} processing Alloc Def, S	9,23	kg
------------------------	--	------	----

A seguito della realizzazione strutturale dell'impianto e della piantumazione degli astoni il sistema agricolo non va immediatamente in produzione ma c'è bisogno di un certo numero di anni per la crescita delle piante. Nel primo e nel secondo anno solitamente non c'è alcuna produzione mentre già dal terzo anno le piante cominciano a dare le prime produzioni; dal quarto/quinto anno il sistema raggiunge lo stato di maturità con una stabilità media delle produzioni negli anni. Nella modellazione è stato ipotizzato che nei primi tre anni la produzione è nulla mentre nei successivi 27 anni la produzione si mantiene costante. Per la produzione è stato considerato un quantitativo di 30 t/ha che tiene in considerazione le variazioni negli anni.

Nei primi 3 anni di vita del sistema agricolo le lavorazioni effettuate riguardano esclusivamente la gestione del cotico erboso e l'irrigazione. La gestione del cotico erboso, nei primi 3 anni di vita, è stata effettuata con l'ausilio di un trattore e di una trinciatrice. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "Transport, tractor and trailer, agricultural {CH}| processing | Alloc Rec, U, considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 2 ore ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,000741 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 2 ore per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 20 l di diesel. Effettuando le medesime ipotesi già discusse risultano 0,8605 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito Agricultural machinery, unsecfield {CH}| production | Alloc Def, U che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,002469 kg riferiti all'unità funzionale. In questa prima fase di vita dell'impianto i volumi idrici erogati sono minori rispetto alla fase a regime, infatti, il valore di 2000 m³ è un valore stimato che considera le esigenze della pianta in fase giovanile. Tale volume è da considerare interamente utilizzato in quanto oltre ad essere incorporato nei prodotti è consumato sia per traspirazione delle piante che per evaporazione del suolo. Avere un'efficienza del 90% del sistema irriguo significa che il 90% dei volumi irrigati vengono utilizzati per la crescita della biomassa. Il resto del 10% è perso per evaporazione e per infiltrazione negli strati profondi che comunque non corrispondono allo stesso bacino di prelievo. Ne risulta che il 100% dei volumi irrigati possono essere contabilizzati. Sia l'efficienza del sistema irriguo sia la gestione del sistema agricolo influiscono variando i volumi consumati. Per la modellazione è stata creata una voce di database ad hoc Water, lake, IT che caratterizza la risorsa idrica prelevata da un corpo idrico

superficiale. Riferendo i consumi all'unità funzionale ne deriva un valore considerato di 2,4691 m³. Le operazioni di lavorazione e gli apporti idrici sono stati ipotizzati identici nei primi 3 anni di vita dell'impianto.

Tabella 27: input unità di processo "lavorazioni I - III anno di allevamento"

Lavorazioni I-III anno di allevamento		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per trinciatura	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0007	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def,	0,0025	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	0,8605	Mj
Irrigazione	Water, lake, IT Basilicata	2,4691	m ³

A seguito dei primi tre anni il sistema agricolo può definirsi a regime, quindi, con volumi irrigui medi e valori di produzione media ben definiti. Come già detto, per la modellazione del sistema agricolo, data la sua forte variabilità stagionale, in termini climatici, sono stati considerati valori mediati, infatti, la fase di produzione a regime, che ha una durata di 27 anni, oltre ad aver considerato le lavorazioni ripetute negli anni tiene conto di una produzione media di 30000 kg di prodotti/ettaro per anno mentre per quanto riguarda i volumi idrici computati si sono considerati 5000 m³/ettaro per stagione.

La gestione del cotico erboso, è effettuata con l'ausilio di un trattore e di una trinciatrice. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S, considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 4 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,04 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 4 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano

consumati 40 l di diesel. Effettuando le medesime considerazioni già discusse risultano 46,4667 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito Agricultural machinery, unscefield {CH} production | Alloc Def, U che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,1333 kg riferiti all'unità funzionale.

Nella fase a regime viene eseguita l'operazione di potatura; nel sistema agricolo oggetto di studio i residui di potatura vengono ridotti dimensionalmente attraverso la trinciatura e lasciati in campo. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production | Alloc Def, S, considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 2 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,02 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "Diesel, burned in building machine {GLO} processing | Alloc Def, U", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 2 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 20 l di diesel. Effettuando le medesime ipotesi già discusse risultano 23,2333 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito Agricultural machinery, unscefield {CH} production | Alloc Def, U che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,0667 kg riferiti all'unità funzionale.

L'irrigazione prevede una distribuzione di 5000 m³/ha a stagione, questi volumi comprendono anche i volumi idrici utilizzati durante la fase di fertirrigazione. Nella modellazione, la fase di irrigazione, conteggia tutti i volumi misurati dal conta litri compresi i volumi erogati durante la fase di fertirrigazione. Quest'ultima prevederà solo l'aggiunta di nutrienti.

Per la fase d'irrigazione è stata richiamata la voce di database Water, lake, IT che caratterizza la risorsa idrica prelevata da un corpo idrico superficiale. Considerando che in una stagione media vengono prodotte 30 tonnellate di frutta risultano 166,667 m³ di acqua da allocare all'unità funzionale.

La fase di fertirrigazione ha come obiettivo l'apporto di 40 kg di nitrato al 34%, 40 kg di solfato ammonico e 63 kg di Entec 25-15 ad ettaro. Per quanto riguarda il nitrato è stato inserito Ammonium nitrate, as 100% (NH₄)(NO₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass pari a 1,3333 kg per descrivere l'apporto del nutriente.

Ammonium sulphate, as 100% (NH₄)₂SO₄ (NPK 21-0-0), at plant/RER Mass pari a 1,3333 kg è stato inserito per considerare l'apporto di solfato ammonico, mentre, ammonium sulphate, as 100% (NH₄)₂SO₄ (NPK 21-0-0), at plant/RER Mass pari a 2,1kg è stato inserito per considerare l'apporto di Entec 25-15.

L'operazione di raccolta viene eseguita con l'ausilio di un trattore e rimorchio. Tale operazione prevede una durata di 40 ore ad ettaro. L'inserimento di Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production | Alloc Def, S

pari 0,4 kg tiene in debito conto dell'utilizzo del trattore mentre l'inserimento di Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U pari a 1,6667 kg considera l'utilizzo del rimorchio. Per quanto riguarda l'utilizzo del carburante è stato inserito Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U pari a 464,6667 MJ.

Tabella 28: input unità di processo "lavorazioni a regime"

Lavorazioni a regime		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per trinciatura erboso	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0400	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def,	0,1333	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	46,4667	Mj
Trattore per trinciatura potatura	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0200	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def, S	0,0667	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	23,2333	Mj
Irrigazione	Water, lake, IT Basilicata	166,6667	m ³
Nitrato	Ammonium nitrate, as 100% (NH ₄)(NO ₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass	1,3333	kg
Ossido di potassio	Potassium chloride, as K ₂ O {GLO} market for Alloc Def, S	1,3333	kg
Entec 25-15	Ammonium sulphate, as 100% (NH ₄) ₂ SO ₄ (NPK 21-0-0),	2,1000	kg

Trattore per raccoltai	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,4000	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	464,6667	Mj
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U Alloc Def, S	1,6667	kg
Pesticida	Pesticide, unspecified {GLO} market for Alloc Def, U	0,4000	kg
Trattore per raccolta	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,1500	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,6250	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	174,2500	Mj
Scuotitore	Agricultural machinery, unspecified {GLO} production Alloc Def, U	0,0125	kg
Consumo elettrico	Electricity, medium voltage {IT} electricity voltage transformation from high to medium voltage Conseq, U	4,5	kWh

I prodotti raccolti vengono trasportati presso i centri di vendita all'ingrosso, ne consegue un trasporto di 100 km che include sia il viaggio di andata sia quello di ritorno. Per inserire questa fase nel modello è stata considerato *Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW}| transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 | Alloc Rec, U* con un tkm pari a 100.

Tabella 29: input unità di processo “trasporti prodotti”

trasporto prodotti		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trasporto prodotti	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {GLO} Alloc Rec, U	100	tkm

Come già descritto la vita utile media di un impianto di Arance è di 30 anni, ne deriva che a seguito della vita utile sono necessarie una serie di operazioni utili a riportare il sito alle condizioni precedenti alla realizzazione dell'impianto frutticolo. La dismissione dell'impianto irriguo è stata considerata con l'ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 20 ore ettaro è stato inserito Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S pari a 0,0074 e per il combustibile Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U pari 8,6049 MJ. Il rimorchio è stato modellato Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U pari a 0,0309 kg.

L'operazione di smaltimento di tutte le opere di sostegno realizzate durante la fase di impianto è stata considerata con l'ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 10 ore ettaro è stato inserito Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S pari a 0,0037 e per il combustibile Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U pari 4, 3025 MJ. Il rimorchio è stato modellato Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U pari a 0,0154 kg.

L'operazione di smaltimento di tutte le piante è stata considerata con l'ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 10 ore ettaro è stato inserito Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S pari a 0,0037 e per il combustibile Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U pari 4, 3025 MJ. Il rimorchio è stato modellato Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U pari a 0,0154 kg.

Durante la fase di dismissione dell'impianto frutticolo si ipotizza l'utilizzo di una motosega per ridurre la dimensione delle piante e successivamente una ulteriore riduzione dimensionale per un eventuale riutilizzo del legno.

Per considerare l'utilizzo della motosega è stato in inserito Power saw, with catalytic converter {RER}| production | Alloc Def, U 0,008 Calcolando che ogni pianta sviluppa circa 0,13 m3 in volume di legna e sapendo che in un ettaro sono presenti 625 piante si riesce ad allocare la macchina utilizzata per ridurre ulteriormente la dimensione della biomassa. Conoscendo la portata di 3,3 m3/ora della macchina utilizzata si utilizza la voce Chipper, stationary, electric {RoW}| production | Alloc Rec, U pari a 0,0000003173 p con un consumo elettrico rapportato all'unità funzionale pari a 0,476 kWh.

Tabella 30: input unità di processo "disimpianto"

<i>Disimpianto</i>	<i>Quantità</i>	<i>u.m.</i>
	<i>Fisica</i>	

Trattore per dismissione impianto irriguo	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0074	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,0309	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	8,4049	Mj
Trattore per dismissione opere di sostegno	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0037	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,0154	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	4,3025	Mj
Motosega	Power saw, with catalytic converter {RER} production Alloc Def, U	0,0080	p
Riduzione dimensionale legno	Chipper, stationary, electric {RoW} production Alloc Rec, U	3,173E-07	p
Energia elettrica	Electricity, medium voltage {IT} electricity voltage transformation from high to medium voltage Conseq, U	0,476	KWh

A seguito della dismissione dell'impianto i materiali utilizzati in fase di realizzazione dovranno essere smaltiti, ne risulta che un'analisi di ciclo vita deve tenere in debito conto tale scenario.

Per l'impianto d'irrigazione composto da più materiali è stato ipotizzato il medesimo scenario di smaltimento, infatti Waste polyvinylchloride {CH}| treatment of, sanitary landfill | Alloc Rec, U e PVC (waste treatment) {GLO}| recycling of PVC | Alloc Def, U descrive lo smaltimento del PVC mentre Waste polyethylene {CH}| treatment of, sanitary landfill | Alloc Rec, U e PE (waste treatment) {GLO}| recycling of PE | Alloc Def, U descrivono lo smaltimento del PE.

3.10. *Descrizione qualitativa e quantitativa dei processi del pesco*

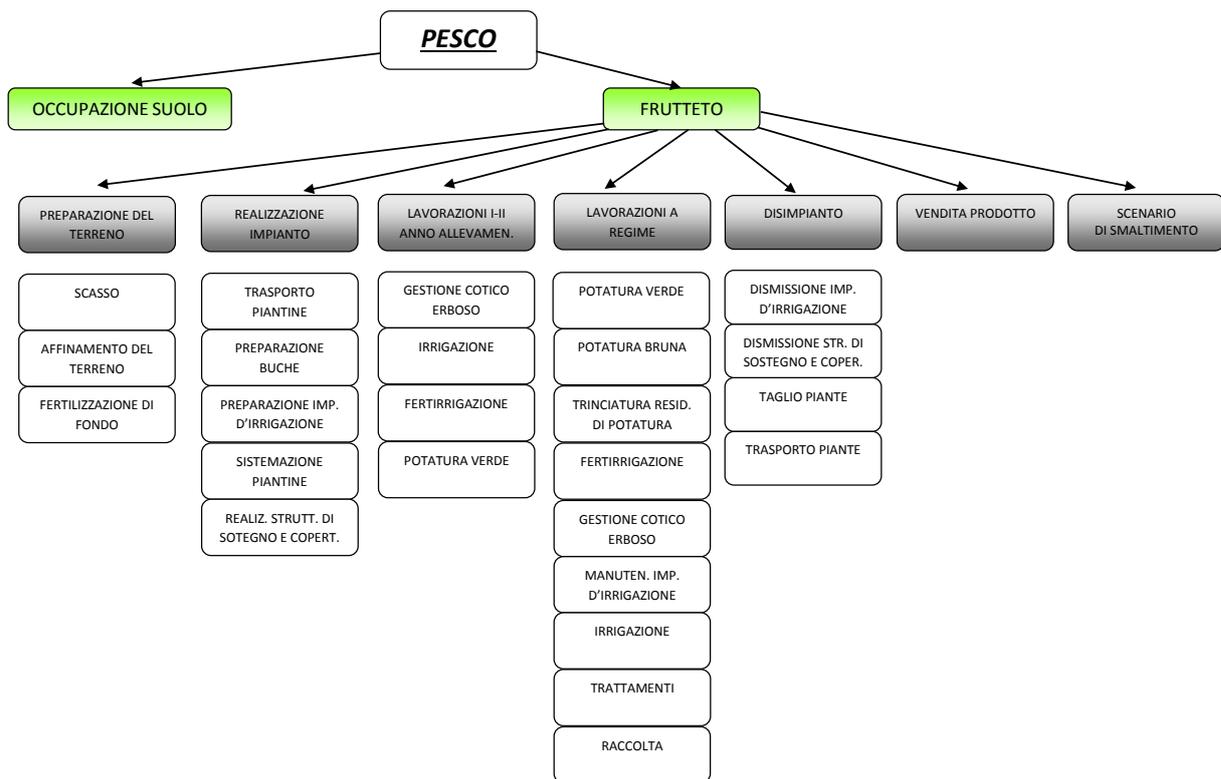


Figura 37: flow chart pesco

L'intero ciclo vita è stato suddiviso nelle seguenti unità di processo:

Occupazione del suolo: In questa unità di processo, viene considerato l'impatto derivante dall'occupazione del suolo per la realizzazione del frutteto e gli impatti dovuti alla trasformazione in frutteto permanente.

Preparazione del terreno: In questa unità di processo, vengono considerate le operazioni di preparazione del sito, in particolare l'aratura profonda, l'affinamento del terreno.

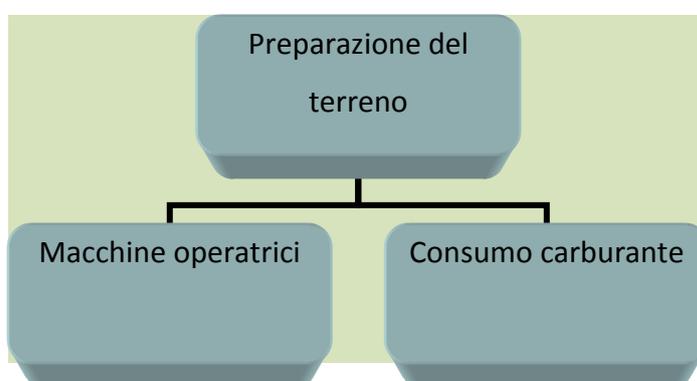


Figura 38: Processo unitario Preparazione del terreno

Realizzazione impianto: In questa unità di processo, viene considerato l'impatto derivante dalle operazioni dalla produzione degli "astoni" in vivaio, dalla messa a dimora degli astoni, dalla realizzazione dell'impianto d'irrigazione del frutteto.

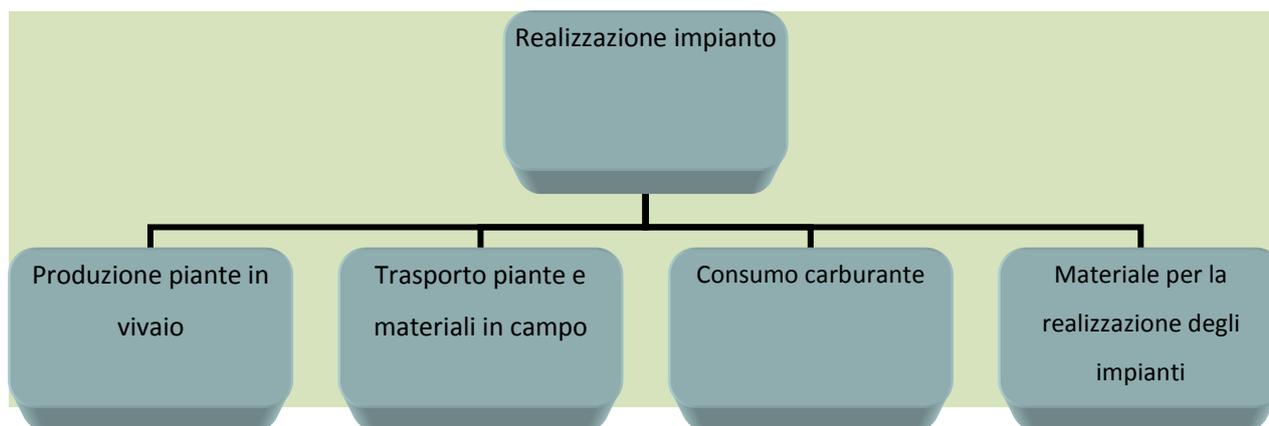


Figura 39: Processo unitario Realizzazione dell'impianto

Lavorazioni I-II anno di allevamento: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dai primi due anni di allevamento del frutteto, in particolare in questo processo, sono presenti le operazioni di trinciatura residui potatura, fertilizzazione o concimazione, fertirrigazione, irrigazione e difesa fitosanitaria delle piante.



Figura 40: Processo unitario Lavori I-II anno di allevamento

Lavorazioni a regime: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti legati alla piena produzione del frutteto, in particolare in questo processo sono presenti le operazioni di trinciatura residui potatura, fertilizzazione o concimazione, fertirrigazione, gestione cotico erboso (trinciatura erba), irrigazione, difesa delle piante e raccolta dei frutti.

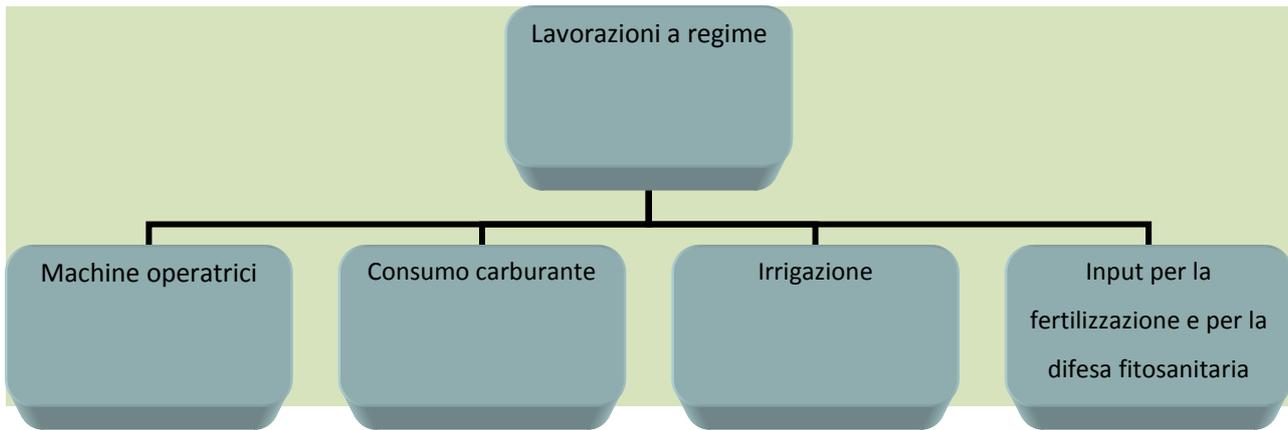


Figura 41: Processo unitario Lavorazioni a regime

Disimpianto: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dal disimpianto del frutteto e dalla dismissione delle strutture, in particolare in questo processo sono presenti, la dismissione impianto di irrigazione, taglio piante, cippatura delle piante e trasporto.

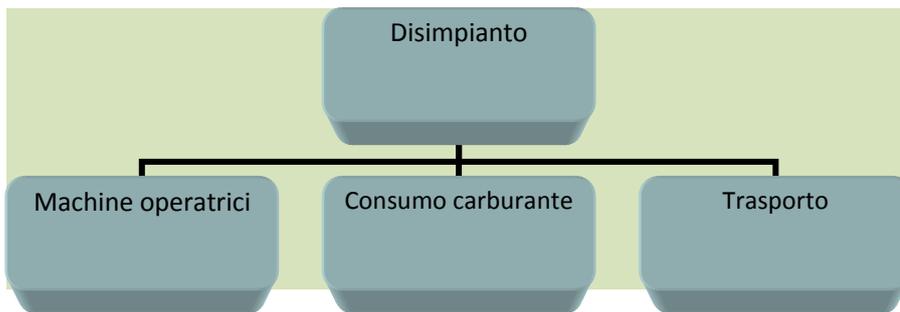


Figura 42: Processo unitario Disimpianto

Vendita prodotto: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dalla vendita dei prodotti, in particolare in questo processo, si ha, il trasporto dei prodotti presso le OP (Organizzazioni di Produttori), per la vendita all'ingrosso.

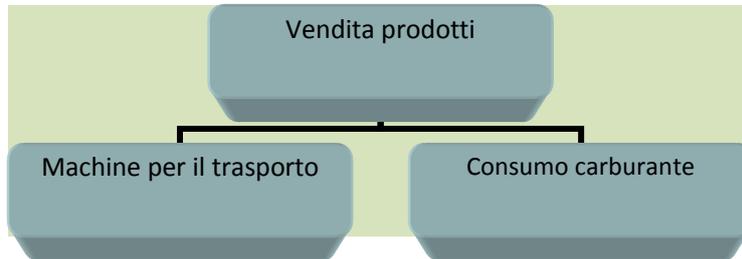


Figura 43: Processo unitario Vendita prodotti

Trasporto rifiuti: In questa unità di processo vengono contabilizzati tutti gli impatti derivanti dal trasporto dei rifiuti presso i centri di smaltimento.

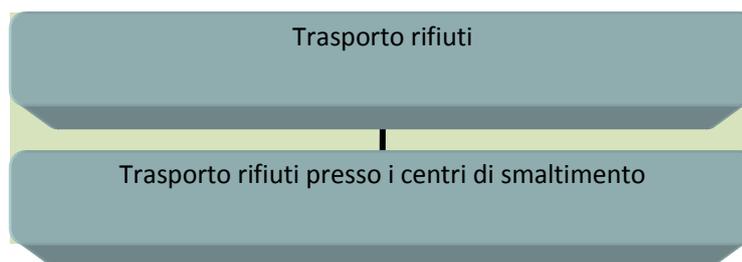


Figura 44: Processo unitario Trasporto rifiuti

Scenari di smaltimento: Per quel che concerne lo scenario di smaltimento, si ipotizza che la metà del quantitativo dei rifiuti per tonnellata, viene conferito in discarica, mentre la restante parte dei rifiuti viene conferita in centri di recupero o riciclaggio.

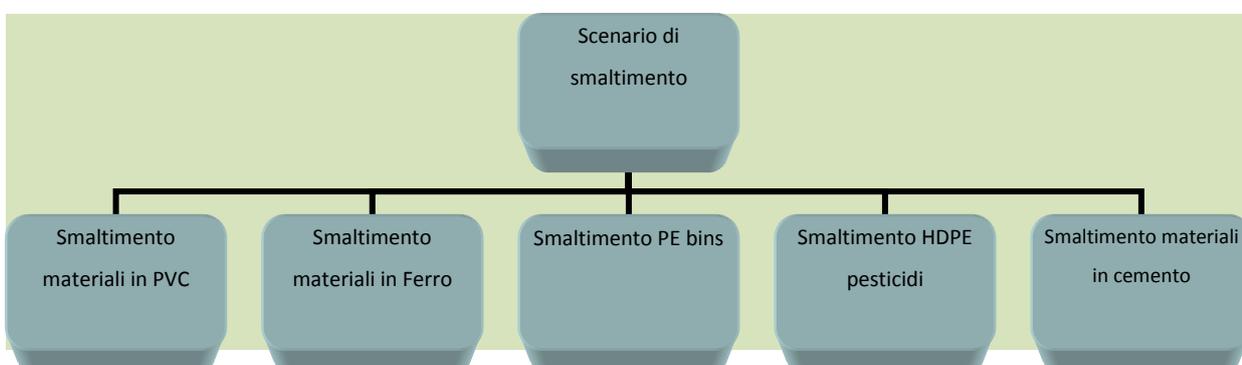


Figura 45: Scenari di smaltimento

3.11. Procedure di calcolo

In questa sezione del report si espliciteranno le assunzioni e i criteri con la quale è stata effettuata l'analisi. Il principio generale seguito è stato quello di modellare le reali operazioni di gestione del frutteto.

I dati utilizzati per l'analisi sono essenzialmente di due tipi: dati primari e dati secondari. I primi sono stati raccolti in campo utilizzando delle schede di raccolta dati, come descritto in precedenza, mentre, i secondi sono stati reperiti dal database ECOINVENT 3.1 Di seguito si illustreranno i processi unitari, la loro quantificazione, le ipotesi effettuate atte a determinare i valori d'impatto che compongono l'intera analisi del ciclo di vita del prodotto.

Per L'analisi LCA è stata scelta come unità funzionale 1 tonnellata di pesche prodotte, quindi, tutti le voci inserite nello studio sono state riferite a questa unità funzionale.

Il primo processo analizzato nell'analisi, riguarda l'occupazione del suolo e la trasformazione della stesso in suolo agricolo permanente, il processo è denominato **"OCCUPAZIONE DEL SUOLO"**. Per quanto riguarda il consumo di suolo dobbiamo riferire la quantità si suolo all'unità funzionale. Sapendo che la produzione è di 21,5 t/ha*anno (l'occupazione è riferita ad ogni singolo anno dei 15 anni) ne risulta che occuperò 1 ha/21,5 anno = 0,0465 ha*anno. Si richiama da database SimaPro *Occupation, agriculture*, si inserisce 0,0465 ha*anno*15 anni 0,697 ha*anno (occupazione della quantità di suolo necessaria alla coltivazione di una tonnellata di pesche per tutti i 15 anni). Si richiama da database SimaPro *Transformation, to permanent crop, fruit* inserisco 1 ha/21,5 anno = 0,0465 ha*anno (impatto della trasformazione di terreno vergine in terreno agricolo, quantità necessaria a produrre una tonnellata di pesche).

Tabella 31: input unità di processo "occupazione suolo"

Occupazione suolo		Quantità	u.m.
		Fisica	
Utilizzo risorsa suolo	Occupation, agriculture	0,697	ha a
Trasformazione risorsa suolo	Transformation, to permanent crop, fruit	0,0465	ha

A seguito si sono considerate tutte le operazioni necessarie alla produzione e commercializzazione del prodotto. Per quanto riguarda l'operazione di *"preparazione del terreno"* alle successive fasi prevede tutte le attività necessarie a rendere idoneo il sito alla realizzazione dell'impianto frutticolo.

Lo **scasso** è stato modellato creando una voce "SCASSO" in cui sono state inserite tutte le singole lavorazioni necessarie all'operazione. Per imputare al singolo ettaro le operazioni, gli impatti sono stati suddivisi per una produzione media per ettaro (21,5 tonnellate/ha*anno).

Per la produzione si è considerata una produzione media di 21,5 t/ha. La vita utile di un pescheto è 15 anni considerando che i primi 2 anni sono necessari alla crescita della pianta e l'ultimo anno è dedicato al disimpianto la produzione è concentrata in 12 anni. Ne deriva che la produzione totale è pari a 258 tonnellate. Per impiantare il pescheto la prima operazione effettuata è l'operazione di **aratura profonda**. Che viene effettuata con un mezzo pesante e un aratro. Il trattore scelto *Tractor, 4-wheel, agricultural {CH} production | Alloc Def, U* ha una vita utile di 10000 ore ed un peso di 3000 kg quindi sapendo da scheda reperimento dati che l'operazione di scasso per un ettaro dura 7 ore risulta $3000 \text{ (peso trattore)} \times 7 \text{ (ore di lavorazione 1 ha)} / 10000 \text{ (ore di vita utile trattore)} = 2,1 \text{ kg}$ (mezzo allocato per la lavorazione di un ha) sapendo che in un 1 ettaro si producono 258 t. $2,1 \text{ Kg} / 258 \text{ t} = 0,0081 \text{ kg}$ di trattore per una tonnellata di prodotto. Per quanto riguarda l'aratro inserisco *Agricultural machinery, tillage {CH} production | Alloc Def, U* sapendo che ha una vita utile di 1000 ore e pesa 1000 kg risulta che $1000 \text{ (peso aratro)} \times 7 \text{ (ore)} / 1000 \text{ (ore)} = 7 \text{ kg}$ dividendo per 258 t risulta 0,0271 kg. Per il consumo di diesel si utilizza la formula reperita in letteratura che definisce i consumi medi:

Gasolio (l/h) = kw macchina * 0,35 (l/h) * 0,60 ne risultano circa 10 litri/ora ipotizzando una macchina di 70 KW. Considerando le 7 ore necessarie all'attività di scasso ne deriva un consumo di 70 litri. Considerando una densità di 0,85 Kg/litro deriva 59,5 kg sapendo che 1 kg equivale a 41 MJ derivano 2439,5 MJ sviluppati. Considerando la produzione di 258 t ne deriva $2439,5 \text{ MJ} / 258 \text{ t} = 9,4554 \text{ MJ}$ per tonnellata di prodotto. Nell'operazione scasso aggiungo "*Diesel, burned in building machine {GLO} processing | Alloc Def, U*", (questa voce da database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina).

Successivamente all'operazione di scasso viene effettuata un'ulteriore lavorazione più superficiale. Per effettuare detta lavorazione è utilizzato un trattore con frangizolle e fresa. Per la modellazione si è utilizzato per il trattore "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production | Alloc Def, S*". Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "*Diesel, burned in building machine {GLO} processing | Alloc Def, U*", (questa voce da database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando 4 ore per lavorare un ettaro ed effettuando le medesime considerazioni già effettuate risultano 0,1318 Kg. Sapendo che 1 Kg di diesel equivale a 41 MJ ne risultano 5,4030 MJ sviluppati.

Prima della realizzazione dell'impianto è stata predisposta una fertilizzazione di fondo con 50 tonnellate di letame ad ettaro.

Il letame considerato (*Manure, solid, cattle {GLO} manure, solid, cattle, Recycled Content cut-off | Alloc Rec, U*) per unità funzionale è stato di 193,7984 kg. Stesso valore è stato considerato nella modellazione

dell'attività di distribuzione del letame. Dal database è stato richiamato: *Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {RoW}| processing | Alloc Def, U*.

Tabella 32: input unità di processo "affinamento del terreno"

Preparazione del terreno		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per scasso	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0081	kg
Attrezzo agricolo per scasso	Agricultural machinery, tillage {CH} production Alloc Def,	0,0271	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	9,4554	Mj
Trattore per affinamento	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0046	kg
Attrezzo agricolo per affinamento	Agricultural machinery, tillage {CH} production Alloc Def,	0,0155	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	5,4030	Mj
Operazione di distribuzione letame	Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {RoW} processing Alloc Def, U	193,7984	kg
Letame	Manure, solid, cattle {GLO} manure, solid, cattle, Recycled Content cut-off Alloc Rec,	193,7984	kg

A seguito della preparazione del sito si è analizzata la fase di realizzazione dell'impianto. In questa fase è stata considerata la fase di approvvigionamento degli astoni considerando sia tutta l'attività necessaria alla crescita in vivaio sia i trasporti fino al campo. Per quanto riguarda i trasporti si è ipotizzata una distanza di 100 km andata e ritorno. In un ettaro sono presenti 450 piante (sesto d'impianto 4/5), un astone pesa circa 4 kg, ipotizzando un autocarro euro 3 (*Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW}| Alloc Rec, U*) ne risulta un tkm di 0,698 per il trasporto dal vivaio al campo. "*Tree seedling {RoW}| tree seedling production, in unheated greenhouse | Conseq*", U rappresenta tutti gli impatti dovuti alla crescita degli astoni in serra. Il valore di 1,744 è la porzione di astoni necessari alla produzione di 1 tonnellata di prodotto.

Per la preparazione delle buche è stato inserito "*Hydraulic digger {RER}| production | Alloc Rec, U*", considerando, secondo i dati d'inventario, che per la lavorazione di 1 ha sono necessarie 10 ore e

considerando che la vita utile (da scheda tecnica), è di circa 10.000 ore ne deriva un peso di 0,0000011 p riferito all'unità funzionale.

Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database *"Diesel, burned in building machine {GLO} processing | Alloc Def, U"*, considerando il consumo orario medio di 10 l/h, considerando le stesse considerazioni effettuate per il mezzo per la preparazione delle buche ne risultano 3,9602 MJ sviluppati.

Per sistemazione degli astoni è necessario l'ausilio di trattore con rimorchio per una durata di un ora. Ipotizzando una velocità di 4 km/h, considerando una superficie di 1 ha, risulta che il mezzo percorre 4 km. Per la modellazione inserisco *"Transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing | Alloc Rec, U*, con un tkm riferito all'unità funzionale di 0,112.

La sistemazione delle strutture di sostegno e copertura viene effettuata con mezzo simile ad un bobcat per 10 ore (riferite ad una superficie di 1 ha) inserisco *"Hydraulic digger {RER} production | Alloc Rec, U"* ipotizzando la vita utile del mezzo pari a 10.000 ore ne deriva un peso di 0,000004 p.

Per il consumo di Diesel, si richiama dal database di SimaPro *"Diesel, burned in building machine {GLO} processing | Alloc Def, U"* 18,2010 MJ.

Per il sostegno dell'impianto si sono utilizzati pali di cemento con sezione pari a 8 x 8 cm, alti 2,5 m con un peso di 37,5 kg. Dal database inserisco *"Concrete block {RoW} production | Alloc Rec, U"*. Considerando che in un ettaro ci sono 16 pali e considerando la produzione riferita a 15 anni ne deriva peso riferito all'unità funzionale di 2,3250 kg.

Per il sostegno dell'impianto si sono utilizzati 83 pali zincati in alluminio di altezza pari a 3 m e diametro pari a 1,5 cm, con un peso complessivo pari a 83 pali*3Kg/palo = 249 kg, suddividendo per la produzione si ottiene 249 kg/258 = 0,965 kg/tonnellata. Da database SimaPro si richiama *Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for | Alloc Def, U*, per la lavorazione si richiama da SimaPro *Deep drawing, steel, 10000 kN press, single stroke {RoW} deep drawing, steel, 10000 kN press, single stroke | Alloc Def, U*, si inserisce un quantitativo pari a 0,965 kg.

Per il fil di ferro, si considera un diametro di 1.8 mm un peso di 0,02 Kg/ml (da scheda tecnica), si considerano 1680 ml, si avrà un peso complessivo pari a 33,6 kg, si richiama da database SimPro, *Steel, low-alloyed {GLO} market for | Alloc Def, U* $(0,02 \times 1680)/258 = 0,130$ Kg/tonnellata di prodotto.

Per la lavorazione si richiama *Wire drawing, steel {RER} processing | Alloc Def, U* e una quantità pari a 0,130 Kg/tonnellata di prodotto.

Per il sostegno della struttura si utilizzano 16 basette in cemento del peso di 15 Kg/cad., con un peso totale 240 Kg = 16 basette x 15Kg, dividendo per la produzione di 258 tonnellate/ha otteniamo 240 Kg/258 tonn/ha = 0,930 Kg, da database SimPro si richiama *Concrete block {RoW} production | Alloc Def, U*.

La somma del materiale per le strutture di sostegno è pari a 4,41 Kg per tonnellata di prodotto, pari a 0,00441 t, si considera per il trasporto *Transport, truck, < 10 ton, EURO 4, 100%LF, empty return/GLO mass*, si calcola un tkm pari a 0,0882, considerando una distanza di 20 Km.

Per l'impianto di irrigazione da scheda raccolta dati è presente un impianto, con una condotta principale in PVC di lunghezza pari a 100 m con diametro Ø110, con peso pari a 1,3 Kg/ml e peso totale complessivo pari a 130 Kg, consideriamo la metà del peso poiché tale condotta viene utilizzata per 2 cicli, quindi si avrà un peso totale pari a 65 Kg, che suddividendo per la produzione totale dell'impianto avremo 65 Kg/258 t = 0,252 Kg per tonnellata di prodotto. Da database SimaPro si richiama *Polyvinylchloride, suspension polymerised {RER}| polyvinylchloride production, suspension polymerisation | Alloc Def, U* quindi inseriamo 0,252 Kg. Per il processo di estrusione si richiama *Extrusion, plastic pipes {RER}| production | Alloc Def, U* quindi inseriamo 0,252 Kg.

La linea secondaria di tubazioni in PE di lunghezza pari a 2000 m con diametro 90, con peso pari a 0,206 Kg/ml e peso totale complessivo pari a 412 Kg, che suddividendo per la produzione totale dell'impianto avremo 412 Kg/258 t = 1,597 Kg per tonnellata di prodotto. Da database SimaPro si richiama *Polyethylene, high density, granulate {RER}| production | Alloc Def, U* quindi si inserisce un valore pari a 1,597 Kg. Per il processo di estrusione si richiama *Extrusion, plastic pipes {RER}| production | Alloc Def, U* quindi si inserisce un valore pari a 1,597 Kg.

Infine gli ugelli in PVC con diametro pari a 1,6 mm, peso totale pari a 52,5 Kg per un numero complessivo di ugelli pari a 525, si ottiene per una tonnellata di prodotto 52,5 Kg/258 t = 0,203 Kg Kg/tonnellata. Da database SimaPro si richiama *Polyvinylchloride, suspension polymerised {RER}| polyvinylchloride production, suspension polymerisation | Alloc Def, U* quindi si inserisce un valore pari a 0,203 Kg e per il processo di formatura si richiama *Injection moulding {RER}| processing | Alloc Def, U* quindi si inserisce 0,203 Kg.

Vanno aggiunti i ganci di raccordo, il peso totale è 22 Kg, si conta però solamente il 75% del materiale, poiché i ganci hanno una durata di 20 anni a l'impianto dura solamente 15 anni, i Kg di PP si riducono a 16,5 Kg, per tonnellata di prodotto si ottiene, 16,5/258 = 0,06395 Kg, da database SimaPro si richiama *Polypropylene, granulate {RER}| production | Alloc Def, U*, e *Injection moulding {GLO}| market for | Alloc Def, U*, inserendo un valore di 0,06395 Kg.

La somma del materiale per l'irrigazione è par a 2,1159 Kg per tonnellata di prodotto, pari a 0,0021159t, si considera per il trasporto *Transport, truck, < 10 ton, EURO 4, 100%LF, empty return/GLO mass*, calcoliamo un tkm pari a 0,042319, considerando una distanza di 20 Km.

Tabella 33: input unità di processo “realizzazione impianto”

Realizzazione impianto		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trasporto astoni	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW} Alloc Rec, U	0,698	tkm
Produzione astoni	Tree seedling {RoW} tree seedling production, in unheated greenhouse Conseq	1,744	p
Preparazione buche	Hydraulic digger {RER} production Alloc Rec, U	0,000004	p
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	3,9602	Mj
Sistemazione degli astoni	Transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	0,112	tkm
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	1,5891	Mj
Posizionamento strutture	Hydraulic digger {RER} production Alloc Rec, U	0,000004	p
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	18,201	Mj
Formatura pali zincati	Deep drawing, steel, 10000 kN press, single stroke {RoW} deep drawing, steel, 10000 kN press, single stroke Alloc Def, U	0,9650	kg
Formatura fil di ferro	Wire drawing, steel {RER} processing Alloc Def, U	0,1300	kg
trasporto materiali per struttura di sostegno	Transport, truck <10t, EURO4, 100%LF, empty return/GLO Mass	0,0882	tkm
estrusione tubi linea primaria irrigazione	Extrusion, plastic pipes {RER} production Alloc Def, U	0,2520	kg
estrusione tubi linea secondaria irrigazione	Extrusion, plastic pipes {RER} production Alloc Def, U	1,597	kg
Formatura ugelli	Injection moulding {RER} processing Alloc Def, U	0,203	kg
Trasporto materiali per impianto irriguo	Transport, truck <10t, EURO4, 100%LF, default/GLO Mass	0,0423	tkm

A seguito della realizzazione strutturale dell'impianto e della piantumazione degli astoni il sistema agricolo non va immediatamente in produzione ma c'è bisogno di un certo numero di anni per la crescita delle piante. Nel primo e nel secondo anno solitamente non c'è alcuna produzione mentre già dal terzo anno le piante cominciano a dare le prime produzioni; dal quanto/quinto anno il sistema raggiunge lo stato di

maturità con una stabilità media delle produzioni negli anni. Nella modellazione è stato ipotizzato che nei primi due anni la produzione è nulla mentre nei successivi 13 anni la produzione si mantiene costante. Per la produzione è stato considerato un quantitativo di 21,5 t/ha che tiene in considerazione le variazioni negli anni.

Nei primi 2 anni di vita del sistema agricolo le lavorazioni effettuate riguardano esclusivamente la gestione del cotico erboso e l'irrigazione. La gestione del cotico erboso, nei primi 2 anni di vita, è stata effettuata con l'ausilio di un trattore e di una trinciatrice. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S", considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 2 ore ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,0023 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 2 ore per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 20 l di diesel. Effettuando le medesime ipotesi già discusse risultano 2,7016 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito Agricultural machinery, unsccefield {CH}| production | Alloc Def, U che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,0077 kg riferiti all'unità funzionale. In questa prima fase di vita dell'impianto i volumi idrici erogati sono minori rispetto alla fase a regime, infatti, il valore di 500 m³ è un valore stimato che considera le esigenze della pianta in fase giovanile. Tale volume è da considerare interamente utilizzato in quanto oltre ad essere incorporato nei prodotti è consumato sia per traspirazione delle piante che per evaporazione del suolo. Avere un'efficienza del 90% del sistema irriguo significa che il 90% dei volumi irrigati vengono utilizzati per la crescita della biomassa. Il resto del 10% è perso per evaporazione e per infiltrazione negli strati profondi che comunque non corrispondono allo stesso bacino di prelievo. Ne risulta che il 100% dei volumi irrigati possono essere contabilizzati. Sia l'efficienza del sistema irriguo sia la gestione del sistema agricolo influiscono variando i volumi consumati. Per la modellazione è stata creata una voce di database ad hoc Water, lake, IT Basilicata che caratterizza la risorsa idrica prelevata da un corpo idrico superficiale. Riferendo i consumi all'unità funzionale ne deriva un valore considerato di 1,9378 m³. Le operazioni di lavorazione e gli apporti idrici sono stati ipotizzati identici nei primi 2 anni di vita dell'impianto. La fase di fertirrigazione ha come obiettivo l'apporto di 30 kg di nitrato al 34%. Per quanto riguarda il nitrato è stato inserito *Ammonium nitrate, as 100% (NH₄)(NO₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass* pari a 0,1162 kg per descrivere l'apporto del nutriente.

Tabella 34: input unità di processo "lavorazioni I-II anno di allevamento"

Lavorazioni I-II anno di allevamento		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per trinciatura	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0023	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def,	0,0077	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	2,7016	Mj
Irrigazione	Water, lake, IT Basilicata	1,9378	m ³
Fertilizzazione	Ammonium nitrate, as 100% (NH4)(NO3) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass	0,1162	kg

A seguito dei primi tre anni il sistema agricolo può definirsi a regime, quindi, con volumi irrigui medi e valori di produzione media ben definiti. Come già detto, per la modellazione del sistema agricolo, data la sua forte variabilità stagionale, in termini climatici, sono stati considerati valori mediati, infatti, la fase di produzione a regime, che ha una durata di 13 anni, oltre ad aver considerato le lavorazioni ripetute negli anni tiene conto di una produzione media di 21500 kg di prodotti/ettaro per anno mentre per quanto riguarda i volumi idrici computati si sono considerati 4000 m³/ettaro per stagione.

La gestione del cotico erboso, è effettuata con l'ausilio di un trattore e di una trinciatrice. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S*", considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 2 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,0276 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "*Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U*", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 2 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 20 l di diesel. Effettuando le medesime considerazioni già discusse risultano 32,4186 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatrice è stato inserito *Agricultural machinery, unsccefield {CH}|*

production | Alloc Def, U che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,0930 kg riferiti all'unità funzionale.

Nella fase a regime viene eseguita l'operazione di potatura; nel sistema agricolo oggetto di studio i residui di potatura vengono ridotti dimensionalmente attraverso la trinciatura e lasciati in campo. Per la rappresentazione di questo processo è stato richiamato dal database "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}*" | *production | Alloc Def, S*, considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 2 ore per ogni stagione ne deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,0276 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database "*Diesel, burned in building machine {GLO}*" | *processing | Alloc Def, U*", (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l'impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 2 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 20 l di diesel. Effettuando le medesime ipotesi già discusse risultano 32,4186 MJ sviluppati. Per considerare la trinciatura è stato inserito *Agricultural machinery, unsceci field {CH}*" | *production | Alloc Def, U* che è stato valutato considerando la vita utile dell'attrezzo di 1000 ore totali. Ne è derivato un valore di 0,0930 kg riferiti all'unità funzionale.

L'irrigazione prevede una distribuzione di 4000 m³/ha a stagione, questi volumi comprendono anche i volumi idrici utilizzati durante la fase di fertirrigazione. Nella modellazione, la fase di irrigazione, conteggia tutti i volumi misurati dal conta litri compresi i volumi erogati durante la fase di fertirrigazione. La modellazione di quest'ultima prevederà solo l'aggiunta di nutrienti.

Per la fase d'irrigazione è stata richiamata la voce di database *Water, lake, IT Basilicata* che caratterizza la risorsa idrica prelevata da un corpo idrico superficiale. Considerando che in una stagione media vengono prodotte 21,5 tonnellate di frutta risultano 186,0465 m³ di acqua da allocare all'unità funzionale.

La fase di fertirrigazione ha come obiettivo l'apporto di 70 kg di Azoto, 40 kg di Fosforo e 70 kg di Potassio. Per quanto riguarda il nitrato è stato inserito *Ammonium nitrate, as 100% (NH4)(NO3) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass* pari a 3,2558 kg per descrivere l'apporto del nutriente.

Phospata fertiliser, as P2O5 {GLO} | market for | Alloc Def, S pari a 1,8604 kg è stato inserito per considerare l'apporto di anidride fosforica, mentre, *Potassium chloride, as K2O {GLO} | market for | Alloc Def, S* pari a 3,2558 kg è stato inserito per considerare l'apporto di ossido di potassio.

Per la difesa fitosanitaria delle piante, è stato considerato un trattore per 15 ore quindi si inserisce da database SimaPro, "*Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}*" | *production | Alloc Def, S*, considerando che nella fase d'inventario si è stabilito che detta operazione ha una durata per ettaro di 15 ore per ogni stagione ne

deriva un valore pesato sulla produzione totale di 0,2093 kg. Tale valore è stato determinato considerando una vita utile del mezzo di 10.000 ore; tale durata è stata reperita da dati di letteratura. Per il consumo di Diesel, è stato richiamato dal database “*Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U*”, (questa voce di database è stata modificata in quanto è stata eliminato l’impatto dovuto alla costruzione della macchina) considerando il consumo orario medio di 10 l/h e considerando 15 ore a stagione per la lavorazione di un ettaro risultano consumati 150 l di diesel. Effettuando le medesime considerazioni già discusse risultano 243,1395 MJ sviluppati.

Per quanto riguarda l’irroratrice semovente si inserisce *Agricultural machinery, unspecified {GLO}| production | Alloc Def, U* sapendo che ha una vita utile di 2000 ore e pesa 2000 kg risulta che $2000 \text{ (peso atomizzatore)} \times 15 \text{ (ore)} / 2000 \text{ (ore)} = 15 \text{ kg}$ dividendo per 880 t risulta 0,6977 kg.

Per quel che concerne i pesticidi per la difesa delle piante, risultano per ogni stagione consumati 20 kg di prodotto per ettaro. Ne deriva un quantitativo di 0,9375 kg riferito all’unità funzionale. Per la Modellazione di detta input richiamo dal database *Pesticide, unspecified {GLO}| market for | Alloc Def, S*.

L’operazione di raccolta viene eseguita con l’ausilio di un trattore e rimorchio. Tale operazione prevede una durata di 25 ore ad ettaro. L’inserimento di *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S* pari 0,3516 kg tiene in debito conto dell’utilizzo del trattore mentre l’inserimento di *Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U* pari a 1,4535 kg considera l’utilizzo del rimorchio. Per quanto riguarda l’utilizzo del carburante è stato inserito *Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U* pari a 405,2325 MJ.

Tabella 35: input unità di processo “lavorazioni a regime”

Lavorazioni a regime		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per trinciatura erboso	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0276	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def,	0,0930	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	34,4186	Mj
Trattore per trinciatura	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0276	kg
Attrezzo agricolo per trinciatura	Agricultural machinery,	0,0930	kg

	unspecified {CH} production Alloc Def, S		
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	32,4186	Mj
Irrigazione	Water, lake, IT Basilicata	186,0465	m ³
Nitrato	Ammonium nitrate, as 100% (NH ₄)(NO ₃) (NPK 35-0-0), at plant/RER Mass	3,2558	kg
Ossido di potassio	Potassium chloride, as K ₂ O {GLO} market for Alloc Def, S	1,8604	kg
Anidride fosforica	Phospata fertiliser, as P ₂ O ₅ {GLO} market for Alloc Def, S	3,2558	kg
Trattore per trattamenti	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,2093	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	243,1395	Mj
Atomizzatore	Agricultural machinery, unspecified {CH} production Alloc Def, S	0,6977	kg
Pesticida	Pesticide, unspecified {GLO} market for Alloc Def, U	0,9375	kg
Trattore per raccolta	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,3516	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	1,4535	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	405,2325	Mj

I prodotti raccolti vengono trasportati presso i centri di vendita all'ingrosso, ne consegue un trasporto di 100 km che include sia il viaggio di andata sia quello di ritorno. Per inserire questa fase nel modello è stata considerato *Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {RoW}| transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 | Alloc Rec, U* con un tkm pari a 100.

Tabella 36: input unità di processo “trasporti prodotti”

<i>trasporto prodotti</i>		<i>Quantità</i>	<i>u.m.</i>
		<i>Fisica</i>	
<i>Trasporto prodotti</i>	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO3 {GLO} Alloc Rec, U	100	tkm

Come già descritto la vita utile media di un pescheto è di 15 anni, ne deriva che a seguito della vita utile sono necessarie una serie di operazioni utili a riportare il sito alle condizioni precedenti alla realizzazione dell'impianto frutticolo. La dismissione dell'impianto irriguo è stata considerata con l'ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 20 ore ettaro è stato inserito *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S* pari a 0,0232 e per il combustibile *Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U* pari 27,0155 MJ. Il rimorchio è stato modellato *Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U* pari a 0,0969 kg.

L'operazione di smaltimento di tutte le opere di sostegno realizzate durante la fase di impianto è stata considerata con l'ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 10 ore ettaro è stato inserito *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S* pari a 0,0116 e per il combustibile *Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U* pari 13,5077 MJ. Il rimorchio è stato modellato *Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U* pari a 0,0484 kg.

L'operazione di smaltimento di tutte le piante è stata considerata con l'ausilio di un trattore e di un rimorchio. Per considerare il peso del trattore per la durata di 10 ore ettaro è stato inserito *Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW}| production | Alloc Def, S* pari a 0,0116 e per il combustibile *Diesel, burned in building machine {GLO}| processing | Alloc Def, U* pari 13,5077 MJ. Il rimorchio è stato modellato *Agricultural trailer {RoW}| production | Alloc Def, U* pari a 0,0484 kg.

Durante la fase di dismissione dell'impianto frutticolo si ipotizza l'utilizzo di una motosega per ridurre la dimensione delle piante e successivamente una ulteriore riduzione dimensionale per un eventuale riutilizzo del legno.

Per considerare l'utilizzo della motosega è stato in inserito *Power saw, with catalytic converter {RER}| production | Alloc Def, U* 0,008. Calcolando che ogni pianta sviluppa circa 0,0981 m³ in volume di legna e sapendo che in un ettaro sono presenti 400 piante si riesce ad allocare la macchina utilizzata per ridurre ulteriormente la dimensione della biomassa. Conoscendo la portata di 15 m³/ora della macchina utilizzata si utilizza la voce *Chipper, stationary, electric {RoW}| production | Alloc Rec, U* pari a 0,000008 p con un consumo elettrico rapportato all'unità funzionale pari a 0,1744 kWh.

Tabella 37: input unità di processo "disimpianto"

Disimpianto		Quantità	u.m.
		Fisica	
Trattore per dismissione impianto irriguo	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0232	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,0969	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	27,0155	Mj
Trattore per dismissione opere di sostegno	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0116	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,0484	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	13,5077	Mj
Trattore per dismissione delle piante	Tractor, 4-wheel, agricultural {RoW} production Alloc Def, S	0,0116	kg
Rimorchio	Agricultural trailer {RoW} production Alloc Def, U	0,0484	kg
Consumo diesel	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	13,5077	Mj
Motosega	Power saw, with catalytic converter {RER} production Alloc Def, U	0,0080	p
Riduzione dimensionale legno	Chipper, stationary, electric {RoW} production Alloc Rec, U	0,000008	p
Energia elettrica	Electricity, medium voltage {IT} electricity voltage transformation from high to medium voltage Conseq, U	0,1744	KWh

A seguito della dismissione dell'impianto i materiali utilizzati in fase di realizzazione dovranno essere smaltiti, ne risulta che un'analisi di ciclo vita deve tenere in debito conto tale scenario.

A seguito dei 15 anni di vita utile dell'impianto frutticolo sarà necessario smaltire i materiali in cemento, i fili di ferro e l'impianto d'irrigazione. Per quanto riguarda lo smaltimento sono state fatte ipotesi che

simulano quelle che potranno essere le scelte effettuate in fase di smaltimento dell'impianto frutticolo. La gestione del filo di ferro è ipotizzata considerando un 50% in peso smaltito in discarica e un 50% portato a riciclo. Sono stati inseriti i processi *Steel and iron (waste treatment) {GLO}| recycling of steel and iron | Alloc Def, U* e *Municipal solid waste {CH}| treatment of, sanitary landfill | Alloc Def, U*. Le stesse ipotesi sono state fatte sia per i sostegni in cemento che per l'impianto irriguo. *Waste reinforced concrete {CH}| treatment of, recycling | Alloc Def, U* e *Inert waste, for final disposal {RoW}| treatment of inert waste, inert material landfill | Alloc Def, U* rappresentano rispettivamente il riciclaggio e lo smaltimento in discarica dei blocchi in cemento.

Per l'impianto d'irrigazione composto da più materiali è stato ipotizzato il medesimo scenario di smaltimento, infatti *Waste polyvinylchloride {CH}| treatment of, sanitary landfill | Alloc Rec, U* e *PVC (waste treatment) {GLO}| recycling of PVC | Alloc Def, U* descrive lo smaltimento del PVC mentre *Waste polyethylene {CH}| treatment of, sanitary landfill | Alloc Rec, U* e *PE (waste treatment) {GLO}| recycling of PE | Alloc Def, U* descrivono lo smaltimento del PE.

4. ANALISI DEGLI IMPATTI

4.1. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio

Le informazioni ottenute dall'analisi d'inventario costituiscono la base di partenza per valutazioni di tipo ambientale a cui è dedicata la terza fase di un LCA definita Life cycle impact assessment. L'analisi degli impatti ha lo scopo di evidenziare l'entità delle modificazioni ambientali che si generano a seguito dei rilasci nell'ambiente e del consumo di risorse associate alla produzione degli prodotti considerati. Per quanto riguarda la definizione delle categorie d'impatto in accordo con la

ISO 14040 e ISO 14044 per definire una analisi d'impatto completa saranno scelte diverse categorie d'impatto, infatti, il risultato dell'analisi sarà costituito da un profilo di indicatori di categorie d'impatto.

Con la definizione dell'analisi si espliciteranno i potenziali impatti ambientali.

Il principio generale, nella scelta delle metodologie di valutazione da adottare, è stato quello di considerare gli impatti che maggiormente potevano rappresentare il sistema in esame. Gli impatti e le metodologie di calcolo considerate sono le seguenti:

Tabella 38: Categorie d'impatto considerate

<i>Categoria d'impatto</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Unita di misura</i>
Climate change	IPCC 2013 Global Warming potential	kg di CO ₂ eq
Acidificazione	CLM 2001	kg di SO ₂
Ecotossicità	Usetox	CTUe (cumulate toxic Units)
Eutrofizzazione	RECIPE	kg di P eq
Water Scarcity	Pfister	m ³

La prima categoria d'impatto presa in considerazione è stata quella legata ai Cambiamenti Climatici. L'analisi è stata eseguita considerando la metodologia IPCC 2013 Global Warming potential.

L'acidificazione, espressa in kg di SO₂ equivalente è stata presa in considerazione attraverso la metodologia CLM 2001. L'impatto è stato utilizzato per verificare l'influenza potenziale delle lavorazioni e dei trasporti.

Ulteriore impatto considerato nel presente studio è quello legato all'eutrofizzazione. La definizione dell'indicatore midpoint di eutrofizzazione (in kg di P equivalenti) è stata effettuata attraverso la metodologia RECIPE. L'eutrofizzazione è stata presa in considerazione in quanto nel sistema oggetto di studio vengono utilizzati fertilizzanti chimici che apportano considerevoli quantitativi di nutrienti che risultano essere fra le principali cause potenziali del problema ambientale. Questa rappresenta la diminuzione di biodiversità nell'acqua dolce a causa dell'eutrofizzazione dovuta all'immissione di nutrienti nell'aria, nell'acqua e nel suolo.

Altro metodo utilizzato è quello della Water Scarcity. Questo è stato preso in considerazione per verificare come l'unità funzionale influisce sulla disponibilità idrica. Il metodo utilizzato è basato sulla pubblicazione: Pfister, S.; Koehler, A.; Hellweg, S. (2009). Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA. Con questa metodologia si definisce la scarsità idrica in termini m^3 equivalenti.

Detta metodologia è stata adattata al caso studio in quanto è stato utilizzato un indice di scarsità specifico dell'area in cui è stato eseguito lo studio.

L'ultimo impatto considerato è quello legato all'ecotossicità che è stato determinato con la metodologia Usetox.

L'ecotossicità, espressa in CTU (Cumulate Toxic Units), quantifica il potenziale impatto sugli ecosistemi a causa dei potenziali inquinanti nell'aria, nell'acqua, e nel suolo. Tale metodologia è stata considerata in quanto applicata in numerosi studi:

Resource consumption and environmental Impacts of the Agrofood Sector: Life Cycle Assessment of Italian Citrus-Based Products. J Env Manage, 43, 291-300.

Berger, M., Finkbeiner, M., 2010. Water Footprinting: How to Address Water Use in Life Cycle Assessment?. Sust. 2(4), 919-944.

Beccali, M., Cellura, M., Iudicello, M., Mistretta, M., 2008. Resource consumption and environmental Impacts of the Agrofood Sector: Life Cycle Assessment of Italian Citrus-Based Products. J Env Manage, 43, 291-300.

5. INTERPRETAZIONE DEL CICLO VITA

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi degli impatti effettuata per ogni prodotto oggetto del presente lavoro.

5.1. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio (melo)



Per quanto riguarda il Melo il Global Warming potential, l'acidificazione, l'ecotossicità, la freshwater eutrophication e la water scarcity riferiti all'unità funzionale (1 tonnellata) hanno dato i seguenti risultati:

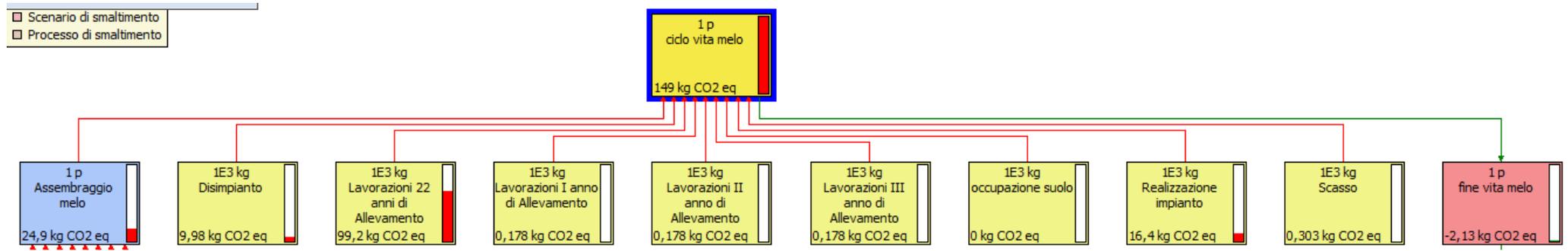


Figura 46: Global Warming potential di una tonnellata di mele

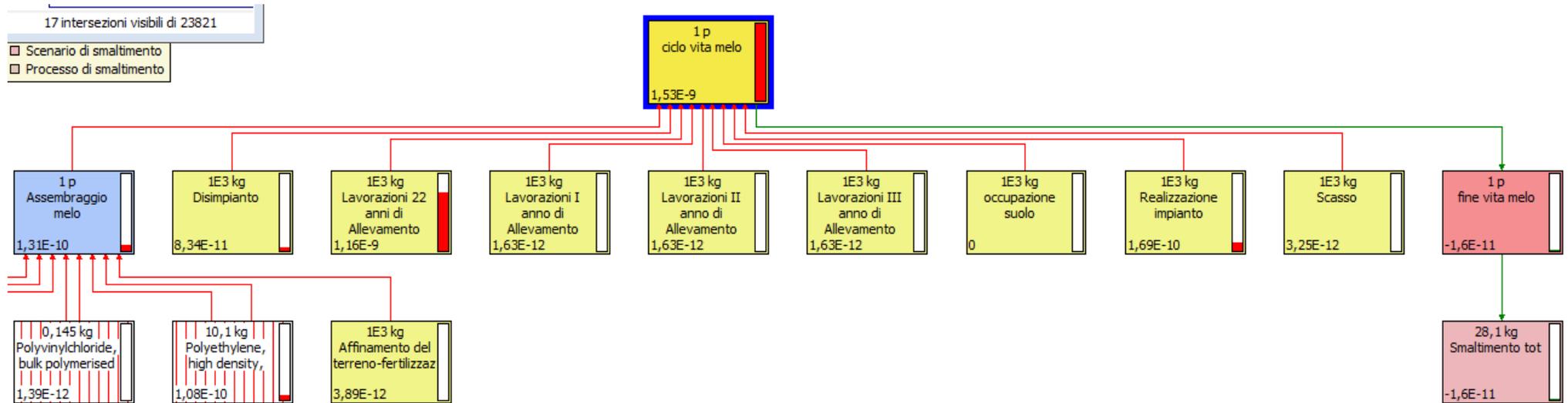


Figura 47: Acidification di una tonnellata di mele

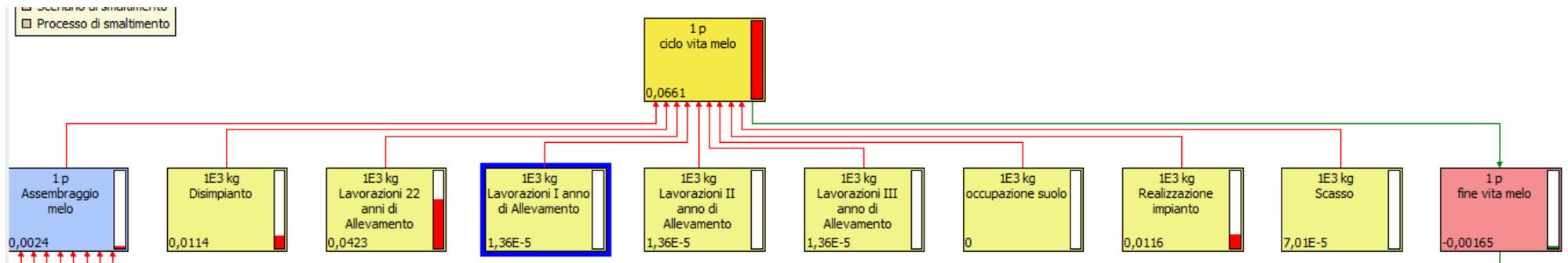


Figura 48: Freshwater eutrophication di una tonnellata di mele

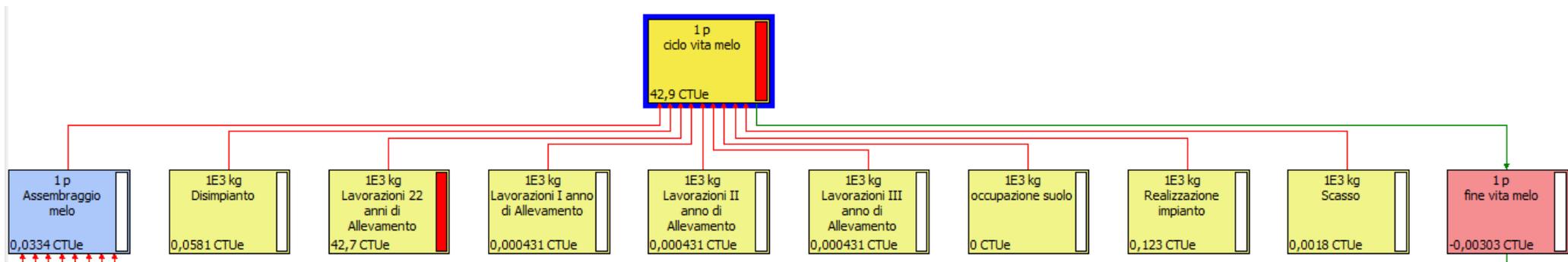


Figura 49: Ecotoxicity di una tonnellata di mele

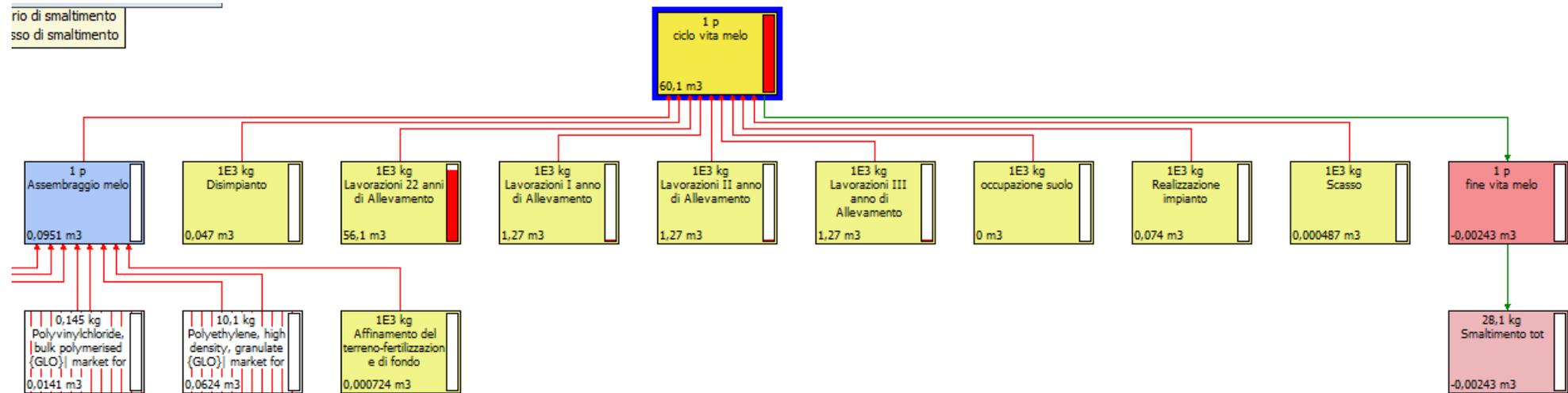


Figura 50: Water scarcity di una tonnellata di mele



5.2. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio (olivo)

Per quanto riguarda l'olivo il Global Warming potential, l'acidificazione, l'ecotossicità, la freshwater eutrophication e la water scarcity riferiti all'unità funzionale (1 tonnellata) hanno dato i seguenti risultati:

■ Scenario di smaltimento
■ Processo di smaltimento

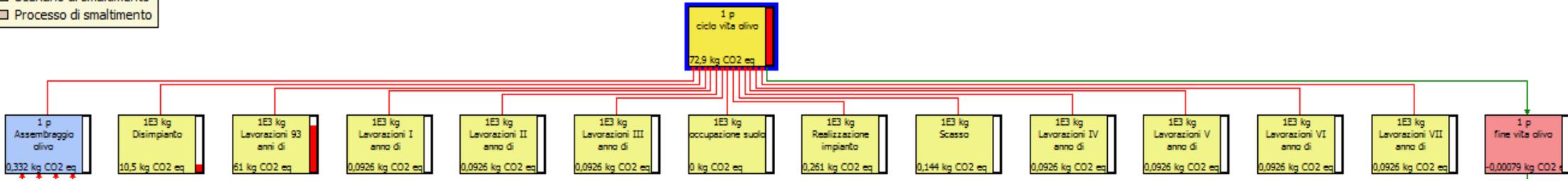


Figura 51: Global Warming potential di una tonnellata di olive

■ Processo di smaltimento

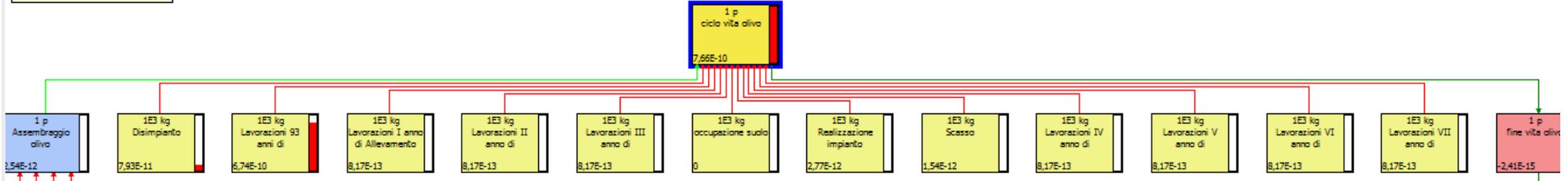


Figura 52: Acidification di una tonnellata di olive

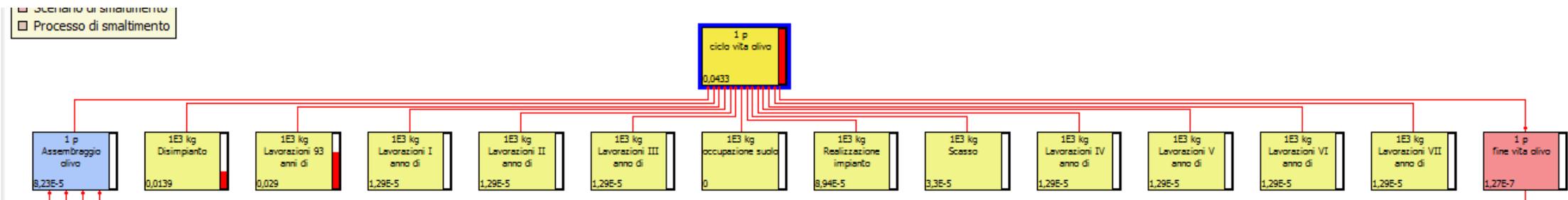


Figura 53 Freshwater eutrophication di una tonnellata di olive

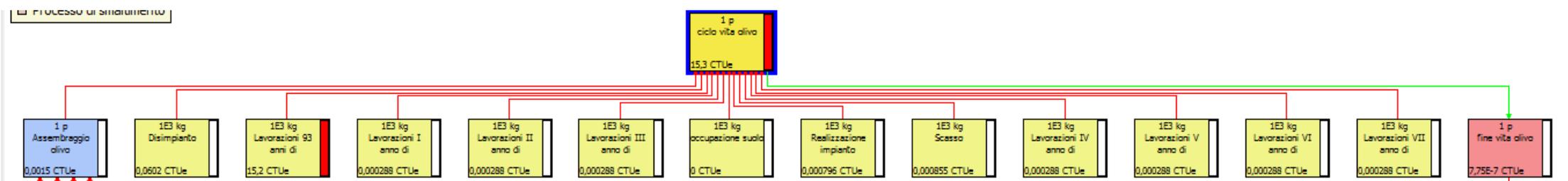


Figura 54: Ecotoxicity di una tonnellata di olive

Scenario di smarrimento
 Processo di smaltimento

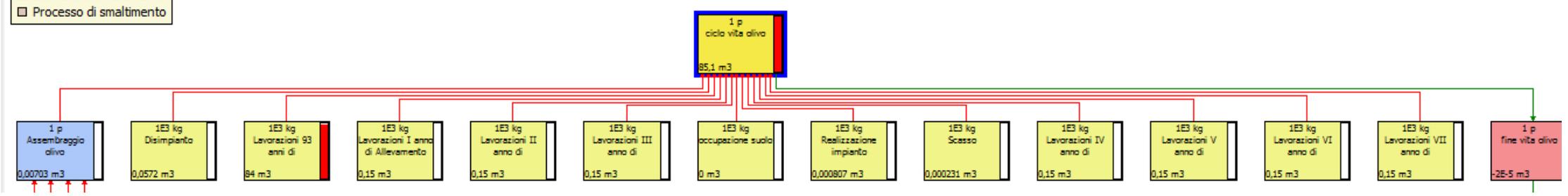


Figura 55: Water scarcity di una tonnellata di olive

5.3. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio (mandorlo)

Per quanto riguarda il mandorlo il Global Warming potential, l'acidificazione, l'ecotossicità, la freshwater eutrophication e la water scarcity riferiti all'unità funzionale (1 tonnellata) hanno dato i seguenti risultati:

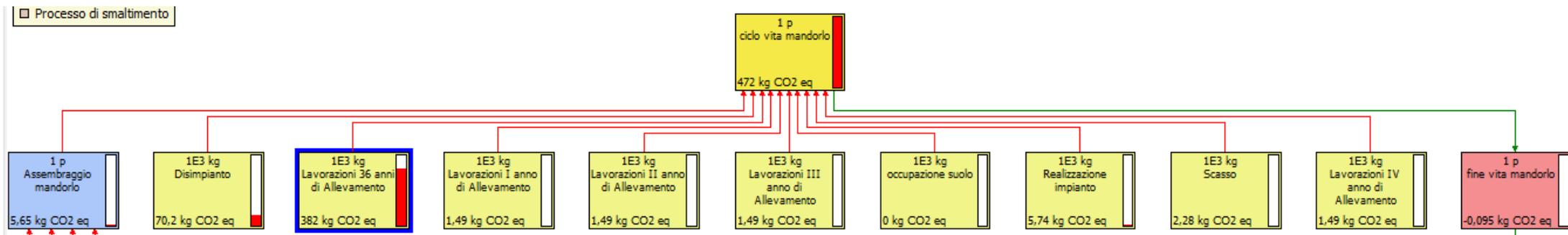


Figura 56: Global Warming potential di una tonnellata di mandorle

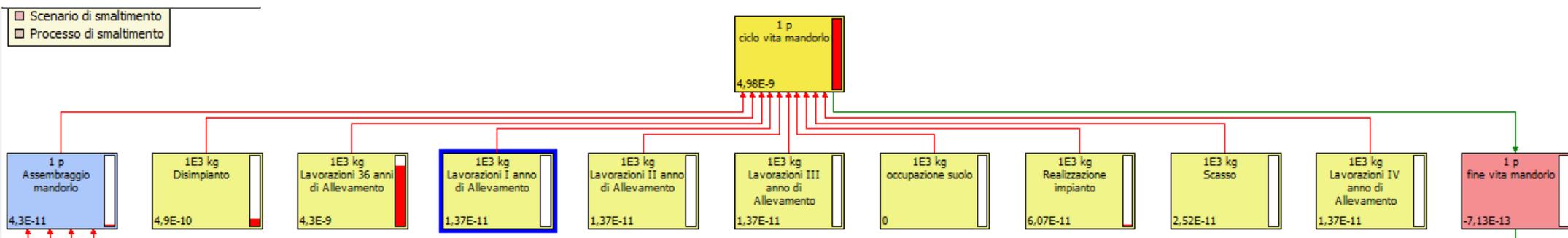


Figura 57: Acidification di una tonnellata di mandorle

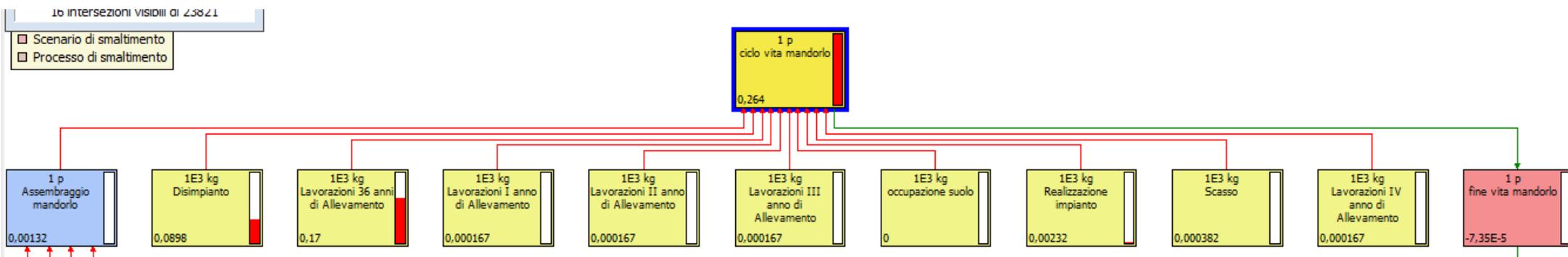


Figura 10: Freshwater eutrophication di una tonnellata di mandorle

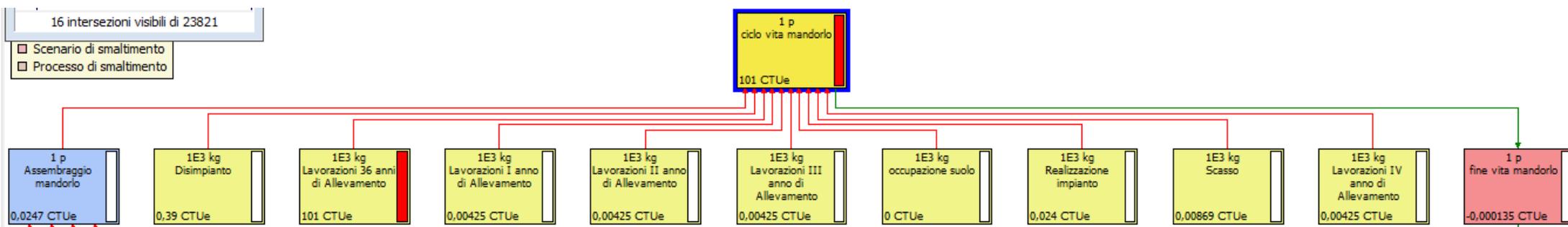


Figura 59: Ecotoxicity di una tonnellata di mandorle

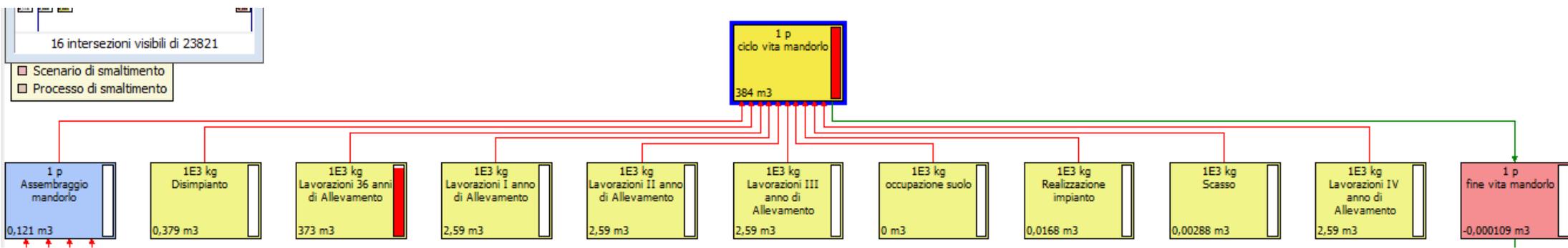


Figura 60: Water scarcity di una tonnellata di mandorle

5.4. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio (arancio)

Per quanto riguarda l'arancio il Global Warming potential, l'acidificazione, l'ecotossicità, la freshwater eutrophication e la water scarcity riferiti all'unità funzionale (1 tonnellata) hanno dato i seguenti risultati:

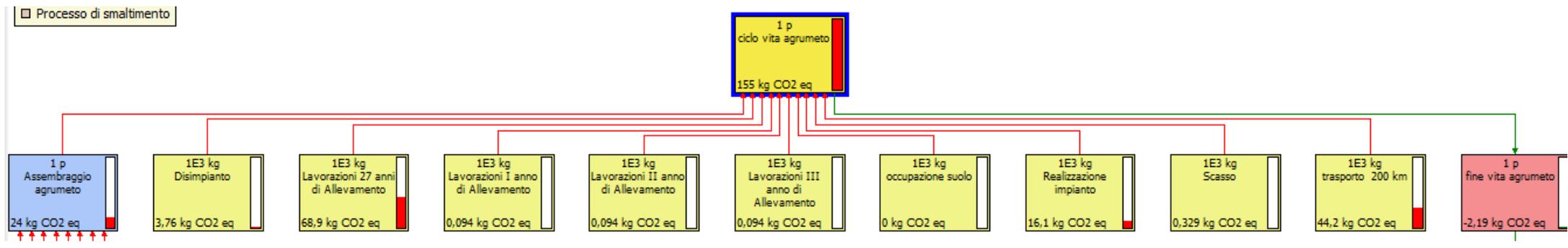


Figura 61: Global Warming potential di una tonnellata di arance

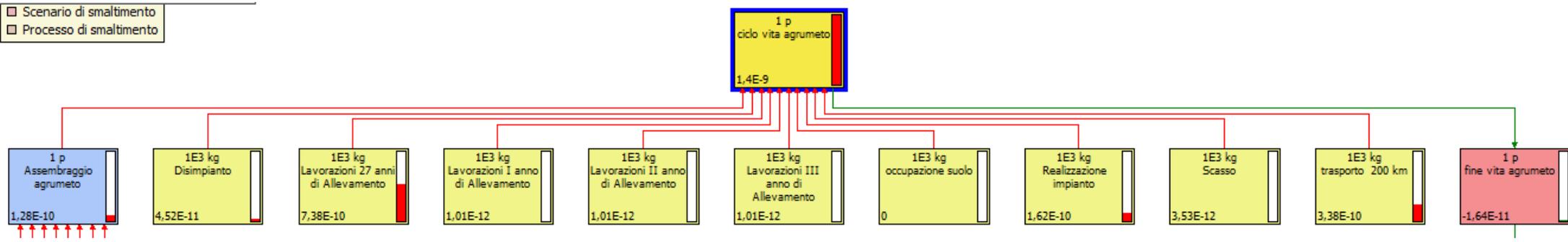


Figura 62: Acidification di una tonnellata di arance

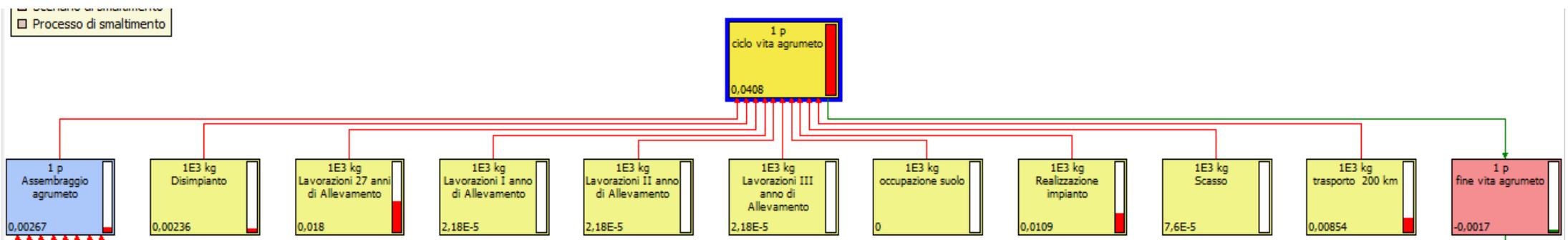


Figura 63: Freshwater eutrophication di una tonnellata di arance

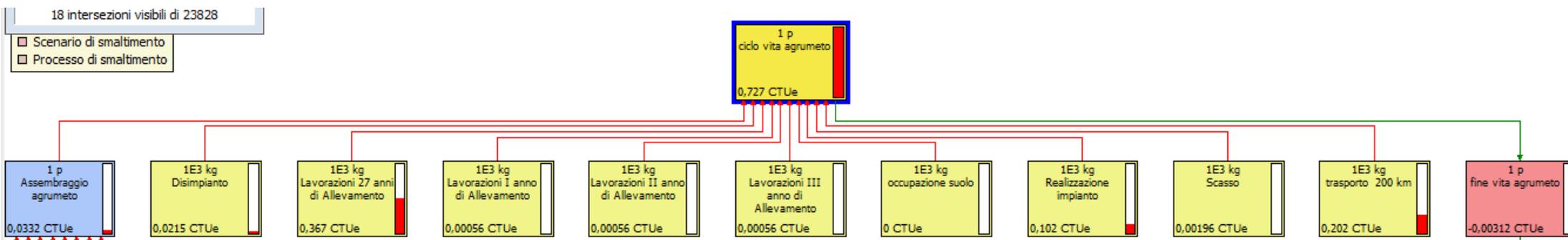


Figura 64: Ecotoxicity di una tonnellata di arance

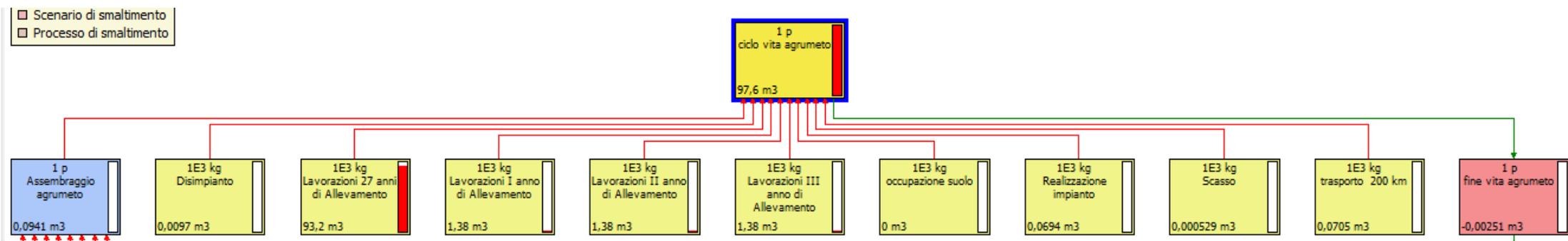


Figura 65: Water scarcity di una tonnellata di arance

5.5. Procedure della LCIA, calcoli e risultati dello studio (pesco)

Per quanto riguarda il Pesco il Global Warming potential, l'acidificazione, l'ecotossicità, la freshwater eutrophication e la water scarcity riferiti all'unità funzionale (1 tonnellata di prodotto commercializzato) hanno dato i seguenti risultati:

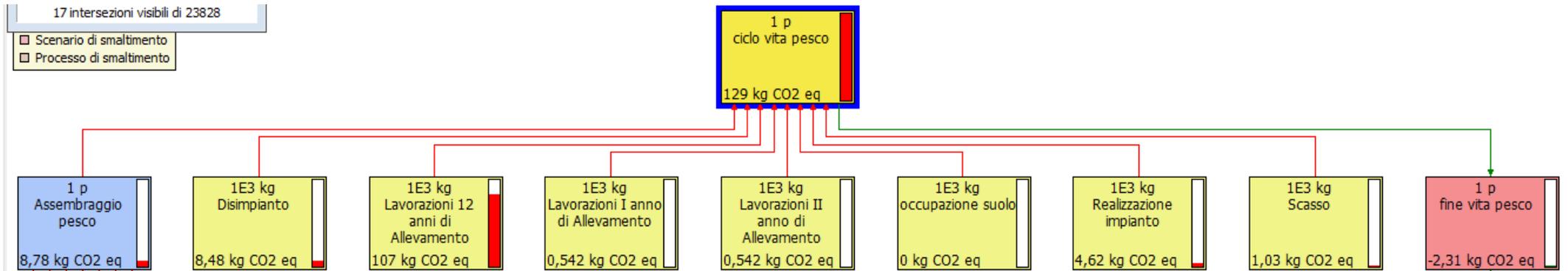


Figura 66: Global Warming potential di una tonnellata di pesche

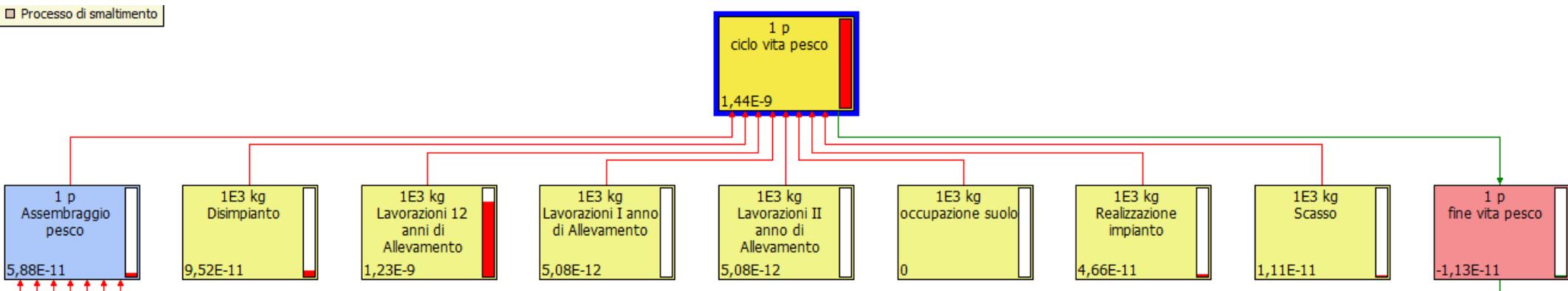


Figura 67: Acidification di una tonnellata di pesche

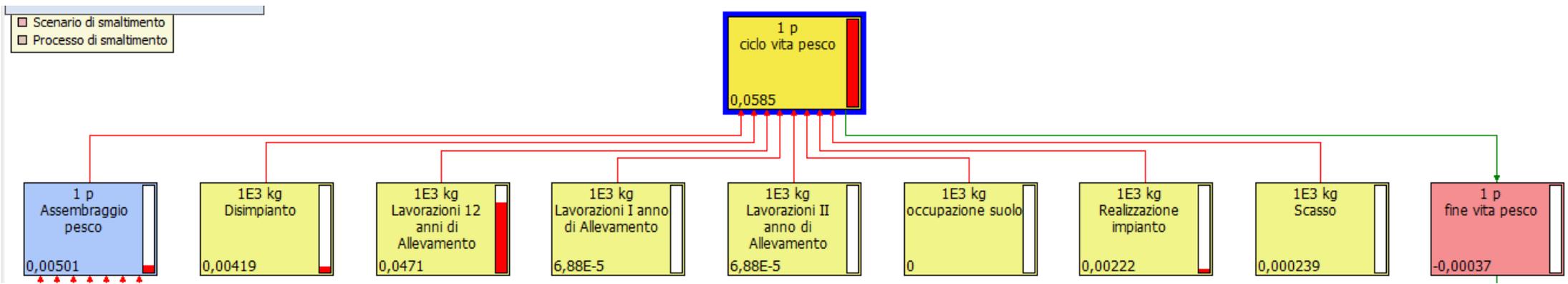


Figura 68: Freshwater eutrophication di una tonnellata di pesche

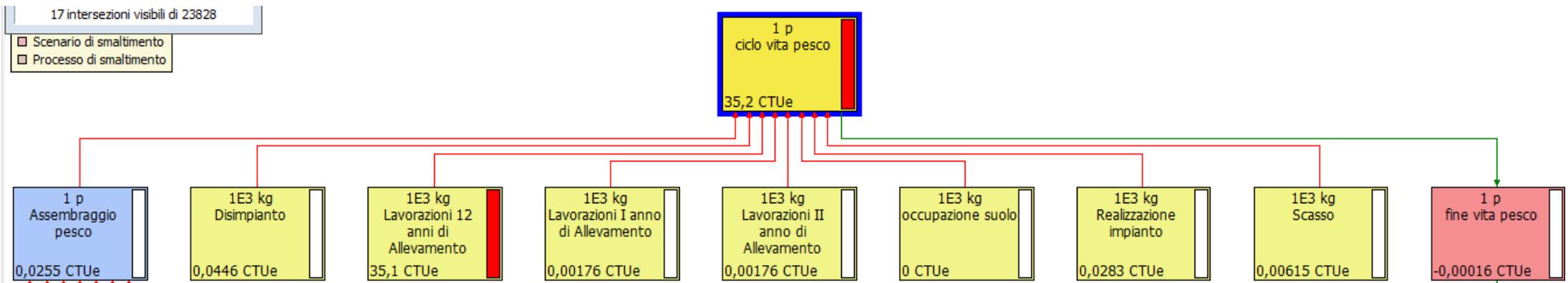


Figura 69: Ecotoxicity di una tonnellata di pesche

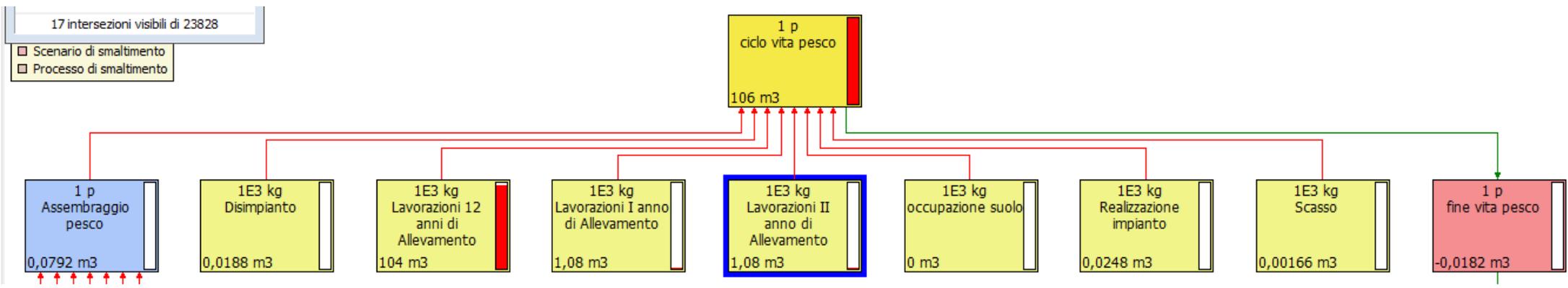


Figura 70: Water scarcity di una tonnellata di pesche

6. RISULTATI

I diagrammi ottenuti all'interno dell'interpretazione del ciclo vita mostrano la schematizzazione dei processi, da cui si evince il loro peso in termini di impatto e in particolare il GLOBAL WARMING POTENTIAL è espresso in m³ eq, l' ACIDIFICATION è espressa in kg SO₂ eq, la FRESHWATER EUTROPHICATION è espressa in kg P eq, la ECOTOXICITY espressa in CTU eq e la WATER SCARCITY espressa in m³ eq. Di seguito le tabelle riassuntive dei vari prodotti considerati:

Tabella 39: risultati analisi LCA melo

IMPATTO	Unità	Totale	Fase di preparazione	Realizzazione e impianto	Lavorazioni allevamento	Lavorazioni a regime	Distribuzione	Disimpianto	Fine vita
GLOBAL WARMING POTENTIAL	kg CO2 eq	149	0,303	16,4	0,534	99,2	24,9	9,98	-2,15
ACIDIFICATION	kg SO2 eq	1,53E-09	3,25E-12	1,69E-10	1,16E-09	1,53E-09	1,31E-10	8,34E-11	-1,60E-11
FRESHWATER EUTROPHICATION	kg P eq	0,0661	0,0000701	0,0116	0,0000495	0,0423	0,0024	0,0114	-0,00165
ECOTOXICITY	CTU eq	42,9	0,0018	0,123	0,00129	42,9	0,0334	0,0581	-0,00303
WATER SCARCITY	m ³ eq	60,1	0,000487	0,074	3,81	56,1	0,0951	0,047	-0,0243

Tabella 40: risultati analisi LCA olivo

IMPATTO	Unità	Totale	Fase di preparazione	Realizzazione e impianto	Lavorazioni allevamento	Lavorazioni a regime	Distribuzione	Disimpianto	Fine vita
GLOBAL WARMING POTENTIAL	kg CO2 eq	72,900	0,144	0,261	0,648	61,000	0,332	10,500	-0,00079
ACIDIFICATION	kg SO2 eq	7,66E-10	1,54E-12	2,77E-12	5,72E-12	6,74E-10	2,54E-12	7,93E-11	-2,41E-15
FRESHWATER EUTROPHICATION	kg P eq	0,0433	0,000033	0,000089	0,0000903	0,029	0,0000823	0,0139	-0,000000127
ECOTOXICITY	CTU eq	15,3	0,000855	0,000796	0,002	15,2	0,0334	0,0015	-0,000000775
WATER SCARCITY	m ³ eq	85,1	0,000231	0,000807	1,05	84	0,00703	0,0572	-0,00002

Tabella 41: risultati analisi LCA mandorlo

IMPATTO	Unità	Totale	Fase di preparazione	Realizzazione e impianto	Lavorazioni allevamento	Lavorazioni a regime	Distribuzione	Disimpianto	Fine vita
GLOBAL WARMING POTENTIAL	kg CO2 eq	472,000	2,280	5,740	4,470	382,000	5,650	70,200	-0,09500
ACIDIFICATION	kg SO2 eq	4,98E-09	2,52E-11	6,07E-11	4,11E-11	4,30E-09	4,30E-11	4,90E-10	-7,13E-13
FRESHWATER EUTROPHICATION	kg P eq	0,264	0,000382	0,00232	0,000501	0,17	0,00132	0,0898	-0,0000735
ECOTOXICITY	CTU eq	101	0,00869	0,024	0,1275	101	0,0247	0,39	-0,000135
WATER SCARCITY	m ³ eq	384	0,00288	0,0168	7,77	373	0,121	0,379	-0,000109

Tabella 42: risultati analisi LCA arancio

IMPATTO	Unità	Totale	Fase di preparazione	Realizzazione e impianto	Lavorazioni allevamento	Lavorazioni a regime	Distribuzione	Disimpianto	Fine vita
GLOBAL WARMING POTENTIAL	kg CO2 eq	155,000	0,329	16,100	0,282	68,900	24,000	3,760	-2,19000
ACIDIFICATION	kg SO2 eq	1,40E-09	3,53E-12	1,62E-10	3,03E-12	7,38E-10	3,38E-10	4,52E-11	-1,64E-11
FRESHWATER EUTROPHICATION	kg P eq	0,0408	0,000076	0,0109	0,0000658	0,018	0,00267	0,00236	-0,0017
ECOTOXICITY	CTU eq	0,727	0,00196	0,102	0,00168	0,367	0,0332	0,0215	-0,00312
WATER SCARCITY	m ³ eq	97,6	0,000529	0,0694	4,14	93,2	0,0941	0,0097	-0,00251

Tabella 43: risultati analisi LCA pesco

IMPATTO	Unità	Totale	Fase di preparazione	Realizzazione e impianto	Lavorazioni allevamento	Lavorazioni a regime	Distribuzione	Disimpianto	Fine vita
GLOBAL WARMING POTENTIAL	kg CO2 eq	129,000	1,030	4,620	1,084	107,000	8,780	8,480	-2,31000
ACIDIFICATION	kg SO2 eq	1,44E-09	1,11E-11	4,66E-11	1,02E-13	1,29E-09	5,88E-11	9,52E-11	-1,13E-11
FRESHWATER EUTROPHICATION	kg P eq	0,0585	0,000239	0,00222	0,000138	0,0471	0,00501	0,00501	-0,00037
ECOTOXICITY	CTU eq	35,2	0,00615	0,0283	0,00352	35,1	0,0255	0,0446	-0,00016
WATER SCARCITY	m ³ eq	106	0,00166	0,0248	2,16	104	0,0792	0,0188	-0,0182

I risultati ottenuti sono riferiti all'unità funzionale 1 tonnellata di prodotto commercializzato. Da questi si evince come la fase legata alla produzione sia quella che maggiormente influisce sugli impatti. In particolare si evince come gli input del sistema (fertilizzanti, pesticidi, combustibile, strutture, ecc) influiscono in termini d'impatto.

Di seguito una tabella riepilogativa che riassume il totale delle singole categorie di impatto per categoria di frutteto:

Tabella 44: Tabella riepilogativa analici LCA per le categorie di frutteti riferite all'unità funzionale (1 tonnellata di prodotto commercializzato)

CATEGORIA FRUTTETO	GLOBAL WARMING POTENTIAL - GWP [Kg CO2 eq]	ACIDIFICATION [kg SO2 eq]	FRESHWATER EUTROPHICATION [kg P eq]	ECOTOXICITY [CTU eq]	WATER SCARCITY [m3 eq]
Melo	149	1,53E-09	0,0661	42,9	60,1
Olivo	72,900	7,66E-10	0,0433	15,3	85,1
Mandorlo	472,000	4,98E-09	0,264	101	384
Arancio	155,000	1,40E-09	0,0408	0,727	97,6
Pesco	129,000	1,44E-09	0,0585	35,2	106

Tabella 45: Tabella riepilogativa GWP per le categorie di frutteti riferite ad 1 ha

CATEGORIA FRUTTETO	GLOBAL WARMING POTENTIAL - GWP [Kg CO₂ eq t⁻¹]	Produzione [t ha⁻¹]	GLOBAL WARMING POTENTIAL - GWP [Kg CO₂ eq ha⁻¹]
Melo	149,00	40,00	5.960,00
Olivo	72,90	15,00	1.093,50
Mandorlo	472,00	3,00	1.416,00
Arancio	155,00	9,42	1.460,10
Pesco	129,00	10,50	1.354,50

La Tabella 45 evidenzia come il melo sia la tipologia di frutteto più impattante in termini di GWP [kg CO₂ eq ha⁻¹]. Questo risultato è legato principalmente all'elevato numero di lavorazioni in campo (lavorazione del terreno, potatura, applicazione di fertilizzanti, applicazione di pesticidi, irrigazione, raccolta, ecc.) che vengono applicate per la produzione del melo. Il numero di lavorazioni invece risulta essere più basso, tra le categorie di frutteti analizzate, per l'olivo che risulta essere la tipologia meno impattante in termini di GWP [kg CO₂ eq ha⁻¹].

RESULTS

The diagrams obtained within the interpretation of the life cycle explain the process schematization, showing their weight in terms of impact and in particular the GLOBAL WARMING POTENTIAL is expressed in m3 eq, the ACIDIFICATION is expressed in kg SO₂ eq, FRESHWATER EUTROPHICATION is expressed in kg P eq, ECOTOXICITY expressed in CTU eq and WATER SCARCITY expressed in m3 eq.

The tables below summarize the various products considered:

Tabella 46: Results of the apple LCA

IMPACT	Unit of measurement	Total	Preparation phase	Plant construction	Practices - establishment stage	Practices - mature stage	Distribution/selling stage	Removal	End of life
GLOBAL WARMING POTENTIAL	kg CO2 eq	149	0,303	16,4	0,534	99,2	24,9	9,98	-2,15
ACIDIFICATION	kg SO2 eq	1,53E-09	3,25E-12	1,69E-10	1,16E-09	1,53E-09	1,31E-10	8,34E-11	-1,60E-11
FRESHWATER EUTROPHICATION	kg P eq	0,0661	0,0000701	0,0116	0,0000495	0,0423	0,0024	0,0114	-0,00165
ECOTOXICITY	CTU eq	42,9	0,0018	0,123	0,00129	42,9	0,0334	0,0581	-0,00303
WATER SCARCITY	m ³ eq	60,1	0,000487	0,074	3,81	56,1	0,0951	0,047	-0,0243

Tabella 47: Results of the olive LCA

IMPACT	Unit of measurement	Total	Preparation phase	Plant construction	Practices - establishment stage	Practices - mature stage	Distribution/selling stage	Removal	End of life
GLOBAL WARMING POTENTIAL	kg CO2 eq	7,29E+01	1,44E-01	2,61E-01	6,48E-01	6,10E+01	3,32E-01	1,05E+01	-7,90E-04
ACIDIFICATION	kg SO2 eq	7,66E-10	1,54E-12	2,77E-12	5,72E-12	6,74E-10	2,54E-12	7,93E-11	-2,41E-15
FRESHWATER EUTROPHICATION	kg P eq	0,0433	0,000033	0,000089	0,0000903	0,029	0,0000823	0,0139	-0,000000127
ECOTOXICITY	CTU eq	15,3	0,000855	0,000796	0,002	15,2	0,0334	0,0015	-0,000000775
WATER SCARCITY	m ³ eq	85,1	0,000231	0,000807	1,05	84	0,00703	0,0572	-0,00002

Tabella 48: Results of the almond LCA

IMPACT	Unit of measurement	Total	Preparation phase	Plant construction	Practices - establishment stage	Practices - mature stage	Distribution/selling stage	Removal	End of life
GLOBAL WARMING POTENTIAL	kg CO2 eq	472,000	2,280	5,740	4,470	382,000	5,650	70,200	-0,09500
ACIDIFICATION	kg SO2 eq	4,98E-09	2,52E-11	6,07E-11	4,11E-11	4,30E-09	4,30E-11	4,90E-10	-7,13E-13
FRESHWATER EUTROPHICATION	kg P eq	0,264	0,000382	0,00232	0,000501	0,17	0,00132	0,0898	-0,0000735
ECOTOXICITY	CTU eq	101	0,00869	0,024	0,1275	101	0,0247	0,39	-0,000135
WATER SCARCITY	m ³ eq	384	0,00288	0,0168	7,77	373	0,121	0,379	-0,000109

Tabella 49: Results of the citrus LCA

IMPACT	Unit of measurement	Total	Preparation phase	Plant construction	Practices - establishment stage	Practices - mature stage	Distribution/selling stage	Removal	End of life
GLOBAL WARMING POTENTIAL	kg CO2 eq	155,000	0,329	16,100	0,282	68,900	24,000	3,760	-2,19000
ACIDIFICATION	kg SO2 eq	1,40E-09	3,53E-12	1,62E-10	3,03E-12	7,38E-10	3,38E-10	4,52E-11	-1,64E-11
FRESHWATER EUTROPHICATION	kg P eq	0,0408	0,000076	0,0109	0,0000658	0,018	0,00267	0,00236	-0,0017
ECOTOXICITY	CTU eq	0,727	0,00196	0,102	0,00168	0,367	0,0332	0,0215	-0,00312
WATER SCARCITY	m ³ eq	97,6	0,000529	0,0694	4,14	93,2	0,0941	0,0097	-0,00251

Tabella 50: Results of the peach LCA

IMPACT	Unit of measurement	Total	Preparation phase	Plant construction	Practices - establishment stage	Practices - mature stage	Distribution/selling stage	Removal	End of life
GLOBAL WARMING POTENTIAL	kg CO2 eq	129,000	1,030	4,620	1,084	107,000	8,780	8,480	-2,31000
ACIDIFICATION	kg SO2 eq	1,44E-09	1,11E-11	4,66E-11	1,02E-13	1,29E-09	5,88E-11	9,52E-11	-1,13E-11
FRESHWATER EUTROPHICATION	kg P eq	0,0585	0,000239	0,00222	0,000138	0,0471	0,00501	0,00501	-0,00037
ECOTOXICITY	CTU eq	35,2	0,00615	0,0283	0,00352	35,1	0,0255	0,0446	-0,00016
WATER SCARCITY	m ³ eq	106	0,00166	0,0248	2,16	104	0,0792	0,0188	-0,0182

Results are referred to the functional unit of 1 ton of marketed product. The assessment point out as the mature stage is the one that most affect between the impact categories. In particular, it can be seen how the inputs of the system (such as fertilizers, pesticides, fuel, structures, etc.) affect even in terms of impacts.

A summary table recapitulating the total of individual impact categories per tree-crop category is shown below:

Tabella 51: LCA summary table for the tree-crop categories referred to the functional unit (1 ton of marketed product)

TREE-CROPS CATEGORY	GLOBAL WARMING POTENTIAL - GWP [Kg CO2 eq]	ACIDIFICATION [kg SO2 eq]	FRESHWATER EUTROPHICATION [kg P eq]	ECOTOXICITY [CTU eq]	WATER SCARCITY [m3 eq]
Apple	149	1,53E-09	0,0661	42,9	60,1
Olive	72,900	7,66E-10	0,0433	15,3	85,1
Almond	472,000	4,98E-09	0,264	101	384
Citrus	155,000	1,40E-09	0,0408	0,727	97,6
Peach	129,000	1,44E-09	0,0585	35,2	106

Tabella 52: GWP summary table for the tree-crop categories per ha

TREE-CROPS CATEGORY	GLOBAL WARMING POTENTIAL - GWP [Kg CO2 eq t ⁻¹]	Yield [t ha ⁻¹]	GLOBAL WARMING POTENTIAL - GWP [Kg CO2 eq ha ⁻¹]
Apple	149	40,00	5.960,00
Olive	72,900	15,00	1.093,50
Almond	472,000	3,00	1.416,00
Citrus	155,000	9,42	1.460,10
Peach	129,000	10,50	1.354,50

Tabella 52 underlines as apple is the most impacting tree-crop category in terms of GWP - kg CO2 eq, while olive is the least impacting category. This result can be explained by considering the number of agricultural practices in field (e.g. tillage, pruning, application of fertilizers, application of pesticides, irrigation, harvesting, ecc.) that are higher for apple orchard considering the tree-crop categories analysed within the report.

7. Bibliografia

Fiore A., Lardo A., Montanaro G., Laterza D., Loiudice C., Berloco T., Dichio B., Xiloyannis C., 2017. Mitigation of global warming impact of fresh fruit production through climate smart management. *Journal of Cleaner Production* (2017) 1-10

Montanaro G., Xiloyannis C., Nuzzo V., Dichio B., 2017. Orchard management, soil organic carbon and ecosystem services in Mediterranean fruit tree crops. *Scientia Horticulturae*, 217: 92-101, DOI: 10.1016/j.scienta.2017.01.012

Montanaro, G., Tuzio, A.C., Xylogiannis, E., Kolimenakis, A., Dichio, B. (2016) Carbon budget in a Mediterranean peach orchard under different management practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment* doi:10.1016/j.agee.2016.05.031

Tataranni, G., Santarcangelo, M., Sofo, A., Xiloyannis C., Tyerman, S.D., Dichio, B. (2015) Correlations between morpho-anatomical changes and radial hydraulic conductivity in roots of olive trees under water deficit and rewatering. *Tree Physiology* Volume 35, 12, 10 : 1356-1365

Montanaro, G., Dichio, B., Lang, A., Mininni, A.N., Xiloyannis, C. (2015) Fruit calcium accumulation coupled and uncoupled from its transpiration in kiwifruit, *Journal of Plant Physiology*, 181: 67-74

B. Dichio, A.M. Palese, G. Montanaro, E. Xylogiannis, A. Sofo (2014). A preliminary assessment of water footprint components in a Mediterranean olive grove. *Acta Horticulturae* 671- 676.

M. Mazzeo, B. Dichio, M.J. Clearwater, G. Montanaro, C. Xiloyannis (2013). Hydraulic resistance of developing *Actinidia* fruit. *ANNALS OF BOTANY* 112. 197- 205.

B. Dichio, G. Montanaro, A. Sofo, C. Xiloyannis (2013). Stem and whole-plant hydraulics in olive (*Olea europaea*) and kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Trees* 27. 183- 191.

A. Sofo, G. Tataranni, A. Scopa, B. Dichio, C. Xiloyannis (2012). Direct effects of *Trichoderma harzianum* strain T-22 on micropropagated GiSeLa6® (*Prunus* spp.) rootstocks. *Environmental and experimental Botany* 76. 33- 38.

G. Montanaro, B. Dichio, C. Briccoli Bati, C. Xiloyannis (2012). Soil management affects carbon dynamics and yield in a Mediterranean peach orchard. *Agriculture, ecosystems & Environment* 161. 46- 54.

Fiore A., Montanaro G., Dichio B., Xiloyannis C., Celano G., 2013. Development of guide lines for the calculation of carbon footprint of peaches and apricots produced in Metapontino area (Basilicata): the project IQuaSoPO. SETAC EUROPE 19th LCA CASE STUDY SYMPOSIUM LCA in market, research and policy: harmonisation beyond standardization. Roma, Italia, 11-13 Novembre 2013.

A Sofo, S Manfreda, B Dichio, M Fiorentino, C Xiloyannis (2007). The olive tree: a paradigm for drought tolerance in Mediterranean climates. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 4. 2811- 2835.

B. Velázquez-Martí, E. Fernández-González, I. López-Cortés, D.M. Salazar-Hernández (2011). Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean almond groves. *Renewable Energy* 36 (2011) 621- 626.

I Disciplinari di Produzione Integrata della Regione Basilicata (2009). Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013, Reg. CE n.1698/2005, Reg. CE 2200/96 e L.R. 27 aprile 1999, n.14.

G. Bartzas, D. Vamvuka, K. Komnitsas (2017). Comparative life cycle assessment of pistachio, almond and apple production. *Information Processing In Agriculture* 4 (2017) 188–198.

Heilmeyer, H. Erhard, M. Schulze, E.D. (1997). Biomass allocation and water use under arid conditions. *Plant Resource Allocation*.

Proind - progettazioni & consulenza energia rinnovabile - Recupero energetico da potature di vite, olivo e frutteti: un'importante opportunità per gli agricoltori. *Approfondimento_4*, Newsletter n.67 – Settembre 2009.

Y. Goossens, B. Annaert, J. De Tavernier, E. Mathijs, W. Keulemans, A. Geeraerd (2017). Life cycle assessment (LCA) for apple orchard production systems including low and high productive years in conventional, integrated and organic farms. *Agricultural Systems* Volume 153, May 2017, Pages 81-93.

D. Zanotelli, L. Montagnani, G. Manca, F. Scandellaria, M. Tagliavini (2015). Net ecosystem carbon balance of an apple orchard. *European Journal of Agronomy* Volume 63, February 2015, Pages 97-104.

M. Boschiero, P. Neri (2013). Energia da residui di potatura di un meleto in Sud Tirolo: analisi del ciclo di vita. ENEA Centro Ricerche Bologna.

F. Sessa, M. Marino, G. Montanaro, A. Dal Piaz, D. Zanotelli, F. Mazzetto, M. Tagliavini (2014). Life Cycle Assessment of apples at a country level: the case study of Italy. *Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector*.

Agenzia Lucana di Sviluppo e di Innovazione in Agricoltura – Comunità montana Alto Agri. Disciplinare di produzione della "Mela Alta Val d'Agri".

F. Reyes, T. DeJong, P. Franceschi, M. Tagliavini, D. Gianelle (2016). Maximum Growth Potential and Periods of Resource Limitation in Apple Tree. *Front Plant Sci.* 2016; 7: 233. Published online 2016 Feb 29. doi: 10.3389/fpls.2016.00233

D. Zanotelli, F. Mazzetto, M. Tagliavini (2014). Impronta carbonica e consumi di energia primaria nelle filiere di produzione della frutta. *Italus Hortus* 21 (1), 2014: 59-68

I. Mignani, M. Viola (2013). Coltivazione Del Melo In Val Di Non. Università Degli Studi Di Milano, Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari.

J. H. Connell, F. Colbert, W. Krueger, D. Cudney, R. Gast, T. Bettner, S. Dallman. Vegetation management options in almond orchards.

Consiglio Oleicolo Internazionale (2007). Tecniche di produzione in olivicoltura

ISO 14044:2006, Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines

ISO 14040:2006, Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework

Beneficiaries



University Research Institute
u rban
e nvironment
h uman
r esources Panteion University, Athens

[Institute of Urban Environment and Human Resources, Panteion University \(Coordinating Beneficiary\)](#)



terra nova

[TERRA NOVA Ltd](#)



[Agricultural University of Athens](#)



[University degli Studi Basilicata](#)



[Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas](#)



[University of Western Macedonia](#)