



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DI UN MATTATOIO INNOVATIVO

“Il caso Fontetto”

TIPO TESI: SPERIMENTALE

Studente:
RACHELE MAURI

Relatore:
PROF. ESTER FOPPA PEDRETTI

Correlatore:
PROF. DANIELE DUCA
DOTT. ILARI ALESSIO

ANNO ACCADEMICO 2019/2020

A mio babbo, a mia mamma,
alla mia famiglia.

2.2	Categorie di bovini.....	23
2.3	Classificazione carcasce.....	24
2.4	Rese alla macellazione.....	25
CAPITOLO 3 LIFE CYCLE ASSESMENT COS'È E COME FUNZIONA.....		27
3.1	Sostenibilità.....	27
3.2	Life Cycle Assesment	29
3.2.1	La storia	29
3.2.2	La struttura di un LCA.....	30
3.2.3	Prima fase	31
3.2.4	Seconda fase	32
3.2.5	Terza fase.....	34
3.2.6	Quarta fase	39
CAPITOLO 4 ANALISI DEL CICLO DI VITA DELLA PRODUZIONE DELLA CARNE IL CASO DELL'AZIENDA AGRICOLA "FATTORIA FONTETTO"		40
4.1	Prima fase.....	40
4.2	Seconda fase.....	41
4.2.1	Input.....	41
4.2.2	Output	42
4.2.3	Dati e quantità.....	43
4.2.4	Riciclo/ riuso.....	44
4.3	Terza fase.....	45
4.3.1	LCA con SimaPro®.....	45
4.3.2	Co-prodotti.....	51
4.4	Quarta fase: interpretazione	53
4.4.1	Consumo di acqua e gestione dei reflui	53
4.4.2	Comparazione degli impatti con altri allevamenti bovini.....	54
4.4.3	Comparazione dei livelli emissivi del mattatoio.....	56
4.4.4	Possibili miglioramenti.....	57
CAPITOLO 5 CONSIDERAZIONI GENERALI		59
5.1	"Linee guida per l'identificazione delle migliori tecniche disponibili"	59
5.2	"Tackling climate change, through livestock"	60

CONCLUSIONI	62
RINGRAZIAMENTI	64
SITOGRAFIA	65
BIBLIOGRAFIA	66

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1 Risultato dell'analisi effettuata con SimaPro® **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Tabella 2 Risultati co-prodotti 52

Tabella 3 GWP delle 3 analisi prese in considerazione durante lo studio. 57

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1.1 Tipi di proiettile utilizzati per lo stordimento.....	13
Figura 2.1 Tagli di carne bovina	20
Figura 2.2 Classificazione SEUROP di carcasse bovine.	24
Figura 2.3 Classificazione stato di ingrassamento di carcasse bovine.....	25
Figura 2.4 Dati ISTAT sulle rese di macellazione, di varie classi bovine, del periodo GENNAIO-FEBBRAIO 2020.	26
Figura 3.1 Differenze fra sostenibilità debole e forte.	27
Figura 3.2 I tre pilastri della sostenibilità debole.....	28
Figura 3.3 Struttura generica di una LCA.....	31
Figura 3.4 Esempi di effetti ambientali che si presentano su diversa scala	34
Figura 4.1 Confine di sistema	41
Figura 4.2 Fase di inserimento dati su SimaPro®.....	46
Figura 4.3 Approccio midpoint (a sinistra) ed endpoint (a destra)	47
Figura 4.4 Calcolo del GWP in un periodo di riferimento di cento anni	48
Figura 4.5 Grafico che mostra il "credito", in percentuale, generato dall'energia venduta (in arancione), per la categoria di impatto ODP.....	51
Figura 4.6 Consumo idrico per la produzione di carne (ANPA)	54
Figura 4.7 Impronta Carbonio con unità funzionale di sistema pari a 1kg peso vivo bovino da carne	55
Figura 4.8 Carbon footprint nelle varie fasi della produzione di carne proveniente dall'allevamento di Chianina.....	56
Figura 5.1 Grafico tratto dal documento FAO "Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities" in cui vengono rappresentate le emissioni per ciascuna fase di allevamento.	60

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

ISTAT	Istituto Nazionale di Statistica.
LCA	Life Cycle Assessment o Analisi del Ciclo di Vita.
SETAC	Society Enviromental Toxicology and Chemistry.
IGP	Indicazione Geografica Protetta.
OGM	Organismi Geneticamente Modificati.
MIPAAF	Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali.
ISPRA	Istituto superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
ISO	International Organization for Standardization o Organizzazione Internazionale per la Normazione.
UNEP	Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente.
ECC.	Eccetera.
GWP	Global Warming Potential.
ODP	Ozone Depletion Potential.
LCIA	Life Cycle Impact Assessment.
EP	Eutrofizzazione.
AP	Acidificazione.
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
WCED	Commissione Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo.
ANPA	Associazione Nazionale Produttori Agricoli.

DAP Dichiarazione Ambientale di Prodotto.

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

I mattatoi possono produrre carni bianche o carni rosse, possono specializzarsi anche sulla produzione di carne di una singola specie animale, come ad esempio bovini, suini o le avicole, per citare le specie di maggiore importanza nel nostro Paese. Secondo i dati ISTAT, i capi bovini macellati nell'ultimo anno in Italia sono stati oltre 2,5 milioni per un totale di circa 1,3 milioni di tonnellate (in media circa 500 kg/capo). La macellazione richiede numerosi input come ad esempio l'acqua, utilizzata nella detersione di carcasse e superfici, energia elettrica, necessaria agli impianti a servizio dei macelli, detersivi e detergenti sanificanti.

L'impatto ambientale che deriva da queste attività non è affatto trascurabile. Per quantificare l'impatto ambientale derivante da un qualunque processo di produzione viene utilizzato il processo di Analisi del Ciclo di Vita o LCA(Life-Cycle Assessment). Questo tipo di analisi, che venne utilizzato a partire dagli anni '60 per controllare il consumo delle risorse non rinnovabili, oggi viene ampiamente utilizzato da numerose aziende poiché consente di conoscere con precisione l'entità del proprio impatto ambientale e la sua evoluzione nel tempo. Il SETAC (SOCIETY ENVIROMENTAL TOXICOLOGY and CHEMISTRY) nel 1993 definì l'LCA come:

“Un procedimento oggettivo di valutazione dei carichi energetici ed ambientali relativi ad un prodotto, processo o attività, effettuato attraverso l'identificazione e la quantificazione dell'energia, dei materiali utilizzati e delle emissioni rilasciate nell'ambiente per valutarne l'impatto e per identificare e valutare le opportunità di miglioramento. La valutazione prende in considerazione l'intero ciclo di vita del prodotto, processo o attività, passando dall'estrazione e trasformazione delle materie prime, fabbricazione del prodotto, trasporto, uso e dismissione finale”.

In un contesto in cui diventa sempre più pressante preservare l'ambiente dall'inquinamento proveniente dalle attività umane, diventa fondamentale un approccio come quello dell'LCA,

al fine di analizzare e quantificare fase per fase le emissioni considerandone input e output. L'Analisi del Ciclo di Vita guida infatti la progettazione o riprogettazione dei processi con lo scopo di minimizzare l'impatto ambientale. Gli effetti ambientali vengono valutati attraverso degli indicatori, elencati di seguito nell'elaborazione dello studio vero e proprio. Per l'analisi affrontata durante lo studio di tesi abbiamo raccolto i dati di un mattatoio che potremmo definire "non convenzionale" per tecnologia e struttura. Il mattatoio è di proprietà della Società Agricola Fattoria Fontetto di Domenico e Gian Piero Chiari, che ha sede a Novafeltria, in provincia di Rimini, ad indirizzo prevalentemente bovino. I proprietari dell'azienda hanno applicato delle accortezze nella progettazione dell'impianto, al fine di risparmiare sulle materie prime, in particolare l'energia. Abbiamo preso in considerazione ogni fase del processo di produzione della carne, a partire dall'ingresso dell'animale nel luogo di macellazione sino al confezionamento, con i rispettivi input e output. Per poter quantificare gli effetti ambientali che derivano dalle attività abbiamo utilizzato il software SimaPro®. Lo scopo di questa analisi è di affiancare due tipologie di impianti di macellazione, uno convenzionale e uno all'avanguardia come quello della Fattoria Fontetto, confrontandone gli impatti e osservandone le differenze nell'utilizzo dei fattori di produzione che incidono principalmente sull'ambiente.

Capitolo 1

SOCIETÀ AGRICOLA FATTORIA FONTETTO: STRUTTURA E STADI DI MACELLAZIONE

Il mattatoio studiato ha allevamento annesso ed è ad indirizzo esclusivamente bovino. La struttura del mattatoio può essere definita “non convenzionale”, perché progettata con sviluppo verticale al fine di permettere il risparmio di materie prime come acqua ed energia durante le differenti fasi di lavorazione della carne.

1.1 Luogo, storia e struttura

La società agricola Fattoria Fontetto è ubicata a Novafeltria in provincia di Rimini. L'azienda di famiglia è stata ereditata dai fratelli Domenico e Gianpiero Chiari che, oltre all'allevamento, nel 2012 hanno deciso di anettere all'azienda originale una struttura con superficie di oltre 6.000 m² comprensiva di mattatoio all'avanguardia, laboratorio di sezionamento e confezionamento, spaccio aziendale e uffici. Oltre ad allevamento e mattatoio, la società possiede anche 400 ettari di terreno che vengono coltivati senza utilizzo di acqua e pesticidi, per la produzione di cereali, quali orzo, grano, avena e colture foraggere utilizzati come fonte di alimentazione bovina. L'allevamento è di tipo intensivo con ricoveri per gli animali all'aria aperta, è perlopiù composto dalla razza Limousine, ma si trovano anche capi di altre razze autoctone come la Romagnola, la Marchigiana, la Chianina e qualche esemplare di Podolica e Pisana.

1.2 Processo di macellazione

L'intero processo è suddiviso in fasi che vanno dall'ingresso del bovino nella struttura al trasporto e vendita del prodotto finito.

1.2.1 Ingresso

L'ingresso avviene attraverso un percorso in salita ideato dalla dottoressa Temple Grandin¹. Il percorso è delimitato sul lato sinistro da un muretto che crea delle anse ed invoglia l'animale a proseguire evitando lo stress dovuto all'incitamento da parte degli addetti; ciò contribuirà ad ottenere un prodotto di maggior qualità nel rispetto del benessere animale. Prima dell'ingresso nel percorso un tecnico valuta lo stato di salute dell'animale. Terminato il percorso il bovino fa il suo ingresso nella struttura dove viene catturato singolarmente in una gabbia.

1.2.2 Stordimento

Dopo la cattura un operatore procede con lo stordimento, che avviene con delle apposite pistole dette “abbatti buoi” aventi, nel caso esaminato, forma tubulare e calibro 25. Ad ogni calibro corrisponde un tipo e taglia di animale diverso, è quindi importante avere il calibro adatto per non recare shock all'animale. Il tipo di stordimento è con proiettile captivo penetrante che presenta un'estremità concava con margini affilati (vedi *Figura 1.1*). La pistola viene caricata con una cartuccia esplosiva, l'azionamento del proiettile con la polvere da sparo fa a sua volta attivare un percussore tubulare che fuoriuscendo ad alta velocità perfora

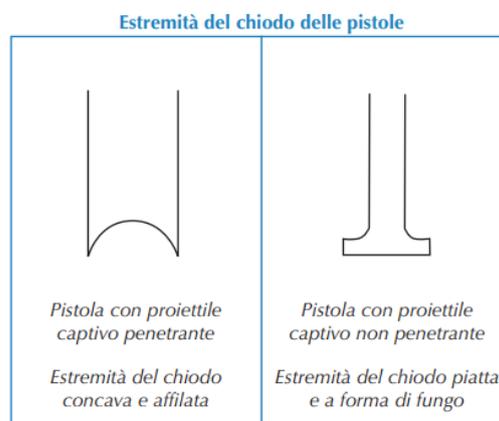


Figura 1.1 Tipi di proiettile utilizzati per lo stordimento

la zona frontale del cranio e del cervello, causando lo stordimento. Il punto preciso in cui posizionare il percussore è dato dall'incrocio di due linee che collegano occhio sinistro - orecchio destro e occhio destro - orecchio sinistro dell'animale, qui le ossa del cranio infatti risultano più sottili ed il cervello più facilmente attaccabile. Perché lo stordimento sia

¹ Temple Grandin è una professoressa della Colorado State University affetta da autismo. Attivista del movimento in tutela per i diritti animali. È nota infatti per la progettazione di attrezzature per il bestiame. (Wikipedia)

efficace il cervello deve essere colpito il più possibile, portando l'animale ad uno stato di incoscienza e insensibilità. Dopo questa fase devono passare, per il benessere animale, un massimo di 60 secondi prima della iugulazione, per evitare una ripresa della microcircolazione. Dopo lo stordimento la gabbia di contenimento viene aperta e il corpo dell'animale scivola, grazie ad un piccolo dislivello verso il basso. Un operatore controlla che il procedimento sia stato correttamente eseguito, attraverso alcuni indicatori come il riflesso corneale della pupilla, il pedalamento, mandibola rilassata, la posizione della coda, la fuoriuscita della lingua dalla bocca. L'animale viene agganciato per una zampa posteriore e grazie ad una carrucola viene sollevato e avviato, tramite guidovia alle successive fasi di lavorazione.

1.2.3 Iugulazione

Il procedimento consiste nel taglio netto e senza esitazione, così come richiesto dalla normativa, delle strutture circolatorie e aeree della zona prossima alla gola dell'animale. Tale procedimento è necessario ad un veloce dissanguamento della carcassa al fine di prevenire la ripresa della microcircolazione e garantire così la minima sofferenza possibile all'animale. Successivamente al dissanguamento un veterinario esamina il taglio e la testa dell'animale per verificare la presenza di eventuali patologie.

1.2.4 Pre-scuoiatura e scuoiatura

Attraverso la guidovia che collega ogni reparto l'animale raggiunge diverse postazioni. In ogni postazione un operatore specializzato esegue il proprio lavoro. La prima di queste prevede la fase intermedia di pre-scuoiatura: un operatore recide la pelle in prossimità del tarso-garretto, successivamente viene delimitato il retto che tramite fascette per evitare la contaminazione fecale, contestualmente viene tagliata posteriormente parte della pelle. Inizia quindi la scuoiatura vera e propria in una successiva postazione. La postazione è una pedana in cui l'animale viene posizionato al centro, sempre grazie al trasporto della guidovia, e gli operatori lavorano attorno alla carcassa. Per questa fase vengono utilizzati coltelli pneumatici che riescono efficacemente a separare la pelle dalla carne senza rovinare le due parti. Quando la pelle viene completamente separata cade a terra.

1.2.5 *Eviscerazione*

Dopo la scuoiatura viene aperto lo sterno con una sega, questo per facilitare l'operazione di eviscerazione. L'eviscerazione prevede la rimozione di tutti i visceri, tra i quali i pre-stomaci e anche la corata, dove troviamo attaccati il fegato, il cuore e la milza. La corata viene tenuta da parte, numerata con lo stesso numero della carcassa ed analizzata da un veterinario. Così come i pre-stomaci che verranno poi puliti e confezionati.

1.2.6 *Divisione, pesatura ed etichettatura*

La carcassa dopo la scuoiatura, viene sezionata con una sega lungo il piano sagittale mediano, ottenendo così le due mezzene. Le mezzene vengono spostate nella postazione di pesatura nella quale viene effettuato il controllo della buona riuscita delle fasi precedenti: contaminazione fecale, corretta numerazione delle mezzene e infine pesatura tramite bilancia aerea ed etichettatura. Qui viene anche stampato il bollo sanitario che riporta il numero di autorizzazione del macello e che permette la tracciabilità del prodotto.

1.2.7 *Refrigerazione*

Il percorso della guidovia continua in una cella di pre-raffreddamento con ventilazione forzata. La temperatura impostata è di circa 9°C, funzionale per abbassare la temperatura delle mezzene, che è in partenza di circa 38°C; questa fase ha il compito di bloccare lo sviluppo di qualsiasi tipo di carica batterica. Le mezzene permangono in questa sala per circa 90 minuti, dopodiché arrivano in una successiva cella dove sostano per ulteriori 48 ore. Qui le mezzene vengono suddivise per tipologia, ad esempio si devono separare le mezzene di vitelli da quelle di bovini adulti maschio e femmina, dei bovini IGP (Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale) e dei bovini che potrebbero presentare patologie.

1.2.8 *Sezionamento*

Dopo questa sosta le mezzene possono essere sezionate, con una sega, in quarto anteriore/quarto posteriore, anche in base alla richiesta del cliente. In seguito, avviene la pesatura delle mezzene/quarti tramite bilancia aerea e, tramite palmare, i prodotti vengono etichettati nuovamente per eventuale carico e trasporto.

1.2.9 *Disosso, rifilatura e confezionamento*

L'operazione del disosso delle mezzene avviene su richiesta del cliente. La sezione (mezzena o quarto) viene prima pesata e tracciata tramite il lotto di appartenenza generato da un computer. La macchina per il disosso è di tipo verticale e coadiuva il lavoro dell'operatore nel distacco della carne dall'osso. A seguire, altri operatori provvedono alla rifilatura, ossia all'eliminazione di nervi, grasso superfluo e ripongono i pezzi di carne su un nastro, che porta il prodotto al confezionamento (vengono confezionati prodotti sottovuoto o con modalità "Skin²"). Anche i prodotti confezionati verranno etichettati, in base alla lavorazione e al tipo di taglio ed in seguito inscatolati. Tutte le scatole vengono immagazzinate in una cella, quella dedicata esclusivamente ai prodotti confezionati. I prodotti che necessitano di stagionatura sono posti in un'altra cella. Sono annessi magazzini in cui viene riposto il materiale necessario al confezionamento.

1.2.10 *Vendita e distribuzione.*

La società, oltre all'allevamento e al mattatoio, possiede tre punti vendita: uno è annesso al mattatoio, uno ha sede a Pesaro e uno a Sant'Arcangelo di Romagna. I clienti del mattatoio si concentrano nelle zone Rimini, Forlì, Cesena, Pesaro, Urbino e Fano.

1.2.11 *Etichettatura mezzene/quarti*

Le sezioni (mezzene o quarti) devono essere sempre accompagnate da bollo e autorizzazione ministeriale. Il mattatoio segue un disciplinare di etichettatura volontaria che è depositato presso il MIPAAF (Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali) che prevede, oltre alle informazioni standard obbligatorie per legge, l'inserimento della data di nascita del vitello, l'allevamento e la data di ristallo. Questo disciplinare prevede anche un'alimentazione con standard rigidi: mangimi privi di OGM, con materie prime di provenienza locale o nazionale. I bovini inoltre devono sostare un massimo di 150 giorni per

² Tipo di confezionamento sottovuoto dove la pellicola aderisce perfettamente al prodotto e alla base su cui è sistemato. La termoformatrice è la macchina per il confezionamento skin e salda insieme due film plastici (superiore e inferiore). Si crea così un ambiente di anaerobiosi che evita la degradazione del prodotto. La shelf life del prodotto può arrivare infatti a 15 giorni.

le femmine e 180 giorni per i maschi all'interno dell'allevamento. Dall'etichetta dell'animale quindi si possono ricavare tutte le sopracitate informazioni

1.2.12 *Scarti*

Dalla lavorazione del bovino si ottengono degli scarti che si differenziano in tre categorie. Alla prima categoria appartengono i sottoprodotti che sono destinati ad incenerimento e resti di carcasse affette da encefalopatia spongiforme e che potrebbero trasmettere il prione responsabile. La seconda categoria è composta da scarti di metabolismo, carcasse di animali morti che potrebbero essere nocivi per l'alimentazione umana, e il contenuto stomacale. Il contenuto stomacale viene riutilizzato dall'azienda come fertilizzante per i propri campi. Gli scarti di terza categoria rappresentano quei sottoprodotti il cui rischio sanitario è minore o addirittura nullo, che potrebbero essere utilizzati per l'alimentazione umana ad (esempio grasso e ossa), ma che vengono utilizzati in altro modo come ad esempio per mangimi di animali domestici o come fertilizzanti, nel caso delle pelli subire la concia

1.3 **Benessere animale ed ambientale**

L'allevamento è di tipo intensivo, ma l'animale è libero di muoversi in un contesto del tutto rispettoso del benessere animale. Il mangime somministrato è di provenienza aziendale ed è prodotto secondo protocolli biologici. I ricoveri sono delimitati da porte scorrevoli solamente sui lati corti e i box di stabulazione sono riparati da una tettoia consentendo, quindi, una maggiore areazione che rende l'ambiente più salubre sia per la proliferazione dei patogeni sia per l'allontanamento delle esalazioni nocive in allevamento (perlopiù ammoniacca). Per la lettiera è utilizzata la paglia, sempre prodotta dall'azienda. Tutto questo per tutelare il benessere animale e, di conseguenza, ottenere una qualità di carne migliore.

Il mattatoio dispone di un impianto fotovoltaico da 190 kW, posizionato sul tetto, che permette, soprattutto durante il periodo estivo, di risparmiare grandi quantità di energia elettrica e di alimentare l'impianto di macellazione, gli uffici e lo spaccio aziendale.

La struttura del mattatoio, con il suo sviluppo in verticale, consente di risparmiare grandi quantitativi di acqua in quanto durante il processo di macellazione le parti sporche dell'animale cadono per gravità verso strutture di raccolta, imbrattando in modo limitato l'ambiente circostante. Per il riscaldamento degli ambienti si utilizza il metano come

combustibile, il cui il consumo è limitato grazie a scambiatori, con sistemi di recupero del calore residuo.

Capitolo 2

PRODUZIONE DI CARNE BOVINA

TAGLI DI CARNE E CLASSIFICAZIONE DELLE CARCASSE

Descriveremo ora i tagli di carne che si ottengono da ciascun capo bovino, classificheremo le carcasse in base a: età e sesso dell'animale, percentuale di grasso e sviluppo muscolare. La resa di ciascun capo non è del 100%, quindi in seguito viene indicato anche il calcolo della resa alla macellazione.

2.1 Tagli di carne bovina

I tagli di carne (*figura 2.1*) sono distinti in tre categorie: i tagli di prima categoria, i più teneri e pregiati, derivano dal quarto posteriore; i tagli di seconda categoria provengono dal quarto anteriore; quelli di terza categoria derivano dalle zone del collo, della sottospalla e dall'addome.

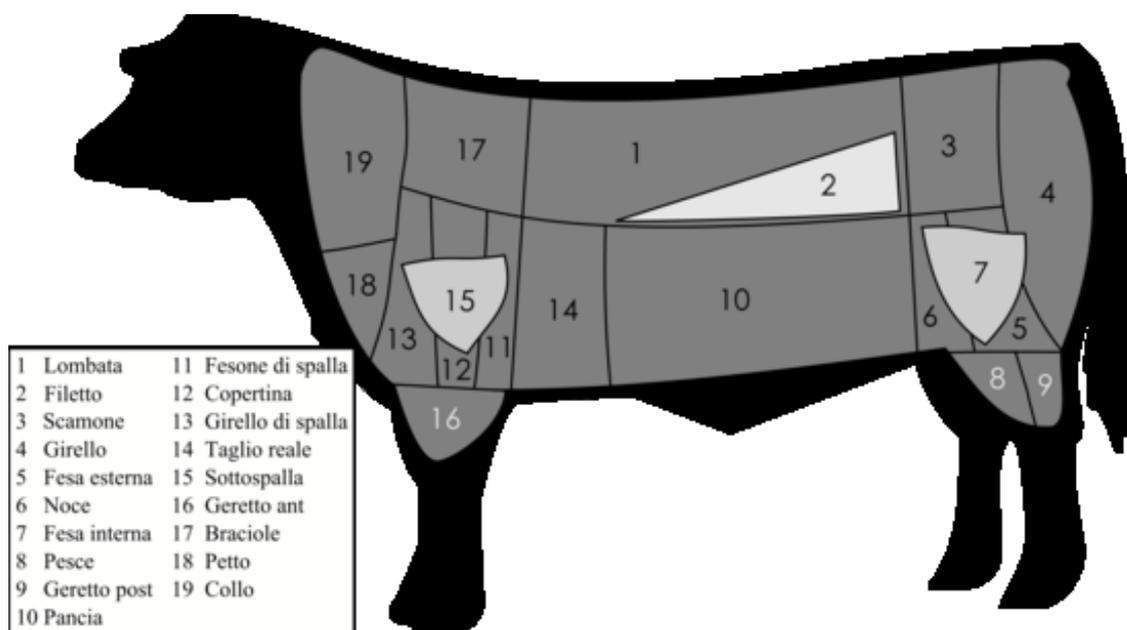


Figura 2.1 Tagli di carne bovina

2.1.1 Tagli di prima categoria

Tagli ottenuti dal quarto posteriore sono:

- **Lombata(1)**, taglio più pregiato che ha come base ossea le vertebre lombari e dorsali. I muscoli che lo compongono sono: muscolo lunghissimo del dorso, muscolo lungo spinoso, muscolo trapezio, muscolo trasverso spinoso, muscolo intercostale, muscolo elevatore delle coste, muscolo lungo costale, muscolo piccolo dentato e gran dorsale. Da questo taglio si può ottenere la fiorentina, che si ricava dalla parte posteriore della lombata ed è con osso e filetto; dalla parte anteriore del taglio si possono ottenere costine senza filetto. Se è disossata può essere cotta come tagliata.

- **Filetto(2)**, posizionato sotto le vertebre lombari. La sua tenerezza deriva dall'inutilizzo dei muscoli che lo compongono e che si trovano in una posizione particolare: piccolo e grande psoas, il muscolo iliaco laterale ed il muscolo laterale dei lombi.
- **Scamone(3)**, formato da grandi masse muscolari situate vicino all'anca. Ha come base ossea le ali dell'ileo e come massa muscolare il muscolo gluteo medio e superficiale, muscolo gluteo profondo e accessorio e muscolo tensore della fascia. Ideale per la preparazione di stracotti, stufati e arrostiti.
- **Fesa esterna(5)** è la parte laterale e posteriore della coscia. Ha come base ossea la base dell'ischio e l'epifisi distale del femore. I muscoli che lo compongono sono: muscolo bicipite femorale e paramorale lungo vasto. Si presta a diverse lavorazioni.
- **Noce(6)** di forma ovoidale, la cui base ossea è l'intera lunghezza del femore e base muscolare il muscolo retto anteriore della coscia, il muscolo vasto intermedio, laterale e medio. Utilizzato per varie cotture: stracotto e brasato.
- **Fesa interna(7)** taglio molto pregiato, di forma allungata con base ossea la faccia mediale del femore, la sinfisi ischio-pubica e il coxale. Ha come base muscolare cinque diversi muscoli: il muscolo gracile, sartorio, pectineo, semimembranoso e adduttore del femore. Questo taglio è caratterizzato da fibre muscolari lunghe e sottili che la rendono molto tenera, adatta alla preparazione di spezzatini o di bistecchine.

2.1.2 Tagli di seconda categoria

Fanno parte di questa categoria tagli appartenenti sia al quarto posteriore che anteriore e sono:

- **Pesce(8)**, si trova nella parte inferiore delle zampe posteriori. I muscoli di questo taglio sono: muscolo gastrocnemio laterale e soleo, muscolo flessore superficiale delle falangi. Ricco di tessuto connettivo da cui si possono ricavare bistecche, è anche adatto alla preparazione di stracotti e spezzatini.
- **Girello di coscia(4)** taglio magro ma di fibra grossa, di forma tronco-conica. Ha come base muscolare il muscolo semitendinoso. Taglio particolarmente adatto alla preparazione di arrostiti.

- **Copertina(12)** taglio costituito da due muscoli: muscolo sottospinoso e il muscolo piccolo rotondo. Da questo taglio si possono ricavare tre tagli: copertina, muscolo di spalla e copertina di sotto. Ha attacchi sulla fossa laterale più grande della scapola.
- **Fesone di spalla(11)** è composto da: muscolo anconeo del gran dorsale, il muscolo lungo e piccolo anconeo, il muscolo anconeo esterno e interno, il muscolo pettorale superficiale, muscolo brachiale interno e il muscolo coracomerale.
- **Sottospalla(15)** taglio di forma rettangolare, ideale per la preparazione di bolliti.
- **Taglio reale(14)** composto da: muscolo intercostale e gran dorsale.
- **Braciola(17)** taglio che si trova tra collo e lombata. Utilizzato per preparare carne al forno.
- **Girello di spalla(13)** taglio magro e tenero. Costituito da due muscoli: muscolo sovra-spinoso e brachi-cefalico. Si possono ottenere bistecche, bolliti e stracotti.
- **Petto(18)** da questo taglio si possono ottenere altri due tagli: punta di petto e fiocco. La base ossea è costituita da sette emisternebre e quella muscolare da: muscolo pettorale profondo, muscolo trasversale delle costole, muscolo pettorale superficiale. Taglio ideale per la preparazione di brodi e bolliti.

2.1.3 *Tagli di terza categoria*

Questi tagli si ricavano dagli arti, dal collo, dalla pancia e dalla zona del sottospalla e sono:

- **Geretto posteriore(9)** taglio costituito da numerosi muscoli circondati da tessuto connettivo lasso e sono: muscolo tibiale inferiore, muscolo lungo estensore ed anteriore comune delle falangi, muscolo estensore laterale delle falangi, muscolo peroneo, muscolo flessore esterno e interno delle falangi, muscolo tibiale posteriore. Ha come base ossea la tibia. Adatto per la preparazione di stufati, bolliti, stracotti e ossibuchi.
- **Pancia(10)** costituito dal muscolo retto dell'addome e il muscolo obliquo esterno dell'addome. Taglio grasso utilizzato nella preparazione di hamburger, polpette e ragù.
- **Geretto anteriore(16)** si trova tra il carpo e metacarpo e la base ossea è costituita da radio e ulna. I muscoli di questo taglio sono: muscolo estensore obliquo del metacarpo, muscolo estensore anteriore del metacarpo, muscolo

estensore proprio del terzo dito, muscolo estensore anteriore delle falangi, muscolo estensore proprio del quarto dito, muscolo cubitale interno ed esterno, muscolo gran palmare, muscolo flessore superficiale delle falangi e muscolo flessore profondo delle falangi. Da questo si ricavano gli ossibuchi.

- **Collo(19)** ha come base ossea le emivertebre cervicali e come base muscolare i muscoli: muscolo grande complesso, muscolo spinoso del collo, muscolo multifido e il muscolo intertrasversario del collo. Utilizzato per preparazioni di bolliti e stracotti, polpette e ragù.

2.2 Categorie di bovini

Ci sono diverse categorie di carne e la loro distinzione è legata all'età e sesso dell'animale. La **carne di vitello** deriva da animali, maschi o femmine, macellati fra i 5/6 mesi di età con un peso compreso fra i 230 e i 250 chilogrammi. La carne si presenta estremamente tenera, di colore rosa pallido, colore dovuto al tipo di nutrizione dell'animale, esclusivamente a base di latte.

Il **vitellone** è l'animale non castrato di età compresa tra i 14/20 mesi di età e di peso tra i 450 e 800 chilogrammi. La sua carne si presenta rossa, meno tenera rispetto alla carne di vitello, ma più proteica.

La **carne di manzo/a** deriva da animali maschi castrati di 3/4 anni di età o da femmine che non hanno ancora partorito. La carne si presenta rossa, grassa e di alto valore nutrizionale.

La **carne di bue** deriva da animali castrati in giovane età e macellati a un'età maggiore di quattro anni. La tenerezza di questa carne è data dalle infiltrazioni di grasso nella muscolatura.

La **carne di toro** è dura e compatta e deriva dal bovino maschio non castrato e adibito alla riproduzione.

La **vacca** è il bovino femmina destinato alla riproduzione e viene solitamente macellato a fine carriera, all'età di 6/8 anni circa. La carne, ricca di infiltrazioni di grasso, si presenta tenera e di colore scuro.

2.3 Classificazione carcasse

Ogni carcassa macellata viene classificata da esperti abilitati, attraverso una serie di parametri, che permettono una valutazione oggettiva di ciascuna partita di carne bovina. I parametri, indicati con due lettere e un numero, sono riportati nel bollo e permetteranno l'identificazione e provenienza di ciascun lotto di carne. La **prima lettera** indica la categoria a cui l'animale appartiene e dipende da età e sesso dell'animale macellato. Sono presenti sei classi, ciascuna con la propria lettera di riferimento:

1. Z: si riferisce a carcasse di animali di età compresa tra gli 8-12 mesi.
2. A: si riferisce a carcasse di animali di sesso maschile, non castrati e di età inferiore a due anni.
3. B: si riferisce a carcasse di animali maschi non castrati di età superiore a due anni.
4. C: si riferisce a carcasse di animali maschi castrati.
5. D: si riferisce a carcasse di femmine che hanno già partorito (vacche).
6. E: si riferisce a carcasse di femmine che hanno superato l'anno di età (giovenche).

La seconda lettera indica la conformazione muscolare della carcassa, soprattutto dello sviluppo muscolare di coscia, schiena e spalla. Si hanno così diverse classi, ciascuna contrassegnata da una lettera (*figura 2.2*):

1. S (superiore): si ha uno sviluppo della coscia e della spalla molto pronunciato, la schiena si presenta molto larga e spessa. I profili della carcassa, risultano estremamente convessi.
2. E (eccellente): coscia e spalla sono molto arrotondate, la schiena larga e molto spessa. I profili della carcassa sono ancora molto convessi.
3. U (ottimo): coscia e spalla arrotondate, schiena larga e spessa. Profili convessi.
4. R (buono): coscia e spalla ben sviluppate, schiena spessa ma meno larga. I profili si presentano rettilinei.
5. O (abbastanza buono): coscia e spalla mediamente sviluppate, schiena di spessore medio. I profili si presentano rettilinei o leggermente concavi.

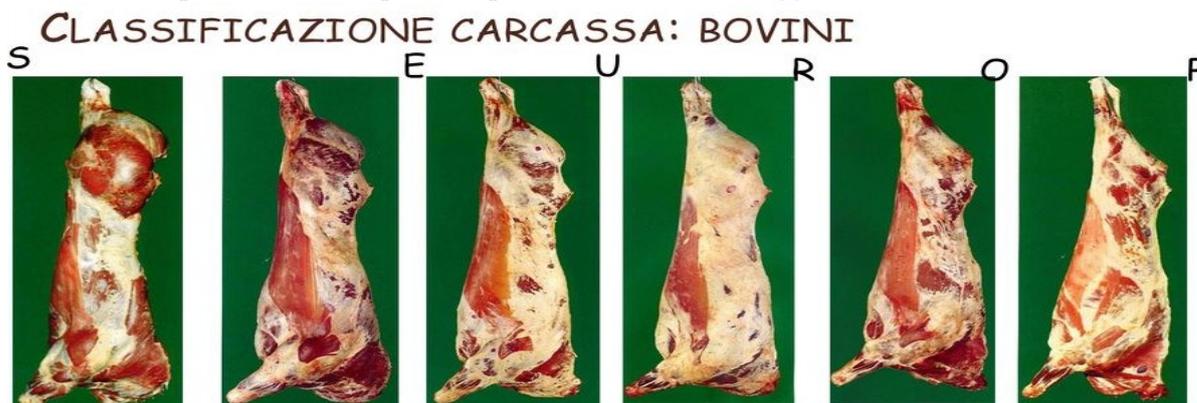


Figura 2.2 Classificazione SEUROP di carcasse bovine.

6. Lettera P (mediocre): coscia poco sviluppata, spalla piatta e schiena stretta con ossa apparenti. I profili sono molto concavi.

Infine, il numero indica lo stato di ingrassamento. Le carcasse vengono distinte, in base al grasso visibile al loro esterno e all'interno della cassa toracica, in cinque classi indicate da numeri (figura 2.3):

- 1- Molto scarso: assenza di grasso all'interno della cassa toracica.
- 2- Scarso: sono ancora ben visibili i muscoli intercostali all'interno della cassa toracica.
- 3- Medio: sono visibili i muscoli intercostali all'interno della cassa toracica.
- 4- Abbondante: presenza abbondante di grasso sulla coscia e sui muscoli intercostali.
- 5- Molto abbondante: coscia interamente coperta di uno spesso strato di grasso e i muscoli intercostali completamente infiltrati di grasso.

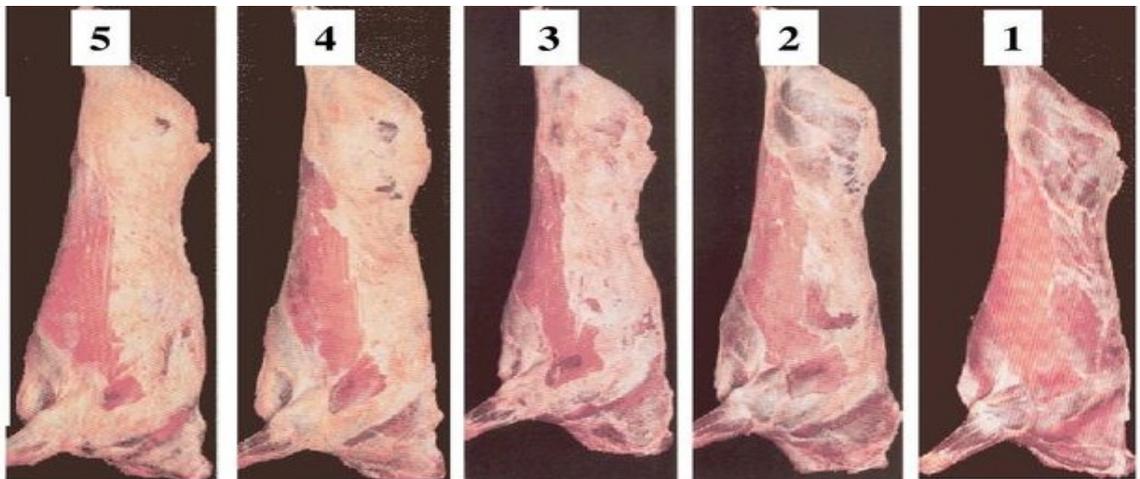


Figura 2.3 *Classificazione stato di ingrassamento di carcasse bovine.*

2.4 Rese alla macellazione

Per calcolare la resa alla macellazione di ciascun animale si applica la formula:

$$\frac{\text{peso della carcassa}}{\text{peso dell'animale vivo stallato}} \times 100$$

Con peso della carcassa si intende il peso dopo l'abbattimento, a cui vengono sottratte le tare di macellazione³ (o quinto quarto) e una diminuzione di peso pari al 2%, detto anche calo da raffreddamento (si ha dopo un periodo di refrigerazione). Con peso dell'animale vivo stallato si intende il peso dell'animale al momento della macellazione e dopo una notte di digiuno. La resa, come riferiscono anche i dati ISTAT riportati nella figura 3.4 , è maggiore nei vitelli (circa il 60%) a causa di incidenza minore delle tare di macellazione rispetto a bovini adulti (la resa è in media del 54%) .

Macellazioni - Periodo cumulato - gen-feb 2020					
	Capi (numero)	Peso vivo (quintali)	Medio capo in kg	Peso morto (quintali)	Resa (%)
Vitelli	95.403	193.697	220	116.217	60,0
Vitelloni maschi e manzi	132.424	744.222	562	431.648	58,0
Vitelloni femmine	108.143	484.480	448	266.463	55,0
Buoi	688	3.956	575	2.175	55,0
Tori	1.739	9.999	575	5.499	55,0
Vacche	88.096	473.956	538	227.498	48,0
Tot. Bovini	426.493	1.910.310	448	1.049.500	55,0

Figura 2.4 Dati ISTAT sulle rese di macellazione, di varie classi bovine, del periodo GENNAIO-FEBBRAIO 2020.

³ Le tare di macellazione rappresentano gli scarti di macellazione: sangue, pelle, testa, diaframma ecc..

Capitolo 3

LIFE CYCLE ASSESMENT COS'È E COME FUNZIONA

3.1 Sostenibilità

Per poter parlare del metodo LCA bisogna fare un breve excursus sul concetto di sostenibilità.

La Commissione delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo (WCED) con il rapporto Brundtland nel 1987 definisce lo sviluppo sostenibile come “lo sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i propri”.

Ciò che fa la sostenibilità è tutelare un capitale e tenere in considerazione la sua possibile sostituibilità. Con capitale si intendono le risorse che possono essere rinnovabili (che possono rigenerarsi continuamente) o non rinnovabili (beni con capacità di rigenerazione pari a zero).

Ci sono due accezioni di sostenibilità, una forte e l'altra debole. La

	Tecnocentrica		Ecoentrica	
Criterio di sostenibilità	Molto debole	Debole	Forte	Molto forte
Caratteristiche	Stuttamento delle risorse	Gestione e conservazione delle risorse	Salvaguardia delle risorse	Preservazione estrema
Tipo di economia	Anti-verde, con mercati assolutamente liberi e senza vincoli	Verde, guidata da strumenti economici	Profondamente verde, volta a mantenere uno stato stazionario, e regolata da norme strette	Rigorosamente verde, vincolata per ridurre al minimo l'impatto delle risorse
Strategie di gestione	Massimizzare il prodotto interno lordo. Mercati liberi assicureranno capacità di sostituzione infinita tra capitale naturale e capitale manufatto, allentando tutti i possibili vincoli legati alla scarsità delle risorse.	Crescita economica modificata per tenere conto del peso sull'ambiente dei modi di produzione e di consumo. Regola operativa: capitale complessivo costante nel tempo	Crescita economica nulla; crescita della popolazione nulla. Separazione dei fattori della produzione. Punto di vista sistemico e riferito al pianeta nel complesso	Riduzione dell'economia e della popolazione. E' imperativa una riduzione di scala della produzione e dei consumi
Etica	Si privilegiano i diritti e gli interessi degli esseri umani attualmente viventi; la natura ha un valore strumentale (il valore cioè che le viene riconosciuto dagli uomini)	Emerge la preoccupazione per gli altri, cioè l'equità intergenerazionale e infragenerazionale. La natura ha comunque un valore strumentale	Gli interessi collettivi sono predominanti rispetto agli interessi privati ed individuali. Gli ecosistemi hanno un valore primario, e la componente di beni e servizi un valore secondario	Accettazione della bioetica, cioè degli interessi morali conferiti a tutte le specie e alle parti abiotiche; la natura ha un valore intrinseco, in sé, e quindi indipendente dall'esperienza umana.

Figura 3.1 Differenze fra sostenibilità debole e forte.

sostenibilità debole afferma che presupposto un crescente sviluppo economico un sistema sostenibile abbia la capacità di gestire correttamente le risorse naturali così da poterne usufruire in futuro, la possibilità di mantenere un consumo non decrescente e la possibilità di avere sempre uno stock globale costante nel tempo. Nella “forma” debole della sostenibilità, a causa della necessità di uno stock globale costante, i diversi capitali che lo costituiscono vengono considerati come completamente sostituibili. In questo caso deve essere garantita costanza alla somma dei capitali.

La **sostenibilità forte** ha una visione opposta rispetto alla prima in quanto afferma che è il capitale naturale a dover essere costante nel tempo e non lo considera sostituibile con lo stock artificiale.

Il primo approccio, che potremmo definire neoclassico/ utilitaristico, si basa dunque sullo sfruttamento di tutti i tipi di risorse e sulla convinzione che la tecnologia possa provvedere ad uno sviluppo continuo, sostituendo le risorse esaurite attraverso i capitali economici. La seconda categoria, è quella che cerca di tutelare in primis le risorse naturali considerando la loro finitezza. All’interno di ogni categoria ci sono poi più livelli di sostenibilità forte e debole.

È molto complicato dunque dare una definizione precisa di sostenibilità, in quanto attorno a questo concetto ruotano opinioni diverse e dubbi.

In generale potremmo dire che la sostenibilità debole è retta da tre pilastri (vedi figura 2.2.): economico sociale ed ambientale, che coesistono e rendono compatibile lo sviluppo delle attività economiche e la salvaguardia dell’ambiente.

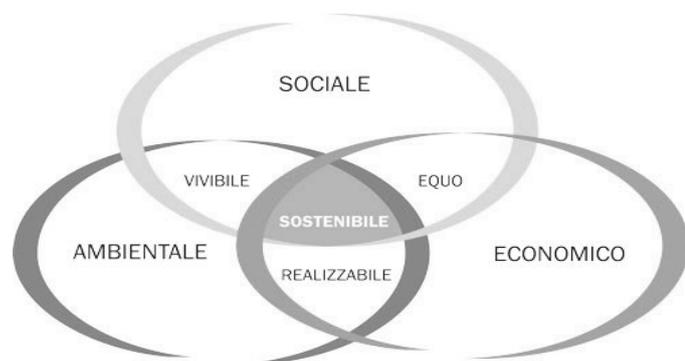


Figura 3.2 I tre pilastri della sostenibilità debole.

3.2 Life Cycle Assessment

L'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca dell'Ambiente) ha definito l'LCA come

“metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto/processo/attività lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita”.

Il sistema quindi tiene conto di tutte le materie prime ed energia in ingresso (input) e di tutto il materiale ed emissioni in uscita (output) andando a calcolare l'incidenza di una certa quantità di prodotto sull'ambiente e sulla qualità della vita dell'uomo.

3.2.1 La storia

Il sistema LCA può sembrare un'idea recente ed innovativa, ma le sue origini sono lontane. La sua nascita si può collocare negli anni '60 dello scorso secolo, grazie ad alcuni ricercatori che iniziavano a porsi il problema dell'utilizzo di risorse, soprattutto quelle non rinnovabili, e della gestione dei reflui che derivano dai processi industriali. Il modo per esaminare al meglio l'intero processo era quello di suddividerlo in tutte le sue fasi, dall'estrazione della materia prima alla forma di rifiuto destinato allo smaltimento. Questo approccio era una grande novità per quel tempo, poiché aveva lo scopo di migliorare gli aspetti energetici e ambientali di una filiera produttiva e non di una singola fase, come era stato fatto fino ad allora. Dagli anni '70 si avranno i primi esempi di questo approccio, che derivano perlopiù da grandi aziende statunitensi: ad esempio, la Coca Cola Company fece analizzare l'impatto ambientale di diversi tipi di materiali per contenere bevande al fine di trovare quello col minor costo energetico ed ambientale. In Italia il concetto di LCA si iniziò a diffondere dalla metà degli anni '90 e venne preso in considerazione solo da grandi aziende che avevano deciso di investire in sviluppo e ricerca, come ad esempio la FIAT che nel '94 fece svolgere l'analisi su un modello di motore per automobili confrontando l'impatto fra due tipi di materiali per la sua costruzione, ovvero fra alluminio e ghisa. Solo nel 1990 venne coniato il termine LCA dal congresso SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) e, vennero definiti ed unificati gli obiettivi. L'ISO (International Standard Organisation)

standardizzò la metodologia dell'LCA grazie alle norme ISO della serie 14040 uscite a partire dal 1996 e oggi confluite e sostituite dalle ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006.

Nel corso degli anni il crescente interesse verso i temi ambientali ha contribuito ad ampliare il quadro degli standard tecnici verso approcci più dettaglianti e anche di margine. Questo è il caso degli standard relativi alle etichettature ambientali. Con la norma ISO 14020 si gettano le basi per un tipo di etichettatura/dichiarazione volontaria, con lo scopo di incrementare la domanda di prodotti con ridotto impatto ambientale lungo il loro ciclo di vita. I tipi di dichiarazione volontaria sono tre:

- 1) Di tipo I (ISO 14024): prevedono il rispetto di alcuni criteri, ad esempio consumi energetici e materiali che si verificano durante il ciclo di vita di un prodotto. La certificazione viene rilasciata da organismi competenti che possono essere enti pubblici o organizzazioni private. Un esempio di dichiarazione volontaria di Tipo I è l'Ecolabel europeo nato circa nel 1990 e che ha una validità di quattro anni.
- 2) Di tipo II (ISO 14021): è un'autodichiarazione ambientale di prodotto da parte del fabbricante e ha lo scopo di informare i consumatori su specifiche caratteristiche e prestazioni ambientali di un prodotto. Ovviamente ci sono vincoli da rispettare nelle modalità di diffusione delle informazioni. Un esempio tipico è quello relativo ai prodotti riciclabili.
- 3) Di tipo III (ISO 14025): detta anche Dichiarazione Ambientale di Prodotto (DAP) è un'etichetta che riporta la quantità di potenziali impatti ambientali associati al ciclo di vita di un prodotto. Sono sottoposte a controllo indipendente e gli impatti devono essere riportati in modo comprensibile e devono essere standardizzati per permettere il confronto con altri prodotti appartenenti alla stessa categoria.

. L'obiettivo delle etichette ecologiche è quello di promuovere la domanda di prodotti che favoriscono un minor impatto ambientale, attraverso una maggior informazione. Il metodo dell'LCA dunque studia l'interazione fra azienda, consumatore ed ambiente dal momento che parte dalla produzione di un prodotto, la sua distribuzione ed utilizzazione.

3.2.2 *La struttura di un LCA*

Secondo la ISO 14040, si divide in quattro fasi principali:

- 1) **Definizione di scopo e obiettivo:** in questa fase viene definita l'unità funzionale, i confini del sistema in analisi, l'affidabilità dei dati e numerosi altri parametri.
- 2) **Analisi di inventario (LCI):** è la parte in cui viene analizzato il ciclo di vita di un prodotto con il fluire degli input e output.
- 3) **Analisi degli impatti (LCIA):** è la parte in cui si studia l'impatto generato dal processo produttivo.
- 4) **Interpretazione:** parte conclusiva in cui si interpretano i risultati utilizzando diversi strumenti e si possono proporre miglioramenti atti a diminuire l'impatto ambientale.

Fondamentale è il ruolo della raccolta dati, che deve essere accurata per poter sviluppare i calcoli necessari. Per poter effettuare un'analisi è utile disporre di un supporto informatico, software che dispongono di banche dati e di algoritmi per la loro gestione.

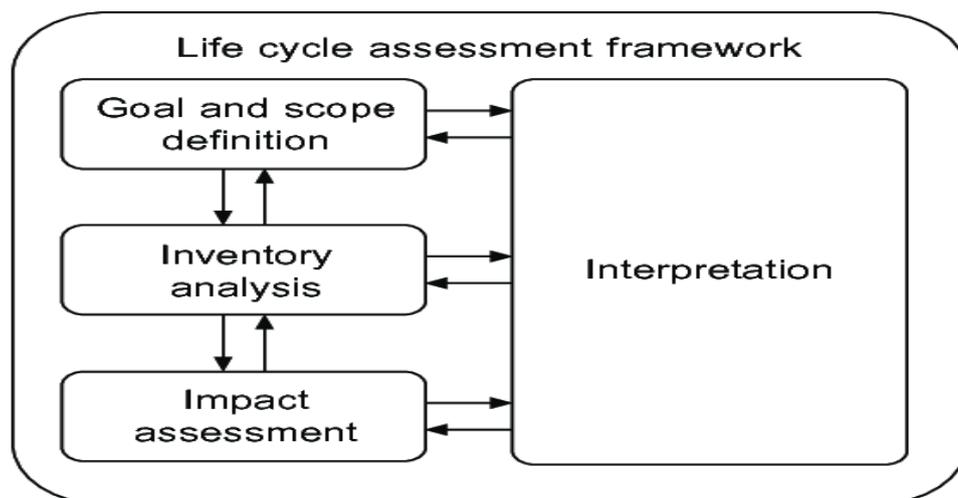


Figura 3.3 Struttura generica di una LCA

3.2.3 Prima fase

La normativa ISO 14040 riguardo a questa prima fase riporta che:

“Gli obiettivi e gli scopi dello studio di una LCA devono essere definiti con chiarezza ed essere coerenti con l’applicazione prevista. L’obiettivo di una LCA deve stabilire senza ambiguità quali siano l’applicazione prevista, le motivazioni che inducono a realizzare lo studio e il tipo di pubblico a cui è destinato[...]”.

Per iniziare innanzitutto va definita l’ampiezza dell’analisi: ad esempio nel nostro caso l’analisi inizia dall’ingresso dell’animale in mattatoio sino al prodotto finito, la qualità dei dati, l’unità funzionale, le categorie dei dati, la finalità dello studio.

Solitamente le finalità si riconducono a:

- Ricerca e sviluppo
- Green marketing (promozione di prodotti ecologicamente più sostenibili ed ecologici)
- Migliorare la filiera produttiva
- Eco design.

L’unità funzionale è l’unità di misura di riferimento e va definita prima di iniziare con l’analisi vera e propria. La sua scelta dipende dallo scopo ed è fondamentale per una migliore comprensione finale dello studio. La normativa ISO 14040 la definisce come:

“[...] Lo scopo principale dell’unità funzionale è di fornire un riferimento a cui legare i flussi in entrata e in uscita[...]”.

Nel nostro caso, ad esempio, l’unità di riferimento sarà 1 kg di carne prodotta, che ci permetterà di legare tutti i dati e comprendere meglio lo studio. Importante è anche la descrizione del sistema in esame e del diagramma di flusso del ciclo produttivo. Il periodo di riferimento dell’analisi deve essere ben definito, ovvero i dati devono essere raccolti in un periodo limitato di tempo.

3.2.4 *Seconda fase*

L’analisi di inventario è la fase più importante di una LCA, qui infatti si crea un modello in cui vengono registrati tutti gli scambi che collegano un’operazione all’altra della catena produttiva. È importante la raccolta dei dati, che deve essere affidabile ed attendibile e poi la

costruzione di un diagramma di flusso in cui vengono rappresentate tutte le fasi del processo. Dalla precisione dei dati si avrà poi un risultato che rappresenta al meglio la realtà. Il periodo di riferimento delle informazioni suggerisce di raccogliere i dati relativi a 12 mesi di attività. La cosa migliore sarebbe raccogliere i dati direttamente nel luogo di produzione (primary data), e nel caso in cui questo non sia possibile ricorrere a dati derivati da letteratura e banche dati (secondary data) operazione che semplifica il loro reperimento. In questo ultimo caso però nello studio va citata la fonte, la data di pubblicazione per rendere trasparente l'analisi, come richiesto dalla norma ISO 14040. Il ciclo produttivo, diviso in fasi, deve subire una ripartizione di tutti gli input e output. Spesso è difficoltoso riuscire ad individuare tutti i materiali in ingresso e in uscita, poiché i sistemi industriali sono nella maggior parte dei casi molto complessi e il reperimento di informazioni utili per uno studio LCA è problematico.

Un problema sorge nella seconda fase, ovvero la gestione del fine vita di un materiale, sia esso uno scarto del processo oppure il prodotto vero e proprio. La gestione del fine vita (end of life) può risultare complessa poiché chi realizza un prodotto può esercitare un controllo sugli scarti di produzione, ma non sul fine vita del prodotto a causa di una distanza fisica e temporale. Come fine vita di un prodotto si può pensare ad un recupero di materiale o ad una produzione di energia. Tutto ciò rende più difficoltosa l'analisi del caso in studio in quanto deve essere quantificato il beneficio che deriva da questo recupero. Le strade che un prodotto/materiale può imboccare al fine vita sono tre:

- Recupero di materia
- Recupero di energia
- Smaltimento in discarica.

Il **recupero di materia** può avvenire con due modalità, attraverso il riuso e il riciclo. Nel primo caso il bene giunto a fine vita viene riutilizzato per la stessa funzione che aveva svolto nella catena di produzione. Il riciclo può essere aperto quando il materiale scartato rientra in circolo in un processo diverso da quello di partenza, si dice chiuso quando il materiale di scarto rientra nello stesso processo che lo ha generato, sostituendo i materiali vergini in ingresso.

Il **recupero di energia** avviene tramite attività che permettono di recuperare energia dagli scarti e prodotti a fine vita; l'attività più utilizzata è la termovalorizzazione. Il calore prodotto da questo processo viene sfruttato per produrre energia termica e/o elettrica.

La **costruzione di una discarica** prevede una successione di fasi, a partire dallo scavo, impermeabilizzazione, realizzazione delle strutture di monitoraggio e raccolta del percolato e biogas dal quale verrà recuperata energia.

3.2.5 Terza fase

Le informazioni che si ricavano dalla fase due sono fondamentali per procedere con la terza fase, ovvero quella dell'analisi degli impatti. Con la parola "impatto" intendiamo un qualsiasi elemento che può interagire con l'ambiente, creando un effetto che possiamo calcolare numericamente con i dati



Figura 3.4 Esempi di effetti ambientali che si presentano su diversa scala

dell'analisi di inventario in grado di produrre solo una stima dei corrispondenti danni sull'ambiente. Gli effetti possono avere ripercussioni su scala locale (es. emissioni di rumore), regionale e globale (es. effetto serra) in base allo spettro d'azione.

I danni che gli effetti possono provocare vengono perlopiù sorbiti da:

- 1) Ecologia, ovvero danni su ecosistemi e popolazioni

- 2) Salute, ovvero effetti sulla salute dell'uomo
- 3) Risorse, ossia rischio di esaurimento di risorse energetiche e materiali
- 4) Riflessi sociali, che consiste nel degrado dell'habitat e delle attività umane.

Da qui vengono scelte delle categorie di impatto che sono perlopiù:

- C1-effetto serra (*global warming*);
- C2-assottigliamento fascia dell'ozono (*stratospheric ozone depletion*);
- C3-acidificazione (*acidification*);
- C4-eutrofizzazione (*nutrient enrichment*);
- C5-smog fotochimico (*photo-smog formation*);
- C6-tossicità per uomo e ambiente (*human and eco-toxicity*);
- C7-consumo di risorse non rinnovabili (*resources depletion*).

L'**effetto serra**, fenomeno per cui il nostro pianeta viene riscaldato, è naturale e utile ed è prodotto dalla presenza di alcuni gas in atmosfera che permettono l'ingresso dei raggi solari, ma ne impediscono il re-irraggiamento. I principali gas ad effetto serra sono: l'anidride carbonica, il protossido di azoto e il metano e sono presenti naturalmente nell'atmosfera. Con l'utilizzo sempre più crescente di combustibili fossili e con l'aumento delle attività industriali la concentrazione di questi gas è aumentata in maniera considerevole causando un eccessivo riscaldamento del globo (effetto su scala globale). L'anidride carbonica è il gas che contribuisce a questo effetto che è preso come unità di misura per valutare l'effetto degli altri gas clima-alteranti. È prodotto perlopiù da attività umane quotidiane (es. auto, riscaldamento domestico ecc.), da eventi naturali catastrofici, quali gli incendi e le eruzioni vulcaniche. Il protossido di azoto è presente in quantità inferiori alla CO₂, ma è 300 volte più potente nel trattenere calore; la sua presenza nel suolo e in atmosfera è dovuto all'uso crescente di fertilizzanti e da processi di nitrificazione e denitrificazione. Il metano è presente in minore quantità rispetto al precedente gas, ma ha la capacità clima-alterante 23 volte superiore a quella della CO₂ e viene prodotto dalle discariche, da batteri metanigeni, dall'attività biologica di animali. Altri gas contribuiscono a questo effetto anche se presenti in minor concentrazione (CFC, HCFC ecc.). Dato il grave cambiamento climatico che si stava verificando, nel 1992 nasce la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, organizzazione internazionale che mirava a ridurre gli effetti dei gas serra. Nel 1997 per coinvolgere anche i governi dei paesi più industrializzati viene

sviluppato il Protocollo di Kyoto, in cui si stabiliscono degli obiettivi quali la riduzione di sei gas serra. La riduzione complessiva deve essere pari al 5,2% rispetto al 1990, percentuale adattata poi ad ogni nazione (es. per l'Italia l'obiettivo è una riduzione del 6,5% dei sei gas). Questa riduzione può avvenire mediante alcune misure come:

- Miglioramento efficienza energetica;
- Estensione dei pozzi di assorbimento dei gas serra;
- Sostenibilità in agricoltura;
- Ricerca, promozione e sviluppo, utilizzo di fonti rinnovabili;
- Eliminazione di imperfezioni di mercato che vanno contro gli obiettivi del Protocollo;
- Applicazione di politiche atte a ridurre l'effetto serra;
- Corretta gestione dei rifiuti.

L'**ozono** (molecola triatomica di ossigeno) ha la funzione di assorbire i raggi UV provenienti dal Sole che sono dannosi per la salute umana. La produzione di alocarburi (CFC e HCFC) da parte delle attività umane causa un assottigliamento dello strato di ozono. Una molecola di Cloro è in grado di distruggere 100.000 molecole di ozono rendendo la reazione fra i due efficientissima. Fra il 1985 e il 1987 sono stati firmati due trattati dall'UNEP (Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente) volti a proteggere lo strato di ozono e che ha permesso al "buco" di stabilizzarsi.

L'**acidificazione** è causata dalle piogge che portano sul terreno quantità di gas particelle e precipitazioni acide. I principali protagonisti di questo effetto sono gli ossidi di zolfo e di azoto presenti sia in natura sia a causa dell'uomo. Le piogge acide si formano quando uno degli elementi sopracitati entrano in contatto con il vapore acqueo atmosferico e ricadono a terra. I composti a base di zolfo formatisi precipitano entro 2-4 giorni quindi le maggiori ricadute si verificano vicino alle sorgenti. Distintamente gli ossidi di azoto rimangono per lungo tempo in atmosfera prima di cadere a terra, quindi si avranno concentrazioni maggiori lontano dalle sorgenti.

Il rilascio di sostanze nell'ambiente come azoto e fosforo può favorire il fenomeno dell'**eutrofizzazione** che comporta una riduzione di ossigeno nelle acque con sviluppo di alghe in superficie. La principale causa di questo fenomeno sono i fertilizzanti agricoli e gli scarichi industriali e urbani, dunque l'effetto viene considerato su scala globale/regionale.

Lo **smog fotochimico** è l'inquinamento dell'aria che avviene in particolari condizioni climatiche, ovvero in giornate in cui il tempo è stabile e c'è insolazione, in presenza di ossidi di azoto e composti organici volatili emessi nell'atmosfera da processi industriali e naturali. La formazione di smog avviene grazie a delle reazioni fotochimiche in cui sono coinvolti i raggi UV del sole e necessitano di una temperatura minima di 18°C, per questo il fenomeno si manifesta per lo più durante l'estate. Gli ossidi di azoto si formano tramite processi di combustione di combustibili fossili e della biomassa. Al gruppo dei composti organici volatili appartengono sostanze come il benzene, l'etanolo e miscele come la benzina. La loro presenza in atmosfera è dovuta da una combustione incompleta di combustibili fossili e di materiale vegetale oppure da volatilizzazione di composti naturali. La presenza di smog fotochimico dunque sarà più concentrata in zone industrializzate, quindi l'effetto si può considerare su scala regionale.

Alcune sostanze chimiche possono risultare dannose per la salute umana e per quella di tutti gli organismi viventi. Si parla quindi di **tossicità**. Questo effetto è tuttora in fase di sviluppo e il settore di ricerca che se ne occupa è noto come "Working environment".

L'ultimo effetto oggetto di studio è quello dell'**utilizzo di risorse**, che vanno distinte in due categorie: rinnovabili o risorse di flusso e non rinnovabili o risorse stock. Rientrano nella prima categoria risorse come aria, acqua, radiazione solare e nella seconda le materie prime minerarie e il territorio. Anche il territorio è una risorsa e anche il suo degrado è un effetto importante. I fenomeni che possono causarne il deterioramento sono ad esempio l'erosione e la distruzione di ecosistemi.

La terza fase, detta anche LCIA (Life Cycle Impact Assessment), consta di alcune fasi obbligatorie:

- Selezione di effetti ambientali da considerare;
- Classificazione;
- Caratterizzazione.

E di altre fasi opzionali:

- La normalizzazione, ovvero il confronto degli indicatori ambientali calcolati con dei valori di riferimento
- Pesatura, determinazione e confronto dell'importanza dei singoli effetti ambientali.

La **selezione degli effetti** è il primo passo da effettuare in questa fase, abbiamo già detto quanto sia importante la precisione dei dati ottenuti dalla fase 2. I dati che abbiamo ricevuto dalla precedente fase, rappresentano input e output che daranno vita a degli impatti sull'ambiente. Dati più certi si hanno su effetti di scala globale, come ad esempio l'effetto serra o lo studio dell'ozono. Più incerti sono effetti su scala regionale/locale poiché causati da flussi diversi in zone diverse.

Dopo la selezione si procede con la **classificazione** che consiste nell'organizzare i dati dell'inventario, ovvero distribuire tutte le emissioni provocate dalle diverse operazioni del ciclo produttivo nelle varie categorie di impatto.

La **caratterizzazione** permette invece di quantificare, con un'unità di misura specifica, il contributo che a ogni categoria fornisce ogni operazione del ciclo produttivo:

- ✓ Effetto serra: il gas serra oggetto di analisi viene espresso in kg di CO₂ equivalenti, grazie ad un'operazione di standardizzazione basata sui potenziali di riscaldamento globale (GWPs), che sono calcolati per ogni gas serra. Abbiamo già accennato della capacità di questi gas di trattenere le radiazioni solari per un certo periodo di tempo nell'atmosfera terrestre. Il GWP di un gas è la misura, basata sulla concentrazione e sul periodo di esposizione, del potenziale contributo che una sostanza arreca all'effetto serra, rispetto a quello provocato dallo stesso peso di anidride carbonica. Un esempio è il GWP₂₀(N₂O) che è pari a 280, il quale indica che 1 grammo di N₂O avrà lo stesso effetto di riscaldamento dopo 20 anni come 280 grammi di CO₂.
- ✓ Anche per il problema dell'assottigliamento dello strato di ozono è stato creato un indice di standardizzazione, che si basa sul potenziale di riduzione dell'ozono (ODP) e che consiste in una conversione di gas coinvolti nel processo di analisi in chilogrammi di CFC-11 equivalenti. L'ODP viene definito come il rapporto fra il numero di reazioni di rottura della molecola di ozono conseguente all'emissione in atmosfera di una quantità di sostanza nell'arco temporale di un anno e il corrispondente numero di reazioni di rottura causate da CFC-11 nelle stesse condizioni e nella stessa quantità.
- ✓ Acidificazione: i fattori di standardizzazione riportano ai chilogrammi di SO₂ equivalenti, attraverso il potenziale di acidificazione (AP). La standardizzazione è stata effettuata a partire dal rilascio di ioni H⁺ delle sostanze. Quindi AP corrisponde

al rapporto fra il numero di ioni potenziali H^+ equivalenti per unità di massa della sostanza e il numero di ioni potenziali H^+ equivalenti per unità di massa SO_2 che è la sostanza di riferimento.

- ✓ Eutrofizzazione: la sua standardizzazione avviene riportando i kg di sostanze che contribuiscono all'effetto ai kg di PO_4^{3-} equivalenti in base a un potenziale di eutrofizzazione (EP). Spesso però questo effetto necessita di uno studio particolare, poiché agisce su scala locale e può differire da altri casi di eutrofizzazione.
- ✓ Lo smog fotochimico: in giornate particolarmente soleggiate sostanze volatili prodotte da attività industriali vanno incontro ad una serie di reazioni fotochimiche, che portano alla formazione di ozono. Il gas di riferimento è l'etilene quindi le emissioni degli altri gas che producono ozono vengono relazionate con i kg di etilene equivalenti. I fattori di conversione sono indicati con potenziali di formazione di ozono fotochimico.

La **normalizzazione** è un elemento opzionale che consiste nell'elaborazione dei dati in modo da ottenere degli indici capaci di descrivere l'analisi in modo sintetico. Questa operazione risulta però molto difficoltosa e non sempre adatta, tanto che è ancora oggetto di ricerca, pertanto non è obbligatoria in una analisi LCA.

3.2.6 Quarta fase

Un'analisi LCA può avere molti scopi, come ad esempio quello di suggerire un miglioramento del processo produttivo per favorire una diminuzione degli impatti. La norma ISO 14040 afferma che questa fase è "il momento in cui realizzare una valida correlazione tra i risultati dell'analisi di inventario e di quella degli impatti per proporre raccomandazioni utili in conformità con obiettivi e scopi di studio". In questa fase vanno dunque messe sotto stretta osservazione tutte le fasi del processo identificando le aree di intervento e miglioramento. Nel caso in cui un progetto venga rivisitato, la progettazione deve avvenire con un'ottica LCA. Oggi si parla sempre più di *Ecodesign*, che relaziona la fase progettuale al fattore ambiente e il tutto deve avvenire con *Ecoefficienza* ovvero con un migliore sfruttamento delle risorse e un minor impatto ambientale.

Capitolo 4

ANALISI DEL CICLO DI VITA DELLA PRODUZIONE DELLA CARNE IL CASO DELL'AZIENDA AGRICOLA "FATTORIA FONTETTO"

La parte sperimentale del lavoro di tesi è consistita in uno studio di Analisi del Ciclo di Vita sul processamento della carne svolto presso il mattatoio della Società Agricola Fattoria Fontetto, cercando di seguire tutte le fasi che questo approccio prevede. L'interesse per tale studio è stato mosso dalla struttura del mattatoio che potremmo definire "non convenzionale" per lo sviluppo in verticale. Lo scopo della nostra analisi è quello di calcolare gli impatti del mattatoio della "Fattoria Fontetto" e confrontarli con quelli di un mattatoio convenzionale per verificare l'eventuale risparmio di materie prime, di energia e di emissioni.

4.1 Prima fase

L'analisi ha considerato tutte le operazioni di produzione della carne che vanno dall'ingresso dell'animale all'interno del mattatoio, sino al prodotto finito e confezionato. Come richiesto dalla normativa, per l'unità funzionale di riferimento è stato indicato il kg di carne prodotta, in quanto funzione della filiera oggetto di analisi. Ad esempio l'acqua utilizzata nelle varie operazioni verrà così espressa: l di acqua/kg di carne prodotta. I dati sono relativi all'anno di produzione 2018 e sono stati raccolti durante gli incontri avuti con uno dei responsabili dell'azienda, che ci ha procurato le schede tecniche di tutti i materiali in ingresso e concesso una visita del mattatoio. I dati che non siamo riusciti ad ottenere dai colloqui diretti, sono stati ricavati da banche dati.

4.2 Seconda fase

Una volta raccolti i dati, e verificata che la loro affidabilità, dopo aver deciso le unità di misura e di tempo, si è passati alla loro attribuzione alle varie fasi del ciclo produttivo. Una semplificazione può essere data dalla creazione di un diagramma di flusso, dove per ogni fase del ciclo produttivo vengono inseriti i rispettivi input e output. È importante, in questa fase, specificare anche l'eventuale recupero di materiali/energia (fine vita e recupero) e la modalità con cui avviene.

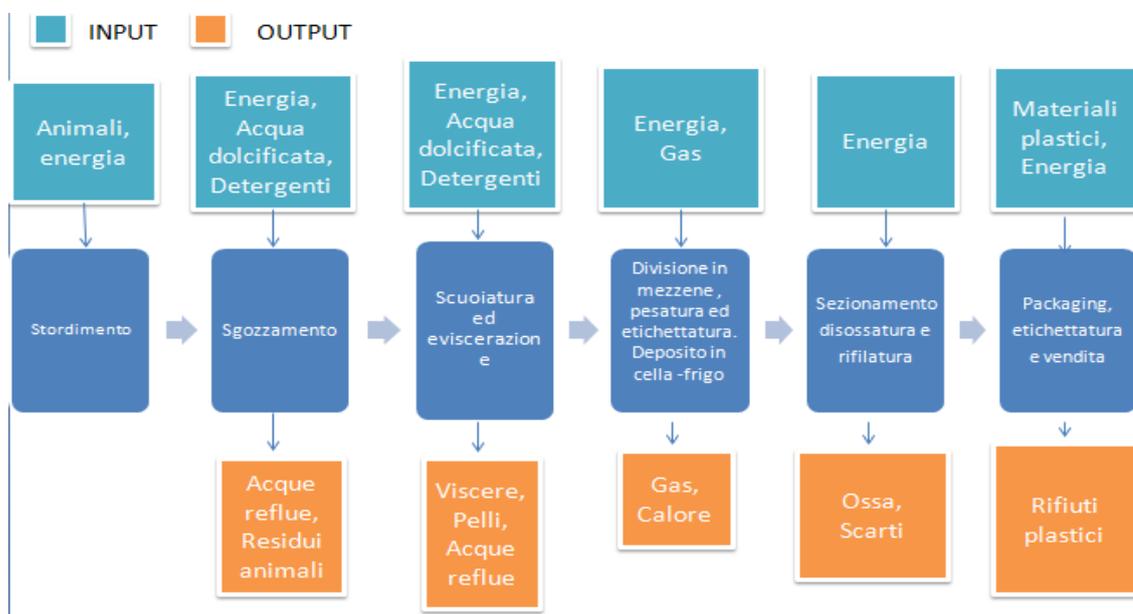


Figura 4.1 Confine di sistema

4.2.1 Input

Con input intendiamo tutte le sostanze/materiali che entrano nel ciclo produttivo sottoposto ad analisi.

Possono essere distinti in:

1) Detergenti

- Play Pav (Mr. Drop): Detergente e sgrassante per pavimenti;
- FOAM Quat (AEB): Schiuma detergente a media alcalinità ad attività igienizzante;

- FOAM Chlor (AEB): Schiuma detergente alcalino ad elevato contenuto in cloro.
- 2) Acqua e sostanze per acqua:
- Acqua;
 - Cillit-ALLSIL SUPER 25 Ag (Cillicemie): Sanificante per circuiti di distribuzione acqua destinata al consumo umano, superfici e contenitori contaminati da *Legionella Pneumophila*.
- 3) Materiali per packaging:
- Sacchetti/fogli per alimenti in HDPE (Cristianpack.srl);
 - Contenitore TOP SEAL IN PP idoneo al confezionamento MAP (ESPERIA);
 - BONE PROTECTOR (Bernucci): tela cerata protettiva varie altezze;
 - Black PP (Faerch plast): per confezionamento di tipo skin;
 - Sacchi e fogli in HD NEUTRI (COMPLAST);
 - Buste VACUUM lisce/goffrate (ALPAK);
 - Stocchinetta (ELMAN srl): materiale in poliestere da impiegare per la protezione esterna di mezzene o quarti di carne bovina.
- 4) Refrigerante, utilizzato per il raffreddamento delle celle per la carne e per i luoghi di lavoro attraverso due distinte centraline:
- Idrofluorocarburi (Tetrafluoroetano, Pentafluoroetano, Trifluoroetano).
- 5) Animali:
- Bovini di circa 390 Kg/capo.
- 6) Energia elettrica (consumo da rete nazionale pressoché nullo, grazie alla presenza di un impianto fotovoltaico sul tetto dell'edificio)
- 7) Riscaldamento:
- Metano.

4.2.2 Output

Tutto ciò che esce dalla catena di produzione del processo in analisi è definito output. Gli output del nostro processo sono:

- 1) Scarti animali, che si distinguono in tre categorie:

- Categoria 1: Materiale che deve essere distrutto (testa, zampe, stomaci, sangue), pre-stomaci destinati alla produzione di trippa;
 - Categoria 2: Interno del ruminante che viene riutilizzato dall'azienda come concime;
 - Categoria 3: Grasso, ossa e pelle che subiscono lavorazioni secondarie.
- 2) Energia elettrica
- Produzione di energia elettrica da impianto fotovoltaico e conseguente immissione in rete.
- 3) Acque reflue
- Acqua con residui di detersivi, sangue, residui animali.
- 4) Materiali plastici
- Contenitori di detersivi;
 - Contenitori per carne;
 - Fogli da imballaggio.
- 5) Materiali cartacei

Carta e cartoni da imballaggio.

4.2.3 Dati e quantità

I dati che ci sono stati forniti si riferiscono all'anno 2018. Qui sotto l'elenco delle quantità di input e output:

- La carne prodotta è di circa **795.100 kg** totali
- Il cloro totale, che comprende i vari detersivi, per la pulizia dello stabilimento è di **1075 kg/anno** circa che equivalgono a **0,0014 kg/kg di carne prodotta**.
- I Sali quaternari che sono alternati al cloro nella detersione sono **100 kg/anno**, ossia **0,0001 kg/kg di carne prodotta**.
- L'utilizzo di materiale plastico è di **3040 kg/anno**, circa **0,004 kg per kg di carne prodotta**.
- L'utilizzo di carta e cartone è di **2500 kg/anno**, pari a **0,003 kg/kg di carne prodotta**.

- La quantità di addolcitore per l'acqua utilizzato, ovvero il prodotto Cillit-ALLSIL SUPER 25 Ag, è di **60q/anno**, che equivalgono a **0,008 kg/kg di carne prodotta** circa.
- Il peso caldo di ciascun capo bovino è di circa **380-390 kg**, va tenuto conto del calo da raffreddamento durante la macellazione, che è pari al **2%**.
- La resa alla macellazione è pari al **62%** nelle femmine, mentre per i paschi è del **64%**.
- Il consumo di metano è di **17653 Smc/annui**, circa **0,022 Smc/kg di carne prodotta**.
- Il consumo di acqua equivale a **290 l/capo** macellato per un totale di **970.050 l**, ovvero **1,22 l/kg di carne prodotta**. Per quanto riguarda l'allevamento (dato secondario) il consumo di acqua è **20 l/kg peso vivo**.
- La potenza dei banchi frigo è di **3500/4000 W**.
- I capi macellati in un anno sono **3345**, i vitelli sono esclusi poiché il loro abbattimento avviene in una struttura esterna.
- Di conseguenza il numero di pelli (scarti di categoria 3), destinati alla ditta SAPI SPA, sono **3345**.
- L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico di **190 kW** è **228.536kWh**, ovvero **0,29 kWh/kg di carne prodotta**, di cui quella venduta è pari a **102.537 kWh** e quella utilizzata **125.999kWh**.
- La quantità di refrigerante, utilizzato nel raffreddamento di celle frigo e banchi frigo dello spaccio aziendale, è di **4 kg/anno** in condizioni ottimali, ovvero in assenza di perdite.
- Per quanto riguarda gli scarti, quelli di categoria 1 equivalgono a circa **201.300 kg**, quelli della seconda categoria che sono riutilizzati dall'azienda sono **13-18 kg/capo** ed infine gli scarti di terza categoria sono di circa **226.500 kg**.

4.2.4 Riciclo/ riuso

Nella seconda fase vanno valutati anche i materiali e le sostanze di scarto o a fine vita che possono essere riutilizzate o riciclate. La società agricola Fattoria Fontetto ha sviluppato

alcune accortezze che hanno la finalità di poter riutilizzare alcuni degli scarti di macellazione e i cascami energetici ottenuti dai processi. Un primo riuso è quello del materiale che si trova all'interno del ruminante e che viene riutilizzato come concime dalla società stessa, che possiede circa 400 ettari di terreno. Anche la pelle viene riutilizzata, infatti la ditta SAPI SPA che è specializzata nella trasformazione di sottoprodotti animali in mangimi, fertilizzanti e cibo per animali domestici, provvede al ritiro degli scarti di pellame. Il quinto quarto dopo lavaggio e scottatura viene commercializzato con la qualifica di trippa da parte della Fattoria Fontetto. L'abomaso, ovvero lo stomaco vero e proprio del bovino, viene su richiesta trasformato per la produzione di lampredotto. Anche il calore, che deriva perlopiù da un impianto a gas metano, subisce un recupero e dunque un riutilizzo, da parte del sistema di raffreddamento: il gas che circola nel sistema di raffreddamento e che è generato dalla centrale, prima di andare nei condensatori, passa all'interno di una piastra di recupero calore. Il calore recuperato verrà utilizzato per il riscaldamento dell'acqua dei boiler, limitando così il consumo di metano.

4.3 Terza fase

La terza parte prevede la selezione delle categorie di impatto della nostra analisi. Alla selezione, conosciuti input e output, segue il calcolo di quanto ogni sostanza, coinvolta nel ciclo produttivo della produzione di carne, contribuisce ad ogni categoria di impatto.

4.3.1 LCA con SimaPro®

L'analisi è stata sviluppata mediante il software SimaPro® grazie al quale, dopo l'inserimento di tutti i dati, abbiamo ottenuto risultati in termini di impatti ambientali.

Possiamo suddividere il lavoro compiuto con il software in più fasi.

- 1) Inserimento input/output (Figura 4.3): in questa fase abbiamo inserito tutti i fattori in ingresso e in uscita dal processo di produzione della carne del "caso Fontetto". Per l'analisi è importante che tutti i dati abbiano la stessa unità di misura di riferimento (nel nostro caso kg), dunque devono subire una conversione. Il software è dotato di banche dati organizzate in cartelle che racchiudono materiali simili. Ogni materiale da noi inserito è stato selezionato da questa banca dati. Fra i dati ci sono due co-

prodotti (o prodotti di sostituzione o prodotti evitati, poiché sostituiscono prodotti di altre filiere) e sono: la quantità di contenuto ruminale utilizzata come fertilizzante nei campi di proprietà dell'azienda e la quantità di energia prodotta dal fotovoltaico e venduta in rete. Abbiamo inoltre considerato un input che non rientra nei limiti della nostra analisi ma che, per completezza, abbiamo inserito: l'allevamento con tutti i suoi input ed output. Abbiamo inserito anche gli output: acque reflue ed emissioni in aria causate dai CHFC del refrigerante.

C:\Users\Foppa Pedretti\Desktop\database simapro completo 041016\Update823: LCA MATTATOIO FONTETTO - [Modifica materiali processo 'Bovini carne totale prodotti']

File Modifica Calcola Strumenti Finestra Aiuto

Documentazione Input/Output Parametri Descrizione del sistema

Prodotti								
Output noti a tecnosfera. Prodotti e coprodotti								
Nome	Quantità fisica	Unità di misura	Quantità fisica	% Allocazione	Tipo rifiuto	Categoria		
Bovini carne totale prodotta	1052851,46	kg	Mass	100 %	Compost	Agricultural/Anri		
(Inserisci linea qui)								
Output noti a tecnosfera. Prodotti evitati								
Nome	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD ^{^2} o 2*SD	Min	Max	Commento	
Manure, from cows, at farm/RER Mass	51847,5	kg	Normale	11826,36			residui del rumin e degli stomaci utilizzato come fertilizzante organico	
Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV IT S	102537	kWh	Non definito				elettricità venduta da fotovoltaico	
(Inserisci linea qui)								
Input								
Input noti da natura (risorse)								
Nome	Sottocompartimento	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD ^{^2} o 2*SD	Min	Max	Commento
Water, cooling, drinking	in ground	333,33*1052851,46 = 3,51E8	kg					acqua in misura di 333.33 prodotta
Water, cooling, drinking	in ground	6000	kg	Non definito				acqua per addolcitore
(Inserisci linea qui)								
Input noti da tecnosfera (materiali/combustibili)								
Nome	Quantità fisica	Unità di misura	Distribuzione	SD ^{^2} o 2*SD	Min	Max	Commento	
Beef cattle for slaughter, at beef farm/IE Mass	1052851,46	kg	Non definito				allevamento bovini	
Combustion of natural gas, consumption mix, at plant(CASO FONTETTO)	38,16*17653 = 6,74E5	MJ					metano utilizzato	
Tetrafluoroethane (GLO) market for Alloc Def, U	0,14	kg	Normale	0,028284			r404 in misura del 4%	
Monochloropentafluoroethane (GLO) market for Alloc Def, U	1,54	kg	Normale	0,311127			r404 in misura del 44%	
Trifluoromethane (GLO) market for Alloc Def, U	1,82	kg	Normale	0,367696			r404 in misura del 52%	
Corrugated board box (GLO) market for corrugated board box Alloc Def, U	2500	kg	Non definito				consumo di cartone all'immagine	
Packaging film, low density polyethylene (GLO) market for Alloc Def, U	3044,16	kg	Non definito				voce uso di plastiche AT siano incluse anche altri dal polietilene come ad e polistirene	
Polishing powder (GLO) market for Alloc Def, U	1075	kg	Non definito				prodotti per la pulizia de doro ATTENZIONE parte attraverso schede dei pi	
Polishing powder (GLO) market for Alloc Def, U	100	kg	Non definito				sali quaternari alternati	

D3A 8.2.3.0 PHD

Figura 4.2 Fase di inserimento dati su SimaPro®

2) Il secondo passaggio consiste nella scelta della metodologia ovvero una serie di calcoli sistematici che convertono l'analisi di inventario nell'impatto ambientale che ne deriva. Noi abbiamo scelto la metodologia CML-IA baseline V3.01-EU25⁴ che raggruppa i risultati in categorie "midpoint"

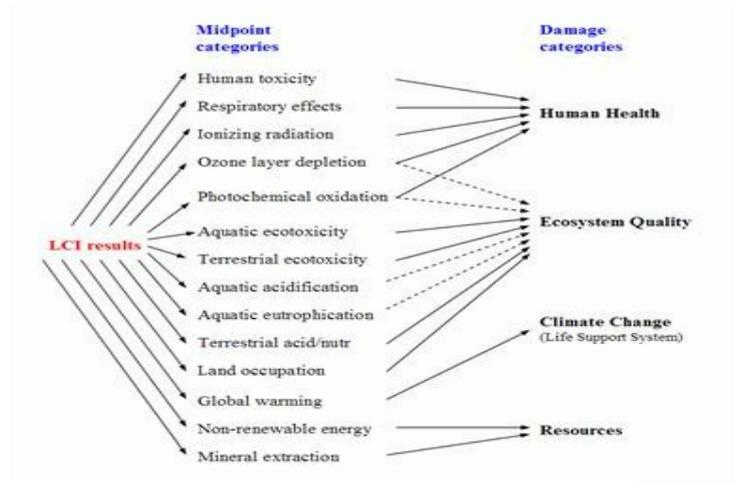


Figura 4.3 Approccio midpoint (a sinistra) ed endpoint (a destra)

(figura 4.3). Questo approccio, a differenza dell'endpoint, non considera le emissioni ed i conseguenti effetti ambientali come danni, bensì come danni potenziali. Questo approccio rende confrontabili le analisi poiché tiene conto di: caratterizzazione, classificazione, normalizzazione e pesatura.

3) Dopo la scelta del metodo di calcolo si procede con l'analisi dei risultati. Le categorie di impatto di nostro interesse sono: l'effetto serra (GWP), l'assottigliamento dello strato di ozono (ODP), eutrofizzazione ed acidificazione, il consumo di risorse abiotiche e di combustibili fossili:

⁴ La metodologia CML è stata sviluppata dall'Istituto di scienze ambientali dell'Università di Leiden, è la più utilizzata e considerata la più completa. Utilizza perlopiù dati europei per i fattori di impatto.

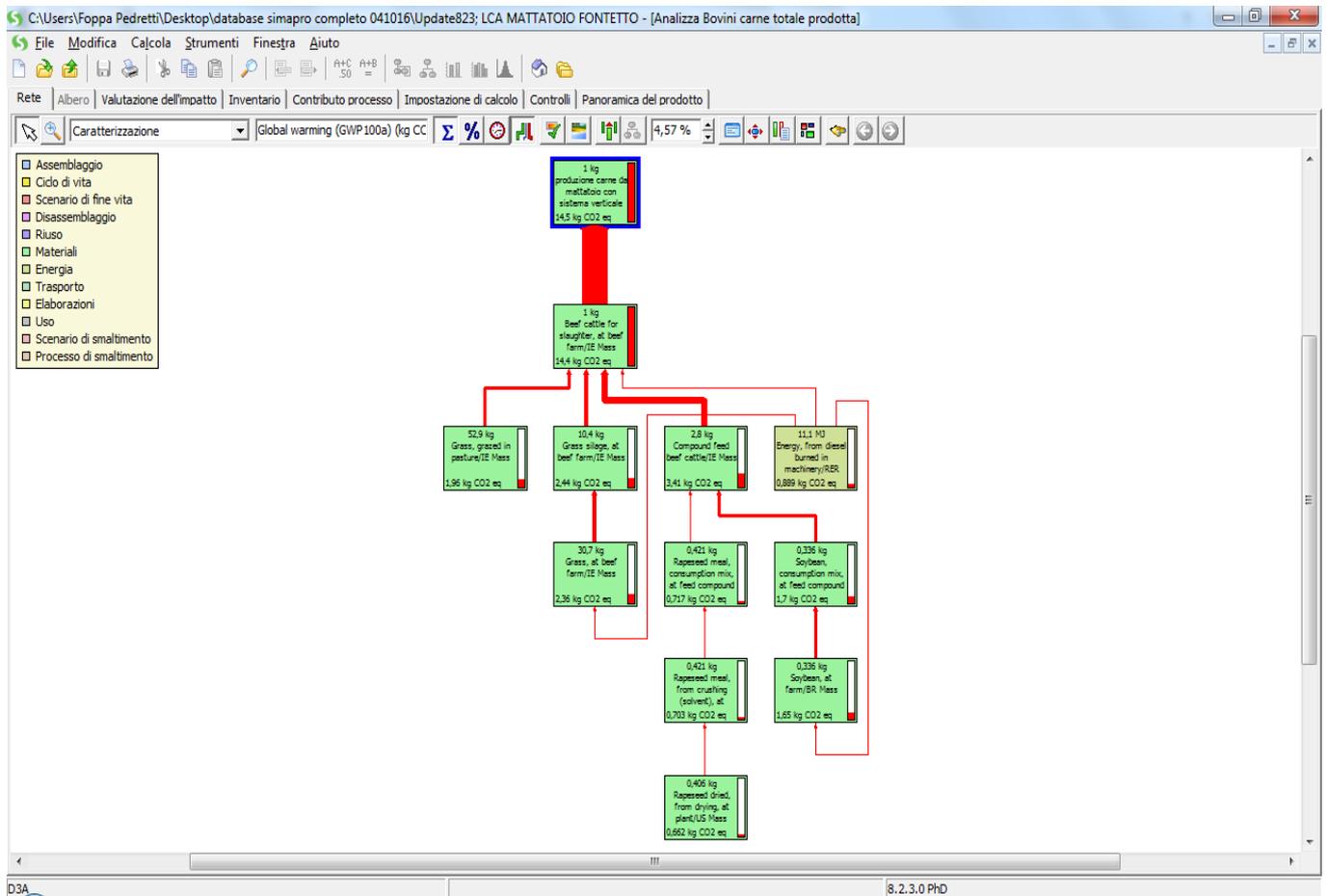


Figura 4.4 Calcolo del GWP in un periodo di riferimento di cento anni

Dal calcolo del **GWP** (figura 4.4) in un periodo di riferimento di cento anni, osserviamo che il 99,2% del GWP è dovuto dall'allevamento (fermentazioni) e la restante parte al processo di produzione di carne. Il GWP si misura in kg di CO₂ eq prodotti e come mostra la Tabella 1 nel nostro caso è pari al 22,93534 kg di CO₂eq:

- **GWP Allevamento:** Pari a 22,82722 kg di CO₂ eq provengono dall'allevamento, selezionato come dato secondario. La CO₂ dell'allevamento deriva in parte da vie dirette (respirazione e attività metaboliche dell'animale) ma anche indirette: acquisto di alimenti (produzione industriale di fertilizzanti e pesticidi) per il bestiame. Nel caso esaminato il valore potrebbe essere ridotto data la produzione locale di mangimi che riduce i trasporti. Anche metano è un gas serra e negli

allevamenti bovini proviene sia dalle fermentazioni enteriche dell'animale sia dalla decomposizione della sostanza organica nei reflui.

- **GWP Mattatoio:** Il processo di lavorazione della carne, rispetto all'allevamento e alla sua gestione, contribuisce limitatamente all'aumento dei gas serra in atmosfera. Il suo impatto è di 0,1146 kg/CO₂. Le emissioni del mattatoio che contribuiscono al GWP sono dovute prevalentemente alla combustione di metano per il riscaldamento, dall'utilizzo di materiale plastico e materiale di carta per il packaging, dall'uso di detergenti per la pulizia dello stabile.

Tabella 1 Risultato dell'analisi effettuata con SimaPro®

Categoria d'impatto	Unità	Totale
Abiotic depletion	kg Sb eq	1,13E-05
Abiotic depletion (fossil fuels)	MJ	2,875306
Global warming (GWP100a)	kg CO ₂ eq	22,93534
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC- 11 eq	1,70E-08
Acidification	kg SO ₂ eq	0,397199
Eutrophication	kg PO ₄ --- eq	0,204573

La diminuzione dello strato di **ozono** si misura in kg di CFC-11 equivalenti e nella nostra analisi è pari a 1,14E⁻⁸ kg di CFC-11 eq ed è data in gran parte dalle emissioni del mattatoio.

- **Ozono (ODP) Mattatoio:** Sebbene il valore sia basso ($0,18E^{-8}$ kg di CFC-11eq), la causa principale è data dall'utilizzo di refrigeranti a base di fluorocarburi (nel caso "Fontetto" Tetrafluoroetano, Pentafluoroetano, Trifluoroetano).
- **Ozono (ODP) Allevamento:** pari a $1,52E^{-8}$ kg di CFC-11eq, circa l'89% del totale.

L'**eutrofizzazione** ha come unità di misura in kg di PO_4^{---} equivalenti e nel "caso Fontetto" è di 0,204573 kg di PO^{---} .

- **Eutrofizzazione Mattatoio:** Il mattatoio contribuisce in piccola parte (0,34% del totale) a questo effetto con la gestione delle acque reflue cariche di materiale organico e non organico.
- **Eutrofizzazione Allevamento:** Nella fase di allevamento il problema è la gestione di deiezioni animali ricche in azoto e fosforo che, lisciviando, causano l'inquinamento delle falde acquifere in cui, a causa di un ambiente asfittico, si avrà la crescita di alghe. La fase di allevamento infatti impatta per il 99,6% circa, con 0,203874 kg di PO_4^{---}

L'**acidificazione** che si misura in kg di SO_2 eq dalla nostra analisi risulta di 0,397199 e derivano perlopiù dall'allevamento. I principali composti che contribuiscono a questo effetto sono: gli NO_x e SO_2 .

- **Acidificazione Mattatoio:** Nel caso "Fontetto" il mattatoio impatta in minima parte, perlopiù a causa dell'utilizzo di detersivi e della combustione di metano.
- **Acidificazione Allevamento:** La fase di allevamento incide per il 99%. L'ammoniaca (NH_3) è responsabile dell'acidificazione e proviene soprattutto dallo stoccaggio e dallo spargimento di reflui zootecnici.

La figura 4.5 evidenzia, tramite istogramma, le diverse categorie d'impatto (anche quelle non considerate nell'analisi corrente) e, per ogni categoria le diverse fasi che contribuiscono a taluno impatto.

Il colore **verde** corrisponde alla fase di allevamento e prevale in gran parte delle categorie: effetto serra, assottigliamento strato dell'ozono, consumo di risorse, acidificazione ed eutrofizzazione. Il colore **blu** rappresenta la gestione delle

acque reflue derivanti dal mattatoio e incide, anche se in quantità minori rispetto all'allevamento, sull'eutrofizzazione. Il **verde oliva**, presente soprattutto nella categoria d'impatto del consumo di risorse abiotiche (incide per il 30%), rappresenta i prodotti per la lucidatura del mattatoio. Il **viola** e il **rosso** corrispondono al consumo di refrigeranti (Trifluorometano e Tetrafluoroetano) nelle celle del mattatoio, a cui è imputata la colpa dell'assottigliamento dello strato di ozono. I refrigeranti incidono per circa il 15%. Il **rosso bordeaux** rappresenta l'uso di materiale plastico per il packaging, e la categoria su cui incide in maggiormente è il consumo di combustibili fossili, legato alla loro produzione.

4.3.2 Co-prodotti

Nella analisi della "Fattoria Fontetto" abbiamo due co-prodotti in uscita dal processo di produzione di carne: energia elettrica venduta e fertilizzante che proviene dall'interno del ruminante bovino. La produzione e vendita di energia elettrica crea un "credito" (figura 4.5) per ogni categoria di impatto, soprattutto per quanto riguarda l'ozono, ad esclusione del consumo di combustibili fossili, poiché l'energia venduta è classificata come electricity mix che non tiene conto dell'energia prodotta esclusivamente da impianti fotovoltaici, bensì da tutti i tipi di impianti di produzione di energia elettrica. Il "credito" viene indicato

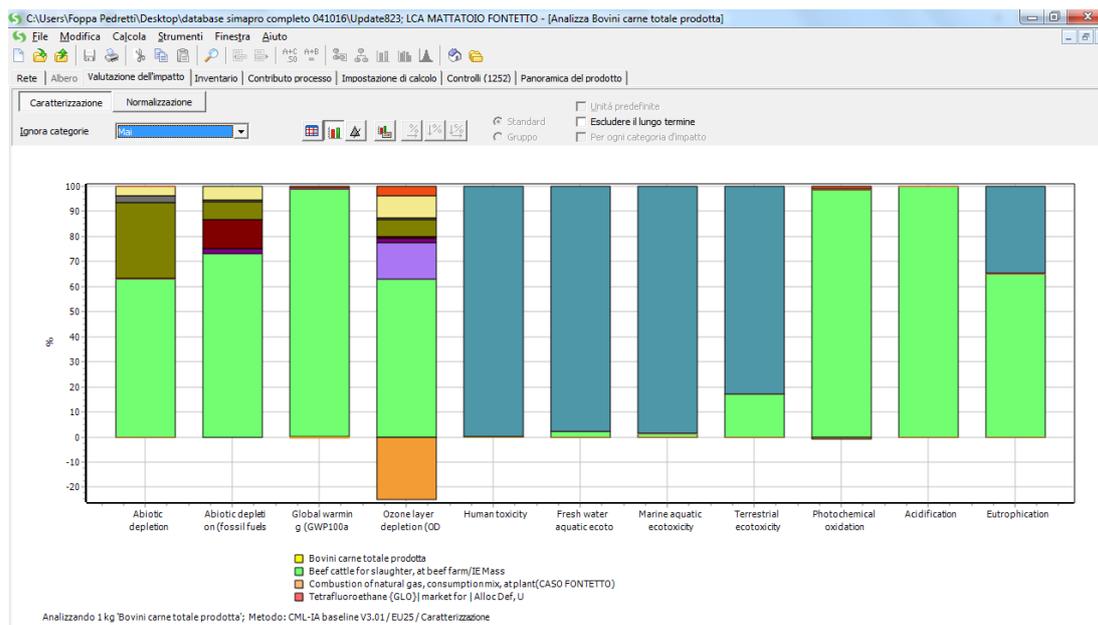


Figura 4.5 Grafico che mostra il "credito", in percentuale, generato dall'energia venduta (in arancione), per la categoria di impatto ODP

dall'analisi con il segno meno (*Tabella 2*). Come mostra la Tabella 2, il campo che riguarda il concime ricavato dall'interno del ruminante non genera crediti in nessuna categoria di impatto; questo è dovuto ai produttori del processo utilizzato all'interno del software che hanno evidentemente allocato un impatto nullo su questo sottoprodotto.

Nella Figura 4.5 troviamo la voce "controlli" affiancata dal numero 1252 che coincide con il conteggio delle sostanze che non trovano caratterizzazione cioè che non riescono a definire gli impatti; è possibile limitare il problema aumentando le categorie di impatto.

Tabella 2 Risultati co-prodotti

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Manure, from cows, at farm/RER Mass	Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, < 1kV IT S
Abiotic depletion	kg Sb eq	1,13E-05	0	-3,78E-09
Abiotic depletion (fossil fuels)	MJ	2,875306	0	0
Global warming (GWP100a)	kg CO2 eq	22,93534	0	-0,06919
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,70E-08	0	-3,79E-09
Acidification	kg SO2 eq	0,397199	0	-0,00038
Eutrophication	kg PO4--- eq	0,204573	0	-2,01E-05

4.4 Quarta fase: interpretazione

Abbiamo confrontato l'analisi con altri documenti trovati in letteratura relativamente a produzione e lavorazione della carne bovina per quanto riguarda i principali impatti cioè il GWP e l'utilizzo di acqua.

4.4.1 Consumo di acqua e gestione dei reflui

In particolare, per quanto riguarda il consumo di acqua, è stato preso in considerazione il documento "Acque reflue derivanti da macelli aziendali" prodotto dall'ANPA. Dai dati raccolti risulta che: i consumi idrici medi, per la lavorazione delle carni bovine, nei mattatoi italiani è di 2,5-40 t/t di prodotto macellato, ossia 2,5-40 kg/kg di carne macellata (*Figura 4.6*). Nel caso dell'azienda Fontetto, il consumo idrico del mattatoio è di 0,73 kg/kg di prodotto macellato peso vivo, mentre è pari a 0,75kg/kg di prodotto macellato peso morto (calo da raffreddamento del 2% per bovini dal peso di 385 kg/capo). Da questo confronto emerge con evidenza come il consumo verificato nell'Azienda Fontetto sia pari ad 1/3 rispetto ai valori minimi e 55 volte più basso rispetto ai valori massimi indicati dall'ANPA. Da ciò si può affermare come l'organizzazione del mattatoio, riduca in misura considerevole il consumo idrico della lavorazione, fattore che diventerà sempre più limitante in futuro, anche in considerazione del fatto che nell'ultimo secolo la richiesta di acqua è cresciuta di circa sei volte ed è in costante crescita. Peraltro il 70% del consumo globale di acqua è dovuto al settore dell'agricoltura. Per meglio comunicare il consumo idrico è stato codificato l'indice "*Water Footprint*" definito come: volume totale di acqua dolce utilizzata in modo diretto e/o indiretto per realizzare il prodotto, considerando l'utilizzo di acqua in tutte le fasi di produzione, ossia il suo ciclo di vita. Nel processo di macellazione l'acqua viene utilizzata in grandi quantità soprattutto nelle fasi di pulizia di carcasse e superfici, trasporto dei residui e pulizia degli impianti. Lo sviluppo in verticale del mattatoio in analisi permette di ridurre il consumo di acqua perché i residui e gli scarti cadono verso il basso durante la lavorazione, facilitando così le operazioni di pulizia. Nelle acque reflue sono presenti diverse sostanze: composti organici che derivano dalla macellazione dell'animale e composti non organici

dovuti all'uso di detergenti e disinfettanti: tutto ciò aumenta il carico inquinante delle acque reflue. Una soluzione potrebbe essere il recupero di sangue che potrebbe essere trasformato in altri prodotti (ad es. fertilizzanti), dato il suo elevato valore biologico, riducendo così il carico organico delle acque. Un simile destino è riservato al contenuto stomacale che rappresenta uno scarto di difficile degradazione se immesso nelle acque reflue (dato l'elevato contenuto in cellulosa), ma che nel "caso Fontetto" viene utilizzato per la produzione di fertilizzante e che non appesantisce la problematica dei reflui. Per quanto riguarda i principi attivi presenti in detergenti e disinfettanti (ad es. cloro, tensioattivi) sono presenti in piccole dosi nelle acque reflue, poiché subiscono una notevole diluizione. In definitiva nelle

Processo	Consumo di acqua t t ⁻¹ di prodotto macellato
Macellazione di:	
- suini	1,5-10
- bovini	2,5-40
- avicoli	6-30
Trasformazione della carne	2-60

acque reflue si trovano azoto fosforo, **Figura 4.6 Consumo idrico per la produzione di carne (ANPA)** materiale in sospensione, grasso animale e altro materiale non organico. L'utilizzo agronomico di acque reflue è possibile: alcune colture hanno risposto positivamente, con un incremento produttivo. Si possono avere però riscontri negativi sul suolo: lisciviazione di azoto, minor permeabilità del suolo e salinizzazione causati da solidi solubili, sali e composti azotati solubili. Un'altra soluzione potrebbe essere la depurazione aziendale dell'acqua per un suo riutilizzo, anche se le quantità consumate non giustificano tale soluzione. Per quanto riguarda l'allevamento il consumo idrico medio è di 20 litri di acqua per un incremento medio giornaliero di un kg di peso vivo a capo al giorno. Anche i reflui zootecnici, che in questo caso sono costituite soprattutto da letame (deiezioni animali miste alla paglia utilizzata per la lettiera), hanno un utilizzo aziendale per la fertilizzazione .

4.4.2 Comparazione degli impatti con altri allevamenti bovini

In letteratura abbiamo trovato un'altra analisi, che prende in considerazione nove allevamenti in Emilia-Romagna, con cui abbiamo confrontato i risultati dell'analisi. In questo caso, l'unità funzionale del sistema è 1kg di peso vivo di bovini da carne in uscita dal cancello dell'azienda produttrice (vedi figura 4.7).

Le aziende sono studiate attraverso tre diversi livelli di attenzione ambientale: LAA1, LAA2, LAA3. I tre livelli sono stati utilizzati sia per la componente zootecnica (quella di nostro interesse) che per la produzione di colture aziendali destinate all'alimentazione bovina. Per la componente zootecnica i tre livelli corrispondono a:

- LAA1-Sono utilizzati fattori di emissione default dell'inventario nazionale delle

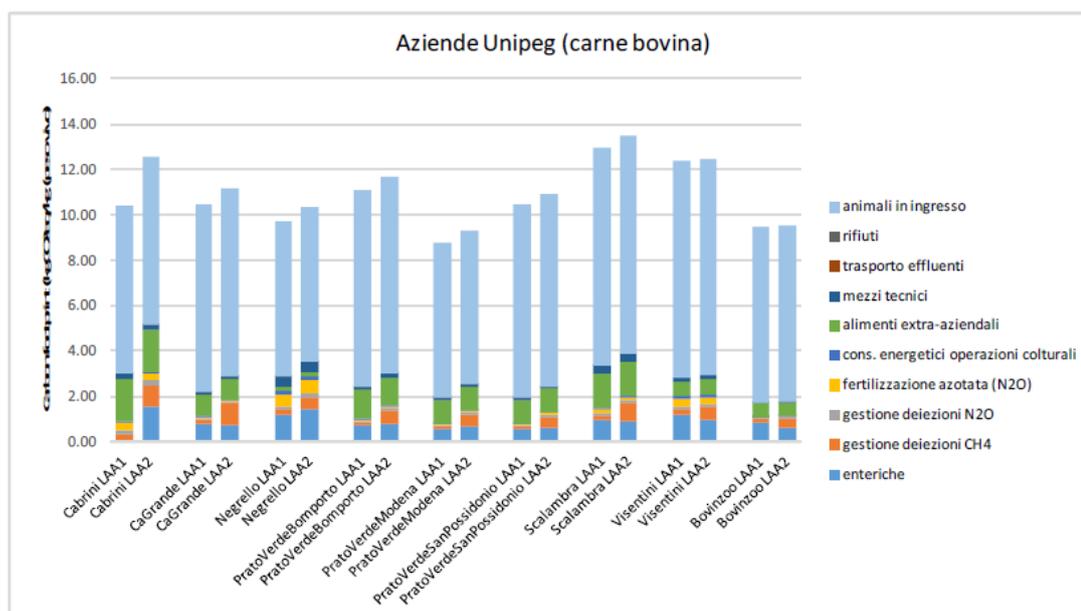


Figura 4.7 Impronta Carbonio con unità funzionale di sistema pari a 1kg peso vivo bovino da carne

emissioni.

- LAA2-Sono utilizzati specifici dati aziendali per quanto riguarda l'escrezione azotata e la composizione della razione.
- LAA3-Sono utilizzati specifici dati aziendali per quanto riguarda la qualità della razione in termini di digeribilità e caratteristiche degli effluenti in relazione alla loro produzione di metano

Dalla figura 4.7 proposta, si può rilevare che i più alti livelli di emissioni di CO₂ sono 12-14 kg CO₂ eq/kg peso vivo; la media si attesta a 10,85 kg CO₂ eq/kg peso vivo. Poiché nel lavoro di riferimento considerato, diversamente da quanto indicato dalla normativa, è stata utilizzata un'unità funzionale riferita all'input della fase oggetto di analisi (animale vivo).

Ne consegue che, per un confronto, anche l'unità funzionale utilizzata per l'Azienda Fontetto è stata trasformata nel peso vivo.

Nel caso dell’Azienda Fontetto, il valore di emissioni a carico dell’allevamento è pari a 14,30 kg di CO₂ eq. Il confronto evidenzia, quindi, come l’allevamento, peraltro valutato solo con dati secondari, si collochi a livello degli allevamenti con i maggiori livelli emissivi ma sia comunque confrontabile con il campione presente in letteratura.

4.4.3 Comparazione dei livelli emissivi del mattatoio

Dal documento “Carbon footprint of organic beef meat from farm to fork: a case study of short supply chain” è stato possibile istituire un confronto (*Tabella 3*) con le emissioni del mattatoio dell’Azienda Fontetto, che si ricorda ha degli aspetti strutturali innovativi, con un mattatoio convenzionale. Infatti, grazie allo studio che ha suddiviso le emissioni

prodotte per la produzione di carne da razza Chianina per fasi (allevamento, la produzione della

Process	kg CO ₂ -eq	% GHG within supply chain
Breeding and fattening	20.98	85.8
Slaughterhouse	0.27	1.1
Butchery	1.00	4.1
Consumption	2.22	9.0
Total	24.46	100.0

carne la vendita e la consumazione (*figura 4.8*). Qui il GWP totale

Figura 4.8 Carbon footprint nelle varie fasi della produzione di carne proveniente dall'allevamento di

è pari a 24,46 kg CO₂ eq per kg di carne **cotta** di cui l’85,8% è imputato all’allevamento e l’1,1% al mattatoio e il restante valore a vendita e trasformazione da parte dell’utente finale. Nella fase di macellazione, da questa analisi risulta un impatto in termini di GWP pari a 0,27 kg CO₂ eq/kg di carne cotta. I contributi sono dati dall’energia utilizzata e dai refrigeranti (85%), dal trasporto di animali (il mattatoio dista circa 30 km dall’allevamento e incide per il 10%), reflui di animali in attesa della macellazione (incide in questo caso per il 4% ma è praticamente nullo nel “caso Fontetto”), uso di detersivi (1%). Per quanto riguarda il mattatoio della “Fattoria Fontetto” l’impatto che genera è pari a 0,1147 kg CO₂ eq/kg di carne peso morto, inferiore al “caso Chianina”, in parte perché nel nostro caso i trasporti non sono inclusi e nemmeno i reflui emessi dall’animale durante l’attesa dell’ingresso al mattatoio.

Mattatoi	Unità funzionale	GWP allevamento (kg CO ₂ eq) _{100a}	GWP mattatoio(kg CO ₂ eq) _{100a}	Totale GWP (kg CO ₂ eq) _{100a}
Fattoria Fontetto	1 kg carne peso morto	22,82722	0,110	22,935344
Fattoria Fontetto	1kg carne peso vivo	14,328	0,072	14,4
Allevamento chianina	1kg carne cotto	20,98668	0,26906	21,183
Allevamenti Emilia	1kg carne peso vivo	10,85		10,85

Tabella 3 GWP delle 3 analisi prese in considerazione durante lo studio.

4.4.4 Possibili miglioramenti

Dall'analisi dei risultati è stato osservato come il mattatoio in discussione generi un minore impatto rispetto ad altre strutture convenzionali. Sebbene le sue emissioni siano minime, possono essere attuati dei cambiamenti mirati a ridurle. L'utilizzo di materiale plastico, ad esempio, causa il 14% circa delle emissioni totali dovute al consumo di combustibili fossili. Una soluzione potrebbe essere quella di utilizzare materiale riciclato, evitando il consumo di materie prime (combustibili fossili) e le emissioni legate alla produzione di plastica. Andrebbe calcolato "l'impatto evitato" che genera la suddetta scelta.

Anche una corretta gestione delle acque reflue può diminuire gli impatti ambientali legati ad acidificazione ed eutrofizzazione. Una diminuzione della carica organica nelle acque reflue risolverebbe in parte il problema dell'eutrofizzazione, attuabile attraverso: depurazione dell'acqua e miglior gestione dei residui animali. Con l'utilizzo di polveri e detersivi per la pulizia della struttura, benché subiscano diluizione, il mattatoio contribuisce (in piccola parte) all'acidificazione. Una soluzione potrebbe essere l'utilizzo di detersivi con principi attivi diversi.

Il consumo di metano è minimo in quanto l'impianto fotovoltaico sul tetto del mattatoio produce l'energia necessaria alla struttura e immette in rete quella prodotta in eccesso.

Anche il consumo di acqua è minimo, se paragonato ad altri mattatoi; un suo recupero però potrebbe diminuire l'impatto derivante l'utilizzo di questa risorsa.

I gas refrigeranti utilizzati nelle celle frigo sono HFC contribuiscono al problema dell'ozono (anche se in minor modo rispetto ai CFC, che contengono Cloro) ma anche consistente all'effetto serra. Nel documento "I gas refrigeranti in Italia" sono elencati tutti i gas utilizzati per la refrigerazione in Italia; oltre i gas HFC e HCFC, vengono citati i gas naturali: ammoniaca, idrocarburi e biossido di carbonio. In particolare gli idrocarburi vengono definiti come "amici dell'ambiente" in quanto non provocano effetto serra e assottigliamento dello strato di ozono, ma il loro utilizzo è ancora limitato a impianti frigoriferi di piccole dimensioni. Negli ultimi anni è aumentato l'interesse verso l'utilizzo di CO₂ e propano nel campo della refrigerazione, gas a basso impatto ambientale e idoneo a impianti di più grandi dimensioni.

Anche la manutenzione degli impianti è fondamentale: il tecnico dell'impianto di refrigerazione del mattatoio "Fontetto" ha evidenziato come, occasionalmente, si verificano perdite di gas.

Capitolo 5

CONSIDERAZIONI GENERALI

Sono riportati due documenti che riguardano le migliori da apportare al settore zootecnico al fine di ridurre le emissioni.

5.1 “Linee guida per l’identificazione delle migliori tecniche disponibili”

Anche l’ISPRA nel documento “Linee guida per l’identificazione delle migliori tecniche disponibili” suggerisce alcune migliorie per ridurre l’impatto ambientale che deriva da mattatoi, i costi di gestione e lo spreco di risorse:

- Addestramento del personale nel prestare attenzione agli sprechi;
- Manutenzione periodica degli impianti, diminuendo le emissioni ed eventuali periodi di fermo dell’attività lavorativa;
- Immagazzinamento breve dei sottoprodotti animali, al fine di diminuire le emissioni odorose e la biodegradazione, trasporto in contenitori chiusi e utilizzo di porte auto chiudenti nei luoghi di stoccaggio di sottoprodotti e pulizia frequente;
- Separazione delle acque reflue dalle altre, che subiranno poi depurazione;
- Misurazione di acqua
per ciascuna fase del
processo produttivo
per verificare la
corretta
progettazione;
- Eliminazione di rubinetti a scorrimento che causano perdite di acqua;
- Impiego di idro-pulitrici a pressione per la pulizia dello stabile;

- Sostituire combustibili liquidi con quelli a gas (quasi del tutto esente da zolfo e azoto)
- Controllo delle quantità di detergenti usati;
- Preferire detergenti senza cloro;
- Miglioramento della gestione di energia negli impianti;
- Ottimizzazione delle operazioni di dissanguamento, raccolta e stoccaggio del sangue.

5.2 “Tackling climate change, through livestock”

La FAO⁵ nel 2013 pubblicò lo studio “Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities” (“Affrontare il cambiamento climatico attraverso il bestiame: la valutazione globale delle emissioni e delle opportunità di mitigazione”) in cui si discute di pratiche e tecniche atte a tagliare le emissioni di gas serra del 30%, che derivano dal settore zootecnico. Le emissioni principali riguardano: per il 45% la produzione e lavorazioni di mangimi, per il 39% il processo digestivo delle vacche e per il 10% la decomposizione del letame e la restante parte riguarda il

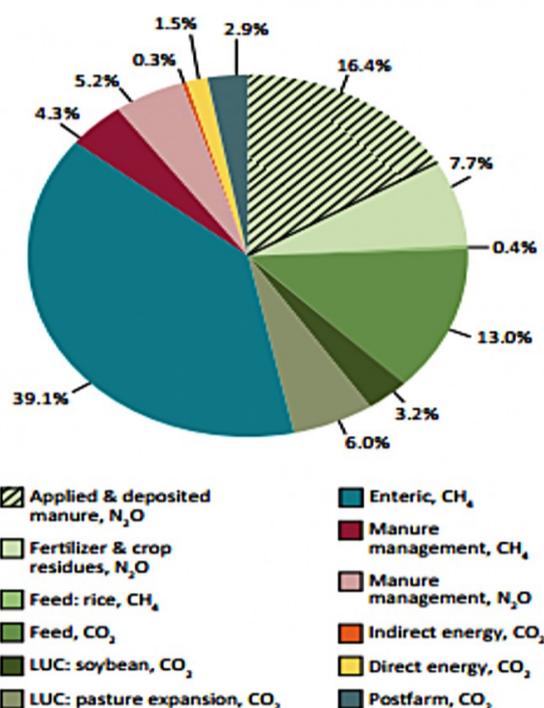


Figura 5.1 Grafico tratto dal documento FAO “Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities” in cui vengono rappresentate le emissioni per ciascuna fase di allevamento.

⁵ Food and Agriculture Organization of the United Nations: organizzazione fondata il 16 Ottobre 1945 a Québec (Canada) che ha sede a Roma. Lo scopo del lavoro dell’organizzazione è quello di ridurre la fame ed aumentare la produttività del settore agricolo.

trasporto di animali. Alcuni accorgimenti suggeriti dalla Fao sono alla portata di tutti gli allevatori:

- Scelta di allevamenti sostenibili, con un corretto rapporto fra superficie disponibile e capi di allevamento, ridurre il sovrappascolo, preferire la rotazione dei terreni adibiti all'alimentazione del bestiame favorendo l'assorbimento del carbonio e prevenendo il rischio di erosione del suolo.
- Scelta della razione di cibo al fine di ridurre la formazione di metano nello stomaco dei ruminanti.
- Costruzione di impianti di biogas per la produzione di energia dai reflui, sottraendo così le emissioni di metano nell'ambiente.
- Selezione genetica: prediligere razze autoctone che si adattano meglio alle condizioni climatiche ed ambientali del territorio; scelta di razze maggiormente resistenti a infezioni e malattie; scelta di razze che emettono minor quantità di metano dal processo digestivo (ruminanti).
- Etichettatura che renda tracciabile il prodotto e che indirizzi il consumatore nella scelta.

Queste sono le piccole pratiche che favoriscono la riduzione delle emissioni di gas serra derivanti dall'ambito zootecnico.

CONCLUSIONI

Lo scopo della tesi dunque è valutare, attraverso un'analisi LCA, l'impatto ambientale del mattatoio annesso all'allevamento dell'azienda agricola "Fattoria Fontetto". Il mattatoio ha uno sviluppo verticale che, a differenza di mattatoi convenzionali con sviluppo orizzontale, permette un risparmio considerevole di materiale in ingresso. Questi risultati sono serviti per le nostre valutazioni sul mattatoio. Pur avendo deciso di analizzare unicamente il processo di produzione della carne, per completezza abbiamo tenuto in considerazione anche l'allevamento che causa la gran parte delle emissioni. I risultati sono stati confrontati con altre analisi trovate in letteratura: è stato constatato che lo sviluppo verticale del mattatoio permette un enorme risparmio di acqua (tra i 2,5 e i 40 m³/tonn contro i 0,7 m³/tonn per il presente caso studio, circa 1/3 del valore minimo e 5 volte inferiore al valore massimo); la presenza di un impianto fotovoltaico e la produzione di energia (in parte utilizzata e in larga parte venduta) crea un credito verso tutte le categorie di impatto. Anche la produzione di fertilizzante, a partire da materiale organico interno al ruminante bovino, dovrebbe creare credito ma gli sviluppatori del processo hanno scelto di non allocare impatto, probabilmente perché nel loro studio i residui organici non avevano importanza, imputando tutto l'impatto al prodotto principale del processo. Va comunque specificato, riguardo questo ultimo punto che l'uso di reflui zootecnici deve necessariamente ricevere una allocazione visto che il refluo ha un destino ben identificato nella fertilizzazione delle colture. Conseguentemente a ciò la sostituzione, nel presente caso studio, con un sottoprodotto avrebbe generato un credito di impatto equivalente all'impatto allocato sul refluo stesso. Anche il consumo di metano è minimo infatti il calore viene recuperato grazie a scambiatori, inoltre durante il periodo estivo il mattatoio è quasi del tutto alimentato dall'impianto fotovoltaico. Per quanto riguarda le emissioni che contribuiscono all'assottigliamento dello strato di ozono, eutrofizzazione e acidificazione, sono minime. La Società Agricola Fattoria Fontetto adotta politiche volte a tutelare l'ambiente e il benessere animale: dalla gestione dell'allevamento,

dal percorso di ingresso al mattatoio che non spaventa l'animale, dalla produzione interna di mangimi senza utilizzo di acqua e pesticidi. Queste scelte, che hanno come scopo la tutela dell'ambiente, in verità non sempre risultano essere più sostenibili. Dai risultati il GWP della Fattoria Fontetto risulta essere maggiore rispetto ad altri mattatoi italiani se si considera la fase di allevamento e lavorazione della carne. Il documento che ha preso in studio l'allevamento di Chianina ha evidenziato come una filiera corta apparentemente più sostenibile, con trasporti ridotti al minimo, impatti più di una filiera lunga. Accantonando la fase di allevamento, che in questa analisi rappresenta un dato secondario utilizzato solo per completezza dello studio, e considerando unicamente il mattatoio le emissioni che contribuiscono al GWP risultano minime: lo 0,5% del totale nel caso "Fontetto", ossia 0,110 kg di CO₂ eq, ovvero meno della metà rispetto allo studio sull'allevamento di Chianina.

RINGRAZIAMENTI

Volevo innanzi tutto ringraziare la mia relatrice e i miei correlatori per la disponibilità e la pazienza mostrata durante la stesura di questa tesi.

Ringrazio anche il personale della Fattoria Fontetto, in particolare Alessandro che ha fornito tutte le informazioni necessarie alla nostra analisi.

Ringrazio mio babbo per avermi trasmesso l'amore per la natura, per avermi insegnato a vedere le cose in modo diverso, per avermi dato la forza di portare a termine il percorso che ho iniziato, anche se non più fisicamente al mio fianco.

Ringrazio mia mamma per avermi permesso di studiare, per avermi insegnato ad essere coraggiosa e farcela da sola e mio fratello per avermi insegnato ad essere forte e determinata come lui.

Ringrazio la mia numerosa famiglia per avermi dato delle radici, facendomi diventare un albero forte e ben saldo.

Ringrazio Mattia per avermi supportato, amato ed ascoltato.

Ringrazio i miei amici per avermi dato spensieratezza.

Ringrazio questi tre anni di Università, vissuti da fuori sede, che mi hanno reso responsabile ed indipendente; che mi hanno fatto conoscere nuovi posti e nuove persone.

Infine ringrazio me stessa per l'impegno con cui ho affrontato questo percorso, per aver messo da parte le paure e per aver raggiunto il traguardo.

SITOGRAFIA

<http://www.businesspeople.it/Business/Economia/Sostenibilita-economica-il-primo-passo-per-lo-sviluppo-103730>

<https://www.lifegate.it/impresе/servizi/perche-lifegate/titolarita>

<http://www.avepa.it/manuali-e-procedure-carcasse-bovine>

<http://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/3935>

https://www.solidworks.it/sustainability/sustainable-design-guide/3007_ITA_HTML.htm

<https://it.wikipedia.org/wiki/Macellazione>

<http://www.fleisch-teilstuecke.at/it/managementdi-qualita/vermarktungsnormen/klassifizierung-rind/>

<https://www.homegreenhomeblog.com/2016/11/02/sostenibilita-concetto/>

<https://www.sapispa.com/index.php?lang=ita>

<https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/8554>

<http://www.greenreport.it/rubriche/life-cycle-assessment-lca-origini-standard-normativi-e-struttura-operativa/>

<http://dati.istat.it/>

<https://www.fattoriafontetto.it/>

<https://simapro.com/>

<http://www.isprambiente.gov.it/it/certificazioni/ipp/lca>

http://www.iris-sostenibilita.net/iris/sostenibilita/scontro01_2-6b.htm

<https://www.reteclima.it/water-footprint-impronta-idrica/>

https://it.wikipedia.org/wiki/Temple_Grandin

BIBLIOGRAFIA

- Baldo G.L., Marino M. & Rossi, S., 2008. *Analisi del ciclo di vita LCA*.
- Pastora M., Bello Bugallo, Andrade L.C., De la Torre M.A. & Torres Lopez R, 2012. Analysis of the slaughter house in Galicia. *Science of the total Enviroment*, pp. 656-661.
- Sandrucci A., Crovetto G.M., 2010. *Allevamento animale e riflessi ambientali*. Centro Ricerche Produzioni Animali. *Calcolo del Carbon footprint*.
- Camera di Commercio di Cuneo, 2010. *Tagli di carne bovina - Studio di mercato* pp. 113-126.
- Ercoli L., Bonari E.. *Acque reflue derivanti da macelli aziendali* pp. 117-131.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 2013. *Tackling Climate Change Through Livestock- A global assesment of emissions and mitigationopportunities* .
- Vitali A., Grossi G., Martino G., Bernabucci U., Nardone A., Lacetera N., 2018. *Carbon footprint of organic beef meat from farm to fork: a case study of short supply chain* pp 5518-5524.
- Ispra, 2005. *Linee guida per l'identificazione delle migliori tecniche disponibili* pp 47-64. Centro di Referenza Nazionale per il Benessere Animale. *Protezione degli animali alla macellazione* pp15-18.
- Mancini M., Zampetti G. (Legambiente). *I gas refrigeranti in Italia*.