



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA DI VITERBO

**DIPARTIMENTO PER LA INNOVAZIONE NEI SISTEMI BIOLOGICI,
AGROALIMENTARI E FORESTALI**

DOTTORATO DI RICERCA IN ECOLOGIA FORESTALE - XXVIII CICLO

**Analisi degli impatti sul clima della filiera lattiero casearia al
fine di definire delle regole di categoria di prodotto sulla base
della recente UNI CEN ISO/TS 14067**

S.S.D. AGR/05

Di: *FIAMMA VALENTINO*

Coordinatore: *PROF. PAOLO DE ANGELIS*

Tutor: *PROF. GIUSEPPE SCARASCIA MUGNOZZA*

Correlatore: *PROF. ETTORE CAPRI*

A.A. 2016/17



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA DI VITERBO

Corso di Dottorato di Ricerca in

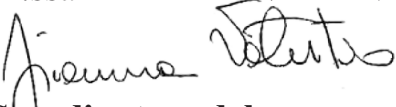
ECOLOGIA FORESTALE - XXVIII CICLO

Analisi degli impatti sul clima della filiera lattiero casearia al fine di definire delle regole di categoria di prodotto sulla base della recente
UNI CEN ISO/TS 14067

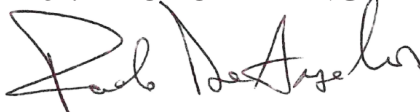
S.S.D. AGR/05

Tesi di dottorato di:

Dr.ssa FIAMMA VALENTINO


Coordinatore del corso:

Prof. PAOLO DE ANGELIS



Tutor:

Prof. GIUSEPPE
SCARASCIA MUGNOZZA


Correlatore:

Prof. ETTORE CAPRI



A.A. 2016/17

Indice

Glossario e abbreviazioni	1
1. Premessa	5
2. Introduzione.....	8
2.1 L'impronta climatica	8
2.2 Il settore lattiero caseario	12
2.3 Caratteristiche fisico-chimiche del latte alimentare.....	14
3. Obiettivi dello studio	15
4. Materiali e Metodi	16
4.1 Struttura delle Regole di Categoria di Prodotto	20
4.1.1 Definizione della categoria di prodotto	21
4.1.2 Unità funzionale e flusso di riferimento.....	22
4.1.3 Confini e suddivisione del sistema.....	22
4.1.4 Requisiti in materia di qualità dei dati.....	24
4.1.5 Analisi di incertezza	24
4.1.6 Regole di <i>cut-off</i>	26
4.1.7 Multifunzionalità di processi e prodotti	27
4.1.7.1 Regole di allocazione fra co-prodotti	27
4.1.7.2 Regole di allocazione in caso di riciclo, riuso e recupero energetico.....	29
4.1.8 Gestione di specifici flussi di GHG.....	30
4.1.8.1 Regole per le emissioni legate ai consumi energetici.....	30
4.1.8.2 Emissioni legate ai trasporti	32
5. Risultati e Discussione	34
5.1 Analisi e confronto delle differenti metodologie utilizzate per la valutazione degli impatti sul clima di alcuni prodotti lattiero caseari.....	34
5.2 Analisi dei risultati e identificazione delle fasi del ciclo produttivo più impattanti sul	

clima.....	41
5.3 Confronto con i referenti aziendali e <i>stakeholder</i> e proposta di soluzioni per le principali criticità relative al calcolo dell'impronta climatica per il settore lattiero caseario	50
5.3.1 Regole per il campionamento delle aziende agricole.....	50
5.4 Regola di Categoria di Prodotto per la valutazione dell'impronta climatica del latte crudo bovino - codice CPA A 01.41.2.....	55
5.4.1 Unità funzionale e flusso di riferimento.....	57
5.4.2 Confini del Sistema	59
5.4.2.1 Processi a monte	61
5.4.2.1.1 Regole per il calcolo delle emissioni di protossido di azoto legate ai suoli agricoli e all'applicazione di fertilizzanti	61
5.4.2.2 Processo principale	70
5.4.2.2.1 Regole per il calcolo delle emissioni provocate dalla fermentazione enterica del bestiame	70
5.4.2.2.2 Emissioni di metano e protossido di azoto legate alla gestione delle deiezioni.....	76
5.4.2.3 Processi a valle	83
5.4.3 Regole sulla qualità dei dati	83
5.4.4 Analisi di incertezza	83
5.4.5 Regole di <i>cut-off</i>	83
5.4.6 Multifunzionalità di processi e prodotti	84
5.4.6.1 Processi a monte	84
5.4.6.2 Processo principale	85
5.5 Regola di Categoria di Prodotto per la valutazione dell'impronta climatica del latte liquido trattato.....	88
5.5.1 Unità funzionale e flusso di riferimento.....	90

5.5.2 Confini del Sistema	91
5.5.2.1 Processi a monte	92
5.5.2.2 Processo principale	92
5.5.2.3 Processi a valle	93
5.5.2.3.1 Scenari di riferimento	93
5.5.3 Regole sulla qualità dei dati	95
5.5.4 Analisi di incertezza	95
5.5.5 Regole di <i>cut off</i>	95
5.5.6 Multifunzionalità di processi e prodotti	95
5.5.6.1 Processo principale	95
5.6 Regola di Categoria di Prodotto per la valutazione dell'impronta climatica di formaggi e latticini di origine bovina – codice CPA C 10.51.4	97
5.6.1 Unità funzionale e flusso di riferimento.....	101
5.6.2 Confini del Sistema	102
5.6.2.1 Processi a monte	103
5.6.2.2 Processo principale	103
5.6.2.3 Processi a valle	104
5.6.2.3.1 Scenari di riferimento	104
5.6.3 Regole sulla qualità dei dati	105
5.6.4 Analisi di Incertezza.....	105
5.6.5 Regole di <i>cut-off</i>	105
5.6.6 Multifunzionalità di processi e prodotti	105
5.6.6.1 Processo principale.....	106
5.7 Trattamento del carbonio biogenico	107
5.8 Reportistica della valutazione CFP	109
5.9 Caratterizzazione dell'impatto	111

5.10 Altri impatti ambientali per la produzione di prodotti del settore lattiero caseario	112
6 Conclusioni e suggerimenti per un lavoro futuro	114
Allegato 1-Dati tecnici necessari per la valutazione dell'impronta climatica di prodotto	118
Allegato 2 - Confronto tra i requisiti chiave delle metodologie selezionate (ISO 14044, ISO/TS 14067, PEF, <i>International EPD System</i> , <i>ENVIFOOD Protocol</i>).....	123
Allegato 3 - Analisi di Incertezza	134
Ringraziamenti	137
Bibliografia e fonti informative	137

Indice Tabelle

Tabella 2-1: Rielaborazione tabella relativa alla composizione e proprietà comparate del latte di specie diverse (Salvatori del Prato O., 2015-Tecnologia del Latte).....	14
Tabella 4-1: Rielaborazione tabella relativa alla classificazione europea dei codici NACE ...	21
Tabella 4-2: Matrice per l'analisi dell'incertezza.....	26
Tabella 5-1: Impronta climatica dei prodotti analizzati espressa in kgCO ₂ eq e in valore percentuale.....	42
Tabella 5-2: Impronta climatica della fase di Allevamento espressa in kgCO ₂ eq e in valore percentuale.....	45
Tabella 5-3: Impronta climatica della fase di Allevamento espressa in kgCO ₂ eq e in valore percentuale.....	51
Tabella 5-4: rielaborazione tabella relativa alla distribuzione degli allevamenti controllati per regione in base alla consistenza (AIA, 2013)	52
Tabella 5-5: Suddivisione in base quantità media di latte prodotto all'anno dei singoli capi ..	53
Tabella 5-6: Rielaborazione tabella relativa al titolo di azoto per tipologia di fertilizzante sintetico (ISPRA, 2014).....	63
Tabella 5-7: Rielaborazione tabella relativa ai tassi di escrezione totali dell'azoto e frazione FRACGRAZ _i per categoria animale (ISPRA, 2014)	65
Tabella 5-8: Rielaborazione tabella relativa ai valori di default delle percentuali di azoto perse durante i diversi sistemi di gestione delle deiezioni (IPCC, 2006)	65
Tabella 5-9: Rielaborazione tabella relativa all'azoto fissato per ciascuna varietà azotofissatrice (ISPRA, 2014)	66
Tabella 5-10: Rielaborazione tabella relativa ai valori medi nazionali per la stima di F _{CR} per le principali colture che interessano gli allevamenti bovini (ISPRA, 2014)	67
Tabella 5-11: Rielaborazione tabella relativa ai parametri per la stima del fattore di emissione medio nazionale per la fermentazione enterica delle vacche da latte con un approccio di Tier 2 (ISPRA, 2014)	74
Tabella 5-12: Rielaborazione tabella relativa alla produzione di solidi volatili (ISPRA, 2014- <i>National Inventory Report</i>).....	78

Tabella 5-13: Rielaborazione tabella relativa alle emissioni di metano derivanti dalla gestione delle deiezioni (ISPRA, 2014- <i>National Inventory Report</i>)	78
Tabella 5-14: Rielaborazione tabella relativa ai fattori di escrezione di azoto al pascolo e al ricovero per capo anno (ISPRA, 2014)	80
Tabella 5-15: Rielaborazione tabella relativa ai fattori di emissione di N ₂ O per la gestione delle deiezioni (Córdor et al., 2008)	80
Tabella 5-16: Rielaborazione tabella relativa ai valori di default di Frac _{GasMS} e EF _v (IPCC, 2006- <i>Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i>).....	82
Tabella 5-17: Rielaborazione tabella relativa ai valori di default di Frac _{leachMS} e EF ₅ (IPCC, 2006- <i>Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i>).....	83
Tabella 5-18: Rielaborazione tabella relativa alla quantità di deiezioni (feci + urine) prodotte dai bovini (ASAE, 1999).....	86
Tabella 5-19: Rielaborazione tabella relativa alle caratteristiche delle deiezioni bovine (ENAMA, 2011).....	86
Tabella 5-20: Rielaborazione tabella relativa alla produzione di effluenti zootecnici da allevamento di bovini (CRPV, 2001)	87
Tabella 5-21: Rielaborazione tabella relativa alle caratteristiche qualitative degli effluenti zootecnici per i bovini in termini di peso (Regione Emilia Romagna, 1993).	87
Tabella 5-22: Rielaborazione tabella CLAL relativa alla classificazione del latte in base alla tipologia di trattamento termico e allo <i>shelf life</i>	91
Tabella 5-23: Rielaborazione tabella relativa allo scenario di riferimento per la conservazione domestica refrigerata (CLAL)	94
Tabella 5-24: Rielaborazione tabella relativa ai coefficienti di allocazione.....	96
Tabella 5-25: Rielaborazione tabella relativa agli specifici flussi di gas serra inclusi o esclusi nella valutazione CFP e nel CFP <i>study report</i> - ISO/TS 14067	110
Tabella 5-26: Rielaborazione tabella relativa al potenziale di riscaldamento globale per un periodo di 100 anni (GWP100) dei principali gas ad effetto serra (IPCC, 2013)	111

Indice Figure

Figura 1-1: Totale annuale delle emissioni di gas serra di origine antropica dal 1990-2015- Elaborazione Fondazione Sviluppo Sostenibile su dati IPCC, IIASA, WRI, 2015	5
Figura 4-1: Griglia di confronto delle diverse metodologie per la valutazione della CFP utilizzate dalle aziende in relazione alle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto	18
Figura 4-2: Struttura delle Regole di Categoria di Prodotto elaborate	20
Figura 4-3: Confini del sistema delle Regole di Categoria di Prodotto elaborate	23
Figura 5-1: Risultati confronto delle diverse metodologie per la valutazione della CFP utilizzate dalle aziende in relazione alle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto	41
Figura 5-2: Confronto impronta climatica dei prodotti analizzati espressa in valore % e kgCO ₂ eq	43
Figura 5-3: Confronto impronta climatica della fase di Allevamento dei prodotti analizzati espressa in valore % e kgCO ₂ eq	46
Figura 5-4: Rapporto tra n. capi da latte bovino e n. aziende con suddivisione per estensione	51
Figura 5-5: Flussi di materia ed energia in ingresso e uscita per la produzione di latte crudo	56
Figura 5-6: Confini del sistema latte crudo bovino	59
Figura 5-7: Principali direttrici della formazione delle emissioni di gas serra gestione di suoli agricoli e allevamenti di bestiame	60
Figura 5-8: Processo produttivo latte pastorizzato e latte sterilizzato	88
Figura 5-9: Confini del sistema latte liquido trattato	91
Figura 5-10: Processo produttivo formaggi e latticini	101
Figura 5-11: Confini del sistema formaggi e latticini	102
Figura 5-12: Normalizzazione degli impatti di 1 litro di latte alta qualità (metodo CML 2001 v.2.05 – West Europe 1995)	113
Figura 5-13: Normalizzazione degli impatti di 1 litro di latte alta qualità (metodo CML 2001 v.2.05 – World 1995)	113

Glossario e abbreviazioni

ALLOCAZIONE: Ripartizione dei flussi in ingresso o in uscita di un processo unitario o di un sistema di prodotto tra il sistema di prodotto allo studio e uno o diversi altri sistemi di prodotto (ISO 14040: 2006);

B2B (*Business to Business*): Acronimo utilizzato a livello internazionale per indicare transazioni commerciali tra imprese, ad esempio tra un produttore e un grossista, o tra un grossista e un venditore a dettaglio;

B2C (*Business to Consumer*): Acronimo utilizzato a livello internazionale per indicare le relazioni che hanno luogo tra un'azienda che produce un determinato prodotto finito e i propri consumatori finali;

CFP (*Carbon Footprint of Product*): Impronta climatica di prodotto, misura le emissioni totali di gas effetto serra nel ciclo di vita di un prodotto (bene o servizio);

CICLO DI VITA: Fasi consecutive e interconnesse di un sistema di prodotto, dall'acquisizione delle materie prime o dalla generazione delle risorse naturali, fino allo smaltimento finale (ISO 14025: 2010);

CONFINE DEL SISTEMA: Insieme di criteri che specifica quali processi unitari fanno parte di un sistema di prodotto (ISO 14040: 2006);

CO-PRODOTTO: Uno qualsiasi di due o più prodotti che derivano dal medesimo processo unitario o sistema di prodotto;

CPA (*Classification of Products by Activity*): Classificazione statistica dei prodotti associata alle attività definita dal Parlamento Europeo e del Consiglio;

CRITERI DI ESCLUSIONE- REGOLE DI *CUT OFF*: Criteri che definiscono la quantità di materia o di flusso di energia, associati al processo unitario o al sistema prodotto, non rilevante nell'ambito della valutazione che si sta effettuando e che quindi può essere esclusa dallo studio.

DICHIARAZIONE AMBIENTALE, ETICHETTA AMBIENTALE: Asserzione che indica gli aspetti ambientali di un prodotto (ISO 14025: 2010);

DICHIARAZIONE AMBIENTALE DI TIPO III: Dichiarazione ambientale che fornisce dati ambientali quantificati utilizzando parametri predeterminati e, dove pertinenti, informazioni ambientali aggiuntive (ISO 14025: 2010);

FLUSSO ELEMENTARE: Materiale o energia che entra nel sistema allo studio, prelevati dall'ambiente senza alcuna preventiva trasformazione operata dall'uomo, materiale o energia che esce dal sistema allo studio, rilasciati nell'ambiente senza alcuna ulteriore trasformazione operata dall'uomo (ISO 14040: 2006);

FLUSSO IN INGRESSO: Flusso di prodotti, materiale o energia che entra in un'unità di processo. I prodotti e i materiali comprendono materie prime, prodotti intermedi e coprodotti (ISO 14040: 2006);

FLUSSO IN USCITA: Prodotto, materiale o flusso di energia che lascia un'unità di processo. I prodotti e i materiali comprendono le materie prime, prodotti intermedi, i coprodotti e le emissioni (ISO 14040: 2006);

GHG (*Greenhouse Gas*): Acronimo con cui sono identificati i gas serra;

GWP (*Global Warming Potential*): Contributo all'effetto serra dato da una emissione gassosa in atmosfera in un determinato arco di tempo;

IDF (*International Dairy Federation*): Federazione Internazionale Lattiero - Casearia, Organizzazione internazionale privata senza scopo di lucro. I membri sono organizzati in comitati nazionali e rappresentati dai vari stakeholder della filiera del latte (allevatori, industria di trasformazione lattiero-casearia, fornitori di prodotti lattiero-caseari, governi/autorità di controllo alimentare, ecc.). L'IDF si propone di individuare, elaborare e diffondere le migliori pratiche a livello internazionale, al fine di orientare il settore lattiero-caseario e di armonizzare il lavoro dei soci su una varietà di tematiche tra cui il rispetto dell'ambiente;

IPCC: (*Intergovernmental Panel on Climate Change*): Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico formato nel 1988 da due organismi delle Nazioni Unite: l'Organizzazione meteorologica mondiale (WMO) ed il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP) allo scopo di studiare il riscaldamento globale e i suoi effetti;

ISO (*International Organization for Standardization*): Organizzazione a livello mondiale per la definizione di norme tecniche, adottate su base volontaria e riconosciute a livello

internazionale;

LATTE CRUDO: prodotto mediante secrezione della ghiandola mammaria da una o più mungiture senza alcuna aggiunta o sottrazione (Regolamento (EU) No 1308/2013);

LETAMI: Effluenti di allevamento palabili che provengono da allevamenti che impiegano la lettiera. Sono assimilati ai letami, se provenienti dall'attività di allevamento: le lettiere esauste di allevamenti avicunicoli; le deiezioni di avicunicoli anche non mescolate a lettiera rese palabili da processi di disidratazione naturali o artificiali che hanno luogo sia all'interno sia all'esterno dei ricoveri; le frazioni palabili, da destinare all'utilizzazione agronomica, risultati da trattamenti di effluenti zootecnici; i letami, i liquami e/o i materiali ad essi assimilati, sottoposti a trattamento di disidratazione e/o compostaggio (Decreto Legislativo n. 152 del 2006);

LIQUAMI: Effluenti di allevamento non palabili. Sono assimilabili ai liquami, se provenienti da attività di allevamento: i liquidi di sgorgo di materiali palabili in fase di stoccaggio; i liquidi di accumuli di letame; le deiezioni di avicoli e cunicoli non mescolate a lettiera; le frazioni non palabili, da destinare all'utilizzazione agronomica, derivanti da trattamenti di effluenti zootecnici; i liquidi di sgorgo dei foraggi insilati. Le acque di lavaggio di strutture, attrezzature ed impianti zootecnici, sono considerate liquami, se mescolate ai liquami precedentemente definiti e qualora destinate ad utilizzo agronomico (Decreto Legislativo n. 152 del 2006);

LCA (*Life Cycle Assessment*): Analisi di un sistema attraverso tutto il ciclo di vita degli elementi in ingresso e in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto;

NACE (*Nomenclature Générale des Activités Economiques dans les Communautés Européennes - Statistical Classification of Economic Activities in the European Community*): Classificazione Statistica delle Attività Economiche nella Comunità Europea;

PADDOCK: Recinto annesso alle stalle;

PEF (*Product Environmental Footprint*): approccio multicriterio per la misurazione delle performance ambientali di prodotto attraverso il suo ciclo di vita elaborato dalla Commissione Europea;

PEFCR (*Product Environmental Footprint Category Rule*): Regole specifiche relative ad un

prodotto e basate sul ciclo di vita che integrano gli orientamenti metodologici generali per gli studi relativi all'impronta ambientale dei prodotti (definiti nella metodologia PEF), fornendo un'ulteriore specifica a livello di categoria specifica di prodotto.

PROCESSO UNITARIO: L'elemento più piccolo considerato nell'analisi dell'inventario del ciclo di vita, per il quale sono quantificati i dati in ingresso e in uscita (ISO 14040: 2006);

PRODOTTO: Qualsiasi bene o servizio (ISO 14040: 2006);

RCP/PCR (Regole della Categoria di Prodotto-*Product Category Rules*): Serie di regole, requisiti e linee guida specifici per lo sviluppo di dichiarazioni ambientali di tipo III per una o più categorie di prodotto (ISO 14025: 2010);

RIFIUTO: Sostanze o oggetti di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi (ISO 14040: 2006);

SFRIDO: Calo quantitativo (e talora consumo, logorio) che prodotti, materiali, merci, ecc. subiscono durante il magazzinaggio, il carico e lo scarico o la lavorazione (Vocabolario Treccani);

SHELF LIFE: Durata di conservazione di un prodotto alimentare, ovvero il tempo durante il quale, dopo il confezionamento, il prodotto mantiene le sue caratteristiche qualitative in condizioni ambientali definite.

SISTEMA PRODOTTO: Insieme di processi unitari con flussi elementari e di prodotti, che espleta una o più funzioni definite e modella il ciclo di vita di un prodotto;

SS (Sostanza Secca): Parte secca di un alimento o dell'intera razione, non considerando l'acqua presente all'interno;

UNI: Ente nazionale italiano di normazione;

UNITÀ FUNZIONALE: Unità di riferimento utilizzata per quantificare la prestazione di un sistema di prodotto.

1. Premessa

Globalmente le emissioni di gas a effetto serra sono cresciute del 46% tra il 1992 e il 2015, da circa 37 200 milioni di tonnellate a 54 700 milioni di tonnellate nel 2015 (Fondazione Sviluppo Sostenibile, 2015). Il 2015 è stato l'anno più caldo mai registrato e la CO₂ ha raggiunto il traguardo storico delle 400 *ppm* come media globale in tutto l'anno, cosa mai accaduta dall'era preindustriale (*World Meteorological Organization*, 2016).

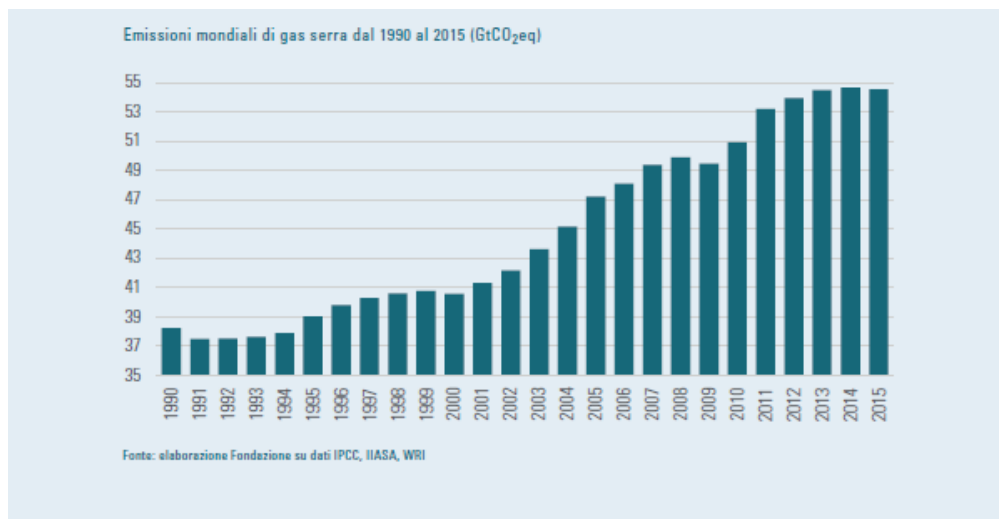


Figura 1-1: Totale annuale delle emissioni di gas serra di origine antropica dal 1990-2015-Elaborazione Fondazione Sviluppo Sostenibile su dati IPCC, IIASA, WRI, 2015

I principali responsabili del cambiamento climatico sono, di fatto, i GHG di natura antropica. L'aumento della popolazione e del PIL sono i più importanti *drivers* di crescita delle emissioni (*International Energy Agency*, 2015).

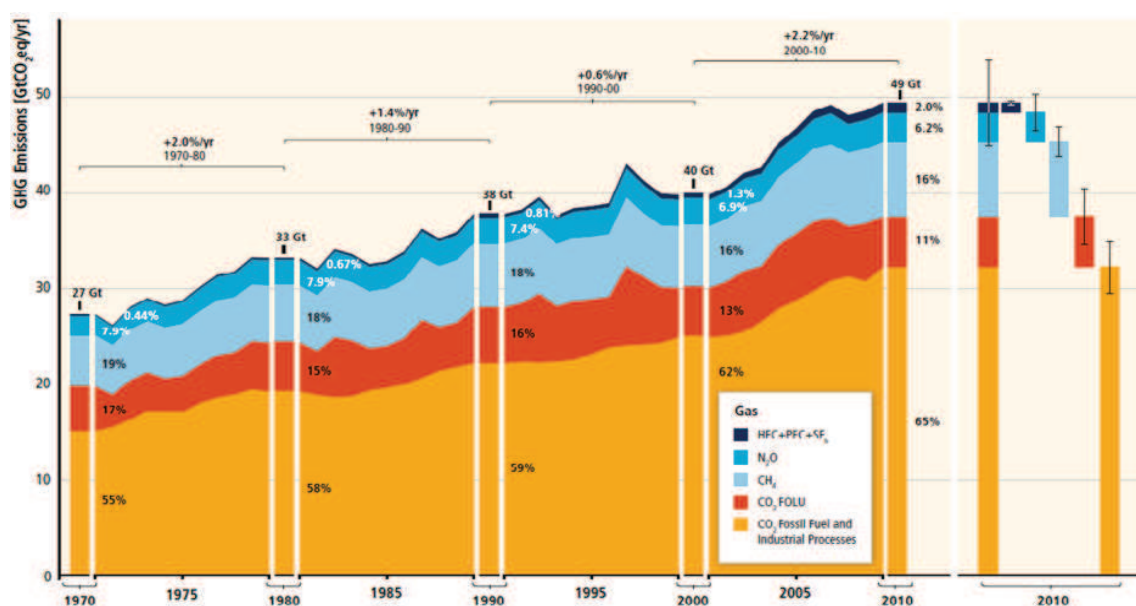


Figura 1-2: Totale annuale delle emissioni di gas serra di origine antropica ripartite per tipologia di gas (IPCC, 2014)

Dal grafico in Fig.1-1 si nota che le emissioni relative all'anno 2015 mostrano una sostanziale stabilità rispetto all'anno precedente, questo è un dato molto interessante in quanto nel 2015 c'è stata una crescita economica di circa il 3% del PIL (Banca Mondiale, Fondo Monetario Internazionale, 2015) e potrebbe significare, anche se è ancora molto prematuro parlarne, un significativo cambio di rotta, auspicato da molti, verso il disaccoppiamento tra le emissioni di gas serra e la crescita economica (Fondazione Sviluppo Sostenibile 2015).

L'influenza antropica sulla questione del cambiamento climatico rappresenta quindi uno degli aspetti di maggior rilevanza ed urgenza, che va affrontata a livello globale, e quindi a livello locale, al fine di far fronte agli effetti conseguenti sull'ambiente, le risorse naturali, le condizioni di vita ed i sistemi economici.

Gli sforzi globali dal 1992 di riduzione del livello totale di emissioni di GHG devono essere rafforzati altrimenti sarà molto improbabile riuscire a raggiungere il target di limitare l'aumento della temperatura di 2 gradi entro il 2100 per ridurre il riscaldamento globale (*International Energy Agency*, 2011). Tanto più che l'Accordo di Parigi (COP21) per il clima raggiunto nel dicembre 2015 prescrive di puntare ad un contenimento dell'aumento di temperatura ben al di sotto della soglia di 2 °C facendo il possibile per arrivare a 1,5 °C.

In questo contesto, per rafforzare le azioni previste dalle norme e dalle politiche governative nell'ambito del Protocollo di Kyoto e del "Pacchetto Clima-Energia" adottato dal Consiglio dell'Unione Europea nel 2008 (Piano d'azione sul Clima 20-20-20 della UE), gli impegni volontari delle imprese per la valutazione dell'impronta ambientale, finalizzati in particolare al calcolo dell'impronta climatica (impronta di carbonio o *carbon footprint*) dei propri prodotti e alla riduzione delle emissioni dei gas ad effetto serra, stanno assumendo un ruolo sempre più significativo.

La *carbon footprint* di prodotto (CFP) è una misura che esprime il totale delle emissioni e delle rimozioni di gas ad effetto serra associate ad un sistema di prodotto espressa in CO₂ equivalente e basata su una valutazione del ciclo di vita che presenta il solo impatto sul cambiamento climatico (ISO 14067).

Il settore agroalimentare in generale e in particolare il settore lattiero caseario è responsabile di produrre un elevato quantitativo di emissioni di CO₂ equivalente, circa il 5% delle emissioni globali di gas ad effetto serra (*Tukker et al.*, 2006), in particolare gli allevamenti per la produzione di latte sono responsabili di circa il 2,8% del totale dei GHG di origine antropica (FAO, 2010) a causa della fermentazione enterica delle vacche da latte, la gestione

delle deiezioni animali e l'utilizzo di fertilizzanti, pesticidi ed altri prodotti chimici. Sta crescendo, perciò, l'interesse delle aziende lattiero casearie a valutare le proprie emissioni di gas ad effetto serra al fine di ridurle e gestirle in maniera ottimale e di comunicare il proprio impegno al pubblico.

A livello europeo ed internazionale sono state avviate una serie di iniziative per la valutazione delle prestazioni ambientali e per gli aspetti legati alla comunicazione come la realizzazione di etichette ambientali per i prodotti. I numerosi approcci per la quantificazione e la comunicazione dell'impronta climatica di un prodotto mostrano la grande necessità di trovare delle regole comuni, che portino ad un'armonizzazione e standardizzazione per settori produttivi e gruppi di prodotto omogenei, affinché le diverse metodologie non comportino una difformità nei risultati degli studi e una conseguente non chiarezza nella comunicazione, spesso fuorviante, che determina una difficile comprensione e confusione da parte dei consumatori e degli *stakeholder* in genere.

Il lavoro è stato svolto durante la mia attività lavorativa presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e presso il Politecnico di Milano, in particolare la parte dello studio riguardante l'elaborazione di Regole di Categorie di Prodotto rappresenta un lavoro di sintesi originale dai documenti elaborati nell'ambito del progetto TRIBOULET-Asse 1. "La Misurazione delle prestazioni ambientali dei settori produttivi e gruppi di prodotto: metodologie di calcolo per i diversi settori" definito da un Accordo di collaborazione tra la Regione Lombardia e il Dipartimento di Energia del Politecnico di Milano di cui sono stata Assegnista di Ricerca.

2. Introduzione

2.1 L'impronta climatica

La *carbon footprint* (CF) nasce negli anni '80 come branca del *life-cycle assessment*-analisi del ciclo di vita (LCA), focalizzandosi sull'impatto sul clima, quando l'analisi delle prestazioni ambientali dei prodotti e dei servizi acquisisce una crescente importanza dovuta all'interesse dei consumatori alle conseguenze ambientali dei loro acquisti.

L'approccio LCA, noto anche come “*dalla culla alla tomba*”, consente di valutare l'impatto ambientale della produzione, dell'uso e dello smaltimento dei vari prodotti. La metodologia LCA è regolamentata dalle norme UNI ISO 14040:2006- *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento* e UNI ISO 14044:2006- *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida*. A livello internazionale sono stati sviluppati vari standard e metodologie relativi alla contabilizzazione e alla comunicazione dell'impronta climatica che hanno luogo lungo il ciclo di vita dei prodotti, fra cui:

- il *Product Life Cycle Accounting & Reporting Standard*, specifico sulle emissioni di gas serra, pubblicato nell'ottobre 2011 *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) e dal *World Resources Institute* (WRI) nell'ambito del *GHG Protocol*;
- la *Publicly Available Specification* (PAS) 2050-*Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*, sviluppata in UK nel 2008 dal *Department for Environment, Food and Rural Affairs* (DEFRA) , *Carbon Trust* e *British Standards Institution* (BSI);
- la *BP X 30-323-0* -*Principes généraux pour l'affichage environnemental des produits de grande consommation*, sviluppata in Francia nel 2011 dalla piattaforma ADEME-AFNOR;
- la norma ISO/TS 14067«Gas a effetto serra - Carbon footprint dei prodotti – Requisiti e linee guida per la quantificazione e comunicazione», pubblicata dalla ISO nella versione di *Technical Specification* nel 2013, che descrive principi, requisiti e linee guida per la quantificazione e la comunicazione della *carbon footprint* dei prodotti, sia nel caso di CFP che coprono tutto il ciclo di vita (*dalla culla alla tomba*), sia nel caso di CFP parziali (es. *dalla culla al cancello*).

Sulle norme ISO 14040/44 si basa anche la UNI EN ISO 14025:2006 «Etichette e dichiarazioni

ambientali - Dichiarazioni ambientali di Tipo III - Principi e procedure». La ISO 14025 introduce due concetti: le Regole di Categoria di Prodotto (RCP) e le Dichiarazioni Ambientali di Prodotto-*Environmental Product Declaration* (EPD). Le EPD sono documenti sintetici contenenti informazioni ambientali relative a un prodotto/servizio, basate su analisi LCA verificate da parte terza indipendente. Le RCP, specifiche per ogni categoria di prodotto, sono approvate e gestite da un *Program Operator* e contengono una serie di regole operative, linee guida e requisiti specifici per effettuare gli studi LCA alla base delle EPD. Le EPD che fanno capo allo stesso *Program Operator* sono coerenti fra loro circa le modalità per effettuare lo studio LCA e l'impostazione della comunicazione con il pubblico. Al contrario, EPD relative allo stesso prodotto/servizio che si basano su RCP differenti, anche se rispettano le norme ISO 14040/44, possono risultare non comparabili.

Le ISO, infatti, fissano principi e alcune indicazioni di massima ma consentono ancora molta flessibilità nell'analisi di CFP con riferimento ad alcuni aspetti critici come la scelta dei confini del sistema, dell'unità funzionale, dei criteri di *cut-off*, delle regole di allocazione fra prodotti e co/sotto prodotti, dei fattori di emissione e dei database di riferimento, delle regole di calcolo degli impatti legati al consumo dell'energia elettrica, delle modalità di comunicazione al pubblico.

Questi aspetti su cui le ISO lasciano libertà di scelta, sono generalmente regolati nelle RCP, esistono, tuttavia, numerosi *Program Operator* di EPD e, quindi, diverse RCP per la stessa categoria di prodotto. Alcuni *Program Operator* sono ad esempio¹:

- l'*International EPD System*, programma coordinato dalla Svezia, ma con focus internazionale, nell'ambito del quale sono state elaborate circa 160 RCP e numerose EPD pubblicate anche da varie aziende italiane;
- l'*Institut Bauen und Umwelt* (IBU, Germania), specializzato nello sviluppo di EPD relative a prodotti di costruzione conformi alla norma UNI EN 15804:2012 "Sostenibilità dei prodotti di costruzione", nell'ambito del quale sono state elaborate circa 80 RCP e oltre 500 EPD;
- la *Norwegian EPD Foundation*, fondata nel 2002 dalla *Confederation of Norwegian Enterprise* (NHO) e dalla *Federation of Norwegian Building Industries* (BNL), che conta 16 RCP in corso di validità;

¹ Dati aggiornati a dicembre 2014

- l'*Earthsure Program* statunitense, il primo *Program Operator* del Nord America, nato nel 2000, che conta 12 RCP in corso di validità;
- *UL Environment*, una società di certificazione statunitense che assiste le aziende nella pubblicazione di EPD conformi a qualsiasi programma e nello sviluppo di nuove RCP nel caso in cui non ne esistano ancora sulla scena internazionale;
- il *Japan Environmental Management Association for Industry (JEMAI) Program* giapponese, che rappresenta un progetto pilota di calcolo e comunicazione della CFP di prodotti appartenenti a vari settori;
- l'*Australasian EPD Programme*, programma lanciato alla *New Zealand Life Cycle Assessment Conference* di Wellington nel 2014 e sviluppato in collaborazione con l'*International EPD System*.

Complessivamente, sono state identificate nel mondo almeno 62 principali iniziative e metodologie per il calcolo e la comunicazione della sola impronta climatica di prodotto (EC, 2010). Ciò rappresenta un ostacolo alla confrontabilità dei risultati e alla circolazione dei prodotti fra gli Stati.

In questo complesso scenario la UNI CEN ISO 14067 TS si è affermata come standard di riferimento principale a livello internazionale per l'analisi della *carbon footprint* di prodotto, ma i risultati di una quantificazione della CFP in conformità a questa norma non hanno automaticamente le caratteristiche di idoneità necessarie per fare asserzioni comparative, in mancanza di RCP che standardizzino maggiormente la quantificazione della CFP di prodotti omogenei. A tal proposito questo studio di tesi mira all'analisi degli impatti sul clima della filiera lattiero casearia al fine di definire delle Regole di Categoria di Prodotto sulla base della UNI CEN ISO/TS 14067, che potranno essere utilizzate come strumento metodologico per la caratterizzazione dei calcoli dell'impronta climatica sulla produzione lattiero casearia nazionale nonché come futuro strumento di supporto alle decisioni dei *policy maker*.

Tali Regole di Categoria di Prodotto potranno essere anche utilizzate come supporto metodologico all'iniziativa *Single Market for Green Products*², lanciata dalla Commissione Europea nell'aprile 2013, che mira a raggiungere una confrontabilità dei risultati armonizzando lo sviluppo metodologico per misurare le prestazioni ambientali lungo tutto il ciclo di vita attraverso la metodologia PEF-*Product Environmental Footprint* (Impronta

² <http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/>

Ambientale di Prodotto) descritta nella Raccomandazione 2013/179/UE “relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni”.

Focalizzando l'attenzione sull'impronta ambientale dei prodotti, ovvero partendo dall'impronta climatica ma considerando anche altre 14 categorie di impatto, i requisiti descritti nella PEF, che dovrebbe portare i primi risultati nel 2017, sono stati scelti cercando di far convergere le indicazioni presenti nelle metodologie già largamente in uso in Europa e a livello internazionale riducendo il margine di interpretazione che è attualmente presente nelle norme generali e permettere il confronto fra i risultati.

Tali comparazioni richiedono lo sviluppo di specifiche Regole di Categoria di Prodotto-*Product Environmental Footprint Category Rules* (PEFCRs) integrative che andranno ad integrare gli orientamenti più generali indicati nella *PEF methodology*, al fine di favorire l'armonizzazione metodologica, la specificità e la riproducibilità dei risultati di impronta ambientale relativa ai prodotti. Queste PEFCRs saranno costruite preferibilmente su RCP esistenti e richiederanno un ampio consenso all'interno del settore produttivo. A tal proposito la Commissione Europea ha lanciato una fase pilota di sperimentazione di tre anni (2013-2016 prorogata al 2017) per la quale sono stati ammessi 25 progetti. La seconda *call* dedicata al settore *food, feed and drinks* è stata aperta lo scorso 15 gennaio 2014, prevede 11 settori tra cui quello lattiero caseario. I risultati ottenuti saranno poi utilizzati per discutere future politiche europee di sviluppo sostenibile basate sull'approccio LCA a partire dal 2018.

In quest'ottica sarà interessante capire come sarà affrontato il tema della comunicazione al pubblico nell'ambito dell'iniziativa *Single Market for Green Products*: vi è, infatti, un elemento di criticità oggettiva nella metodologia LCA, per cui sarebbe scorretto comunicare i risultati della quantificazione di uno studio LCA senza rendere cosciente il lettore del limite connesso al livello di precisione dei risultati ottenuti e, quindi, dell'effettiva significatività di un confronto fra due prodotti simili (Pernigotti, 2013; Rööß et al, 2010). Inoltre, non è una questione banale trovare un metodo trasparente e corretto che possa sintetizzare in modo semplice e immediato l'insieme degli indicatori che caratterizzano i diversi impatti ambientali di un prodotto, quando si tiene conto non solo della *carbon footprint*, ma di numerose categorie di impatto.

Ad oggi i principali vantaggi della *carbon footprint* rispetto ad una LCA integrale sono la facilità di comunicazione e di comprensione da parte del pubblico, e la possibilità di essere

direttamente collegata ad una delle priorità ambientali (l'effetto serra) universalmente riconosciuta.

2.2 Il settore lattiero caseario

Il settore lattiero caseario è responsabile di produrre un elevato quantitativo di emissioni di CO₂ equivalente, circa il 5% delle emissioni globali di gas ad effetto serra ed è anche responsabile del 10% dell'eutrofizzazione potenziale, del 5% dell'acidificazione e del 4% della formazione di ozono fotochimico a livello mondiale (*Tukker et al., 2006*).

Il settore lattiero caseario europeo rappresenta uno dei player più importanti a livello mondiale sia in termini di importazioni sia in termini di esportazioni. La produzione relativa all'anno 2013 è stata di 30.848.000 tonnellate di latte ad uso alimentare e 79.384.000 tonnellate di formaggio nei paesi membri dell'Unione Europea-UE-28 (Fonte CLAL).

Nel contesto nazionale la filiera agroalimentare, dalla agricoltura alla distribuzione, costituisce la prima filiera economica italiana e all'estero rappresenta una delle più note e diffuse forme di promozione del "Made in Italy" nel mondo, contribuendo con un'ampia offerta di prodotti di alta qualità riconosciuta e apprezzata, alla promozione dell'immagine complessiva dell'Italia nel mercato globale. Fra i settori maggiormente produttivi dell'industria alimentare italiana spicca quello lattiero-caseario che risulta essere al primo posto per fatturato totale, seguito da quello dolciario, vinicolo industriale e di trasformazione della carne (Fonte ASTER). Nella classifica della produzione di latte europea l'Italia risulta essere al quinto posto dopo Germania, Francia, Regno Unito e Olanda, risultando però il maggior paese produttore di formaggi tipici DOP - Denominazione di Origine Protetta (Fonte ISMEA).

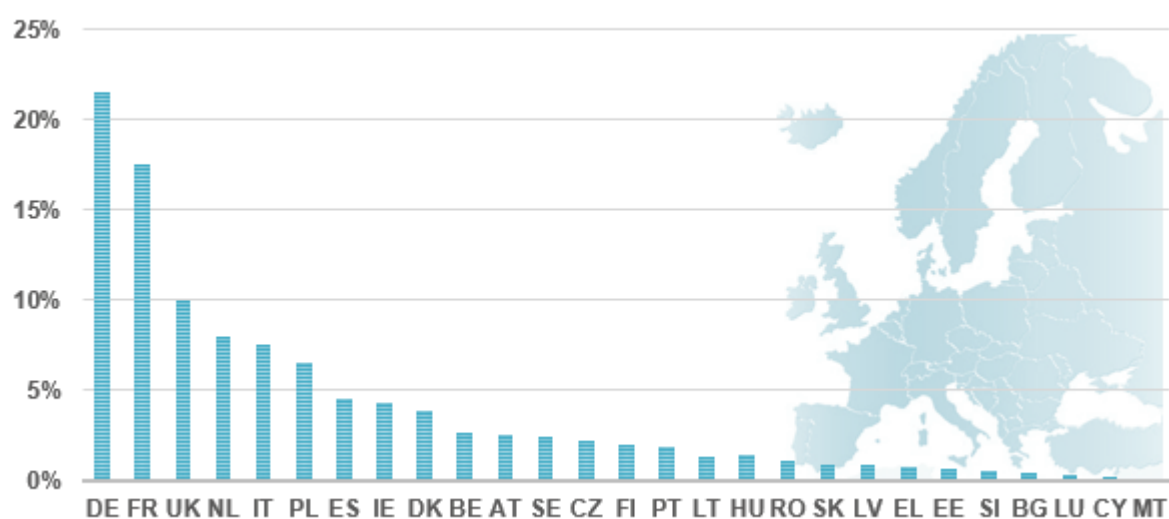


Figura 2-1: Produzione di latte nei paesi membri dell'Unione Europea (EU-27). Elaborazione su dati Commissione Europea 2011

Nel 2013 la produzione italiana di latte ad uso alimentare è stata pari a 2.448.000 t e la Produzione formaggi da latte bovino pari a 1.017.000 t; la gran parte della produzione di latte e derivati, è concentrata nel Nord Italia, in particolare in Lombardia e in Emilia Romagna.

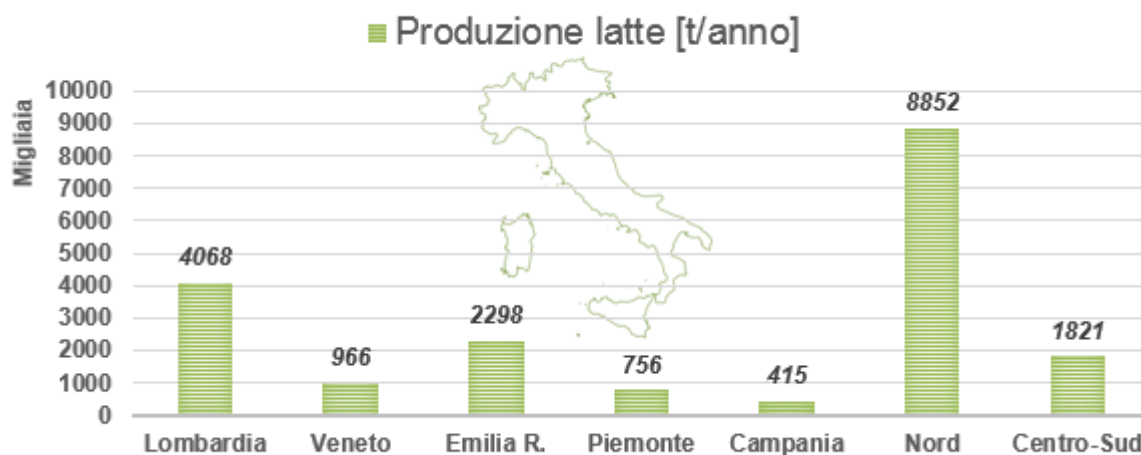


Figura 2-2: Distribuzione territoriale della produzione di latte vaccino e bufalino. Elaborazione su dati ISTAT 2011

2.3 Caratteristiche fisico-chimiche del latte alimentare

Il latte varia nei suoi indici e nella sua composizione, in funzione della specie da cui deriva. La composizione del latte vaccino, che è il principale latte distribuito nel mondo per l'alimentazione umana, è riportata in Tabella 2-1. Tali dati risultano essere soggetti a variazioni annuali, pertanto per l'analisi degli impatti sul clima della filiera lattiero casearia è necessario definire un principio di normalizzazione del latte in base al x% di grassi e al y% di proteine.

	Vacca	Pecora	Capra
Acqua % media	87,5%	81,3%	86,9%
Residuo secco	11-13%	18-21%	11-17%
Grasso	3,6-4,5%	4,5-7,5%	3,7-4,3%
Proteine	2,8-3,3%	4,6-6,0%	3,1-4,5%
Di cui caseina	2,6-3,0%	4,5%	2,7%
Di cui albumine	0,7-0,8%	1,5%	1,2%
Lattosio	4,9%	4,1%	4,3%
Calcio (mg/100g)	120	180	110
Fosforo (mg/100g)	65	80	90
Ceneri	0,90%	1,1%	0,90%
Acido citrico e citrati	0,18%	0,2%	0,15%
Ph	6,6-6,7	6,5-6,8	6,6-6,7
Ac.tà Titol. °SH/50	3,3-3,5	4,0-4,5	3,1-3,4
Densità (15°C)	1,028-1,035	1,034-1,040	1,028-1,034
Viscosità (Cp)	2,0	3,0	2,1
Punto Crioscopico (-°C)	0,53-0,55	0,54-0,57	0,52-0,54

Tabella 2-1: Rielaborazione tabella relativa alla composizione e proprietà comparate del latte di specie diverse (Salvatori del Prato O., 2015-Tecnologia del Latte)

3. Obiettivi dello studio

Globalmente le emissioni di gas ad effetto serra sono cresciute del 46% tra il 1992 e il 2015 (Fondazione Sviluppo Sostenibile su dati IPCC, IIASA, WRI). Nel 2015 la CO₂ ha raggiunto il traguardo storico delle 400 *ppm* come media globale in tutto l'anno (*World Meteorological Organization*, 2016). Gli sforzi globali dal 1992 di riduzione del livello totale di emissioni di gas serra devono essere rafforzati altrimenti sarà molto improbabile riuscire a raggiungere il target di limitare l'aumento della temperatura di 2 gradi entro il 2100 per ridurre il riscaldamento globale (*International Energy Agency*, 2011).

Le produzioni lattiero casearie, in particolare la produzione di latte crudo, contribuiscono in maniera sostanziale alle emissioni di gas ad effetto serra e le aziende impegnate in questo settore stanno attuando strumenti volontari per ridurre le emissioni e comunicare il loro impegno al pubblico. Al momento anche se la UNI CEN ISO 14067 TS si è affermata come standard di riferimento per la *carbon footprint* (CF) di prodotto, i risultati di una quantificazione della CFP in conformità a questa norma non hanno automaticamente le caratteristiche di idoneità necessarie per fare asserzioni comparative fra studi di settore, in mancanza di Regole di Categoria di Prodotto che standardizzino maggiormente la quantificazione della CFP di prodotti omogenei.

A tal proposito gli obiettivi dello studio di tesi sono stati:

- Analisi e confronto delle differenti metodologie utilizzate per la valutazione degli impatti sul clima di alcuni prodotti lattiero caseari.
- Analisi dei risultati e identificazione delle fasi del ciclo di vita produttivo più impattanti sul clima. Valutazione se l'adozione di sistemi di produzione diversi (biologico vs convenzionale; estensivi vs intensivi) possa essere un valido strumento di riduzione dell'impatto sul clima del prodotto finale.
- Confronto con i referenti aziendali, operatori del settore e *stakeholder* e proposta di soluzioni per le principali criticità relative al calcolo dell'impronta climatica.
- Elaborazione di tre proposte di Regole di Categoria di Prodotto per la valutazione dell'impatto sul clima del settore lattiero caseario relative rispettivamente alla produzione di latte crudo bovino, latte liquido trattato bovino, formaggi e latticini di origine bovina, secondo quanto indicato dalla UNI CEN ISO 14067 TS.

4. Materiali e Metodi

Per raccogliere materiale utile allo studio di tesi ho partecipato a numerosi incontri nazionali ed internazionali sul tema dell'analisi dell'impronta di carbonio dove ho avuto modo di conoscere esperti del settore che mi hanno illustrato la loro esperienza sull'argomento. In particolare sono stati condotti numerosi incontri tecnici in Italia, sia con referenti aziendali che con altri *stakeholder*, quali rappresentanti delle istituzioni pubbliche, università, enti di certificazione, durante i quali sono state analizzate le principali criticità riscontrate nella valutazione dell'impronta climatica del settore lattiero caseario. Per l'elaborazione delle Regole di Categoria di Prodotto si è deciso, quindi, di procedere valutando sia aspetti pratici (analisi di casi studio e criticità riscontrate per la valutazione dell'impronta climatica di prodotti di aziende lattiero casearie nazionali) che teorici (normativa e standard vigenti e documenti tecnici settoriali), nell'ottica di creare uno strumento che fosse realmente applicabile e fruibile nella pratica.

In primo luogo sono state scelte alcune aziende lattiero casearie, cercando di comprendere tipologie differenti di realtà nazionali, tra quelle aderenti al “Programma nazionale per la valutazione dell'impronta ambientale”, promosso dal Ministero dell'Ambiente, in particolare tra quelle firmatarie di un Accordo Volontario in materia di “Promozione di progetti comuni finalizzati all'analisi e riduzione dell'impronta ambientale relativa al settore lattiero caseario” e quelle partecipanti ai due bandi pubblici per l'accesso al finanziamento, in regime di “de minimis”, di progetti per l'analisi dell'impronta di carbonio nel ciclo di vita dei prodotti di largo consumo ai sensi del D.M. 468 del 19.05.2011, pubblicati in G.U. rispettivamente il 17.09.2011 e il 25.01.2013. Si è poi proceduto con l'analisi di casi studio per la valutazione degli impatti sul clima di prodotti lattiero caseari quali Latte Alta Qualità, Latte UHT, Latte Parzialmente Scremato, Latte Biologico, Mozzarella, Stracchino, Robiola e Squaquerello delle seguenti 4 aziende selezionate, per un totale di 73 stalle conferitrici di latte crudo:

1. Granarolo S.p.A.. Il Gruppo Granarolo, fondato nel 1957 con sede a Bologna, rappresenta uno dei più importanti operatori dell'industria alimentare in Italia con un numero di dipendenti superiore ai mille. Opera nel mercato nazionale del latte fresco e dei prodotti lattiero-caseario biologici.
2. Latteria Montello S.p.A.. L'azienda situata a Giavera del Montello (TV), è presente da oltre 60 anni sul mercato con i “Formaggi freschi Nonno Nanni”, produce tre famiglie di formaggi:

stracchini, spalmabili e primo sale.

3. Distretto Latte Lombardo. Il Distretto sito a Lodi è una società consortile a responsabilità limitata che nasce come risposta alla Legge Regionale 1/2007 e al Decreto 1757/2010 che istituiscono i distretti agricoli, con lo scopo di promuovere e valorizzare il latte lombardo in un'ottica di filiera, coordinando e supportando tutte le iniziative di tutte le componenti della filiera. Aggrega 11 imprese lombarde di raccolta, trasformazione e imbottigliamento della filiera latte e rappresenta circa il 5,1 % della produzione nazionale di latte.

4. Latteria Soresina Soc. Coop. Agricola. La Cooperativa con sede a Soresina (CR), costituita nel 1900, trasforma e lavora il latte prodotto esclusivamente dai suoi soci. Oggi è una delle più significative e dinamiche aziende della filiera lattiero-casearia nazionale ed è la più grande produttrice mondiale di Grana Padano.

Alle aziende è stata fornita assistenza nelle fasi di raccolta dati in particolare attraverso la predisposizione di *check list* (in Allegato 1 sono presenti le informazioni principali estratte dalle *check list* elaborate). L'obiettivo è stato quello di facilitare la raccolta dati e supportare l'azienda nella predisposizione dello studio di CFP, stabilendo anche un'archiviazione dei dati funzionale.

Gli studi analizzati hanno previsto le seguenti 4 fasi: Fase 1 – Analisi preliminare (descrizione del prodotto oggetto dell'analisi, definizione dei confini del sistema, dell'anno base e di altri parametri rilevanti); Fase 2 – Raccolta dati (definizione di una *check-list* per la raccolta delle informazioni e dei dati relativi alle fonti di emissione, raccolta dati presso l'azienda e/o fornitori); Fase 3 – Calcolo dell'impronta di carbonio (elaborazione dei dati raccolti ai fini della quantificazione delle emissioni relative all'impronta di carbonio, analisi di incertezza); Fase 4 – Comunicazione dei Risultati.

E' stato effettuato un confronto dei diversi approcci delle diverse metodologie utilizzate, costruendo una griglia che tiene conto, per le diverse fasi del ciclo di vita del prodotto (Allevamento, Stabilimento Produttivo, Distribuzione, Uso e Fine Vita) dei diversi elementi che caratterizzano uno studio di CFP, quali: standard e database utilizzati; unità funzionale; confini del sistema; qualità dei dati; *cut-off*; principi di allocazione; livello gerarchico per il calcolo delle fermentazioni enteriche; scenari di trasporto, uso e fine vita del prodotto finale; analisi di incertezza. Per motivi di riservatezza dei dati le aziende selezionate sono identificate come Azienda 1-2-3-4 non specificando la corrispondenza tra le singole aziende e la numerazione indicata.

Informazioni generali e fasi dell'analisi	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 3	Azienda 4
Prodotti analizzati e unità funzionale				
Standard utilizzato				
Impatti analizzati				
Confini del sistema				
Anno base				
Database utilizzato				
Allevamento	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 3	Azienda 4
Fonti di emissioni analizzate				
Qualità dei dati raccolti				
<i>Cut-off</i>				
Campione rappresentativo allevamenti analizzati				
Trasporto latte crudo agli stabilimenti				
Livello gerarchico calcolo fermentazione enteriche e gestione delle deiezioni				
Allocazione latte-carne-vitelli				
Impatto in percentuale sul totale				
Stabilimento Produttivo	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 3	Azienda 4
Fonti di emissione analizzate				
Qualità dei dati raccolti				
<i>Cut-off</i>				
Allocazioni				
Impatto in percentuale sul totale				
Fase Produzione Imballaggi	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 3	Azienda 4
Fonti di emissione analizzate				
Qualità dei dati raccolti				
Trasporto allo stabilimento produzione				
Allocazioni				
Impatto in percentuale sul totale				
Distribuzione-Usa-Fine Vita	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 3	Azienda 4
Scenario trasporto prodotto finale				
Scenario uso prodotto finale				
Scenario fine vita prodotto finale				
Impatto in percentuale sul totale				
Analisi di incertezza				

Figura 4-1: Griglia di confronto delle diverse metodologie per la valutazione della CFP utilizzate dalle aziende in relazione alle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto

Si è proceduto poi con l'analisi dei risultati degli studi e con l'identificazione delle fasi del ciclo di vita dei prodotti più impattanti, valutando, in base ad un'approfondita *review* della

bibliografia esistente, se l'adozione di sistemi di produzione diversi (biologico vs convenzionale; estensivi vs intensivi) possa essere un valido strumento di riduzione dell'impatto sul clima del prodotto finale.

Contestualmente sono stati confrontati in modo approfondito i requisiti chiave delle principali norme e degli standard tecnici esistenti relativi ad analisi LCA, impronta ambientale e impronta climatica:

- UNI ISO 14040:2006 e UNI ISO 14044:2006;
- UNI CEN ISO/TS 14067:2014;
- *General Program of Instructions* (versione 2.01 del 2013) dell'*International EPD System*; ³
- PEF (*Product Environmental Footprint*) Guide (allegato 2 della Raccomandazione 2013/179/EU);
- ENVIFOOD Protocol v1.0.

motivando le scelte adottate nelle RCP elaborate nella tesi di Dottorato (Allegato 2).

Nell'elaborazione delle RCP è stata seguita l'impostazione metodologica generale della UNI CEN ISO/TS 14067:2014, integrandola e dettagliando alcuni aspetti, laddove la norma è interpretabile o poco chiara. Per le regole di *cut-off* e i trasporti ci si è riferiti alla PAS 2050:2011 (norma ritirata dall'ente di normazione britannico *British Standards Institution* in seguito all'uscita della ISO/TS 14067).

Inoltre, per gli aspetti più specifici, sono stati analizzati approfonditamente i documenti tecnici settoriali:

- a. *PCR International EPD System: UN CPC 022 Raw milk* versione 1.0 del 2013, *UN CPC 221 Processed liquid milk and cream* versione 1.0 del 2013 e *UN CPC 2223, 2224 & 2225 Yoghurt, butter and Cheese* versione 1.0 del 2013. *Product Category Rules* per valutazioni LCA in conformità con la ISO 14025;
- b. *Bulletin of International Dairy Federation 445/2010 – A common carbon footprint approach for dairy. The IDF guide to standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector*. Linea guida per CFP, redatto in base agli standard e linee guida

³ Scelto fra i vari programmi di EPD esistenti in quanto è il più noto in Italia ed è molto diffuso a livello internazionale

riconosciute a livello internazionale (ISO 14040-44, PAS 2050, WBCSD/WRI, FAO, Intl dairy bodies, IPCC, Carbon Trust);

- c. *Guidelines for the Carbon Footprinting of Dairy Products in the UK*, prodotto dal Carbon Trust. Linea guida per CFP in conformità alla PAS 2050.

4.1 Struttura delle Regole di Categoria di Prodotto

La struttura delle tre Regole di Categoria di Prodotto elaborate:

- latte crudo bovino – codice CPA A 01.41.2;
- latte liquido trattato - codice CPA C 10.51.11;
- formaggi e latticini di origine bovina– codice CPA C 10.51.4;

è riportata in Figura 4-2.

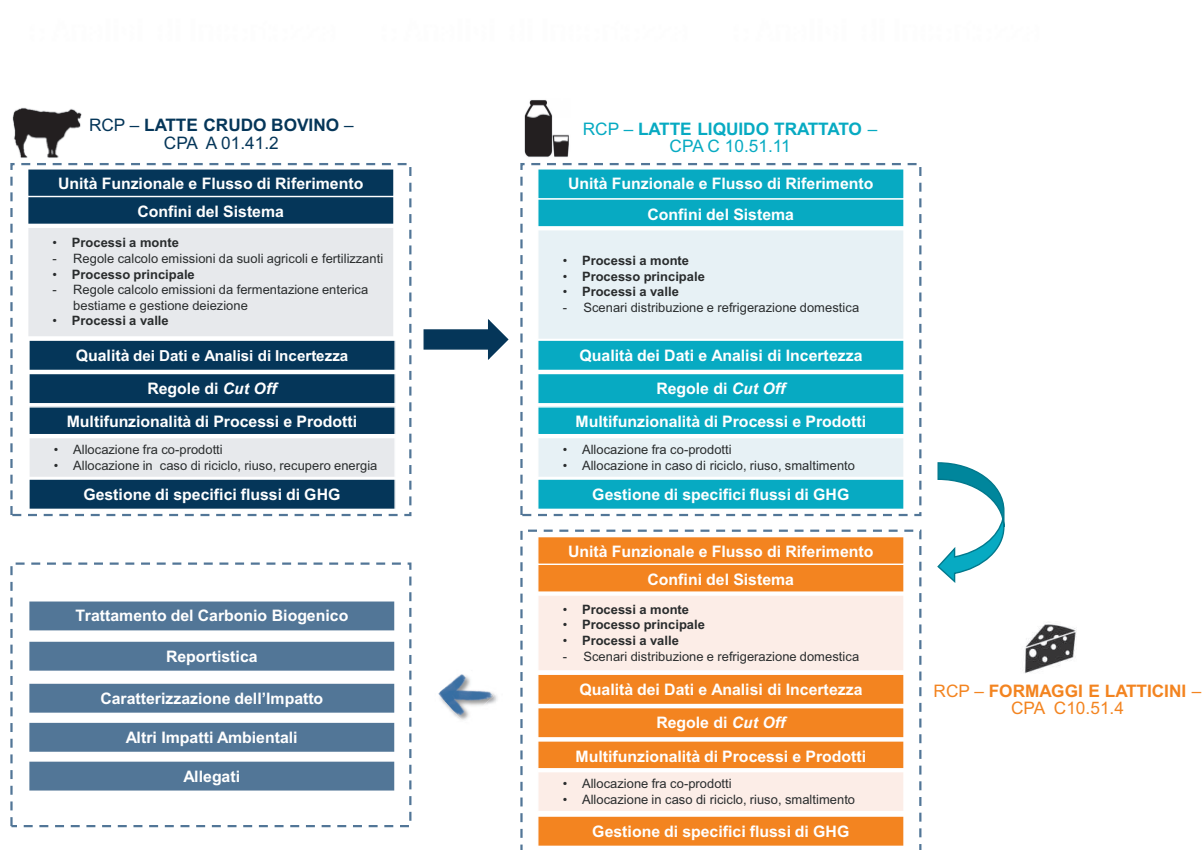


Figura 4-2: Struttura delle Regole di Categoria di Prodotto elaborate

Le RCP elaborate presentano dei riquadri evidenziati che costituiscono degli approfondimenti relativi ad alcuni aspetti o tematiche specifiche.

I principi e le indicazioni generali di calcolo riportate nello schema riportato in Fig. 4-2 e descritti nei paragrafi seguenti sono validi per tutte e 3 le RCP.

4.1.1 Definizione della categoria di prodotto

Secondo quanto indicato nella ISO 14044 e nella ISO/TS 14067, chi conduce uno studio LCA è tenuto a definire in modo trasparente la categoria di prodotto a cui appartiene l'oggetto d'analisi. Nell'ambito delle presenti RCP, le categorie sono state identificate dal codice CPA (classificazione dei prodotti per attività) relativo alla classificazione europea delle attività economiche basata sui codici NACE (classificazione statistica delle attività economiche nella Comunità europea) che prevedono:

1. voci identificate da un codice alfabetico (sezioni);
2. voci identificate da un codice numerico a due cifre (divisioni);
3. voci identificate da un codice numerico a tre cifre (gruppi);
4. voci identificate da un codice numerico a quattro cifre (classi).

Si riportano di seguito, in forma tabellare, i codici NACE (fonte: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32014R1209>) relativi alle categorie di prodotto analizzate nel presente studio di tesi:

Codice	Denominazione
A	PRODOTTI DELL'AGRICOLTURA, SILVICOLTURA E PESCA
01	Prodotti dell'agricoltura e della caccia e relativi servizi
01.41	Bovini vivi da latte e latte vaccino crudo
01.41.2	Latte vaccino crudo di bestiame da latte
10.5	Latte e latticini
10.51	Prodotti lattiero-caseari
10.51.11	Latte liquido trattato
10.51.4	Formaggi e latticini

Tabella 4-1: Rielaborazione tabella relativa alla classificazione europea dei codici NACE

4.1.2 Unità funzionale e flusso di riferimento

L'unità funzionale costituisce l'unità di misura a cui si riferiscono tutti i dati in ingresso e in uscita dal sistema durante l'analisi LCA. Pertanto l'unità funzionale deve essere chiaramente definita e misurabile nei suoi aspetti qualitativi e quantitativi (ISO 14040-44, ISO/TS 14067). Nella pratica, per identificare chiaramente fin dall'inizio dell'analisi le funzioni qualitative, quantitative e la durata del prodotto, nelle presenti RCP si è scelto di adottare la procedura indicata nella PEF, che chiede di definire l'unità funzionale in base ai seguenti aspetti:

- “cosa?”: qual è la funzione o il servizio fornito dal prodotto;
- “quanto?”: qual è la portata della funzione o del servizio fornito dal prodotto;
- “quale livello di qualità?”: qual è il livello di qualità previsto;
- “per quanto tempo?”: qual è la durata/vita del prodotto;
- codice CPA/NACE

Dopo aver scelto l'unità funzionale, deve essere definito il flusso di riferimento: esso rappresenta la quantità di prodotto necessaria a garantire la funzione definita. Tutti gli altri dati quantitativi in ingresso e in uscita raccolti dai processi devono essere calcolati in relazione a tale flusso.

4.1.3 Confini e suddivisione del sistema

I confini del sistema determinano quali processi unitari del ciclo di vita del prodotto appartengono al sistema analizzato e sono, quindi, oggetto di analisi. Nelle RCP, con il supporto di un diagramma di flusso, sono chiaramente definiti i processi unitari da includere all'interno dei confini di ogni sistema produttivo analizzato.

Le tre RCP elaborate: latte crudo bovino (codice CPA A 01.41.2), latte liquido trattato (codice CPA C 10.51.11) e formaggi e latticini (codice CPA C 10.51.4); presentano dei confini del sistema con approccio parziale del ciclo di vita dei prodotti, come riportato in Figura 4-3.

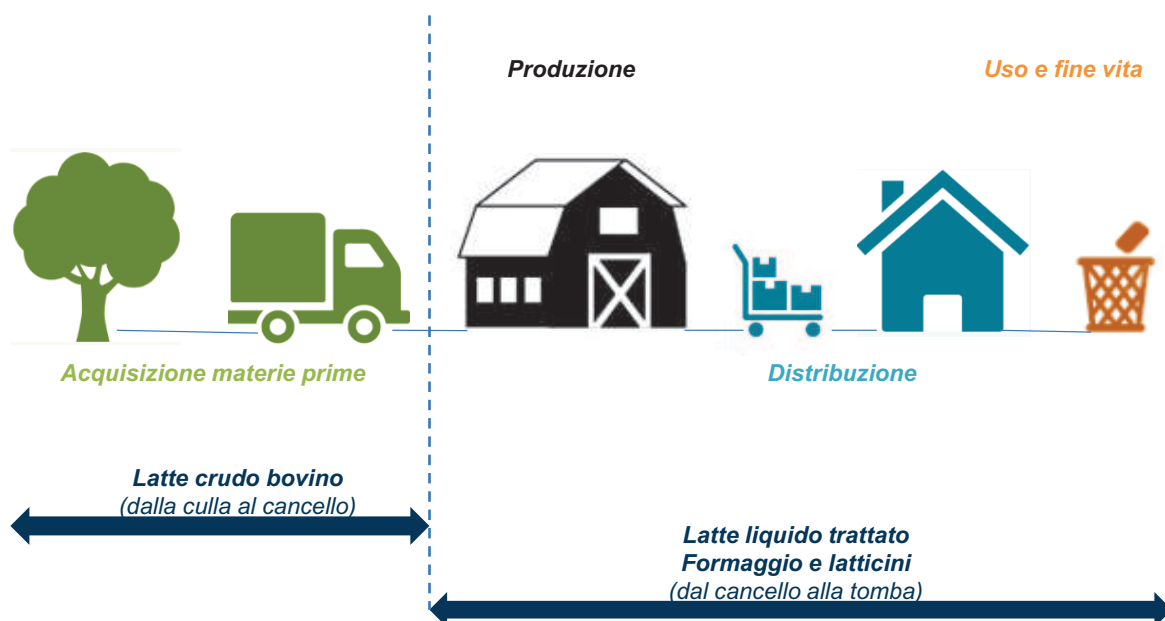


Figura 4-3: Confini del sistema delle Regole di Categoria di Prodotto elaborate

La RCP per il latte crudo bovino adotta un approccio dalla culla al cancello dell'azienda agricola, necessario per valutare gli impatti sul clima relativi alla fase agricola della produzione del latte prima del conferimento allo stabilimento di trasformazione o trattamento.

Le RCP per il latte liquido trattato e formaggi e latticini adottano un approccio dal cancello alla tomba, rimandando per la valutazione della fase agricola alla RCP del latte crudo bovino.

Nell'ambito delle presenti RCP, i confini del sistema sono stati suddivisi in tre macro fasi del ciclo di vita relativo al prodotto:

- processi a monte (dalla culla al cancello): questa fase ha inizio con l'estrazione delle risorse in natura (acquisizione delle materie prime) e termina quando le componenti del prodotto entrano nell'impianto di produzione del prodotto stesso;
- processo principale (dal cancello al cancello): questa fase ha inizio quando le componenti del prodotto entrano nel sito di produzione e termina quando il prodotto finito lascia l'impianto di produzione;
- processi a valle (dal cancello alla tomba): questa fase ha inizio quando il prodotto finito ha lasciato l'impianto di produzione e termina con il fine vita del prodotto stesso, comprendendo processi quali la distribuzione finale, l'utilizzo da parte del consumatore ecc.).

4.1.4 Requisiti in materia di qualità dei dati

La ISO/TS 14067 classifica i dati in primari e secondari.

I dati primari sono dati quantitativi relativi ad una unità di processo/attività ottenuti da misure dirette o da calcoli basati su misure dirette. I dati primari possono essere di due tipi:

- dati sito-specifici ovvero dati raccolti in situ che si utilizzano per i processi sotto il controllo finanziario o operativo dell'organizzazione che sta eseguendo lo studio;
- dati non sito-specifici, che non si riferiscono direttamente al sistema produttivo oggetto di studio, bensì ad un sistema produttivo diverso purché comparabile; questi dati possono essere sia fattori di emissione sia dati di attività.

I dati secondari sono dati da utilizzare per processi di minore importanza o quando non è possibile raccogliere dati primari, sono reperibili da banche dati o da studi precedenti pubblicati in letteratura e validati da parte terza indipendente (es. fattori di emissione di default, dati basati su medie globali o regionali).

In generale, i dati ambientali (flussi di materia ed energia scambiati dal sistema) devono essere il più specifici possibile in quanto devono essere rappresentativi del processo studiato.

La disponibilità e l'affidabilità dei dati utilizzati nei calcoli si riduce man mano che ci si allontana dai confini dell'azienda oggetto di studio e ci si inoltra lungo la catena di approvvigionamento delle materie prime o si prosegue nello studio dei processi a valle della produzione. Laddove l'organizzazione mantenga un controllo di gestione adeguato, possono essere raccolti dati specifici per il prodotto analizzato anche in alcuni processi produttivi a monte o a valle.

4.1.5 Analisi di incertezza

Ad oggi non esiste una norma di riferimento sulla valutazione dell'incertezza negli studi LCA e per colmare questa lacuna a livello nazionale è in corso il Progetto di norma UNI 1601560 – “Valutazione del ciclo di vita. Stima, dichiarazione e utilizzo dell'incertezza dei risultati di una valutazione di ciclo di vita. Requisiti e linee guida” che dovrebbe portare i primi risultati a marzo 2017. Nelle Regole di Categoria di Prodotto elaborate, per il calcolo dell'incertezza

dell'impronta di carbonio, in linea con la PEF, si propone un metodo quali-quantitativo⁴, che si basa sull'analisi di 5 caratteristiche dei dati utilizzati: affidabilità dei dati primari, correlazione tecnologica, completezza, correlazione geografica, correlazione temporale. Per ognuna di esse, la procedura prevede di definire un livello (basso, intervallo 1-1.66; medio, intervallo 1.66-2.33; alto, intervallo 2.33-3) basato sulle informazioni qualitative presenti in Tabella 4-2. In pratica, la definizione dell'incertezza avviene nei seguenti tre passaggi:

- Per ogni dato utilizzato deve essere assegnato un punteggio da 1 a 3 ad ognuna delle caratteristiche analizzate;
- Per ogni dato viene calcolata l'incertezza specifica facendo la media aritmetica dei punteggi assegnati $((A + CO_{tc} + C + CO_g + CO_{tm})/5)$
- Utilizzando le incertezze di ogni dato, viene calcolata l'incertezza complessiva dell'impronta di carbonio ponderando l'incertezza specifica di tutti i dati inseriti con il contributo percentuale specifico all'impronta di carbonio totale.

	Affidabilità dato (A)	Correlazione tecnologica (CO_{tc})	Completezza (C)	Correlazione geografica (CO_g)	Correlazione temporale (CO_{tm})
1- Bassa	Dato basato su misure (es. consumo di elettricità ricavato da fatture)	Il <i>dataset</i> rappresenta esattamente il prodotto/processo che si vuole analizzare	Dataset con informazioni su tutti i flussi elementari riconducibili alla categoria di impatto <i>climate change</i> .	<i>Dataset</i> relativo all'area in cui avviene il processo produttivo.	<i>Dataset</i> con meno di 7 anni rispetto al periodo di riferimento dello studio
2- Media	Dato basato su mix di misure e stime (es. consumo di elettricità ricavato da fatture ma ripartizione dei consumi basata su stime)	Il <i>dataset</i> rappresenta un prodotto/processo simile a quello che si vuole analizzare (es. uso il nitrato di calcio ma utilizzo il <i>dataset</i> relativo a un concime azotato medio)	Solo valore di emissioni di CO ₂ eq, ma con informazioni su fattori di caratterizzazione, carbonio biogenico e cambio d'uso del suolo.	<i>Dataset</i> relativo ad un'area simile a quella in cui avviene il processo produttivo.	<i>Dataset</i> con meno di 15 anni rispetto al periodo di riferimento dello studio.

⁴ Metodo sviluppato nell'ambito del progetto VIVA "La Sostenibilità della Vitivinicoltura in Italia", www.viticolture sostenibile.org

3- Alta	Dato basato su stime (es. consumo di gasolio ricavato dal prontuario dei consumi di carburante per l'impiego agevolato in agricoltura)	Il <i>dataset</i> rappresenta un prodotto/processo con differenze di rilievo rispetto a quello che si vuole analizzare (es. utilizzo pallet di plastica ma eseguo il calcolo con il <i>dataset</i> relativo al pallet di legno)	Solo valore di emissioni di CO ₂ eq, ma senza informazioni su fattori di caratterizzazione, carbonio biogenico e cambio d'uso del suolo.	<i>Dataset</i> relativo ad un'area con differenze rilevanti rispetto a quella in cui avviene il processo produttivo.	<i>Dataset</i> con più di 15 anni rispetto al periodo di riferimento dello studio.
----------------	--	---	---	--	--

Tabella 4-2: Matrice per l'analisi dell'incertezza

4.1.6 Regole di *cut-off*

Realizzare un'analisi dell'intero ciclo di vita di un prodotto implica che tutti i processi e flussi che sono attribuibili al sistema analizzato debbano essere inclusi nei confini di analisi. Molto spesso, però, non tutti i processi e flussi implicati sono quantitativamente rilevanti: per quelli meno rilevanti possono essere utilizzati dati secondari, quelli irrilevanti possono essere interamente esclusi (*cut-off*).

L'irrelevanza di un processo o di un flusso materiale si stabilisce fissando a priori delle soglie che possono essere espresse come percentuale sulle emissioni totali di GHG stimate, oppure sulla massa o sull'energia totale in ingresso in un processo.

La ISO/TS 14067 non fornisce uno specifico valore di soglia di *cut-off*. Nell'ambito delle presenti RCP si è scelto di adottare il metodo della PAS 2050:2011, secondo cui:

- 1) possono essere escluse tutte le fonti di emissione (flussi di materia o di energia) che contribuiscono a produrre meno dell'1% delle emissioni totali di GHG attese associate all'unità funzionale, e contemporaneamente
- 2) il totale delle emissioni complessivamente trascurate non deve comunque superare il 5% delle emissioni totali di GHG attese.

Una stima approssimativa del totale delle emissioni di GHG relative al ciclo di vita può essere ottenuta a priori considerando in via preliminare tutte le fonti di massa ed energia e colmando i dati mancanti con dati secondari.

Il confine del sistema del ciclo di vita del prodotto deve escludere le emissioni di gas serra

associate a:

- gli input energetici animali e umani a determinati processi, quali ad esempio il trasporto effettuato da animali o la raccolta manuale delle frutta (PAS 2050:2011);
- il trasporto dei consumatori da e verso il punto di acquisto al dettaglio (PAS 2050:2011);
- il trasporto dei dipendenti da e verso il luogo abituale di lavoro (PAS 2050:2011);
- i viaggi di lavoro dei dipendenti;
- i beni capitali (es. macchinari utilizzati per il processo produttivo, edifici, apparecchiature per ufficio) a meno che diversamente indicato perché ritenuti significativi per alcuni prodotti (International EPD System, PAS 2050:2011);
- la gestione dei punti vendita inclusi i consumi energetici per illuminazione, riscaldamento, raffreddamento, ventilazione, controllo dell'umidità.

4.1.7 Multifunzionalità di processi e prodotti

Quando si realizza uno studio di prodotto si deve tener conto che nella maggior parte dei sistemi industriali, oltre a quello principale oggetto di studio, si producono diversi altri prodotti, definiti coprodotti o sottoprodotti. Di conseguenza ci si trova di fronte ad un problema di “allocazione” per decidere come associare i carichi energetici e ambientali ai vari coprodotti e sottoprodotti di un processo.

4.1.7.1 Regole di allocazione fra co-prodotti

Nell’ambito delle presenti RCP si è scelto di effettuare l’operazione di allocazione secondo la gerarchia decisionale descritta dalla ISO 14044 e ripresa dalla ISO/TS 14067.

1) Ovunque sia possibile, l'allocazione dovrebbe essere evitata mediante:

- suddivisione del processo produttivo unitario in due o più sotto-processi ognuno dei quali produce un singolo prodotto e tali che, una volta riaggregati, portino ad un sistema di caratteristiche uguali a quelle del sistema di partenza (cfr. esempio nel riquadro sottostante); oppure tramite
- espansione del sistema per includere funzioni aggiuntive relative ai co-prodotti, identificando, laddove possibile (cfr. esempi nel riquadro sottostante):
 - una sostituzione diretta, ovvero quando può essere individuato il preciso prodotto

utilizzato al di fuori dei confini del sistema che viene sostituito dal co-prodotto in questione o, in alternativa

- una sostituzione indiretta, quando si presume che il co-prodotto sostituisca un prodotto marginale o medio equivalente del mercato.

- 2) Ove l'allocazione non può essere evitata, gli elementi in ingresso e in uscita dal sistema dovrebbero essere ripartiti tra i differenti prodotti o funzioni in modo che riflettano le relazioni fisiche esistenti tra loro (es. massa, contenuto di sostanze nutritive, energia).
- 3) Ove le relazioni fisiche non possono essere stabilite o utilizzate come base per l'allocazione, gli elementi in ingresso dovrebbero essere allocati tra i prodotti e le funzioni sulla base di altre relazioni (es. in proporzione al valore economico).

Esempio di suddivisione del sistema

Gli impianti di produzione lattiero-casearia di solito producono più di un prodotto, ad esempio: latte trattato, panna, yogurt o formaggi. I dati relativi ai carichi energetici e ambientali, necessari per stimare le emissioni associate ai vari co-prodotti, sono in genere disponibili solamente come dato aggregato per l'intero impianto di produzione. *Ekvall e Finnveden (2001)*, tuttavia, portano l'esempio di un caseificio che produce panna, latte pastorizzato e latte fermentato⁵ in cui sono stati stimati i dati per ogni linea di produzione. In questo caso, attraverso la suddivisione del sistema:

- il processo di pastorizzazione della panna viene direttamente assegnato al co-prodotto panna;
- il processo di “coltivazione” del latte viene direttamente assegnato al co-prodotto latte fermentato;
- i processi di produzione e di riempimento dei cartoni del latte pastorizzato vengono direttamente attribuiti al co-prodotto latte pastorizzato;
- i carichi ambientali dei sub-processi comuni (produzione del latte crudo, chiarificazione, stoccaggio refrigerato, standardizzazione, ecc.) sono assegnati proporzionalmente alla massa dei tre co-prodotti ottenuti.

⁵ Il latte fermentato è un latte ottenuto inoculando nel latte pastorizzato particolari ceppi microbici che contribuiscono al mantenimento in buona salute grazie alla loro capacità di creare condizioni favorevoli per il benessere dell'uomo.

Esempi di sostituzione diretta e indiretta

Sostituzione diretta. Quando si applica ad un terreno agricolo un effluente zootecnico, al sistema di allevamento di animali dal quale si ottiene l'effluente viene attribuito un credito per il mancato utilizzo di un preciso fertilizzante sintetico (tenendo conto delle differenze in termini di trasporto, movimentazione ed emissioni): l'azoto apportato con l'effluente, infatti, va a sostituire direttamente una quantità equivalente di azoto che sarebbe altrimenti apportata dall'agricoltore attraverso lo spargimento di un determinato fertilizzante sintetico azotato.

Sostituzione indiretta. Quando un processo dà luogo alla co-produzione di un surplus di energia elettrica che viene esportata nella rete elettrica nazionale, le emissioni evitate derivanti da questa co-produzione di energia elettrica sono calcolate sulla base del fattore di emissione medio della rete elettrica nazionale.

4.1.7.2 Regole di allocazione in caso di riciclo, riuso e recupero energetico

I principi di allocazione si applicano anche alle situazioni di recupero di energia, di riutilizzo o di riciclaggio (come pure di compostaggio o altri processi che possono essere assimilati al riutilizzo/riciclaggio) e di uso di materiale riciclato. Le emissioni e gli eventuali benefici, in termini di emissioni evitate, derivanti dal fine vita (riuso, riciclo, recupero energetico, dismissione finale) sono condivise da più di un ciclo produttivo: queste emissioni, cioè, vanno ripartite fra il ciclo produttivo che offre il materiale recuperato e il sistema successivo che utilizza tale materiale.

La tematica è molto complessa e quanto previsto ad oggi dai principali standard e metodologie di riferimento (ISO 14044, ISO/TS 14067, PEF, *International EPD System*, *ENVIFOOD Protocol*) non dà risultati soddisfacenti. A tal proposito la Commissione Europea, in ambito PEF, ha superato l'approccio inizialmente previsto denominato 50-50, ovvero quello di attribuire in parti uguali impatti e benefici fra i due cicli produttivi interessati e ha creato un gruppo di lavoro, a cui partecipano i principali esperti mondiali di settore, coordinato dal *Joint Research Center*, che per giugno 2017 dovrebbe portare ad una soluzione condivisa.

Nell'ambito delle presenti RCP, si ritiene opportuno seguire quanto emergerà a breve dai tavoli di discussione in ambito PEF.

4.1.8 Gestione di specifici flussi di GHG

4.1.8.1 Regole per le emissioni legate ai consumi energetici

Le emissioni di GHG, in conformità alla ISO/TS 14067, provocate dai consumi di elettricità devono includere: le emissioni provocate dalla generazione dell'elettricità consumata e dell'elettricità persa nella rete di trasmissione e distribuzione; i processi a monte (es. estrazione e trasporto dei carburanti fino al generatore elettrico, produzione della biomassa utilizzata come carburante); i processi a valle (es. trattamento dei rifiuti del nucleare o delle ceneri del carbone utilizzato per la generazione); le emissioni di GHG relative a costruzione, manutenzione e smantellamento del sistema di fornitura di elettricità.

In linea con l'approccio LCA, anche le emissioni di GHG provocate dai consumi di combustibile devono includere le fasi di *upstream*.

- **Consumo di elettricità e calore generati *off-site***

In conformità alla ISO/TS 14067, vanno utilizzati i dati relativi al ciclo di vita dell'elettricità prodotta da uno specifico fornitore solo se si può garantire che l'elettricità venduta e le relative emissioni GHG non sono soggette a doppio conteggio. E' possibile, quindi, utilizzare i dati del mix energetico del fornitore soltanto nel caso in cui tale mix non influenza il fattore di emissione medio della rete nazionale. Poiché in Italia tutti i produttori di energia concorrono a definire il mix energetico nazionale e, di conseguenza, il fattore di emissione della rete, è possibile utilizzare i dati di uno specifico fornitore soltanto nel caso in cui l'elettricità non è immessa in rete, e quindi non può essere usata da altri consumatori, ma è effettivamente fornita direttamente all'organizzazione che produce il prodotto oggetto dello studio CFP.

In genere, quindi, in caso di energia elettrica acquistata da terzi, è necessario utilizzare il fattore di emissione della rete nazionale, anche nel caso in cui siano acquistati certificati verdi (o RECS, *Renewable Energy Certificates*). Per ovviare a questa incongruità la PEF prevede di evitare il doppio conteggio attraverso l'uso del mix residuale (ossia il mix energetico che risulta dopo aver tolto le fonti rinnovabili certificate con certificati verdi).

Le regole, da seguire in ordine, sono:

- 1) utilizzare il mix energetico della specifica elettricità acquistata se il fornitore è affidabile ossia rispetta i requisiti del *GHG Protocol Scope 2 Guidance* – An

amendment to the GHG Protocol Corporate Standard – Mary Sotos – World Resource Institute

- 2) utilizzare il mix energetico generico dello specifico fornitore se è affidabile ossia rispetta i requisiti del *GHG Protocol Scope 2 Guidance – An amendment to the GHG Protocol Corporate Standard – Mary Sotos – World Resource Institute*
- 3) utilizzare il mix energetico residuale del paese

- **Consumo di elettricità e calore generati on-site**

In conformità alla ISO/TS 14067, quando la produzione e il consumo di energia sono interni al sistema produttivo oggetto di studio, per la valutazione degli impatti vanno utilizzati i dati relativi al processo in questione.

Tuttavia anche in questo caso bisogna evitare il doppio conteggio, cioè è possibile utilizzare i dati dell'impianto (es. impianto da fonte rinnovabile) che genera energia in sito soltanto nel caso in cui è possibile dimostrare che l'elettricità prodotta non è immessa in rete ma è direttamente fornita al processo produttivo che la utilizza. Nel caso in cui l'energia è prodotta in eccesso rispetto a quanto consumato, questo ricade nelle regole generali della multifunzionalità (allocazione), ossia applicare la suddivisione (ad esempio se il 70% dell'energia fotovoltaica è consumata, si attribuisce al prodotto il 70% dell'impatto per la generazione). Solo se non è possibile la suddivisione, ossia quando gli impatti diretti e di *upstream* della produzione energetica sono direttamente collegati al prodotto) allora si applica la sostituzione.

- **Consumi energetici negli scenari di downstream**

In conformità alla ISO/TS 14067, quando non è possibile utilizzare i dati specifici di un fornitore di energia elettrica, devono essere utilizzate le emissioni di gas serra associate alla rete nazionale in cui si verifica la fase del ciclo di vita analizzata.

I consumi legati alle fasi di downstream (es. fase d'uso), quindi, devono essere modellati in modo da riflettere il contesto nazionale. Nell'ambito delle presenti Regole di Categoria di Prodotto, inoltre, come specificato dalla PEF, nel caso in cui il prodotto analizzato sia esportato in più Paesi, gli impatti andrebbero stimati effettuando una media pesata dei fattori di emissione dei Paesi di esportazione; se ciò non è possibile, andrebbe considerato il mix energetico rappresentativo della regione più ampia (es. mix energetico EU).

4.1.8.2 Emissioni legate ai trasporti

In via generale, la stima delle emissioni di GHG generate dai trasporti dovrebbe includere: le emissioni dirette provocate dal consumo dei combustibili nel mezzo considerato, la quota indiretta legata alle fasi di *upstream* del combustibile (estrazione, produzione), le emissioni legate alla costruzione e alla manutenzione del mezzo, le emissioni legate alla realizzazione e alla manutenzione delle infrastrutture (es. strade, ferrovie) che consentono di effettuare il trasporto.

Per le fasi di *downstream* connesse al trasporto dal “cancello” alle piattaforme logistiche e da queste ai punti vendita (distribuzione finale), è in genere preferibile:

- raccogliere dati primari relativi alla quantità di combustibile effettivamente consumata (es. litri di gasolio) e utilizzare i fattori di emissione relativi ai combustibili (es. kgCO₂e/litro di gasolio); questa stima, infatti, conduce a risultati più accurati; oppure
- raccogliere dati primari relativi: alla distanza percorsa, ai mezzi utilizzati (tipo di veicolo e consumo di carburante) e al fattore di carico medio (che rifletta anche l'eventuale presenza di ritorni a vuoto) e utilizzare i fattori di emissione relativi ai mezzi utilizzati (es. kgCO₂e/veicolo o kgCO₂e/(t*km)).

Come espressamente indicato sia dalla PAS 2050:2011 che dalla PEF, quando il mezzo di trasporto (es. camion, nave, aereo, treno) trasporta più di un prodotto, le emissioni derivanti dal sistema di trasporto devono essere allocate tra i prodotti in base:

- a) alla massa relativa dei diversi prodotti trasportati, se è la massa il fattore limitante per il sistema di trasporto;
- b) al volume relativo dei diversi prodotti trasportati, se è il volume il fattore limitante per il sistema di trasporto.

Generalmente, quando lo studio di CFP è effettuato da un'azienda di trasformazione che produce un prodotto finito e lo distribuisce sul mercato, i dati primari per stimare le emissioni legate al trasporto dei prodotti dall'impianto produttivo alle piattaforme logistiche possono essere raccolti senza particolari difficoltà. Diverso è il caso della distribuzione finale ai punti vendita localizzati sul territorio nazionale o all'estero, che può essere gestita da soggetti terzi. Se non è possibile reperire dati primari per questa fase, le emissioni vanno stimate costruendo appositi scenari. E' possibile:

- utilizzare il metodo del capoluogo di regione per stimare la distanza media (media pesata delle distanze sulla base del volume di vendita nelle rispettive regioni);
- ipotizzare il mezzo di trasporto utilizzato per la distribuzione finale: tipo di combustibile utilizzato (es. benzina verde, diesel, GPL, metano); tipo di veicolo, es. VAN < 3,5 tonnellate; mix tecnologico (ottenibile dai dati ACI) per quanto riguarda la classificazione del mezzo (Euro I, II, III, IV, V, VI) oppure considerare semplicemente veicolo di classe IV;
- fare riferimento ai valori già presenti su database liberi o commerciali per quanto riguarda la scelta del fattore di emissione ($\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{t}\cdot\text{km})$) relativo al mezzo di trasporto ipotizzato (tali fattori di emissione tengono già conto di un fattore di carico medio impostato di default)
- stimare gli impatti moltiplicando il fattore di emissione per la distanza stimata e il carico trasportato.

Le emissioni di GHG da trasporto aereo, se presenti, in conformità alla ISO/TS 14067 devono essere incluse nel risultato di CFP e documentate separatamente. La ISO/TS 14067 sottolinea che le emissioni di gas serra dagli aerei hanno, in determinate circostanze, impatti climatici aggiuntivi (dovuti a reazioni chimiche e fisiche che avvengono in atmosfera in alta quota e che coinvolgono il vapore acqueo, le scie di condensazione, gli NO_x, gli aerosol, ecc.), ma non specifica se tenerne conto o meno nei calcoli. Nell'ambito delle presenti RCP, come espresso anche nella PAS 2050:2011, si specifica che forzanti radiative diverse da CO₂, CH₄, N₂O legate al consumo di combustibile non devono essere incluse nel risultato di CFP.

5. Risultati e Discussione

5.1 Analisi e confronto delle differenti metodologie utilizzate per la valutazione degli impatti sul clima di alcuni prodotti lattiero caseari.

A livello internazionale sono stati sviluppati vari standard e metodologie relativi alla contabilizzazione dell'impronta climatica che hanno luogo lungo il ciclo di vita dei prodotti. Di seguito, in Fig. 5-1, sono riportati in sintesi i risultati del confronto dei diversi approcci metodologici (standard) utilizzati dall'aziende lattiero casearie selezionate (Azienda 1, Azienda 2, Azienda 3 e Azienda 4) per l'analisi dell'impronta climatica di prodotti lattiero caseari (latte, formaggi, latticini). Il confronto quali-quantitativo è effettuato tenendo conto, per le diverse fasi del ciclo di vita del prodotto (Allevamento, Stabilimento Produttivo e Distribuzione, Uso e Fine Vita) dei diversi elementi che caratterizzano uno studio di CFP.

Informazioni generali e fasi dell'analisi	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 3	Azienda 4
<u>Prodotti analizzati e unità funzionale</u>	Latte intero, fresco, pastorizzato AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro	1.Latte AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 2.Latte Piacere Leggero Parz. Scremato confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 3.Latte UHT Parz. Scremato confezionato in Tetra Brik – UF=1 litro 4.Latte ESL Bio confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 5.Latte UHT Bio Parz. Scremato confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 6.Mozzarella AQ in busta da 125g – UF=1kg 7.Mozzarella Bio in vaschetta da 125g – UF=1kg	1.Stracchino 125g libero servizio – UF=125g 2.Robiola 100g libero servizio – UF=100g 3.Squaquerello 250g libero servizio –UF=250g	1. Latte AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 2. Latte UHT Parz. Scremato confezionato in bottiglia Square Tetrapak– UF=1 litro
<u>Standard utilizzato</u>	ISO 14040-44	ISO 14040-44	GHG Protocol Product Standard (2011)	ISO/TS 14067
<u>Impatti</u>	Impronta climatica	Impronta climatica	Impronta climatica	Impronta climatica

<u>analizzati</u>				
<u>Confini del sistema</u>	Dalla culla alla tomba. Nel dettaglio: - allevamento e produzione alimenti; - produzione imballaggi; - processo produttivo; - trasporto dallo stabilimento di confezionamento ai centri di distribuzione; - uso e smaltimento imballaggi.	Dalla culla alla tomba. Nel dettaglio: - allevamento e produzione alimenti; - produzione imballaggi; - processo produttivo; - trasporto dallo stabilimento di confezionamento ai centri di distribuzione; - uso e smaltimento imballaggi.	Dalla culla alla tomba. Nel dettaglio: - allevamento e produzione alimenti; - produzione imballaggi; - processo produttivo; - trasporto dallo stabilimento di confezionamento ai centri di distribuzione e ai supermercati; - uso e smaltimento imballaggi.	Dalla culla alla tomba. Nel dettaglio: - allevamento e produzione alimenti e fertilizzanti; - produzione imballaggi; - processo produttivo - trasporto dallo stabilimento di confezionamento ai centri di distribuzione; - uso e smaltimento imballaggi.
<u>Anno base</u>	2011	2011	2011	2013
<u>Database utilizzato</u>	Ecoinvent 2.2 e LCA food	Ecoinvent 2.2 e LCA food	Ecoinvent 2.2 e 2011 Guidelines to Defra e ISPRA	Ecoinvent 3.0, ELCD, LCA food5, Buwal 250, ETH-ESU, ILCA
Fase Allevamento	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 3	Azienda 4
<u>Fonti di emissioni analizzate</u>	- Alimenti somministrati - Consumi energetici - Fermentazione enterica bovini - Liquame e letame	- Alimenti somministrati - Consumi energetici - Acqua - Detergenti - Fermentazione enterica bovini - Liquame e letame	- Alimenti somministrati - Consumi energetici - Acqua - Detergenti - Fermentazione enterica bovini - Liquame e letame	- Alimenti somministrati - Consumi energetici - Acqua - Detergenti - Fermentazione enterica bovini - Liquame e letame
<u>Qualità dei dati raccolti</u>	<u>Dati primari specifici:</u> energia, mandria, materiali ausiliari, alimenti somministrati, produzione alimenti e gasolio <u>Dati primari non specifici e dati secondari:</u> processi digestivi, materiali ausiliari e fertilizzanti	<u>Dati primari specifici:</u> energia, consumi idrici, materiali ausiliari e mandria, alimenti somministrati <u>Dati primari non specifici e dati secondari:</u> produzione alimenti, processi digestivi, carburanti, Urea e NPK alimenti acquistati non ammissibili a coltivazioni	<u>Dati primari specifici:</u> energia, consumi idrici, materiali ausiliari e mandria, alimenti somministrati <u>Dati primari non specifici e dati secondari:</u> produzione alimenti, processi digestivi, carburanti, Urea e NPK	<u>Dati primari specifici:</u> energia, produzione alimenti, consumi idrici, materiali ausiliari, mandria, <u>Dati primari non specifici e dati secondari:</u> packaging, processi digestivi, fertilizzanti e pesticidi, materiali ausiliari
<u>Cut-off</u>	-CO ₂ biogenica da respirazione	-CO ₂ biogenica da respirazione animali in	-CO ₂ biogenica da respirazione	-CO ₂ biogenica da respirazione

	animali in equilibrio con quella assorbita dalle piante utilizzate per l'alimentazione degli animali -Infrastruttura, da standard -Pesticidi, medicinali, detergenti, disinfettanti, acqua. Impatto < 1%	equilibrio con quella assorbita dalle piante -Infrastruttura, da standard	animali in equilibrio con quella assorbita dalle piante -Infrastruttura, da standard	animali in equilibrio con quella assorbita dalle piante utilizzate per l'alimentazione degli animali stessi -LUC: non è considerato per le colture di mais e foraggi vari di produzione nazionale -Consumo di acqua
<u>Campione rappresentativo allevamenti analizzati</u>	Dei tre centri di raccolta analizzati: -Centro 1: 8 stalle pari al 20% delle stalle conferenti. -Centro 2: 5 stalle pari al 14% delle stalle conferenti. -Centro 3: 5 stalle pari al 100% delle stalle conferenti.	Latte AQ n.18 stalle circa 18% produzione totale; Latte Tradizionale n.10 stalle, circa 12% produzione totale; Latte Bio n.5 stalle, circa 94% della produzione totale.	Su 140 stalle conferitrici e in particolare su le 71 stalle presenti nella zona dove si trova l'azienda, è stato scelto un campione di 6 stalle tutte con produzione giornaliera di 500kg	Su 220 stalle conferitrici, è stato scelto un campione di 16 stalle, suddivise per classi di produttività.
<u>Trasporto latte crudo agli stabilimenti</u>	Modellizzato con dati primari	Assunzione autotreno capacità pari a 20t a gasolio Euro 3	Modellizzato con dati primari	Modellizzato con dati primari
<u>Livello gerarchico calcolo fermentazione enteriche e gestione delle deiezioni</u>	Tier 2	Tier 1	Tier 2	Tier 2
<u>Allocazione latte-carne-vitelli</u>	Allocazione proposta dal <i>Bulletin of the IDF 445/2010</i> tra latte e peso vivo di tutti gli animali venduti	L'impatto è stato tutto attribuito al latte. Non è stata effettuata allocazione tra latte-carne-vitelli	Allocazione proposta dal <i>Bulletin of the IDF 445/2010</i> tra latte e peso vivo di tutti gli animali venduti	Allocazione proposta dal <i>Bulletin of the IDF 445/2010</i> tra latte e peso vivo di tutti gli animali venduti
<u>Impatto in percentuale sul totale</u>	Latte intero, fresco, pastorizzato AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 76,29%	1.Latte AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 70,06% 2.Latte Piacere Leggero Parz. Scremato confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 59,26% 3.Latte UHT Parz. Scremato confezionato	1.Stracchino 125g libero servizio – UF=125g 89,43% 2.Robiola 100g libero servizio – UF=100g 89,71% 3.Squaquerello 250g libero servizio UF=250g 88,59%	1. Latte AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 67% 2. Latte UHT Parz. Scremato confezionato in bottiglia Square Tetrapak– UF=1 litro 60,38%

		in Tetra Brik – UF=1 l 72,95% 4.Latte ESL Bio confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 46,57% 5.Latte UHT Bio Parz. Scremato confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 55,56% 6.Mozzarella AQ in busta da 125g – UF=1kg 69,32% 7.Mozzarella Bio in vaschetta da 125g – UF=1kg 69,7%		
Fase Stabilimento Produttivo	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 3	Azienda 4
<u>Fonti di emissione analizzate</u>	-Consumi en. -Materiali in input -Materiali ausiliari -Rifiuti stabilimento	-Consumi energetici -Materiali in input -Materiali ausiliari -Rifiuti stabilimento	-Consumi en. -Materiali in input -Mat. ausiliari -Rifiuti stabilimento	- Consumi en. - Materiali in input -Materiali ausiliari -Rifiuti stabilimento
<u>Qualità dei dati raccolti</u>	<u>Dati primari non specifici:</u> consumo energia, trasporto stalle-stabilimenti	<u>Dati primari non specifici:</u> consumo energia, olio lubrificante, trasporto stalle-stabilimenti, acido nitrico, soda <u>Dati secondari:</u> detergenti	<u>Dati primari specifici:</u> consumo energia, trasporto stalle-stabilimenti, sale marino, fermento, detergenti, caglio.	<u>Dati primari specifici:</u> consumo energia, trasporto stalle-stabilimenti.
<u>Cut-off</u>	Infrastruttura, da standard	Infrastruttura, da standard	Cut off basato sul Impatto < 1% es. caglio	- Materiali degli impianti di lavorazione -Consumo di acqua -Rifiuti con basso volume di produzione
<u>Allocazioni</u>	Non necessarie per mancanza di sottoprodotti	Per la ripartizione dei consumi energia elettrica e metano, non sono stati utilizzati principi di allocazione in quanto sono stati utilizzati dei misuratori. I consumi di energia e di materie prime del depuratore sono stati valutati in base	Allocazione in base al contenuto di grassi tra latte-panna-siero e prodotti oggetto di analisi. La linea produttiva è una sola, i consumi energetici sono stati anch'essi allocati tra i vari prodotti in base al	Allocazione di massa grasso/proteine tra latte crudo-latte fresco AQ e panna

		all'allocazione di massa. Allocazione di massa grasso/proteine tra latte-panna e mozzarella-siero.	contenuto di grassi.	
<u>Impatto in percentuale sul totale</u>	Latte intero, fresco, pastorizzato AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 6,16%	1.Latte AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 8,28% 2.Latte Piacere Leggero Parz. Scremato confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 8,33% 3.Latte UHT Parz. Scremato confezionato in Tetra Brik – UF=1 litro 19,67% 4.Latte ESL Bio confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 9,31% 5.Latte UHT Bio Parz. Scremato confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 26,5% 6.Mozzarella AQ in busta da 125g – UF=1kg 13,64% 7.Mozzarella Bio in vaschetta da 125g – UF=1kg 9,09%	1.Stracchino 125g libero servizio – UF=125g 4,65% 2.Robiola 100g libero servizio – UF=100g 4,64% 3.Squaquerello 250g libero servizio –UF=250g 4,59%	1. Latte AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 14,50% 2. Latte UHT Parz. Scremato confezionato in bottiglia Square Tetrapak– UF=1 17,61%
Fase Produzione Imballaggi	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 3	Azienda 4
<u>Fonti di emissione analizzate</u>	-Consumo energia elettrica -Materie prime utilizzate -Rifiuti prodotti	-Consumo energia elettrica -Materie prime utilizzate -Rifiuti prodotti	-Consumo energia elettrica -Materie prime utilizzate -Rifiuti prodotti	-Consumo energia elettrica -Materie prime utilizzate -Rifiuti prodotti

<u>Qualità dei dati raccolti</u>	Dati secondari provenienti dalla banca dati Ecoinvent 2.2	<u>Dati primari specifici:</u> Preforme, Tetrapak <u>Dati primari non specifici:</u> film estensibili e termoretraibili, interfalda cartone	Dati secondari provenienti dalla banca dati Ecoinvent 2.2	Dati secondari provenienti dalla banca dati Ecoinvent 3.0 e ELCD
<u>Trasporto allo stabilimento produzione</u>	Modellizzato con dati primari	Assunzione, autotreno da 20t a gasolio Euro 3	Modellizzato con dati primari	Modellizzato con dati primari
<u>Allocazioni</u>	Allocazione non necessaria	Allocazione dei consumi in base ai volumi prodotti	Allocazione non necessaria	Allocazione non necessaria
<u>Impatto in percentuale sul totale</u>	Latte intero, fresco, pastorizzato AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 8,06%	1.Latte AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 8,28% 2.Latte Piacere Leggero Parz. Scremato confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 12,96% 3.Latte UHT Parz. Scremato confezionato in Tetra Brik – UF=1 litro 3,28% 4.Latte ESL Bio confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 6,37% 5.Latte UHT Bio Parz. Scremato confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 11,11% 6.Mozzarella AQ in busta da 125g – UF=1kg 7,95% 7.Mozzarella Bio in vaschetta da 125g – UF=1kg 13,13%	1.Stracchino 125g libero servizio – UF=125g 1,8% 2.Robiola 100g libero servizio – UF=100g 1,88% 3.Squaquerello 250g libero servizio –UF=250g 1,82%	1. Latte AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 7,50% 2. Latte UHT Parz. Scremato confezionato in bottiglia Square Tetrapak– UF=1 9,43%
Fasi Distribuzione-Usò-Fine Vita	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 3	Azienda 4

<u>Scenario trasporto prodotto finale</u>	Trasporto stabilimento – piattaforme distributive-transit point	Trasporto stabilimento – piattaforme distributive-transit point Assunzione autotreno capacità pari a 25t a gasolio Euro 3 a pieno carico aggiungendo il 4% in più del consumo in quanto il mezzo è refrigerato	-Modellizzato lo stoccaggio dei prodotti in due CD tramite dati primari, considerati consumi energetici (stoccaggio per 3gg) -Trasporto ai supermercati con relativo stoccaggio. Occupazione 70% per 10gg.	Nella fase di distribuzione sono stati quantificati gli impatti relativi al trasporto dal luogo di stoccaggio alle piattaforme distributive. E' stata eseguita una media pesata sia dei quantitativi trasportati che delle distanze percorse
<u>Scenario Uso</u>	Non specificato lo scenario per la conservazione. Considerate le emissioni relative agli sprechi di prodotto	Utilizzo di un frigorifero di classe A avente un consumo medio annuo di 300 kWh; - presenza media di 10 kg di prodotti alimentari in frigorifero durante l'intero anno; - permanenza in frigorifero degli alimenti per metà della loro <i>shelf life</i>	Considerati i consumi di energia elettrica per la conservazione in casa dell'utente (frigorifero). Si ipotizza un volume di stoccaggio occupato e un tempo medio di 6 giorni.	Considerati i consumi di energia elettrica per la conservazione in casa dell'utente (frigorifero).
<u>Scenario Fine Vita</u>	Scenario CONAI 2012 relativo all'anno 2011	Scenario CONAI 2012 relativo all'anno 2011	Scenario CONAI 2012 relativo all'anno 2011	Modellazione con dati Ecoinvent (Packaging wasteIT), dati che derivano dal Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI) e dai relativi consorzi di filiera
<u>Impatto in percentuale sul totale</u>	Latte intero, fresco, pastorizzato AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 9,49%	1.Latte AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 13,38% 2.Latte Piacere Leggero Parz. Scremato confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 19,44% 3.Latte UHT Parz. Scremato confezionato in Tetra Brik – UF=1 litro 4,10% 4.Latte ESL Bio confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 37,75%	1.Stracchino 125g libero servizio – UF=125g 4,10% 2.Robiola 100g libero servizio – UF=100g 3,78% 3.Squaquerello 250g libero servizio –UF=250g 4,99%	1. Latte AQ confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 11% 2. Latte UHT Parz. Scremato confezionato in bottiglia Square Tetrapak– UF=1 12,58%

		5.Latte UHT Bio Parz. Scremato confezionato in bottiglia di PET – UF=1 litro 6,84% 6.Mozzarella AQ in busta da 125g – UF=1kg 9,09% 7.Mozzarella Bio in vaschetta da 125g – UF=1kg 8,08%		
<u>Analisi di incertezza</u>	Allegato 3	Allegato 3	Allegato 3	Allegato 3

Figura 5-1: Risultati confronto delle diverse metodologie per la valutazione della CFP utilizzate dalle aziende in relazione alle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto

5.2 Analisi dei risultati e identificazione delle fasi del ciclo produttivo più impattanti sul clima

Da quanto emerge dall'analisi delle metodologie, utilizzate dalle Aziende 1,2,3,4 per la valutazione dell'impronta climatica dei propri prodotti, è chiaro come il confronto tra i risultati degli studi di CFP deve essere fatto con cautela in quanto, in mancanza di Regole di Categoria di Prodotto specifiche, i risultati finali potrebbero essere influenzati dai vari assunti di base per i diversi elementi che caratterizzano uno studio di CFP e dalla qualità dei dati. A tal proposito in Figura 5-2, elaborata a partire dai dati contenuti nella Tabella 5-1, si riporta l'impronta climatica (suddivisa nelle diverse fasi del ciclo produttivo: allevamento, produzione, imballaggio, distribuzione, uso e fine vita) dei prodotti analizzati non solo come valore numerico espresso in kgCO₂eq ma anche come valore percentuale, in quanto, appare importante, non soffermarsi unicamente sul valore numerico espressione dell'impronta di carbonio, ma valutare cosa c'è dietro quel numero e utilizzare la valutazione della *carbon footprint* di prodotto come strumento diagnostico per individuare le fasi del ciclo produttivo più impattanti dove è possibile intervenire per ridurre gli impatti.

Prodotto	Impronta Climatica Prodotti - Fasi Ciclo Produttivo (kgCO ₂ eq)						Impronta Climatica Totale (kgCO ₂ eq)
	Allevamento	Produzione	Imballaggio	Distribuzione	Uso	Fine vita	
Az.1 - Latte AQ – UF=1 litro	1,33 76,29%	0,11 6,16%	0,14 8,06%	0,02 1,21%	0,12 6,96%	0,02 1,32%	1,74
Az. 2 - Latte AQ - UF=1 litro	1,10 70,06%	0,13 8,28%	0,13 8,28%	0,02 1,27%	0,17 10,83%	0,02 1,27%	1,57
Az. 2 - Latte Piacere Leggero Parzialmente Scremato - UF=1 litro	0,64 59,26%	0,09 8,33%	0,14 12,96%	0,02 1,85%	0,17 15,74%	0,02 1,85%	1,08
Az. 2 - Latte ESL Bio - UF=1 litro	0,95 46,57%	0,19 9,31%	0,13 6,37%	0,02 0,98%	0,73 35,78%	0,02 0,98%	2,04
Az. 2 - Latte UHT Parzialmente Scremato - UF=1 litro	0,89 72,95%	0,24 19,67%	0,04 3,28%	0,04 3,28%	0,00 0,00%	0,01 0,82%	1,22
Az. 2 - Latte UHT Bio Parzialmente Scremato - UF=1 litro	0,65 55,56%	0,31 26,50%	0,13 11,11%	0,06 5,13%	0 0,00%	0,02 1,71%	1,17
Az.2 - Mozzarella AQ - UF=1kg	6,10 69,32%	1,20 13,64%	0,70 7,95%	0,10 1,14%	0,60 6,82%	0,10 1,14%	8,80
Az. 2 - Mozzarella Bio - UF=1kg	6,90 69,70%	0,90 9,09%	1,30 13,13%	0,10 1,01%	0,60 6,06%	0,10 1,01%	9,90
Az. 3 - Stracchino 125g - UF=125g	1,19 89,43%	0,06 4,65%	0,02 1,80%	0,05 3,46%	0,004 0,29%	0,005 0,37%	1,33
Az. 3 - Robiola 100g - UF=100g	1,1 89,71%	0,06 4,64%	0,023 1,88%	0,04 3,06%	0,003 0,25%	0,01 0,47%	1,23
Az. 3 - Squaquerello 250g - UF=250g	2,34 88,59%	0,12 4,59%	0,05 1,82%	0,11 4,30%	0,010 0,37%	0,01 0,32%	2,64
Az. 4 - Latte AQ – UF=1 litro	1,34 67,00%	0,29 14,50%	0,15 7,50%	0,03 1,50%	0,17 8,50%	0,02 1,00%	2,00
Az. 4 - Latte UHT Parz. Screm. – UF=1 litro	0,96 60,38%	0,28 17,61%	0,15 9,43%	0,04 2,52%	0,13 8,18%	0,03 1,89%	1,59

Tabella 5-1: Impronta climatica dei prodotti analizzati espressa in kgCO₂eq e in valore percentuale

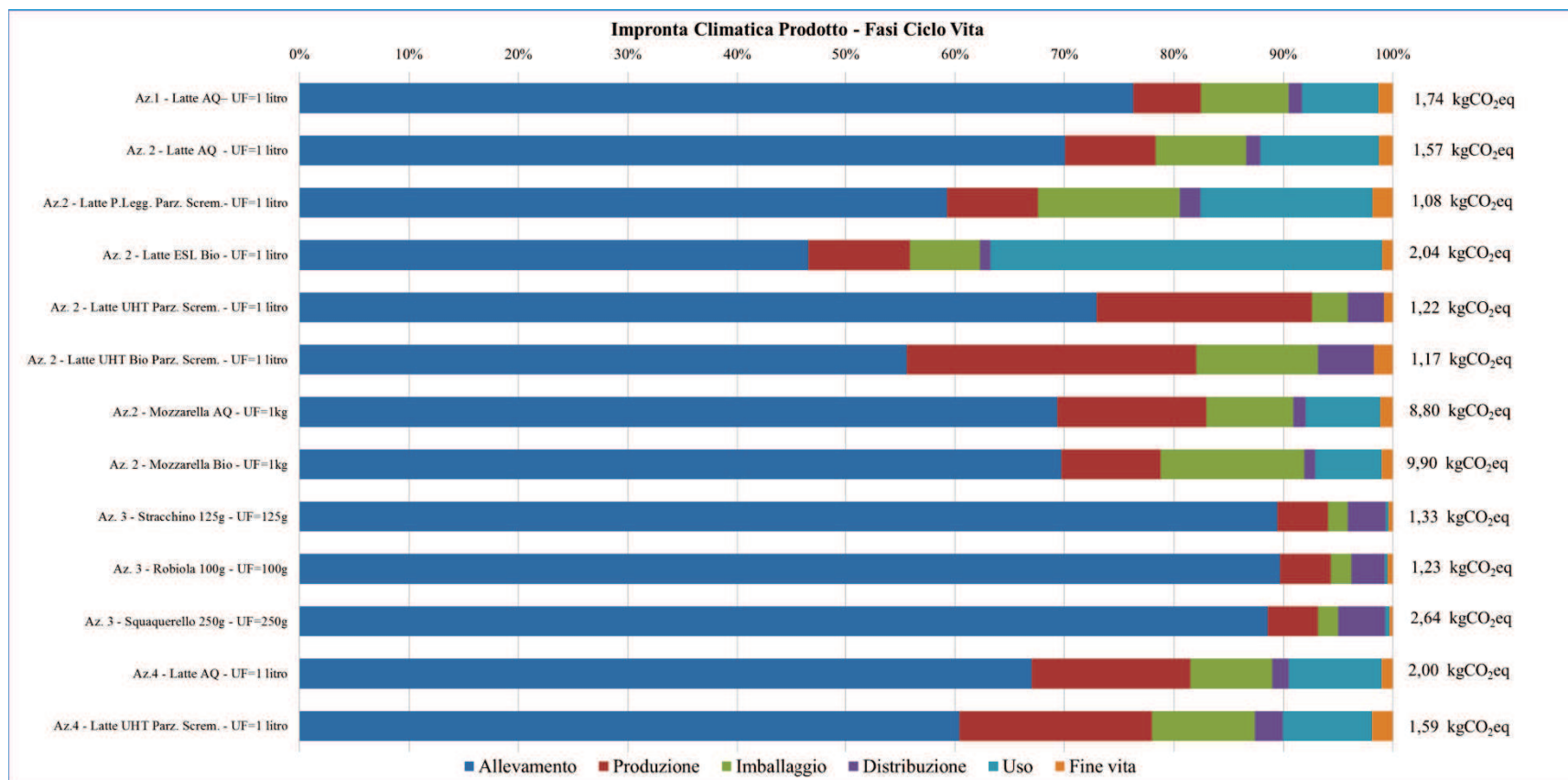


Figura 5-2: Confronto impronta climatica dei prodotti analizzati espressa in valore % e kgCO₂eq

Dall'analisi dei risultati ottenuti si possono trarre alcune considerazioni:

- la fase di Allevamento ha un'incidenza rilevante sull'impronta di carbonio in tutti i prodotti analizzati; in particolare nelle aziende analizzate il contributo della fase di allevamento sul totale delle emissioni di gas serra è pari in media al 70,37%;
- i prodotti parzialmente scremati hanno valori minori di impronta di carbonio nella fase di Allevamento per via della procedura di allocazione utilizzata per ripartire gli impatti tra latte e panna. Se però i valori fossero normalizzati sul contenuto di grassi e proteine, i valori si avvicinerebbero. Ciò porta ad un'importante considerazione per quanto riguarda la scelta delle Unità Funzionali scelte nelle RCP, che, nel caso del latte crudo e trattato, esclude la scelta del litro a vantaggio del kg con x% di grassi e y% di proteine in quanto se è evidente, ad esempio, che il latte scremato impatta di meno è anche vero che ha un valore nutritivo inferiore. Nelle RCP elaborate si è quindi tenuto conto del fatto che l'U.F. deve “tradurre” in termini numerici la funzione del prodotto che, nel caso del latte, è ovviamente una funzione nutritiva;
- le fasi di Produzione del latte e di Imballaggio (confezionamento) presentano un impatto minore ma comunque non trascurabile in termini di impronta di carbonio;
- la fase di Distribuzione dei prodotti ha un impatto minimo in termini di impronta di carbonio, così come il Fine Vita degli imballaggi;
- la fase di Uso (conservazione domestica) in molti prodotti presenta un impatto rilevante soprattutto nelle referenze ESL (*Extended Shelf-Life*) in cui è possibile una conservazione prolungata dei prodotti in frigorifero.

La composizione dell'impronta di carbonio, della fase più impattante, ovvero quella di Allevamento che comprende (alimenti acquistati, alimenti non acquistati, fermentazioni enteriche, stoccaggio e gestione delle deiezioni, consumi energetici in stalla) è riportata nella Figura 5-3 elaborata a partire dai dati contenuti nella Tabella 5-2.

Prodotto	Impronta Climatica Prodotti - Fase Allevamento (kgCO ₂ eq)					Impronta Climatica Totale Fase Allevamento (kgCO ₂ eq)
	Alimenti acquistati	Alimenti non acquistati	Ferment. enteriche	Stoccaggio e gestione deiezioni	Consumi energetici stalla	
Az. 1 - Latte AQ – UF=1 litro	0,34	0,13	0,52	0,25	0,09	1,33
	25,40%	9,50%	39,49%	18,54%	7,08%	
Az. 2 - Latte AQ - UF=1 litro	0,11	0,13	0,46	0,28	0,11	1,10
	10,44%	11,54%	41,76%	25,82%	10,44%	
Az. 2 - Latte Piacere Leggero Parzialmente Scremato - UF=1 litro	0,07	0,04	0,28	0,16	0,09	0,64
	10,99%	6,04%	43,41%	24,73%	14,84%	
Az. 2 - Latte ESL Bio - UF=1 litro	0,13	0,07	0,39	0,25	0,11	0,95
	13,74%	7,69%	40,66%	25,82%	12,09%	
Az. 2 - Latte UHT Parzialmente Scremato - UF=1 litro	0,10	0,05	0,39	0,22	0,13	0,89
	10,99%	6,04%	43,41%	24,73%	14,84%	
Az. 2 - Latte UHT Bio Parzialmente Scremato - UF=1 litro	0,09	0,05	0,26	0,17	0,08	0,65
	13,74%	7,69%	40,66%	25,82%	12,09%	
Az. 4 - Latte AQ – UF=1 litro	0,33	0,14	0,56	0,23	0,08	1,34
	24,63%	10,45%	41,79%	17,16%	5,97%	
Az. 4 - Latte UHT Parz. Screm. – UF=1 litro	0,23	0,10	0,40	0,17	0,05	0,95
	24,21%	10,53%	42,11%	17,89%	5,26%	

Tabella 5-2: Impronta climatica della fase di Allevamento espressa in kgCO₂eq e in valore percentuale

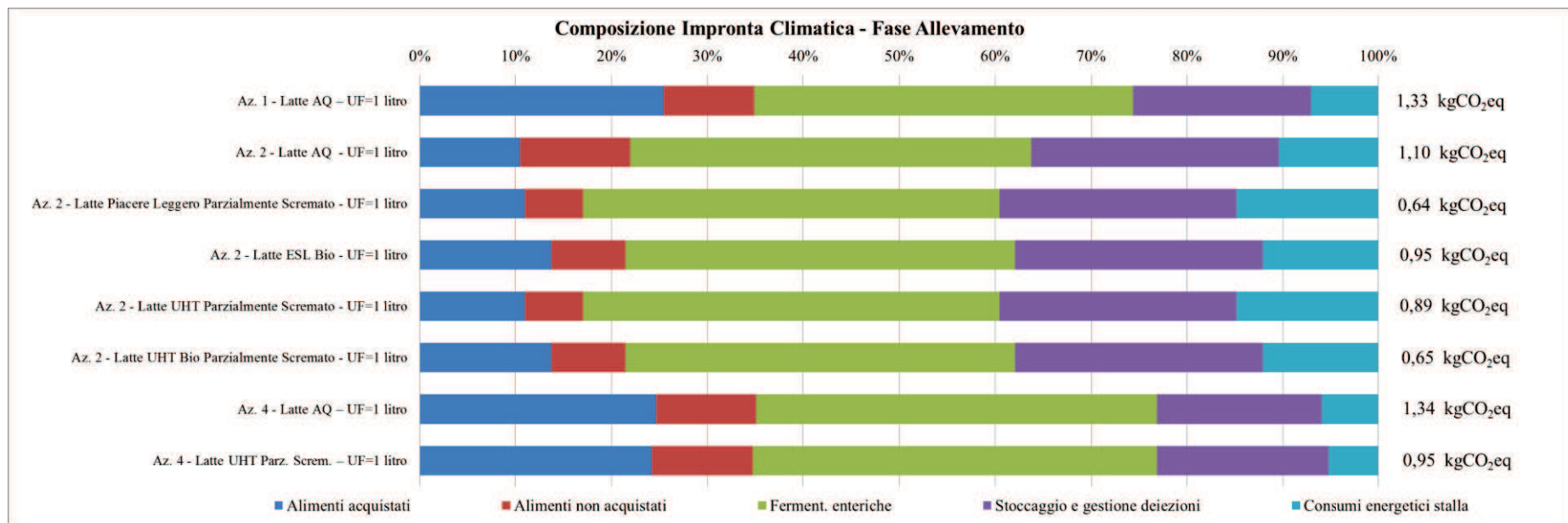


Figura 5-3: Confronto impronta climatica della fase di Allevamento dei prodotti analizzati espressa in valore % e kgCO₂eq

Si nota che per tutte le tipologie di latte analizzate le fermentazioni enteriche incidono in modo rilevante sull'impatto totale delle fasi di allevamento (in media 42.01%) seguite dalle emissioni legate allo stoccaggio dei reflui zootecnici (in media 23%). Questi valori sono in linea con quanto trovato da numerosi gruppi di ricerca (O'Brien et al. 2012a, Castanheira et al. 2010, Thomassen et al. 2008; Casey and Holden, 2005) i quali hanno evidenziato come le emissioni enteriche e degli stoccaggi siano le cause principali dell'impatto ambientale della produzione del latte. Questa peculiarità differenzia l'attività dell'allevamento da altre attività produttive dove l'impatto ambientale è determinato principalmente dai consumi di energia fossile. E' da notare infatti come le emissioni legate ai consumi energetici (in particolare dovuti alla combustione del gasolio utilizzato nelle operazioni aziendali) abbia un contributo minimo (in media 10.34%). Non trascurabile è il contributo delle emissioni che si originano dalle coltivazioni aziendali (in media 8.16%) che consistono principalmente in N₂O che si volatilizza durante ed in seguito alle fertilizzazioni azotate. Il contributo della produzione di mangimi concentrati (in media 15.61%) evidenzia come la dipendenza delle aziende zootecniche dal mercato degli alimenti per il bestiame abbia un peso non indifferente in termini ambientali.

Per ridurre le emissioni di GHG, è necessario agire quindi soprattutto sulla fase di allevamento ed è evidente che la riduzione di metano, in particolare quello enterico, comporterebbe la più significativa riduzione delle emissioni totali di gas serra provenienti dagli allevamenti bovini (Mc Geough et al., 2012). L'adozione di sistemi di produzione diversi come ad esempio biologico vs convenzionali o di estensivi vs intensivo potrebbe essere uno strumento di riduzione dell'impatto sul clima del prodotto finale.

Cederberg e Flysjo (2004) in uno studio basato su 23 aziende agricole in Svezia e Thomassen et al. (2008) in uno studio su 21 aziende agricole tedesche (10 convenzionali e 11 biologiche) hanno concluso che non c'è differenza tra sistemi di produzione biologica e convenzionale in termini di emissioni di GHG per kg di latte. Altri studi (Kristensen et al., 2011) sono in linea con questi risultati e i risultati riportati in Tabella 5-2 danno un valore per il latte biologico (Az.2-latte ESL Bio) inferiore se paragonato al latte prodotto con metodi convenzionali (Az.1-latte AQ, Az.2-latte AQ, Az.4-latte AQ) e valori uguali o leggermente inferiori se confrontiamo il latte Bio parzialmente scremato (Az.2-latte parz. screm. Bio UHT) con latte parzialmente scremato prodotto con metodi convenzionali (Az. 2- latte p. l. parz. screm e latte UHT parz. screm) .

Con riferimento invece al confronto fra le emissioni di GHG in sistemi di produzione estensivi vs intensivi, Alig et al. (2011) mostrano che l'impronta climatica di un kg di latte derivante da allevamenti di montagna è maggiore di quello derivante da allevamenti di pianura (1,3 vs 1,6 kg CO₂eq/kg) e Guerci et al. (2013) che i sistemi di allevamento basati sul pascolo estivo hanno una *carbon footprint* maggiore se comparati con quelli più intensivi (1,72 vs 1,55 kg CO₂eq/kg). Haas et al. 2001, in uno studio simile, hanno trovato invece che le emissioni di GHG per un sistema estensivo sono inferiori rispetto a uno intensivo per unità di latte prodotto (1.0 vs 1.3 t CO₂ eq/t milk).

La letteratura esistente, ad oggi, non è sufficientemente robusta per trarre delle conclusioni, soprattutto perché le metodologie applicate e le U.F. utilizzate differiscono da studio a studio, ma ciò che è interessante analizzare sono le fasi del ciclo produttivo che contribuiscono a determinare le principali fonti di emissione di GHG e comprendere come variano in base a sistemi produttivi diversi, in particolare estensivo vs intensivo.

E' ampiamente riconosciuto che il miglioramento dell'efficienza produttiva dell'allevamento (in termini di tasso di conversione alimentare) ha un effetto di riduzione sull'impronta di carbonio: un più alto tasso di conversione alimentare (kg di latte per kg di SS ingerita) ha un ruolo importante nella mitigazione delle emissioni di gas ad effetto serra (Guerci et al., 2012, Gerber et al., 2011, Kristensen et al., 2011; Opio et al., 2011) perché a parità di alimento ingerito si ottiene una quantità maggiore di prodotto, inoltre l'effetto positivo di un alto livello produttivo è stato sottolineato da Capper et al. (2009) in quanto sono necessari meno animali per produrre la stessa quantità di latte. Belflower et al. (2012) hanno trovato che un aumento del 22% della produzione di latte riduceva l'impronta di carbonio di circa il 15%.

Alcune delle opzioni per ridurre le emissioni enteriche nei ruminanti si concentrano soprattutto sull'alimentazione (de Boer et al., 2011). Aumentando il contenuto energetico della dieta diminuisce la produzione di metano per unità di energia digeribile ingerita, inoltre aumenta anche la produttività, contribuendo così alla diminuzione delle emissioni per unità di prodotto (Gill et al., 2010). Nguyen et al. (2013) e de Boer et al. (2011) hanno evidenziato alcune possibili strategie alimentari: sostituire i fieni con insilato di mais, aumentare il rapporto di concentrati/foraggi, migliorare la digeribilità del foraggio. La sostituzione di fieni con insilato di mais, tuttavia, può ridurre le emissioni enteriche di CH₄ ma modifica anche il piano colturale oltre che il tipo e la quantità dei mangimi concentrati acquistati. La riduzione netta dei gas serra lungo tutta la filiera produttiva, pertanto, non è così facilmente

quantificabile. Allo stesso modo, aumentare la quota dei mangimi concentrati potrebbe ridurre le emissioni enteriche di CH_4 , ma anche aumentare le emissioni di CO_2 e N_2O durante la produzione e il trasporto dei mangimi stessi. Place e Mittleohner (2010) hanno osservato che le diete molto ricche di concentrati diminuiscono il principale beneficio ambientale dei ruminanti ovvero la loro capacità di convertire la cellulosa, indigeribile per l'uomo, in proteine di alta qualità per il consumo umano.

Sostanziali riduzioni delle emissioni di CH_4 possono essere raggiunte senza utilizzare alti livelli di concentrati alterando i fattori nutrizionali della dieta. Additivi per mangimi, come lieviti, oli essenziali e composti vegetali biologicamente attivi (ad esempio, tannini condensati) hanno mostrato risultati promettenti per la riduzione di CH_4 (Place e Mittleohner, 2010). Lipidi, acidi grassi insaturi, possono agire come un potenziale dissipatore di idrogeno nel rumine, riducendo di conseguenza la metanogenesi e il CH_4 prodotto (Ellis et al., 2007).

Altre importanti opzioni per la riduzione delle emissioni derivanti dalla fase di allevamento derivano dalla gestione delle deiezioni, che difficilmente può avvenire con animali al pascolo. La digestione anaerobica dei reflui zootecnici ha un effetto mitigante sull'impatto ambientale in quanto si ottiene un'effettiva riduzione delle emissioni dagli stoccaggi e si produce energia alternativa ai combustibili fossili, anche se l'attuale efficienza produttiva di biogas da soli reflui è ancora bassa (de Boer et al., 2011). Le rese produttive di biogas possono essere aumentate attraverso l'utilizzo di co-substrati (come mais insilato, glicerina, rifiuti alimentari o enzimi), ma questo può comportare un aumento della quantità di nutrienti nel digestato e il conseguente aumento dell'acidificazione e dell'eutrofizzazione delle acque e dei suoli (de Boer et al., 2011). O'Brien et al. (2012b), hanno osservato che la combustione CH_4 prodotto da digestione anaerobica dei reflui zootecnici riduce le emissioni totali di gas a effetto serra per unità di prodotto. Risultati simili sono stati evidenziati da Rotz et al. (2010) che ha stimato una riduzione netta del 39% delle emissioni di gas serra su kg di prodotto quando alla produzione di metano da digestione anaerobica seguiva la sua combustione e cogenerazione di energia elettrica.

In generale è molto complesso valutare l'efficacia delle misure di riduzione in un "sistema biologico" come quello delle produzioni zootecniche, senza un approccio integrato, in quanto tutti i fattori sono strettamente interconnessi e come precedentemente descritto la riduzione di alcuni impatti potrebbe comportare l'aumento di altri.

5.3 Confronto con i referenti aziendali e *stakeholder* e proposta di soluzioni per le principali criticità relative al calcolo dell'impronta climatica per il settore lattiero caseario

Per lo svolgimento di tale attività si è ritenuto utile partecipare a diversi incontri nazionali ed internazionali sul tema e assistere e supportare le aziende selezionate nell'elaborazione degli studi. Dai confronti avuti con gli esperti del settore e i referenti aziendali le principali criticità riguardanti la valutazione dell'impronta climatica, per le quali si sono cercate soluzioni condivise, sono risultate essere:

- Le regole per il campionamento delle aziende agricole, considerando che gli stabilimenti di trasformazione e le centrali del latte possono acquistare il latte crudo da diversi conferitori;
- Il livello gerarchico e il calcolo delle emissioni provocate dalla fermentazione enterica del bestiame;
- La scelta delle Unità Funzionali per le tre tipologie di prodotto oggetto delle RCP.

Le regole per il campionamento delle aziende agricole sono definite nel paragrafo successivo; le regole per il calcolo delle emissioni provocate dalla fermentazione enterica del bestiame sono trattate nella RCP per il latte crudo bovino al paragrafo 5.4.2.2.1; la scelta delle U.F. è riportata nelle singole RCP rispettivamente ai paragrafi 5.4.1, 5.5.1, 5.6.1.

5.3.1 Regole per il campionamento delle aziende agricole

Gli stabilimenti di trasformazione, le centrali del latte possono acquistare il latte crudo da diverse aziende agricole. Per definire il numero del campione rappresentativo da analizzare si propone il seguente campionamento in funzione del numero totale di aziende agricole:

- se il numero totale è minore di 10, si analizzano tutte le aziende;
- se il numero totale è compreso tra 10 e 25, si analizzano 10 aziende;
- se il numero totale delle aziende è maggiore di 25, si analizza un numero aziende pari a due volte la radice quadrata del numero totale delle aziende agricole ($2 \cdot \sqrt{\text{numero totale aziende agricole conferitrici di latte crudo}}$).

Qualora le aziende siano numerose (>25) per la valutazione della prestazione ambientale del latte crudo bovino, si propone la scelta di un campione rappresentativo di aziende da analizzare (campionamento con raggruppamento). Dall'analisi dei casi studio considerati nella tesi di dottorato, emerge l'importanza di fare degli opportuni raggruppamenti in funzione non solo della consistenza degli allevamenti (numero di capi mediamente presenti)

ma anche del livello produttivo definito in base al valore medio di $\text{kg capo}^{-1} \text{ anno}^{-1}$, in quanto come si evince, ad esempio, dai dati relativi alle stalle conferitrici dell' Az. 3, l'impronta di carbonio varia in modo significativo rispetto alla produzione giornaliera di latte per vacca.

	Stalla 1	Stalla 2	Stalla 3	Stalla 4	Stalla 5	Stalla 6
Numero totale di vacche	223	100	144	196	120	120
Produzione totale di latte in kg/anno	1.081.148	491.261	415.377	1.029.593	577.545	549.437
Produzione giornaliera di latte allocata al numero totale di vacche in kg/animale	13,28	13,46	7,90	14,39	13,19	12,54
Emissioni totali allocate al latte in $\text{kg CO}_2\text{eq/kg}$	1,21	1,36	2,04	1,23	1,30	1,32

Tabella 5-3: Impronta climatica della fase di Allevamento espressa in kgCO_2eq e in valore percentuale

In sistemi poco efficienti, come ad esempio la Stalla 3, si può notare che i risultati danno un'impronta di carbonio pari a $2,04 \text{ kgCO}_2\text{eq/kg}$ rispetto ai valori delle altre stalle che variano da 1,21 a $1,36 \text{ kgCO}_2\text{eq/kg}$.

Le dimensioni aziendali sono indicativamente proporzionali al numero dei capi da latte allevati dall'azienda agricola stessa, come mostra la figura sottostante (Fonte CLAL):

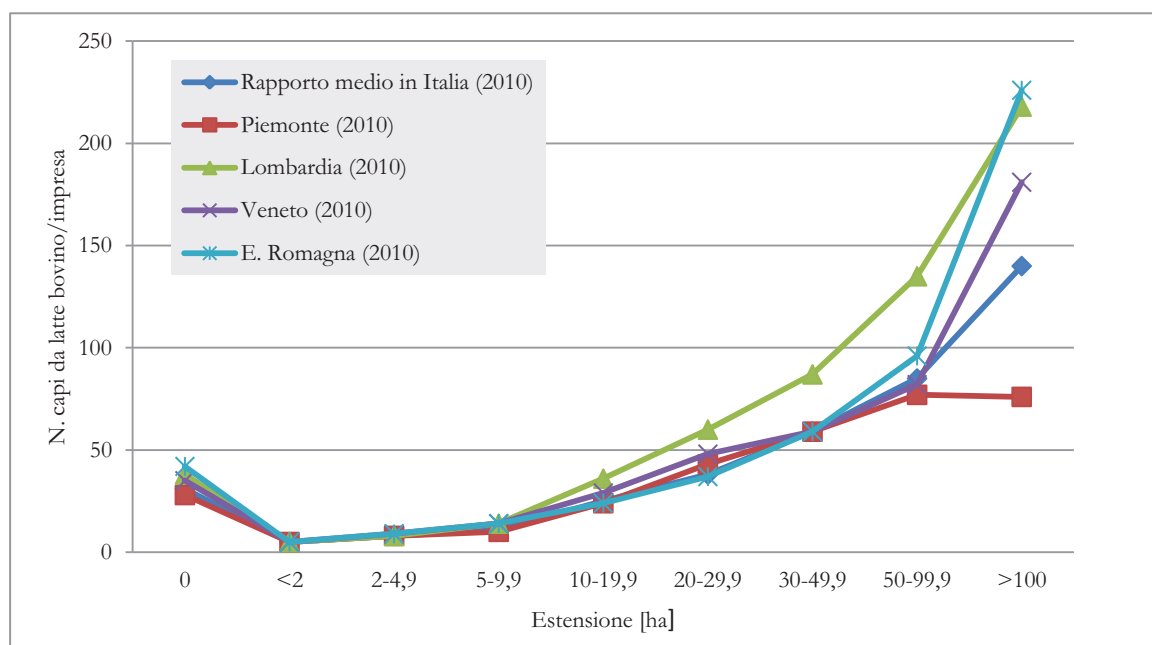


Figura 5-4: Rapporto tra n. capi da latte bovino e n. aziende con suddivisione per estensione

Al contrario la produzione media di latte per singolo capo è indipendente dal numero di capi da latte in azienda e risulta essere un valore soggetto a variabilità annuale (ISPRA) e significativo per la stima delle emissioni da fermentazione enterica del bestiame che contribuisce significativamente all'impronta climatica del latte crudo bovino.

Si propone di selezionare per il campionamento, allevamenti che presentano una consistenza dell'allevamento media tra le varie aziende agricole di interesse e successivamente suddividere in gruppi di produttività.

Qualora le aziende agricole appartengano tutte alla stessa regione, per semplificare l'analisi, il raggruppamento può essere effettuato con riferimento ai dati medi regionali pubblicati sui bollettini annuali AIA (Associazione Italiana Allevatori), riguardo la "Distribuzione degli allevamenti controllati per regione in base alla consistenza" e la "Produzione media per vacca per regione":

Raggruppando le aziende in base alle due variabili, otteniamo impronte climatiche sensibilmente simili all'interno dei singoli gruppi individuati, consentendo quindi di ridurre il numero totale delle aziende agricole da valutare e limitando le variabili da analizzare per il campionamento.

Si riporta un esempio di campionamento applicato alla regione Lombardia:

Uno stabilimento di trasformazione afferente a una società lattiero casearia, vuole calcolare la prestazione ambientale dei propri prodotti. Rifornendosi da un totale di 270 aziende agricole lombarde. Il numero di aziende agricole che dovranno essere analizzate risulta pari al doppio della radice quadrata delle aziende conferitrici ($2 \cdot \sqrt{270}$) per un totale di 32.

Consultando i valori relativi al bollettino AIA per regione Lombardia, la consistenza degli allevamenti è così distribuita:

Allevamenti	Classi (per numero di capi)							
	1-5	6-10	11-20	21-30	31-60	61-100	101-200	>200
3.952	5,6%	4,0%	5,6%	4,7%	12,7%	15,4%	28,1%	24,0%

Tabella 5-4: rielaborazione tabella relativa alla distribuzione degli allevamenti controllati per regione in base alla consistenza (AIA, 2013)

Si assume che le 270 aziende agricole seguano la distribuzione regionale. Si propone di considerare per il campionamento la fascia centrale, escludendo le classi agli estremi, considerando un numero di capi di bestiame bovino da latte compreso da 31 a 200, con tale ipotesi si includono il 56% delle aziende (151 aziende agricole).

Il campionamento viene quindi effettuato tra 151 aziende agricole, considerando il livello produttivo. Si suddividono le aziende in quattro gruppi sulla base della produttività (produttività crescente da A a D). La produttività media della Regione Lombardia da dati bollettino AIA (Associazione Italiana Allevatori anno 2013)⁶ risultava essere pari a 9.276 ± 2.125 kg capo⁻¹ anno⁻¹. Effettuando i raggruppamenti sulla base del dato medio regionale, si ottengono i raggruppamenti indicati in Tabella 5-5. Ciascuna delle 151 aziende campionate prese in considerazione rientra in una delle classi:

Consistenza allevamenti	Raggruppamento produttività		N. Aziende	Percentuale sul totale	Campionamento
	kg latte capo ⁻¹ anno ⁻¹		n.	%	n.
Tra 31 e 200 capi Pari al 56% del totale	A	< 7.151	14	9	3
	B	7.151-9.275	51	34	11
	C	9.276-11.400	63	42	13
	D	> 11.400	23	15	5
	Totale		151	100	32

Tabella 5-5: Suddivisione in base quantità media di latte prodotto all'anno dei singoli capi

Lo stabilimento dovrà quindi suddividere le 32 aziende agricole da campionare scegliendone:

- il 9% (cioè 3 su 32) fra quelle appartenenti al primo livello produttivo;
- il 34% (cioè 11 su 32) fra quelle appartenenti al secondo livello produttivo;
- il 42% (cioè 13 su 32) fra quelle appartenenti al terzo livello produttivo;
- il 15% (cioè 5 su 16) fra quelle appartenenti al quarto livello produttivo.

L'impronta climatica media di 1 kg di FPCM di ogni gruppo produttivo verrà calcolato nel

⁶ Produttività media nazionale 8.611 ± 2.368 kg capo⁻¹ anno⁻¹. Fonte AIA (Associazione Italiana Allevatori) 2013.

modo seguente:

$$F_j = \frac{\sum_i M_i \cdot F_i}{\sum_i M_i} \quad \text{Eq. [5.1]}$$

dove:

- F_j : impronta climatica media di 1 kg di FPCM del gruppo produttivo j;
- M_i : kg di FPCM annuali di latte crudo prodotto dall'azienda agricola i;
- F_i : impronta climatica di un kg di FPCM di latte crudo bovino dell'azienda agricola i.

Al cancello dell'azienda agricola virtuale (media delle fornitrici) il latte avrà la seguente prestazione ambientale:

$$EF_m = \frac{\sum_j M_j \cdot F_j}{\sum_j M_j} \quad \text{Eq. [5.2]}$$

dove:

- EF_m : impronta climatica media di 1 kg di FPCM del latte che verrà conferito all'impianto;
- M_j : kg di FPCM annuali di latte crudo conferiti dalle aziende agricole allo stabilimento di trasformazione appartenenti al gruppo produttivo j;
- F_j : impronta climatica di un kg di FPCM del gruppo produttivo j.

Nel caso in cui le aziende agricole siano distribuite sul territorio nazionale, si consiglia di reperire oltre alla variabile “consistenza degli allevamenti” anche la variabile “produttività media singola vacca da latte” per ogni azienda conferitrice. In questo caso il campionamento sarà sempre effettuato sulla base metodologica dell'esempio sopra riportato, in cui però il raggruppamento seguirà la distribuzione dei dati raccolti, utilizzando come supporto pratico i dati AIA (Associazione Italiana Allevatori).

5.4 Regola di Categoria di Prodotto per la valutazione dell'impronta climatica del latte crudo bovino - codice CPA A 01.41.2

Il latte crudo può essere venduto alle centrali del latte e stabilimenti di trasformazione per ottenere latte trattato e prodotti derivati, oppure può essere conferito ai distributori di latte crudo dove questo è venduto direttamente ai consumatori finali. Ai fini di questo studio non si considera questa seconda possibilità, essendo molto limitata.

Prima di procedere nella definizione della RCP di seguito viene descritto il processo produttivo del latte crudo bovino.

Le aziende agricole che producono latte crudo sono così costituite:

Stalla

La stalla per bovine da latte si distingue, in base alle modalità di stabulazione, in:

- fissa: (identificabili con le stalle di montagna) dove l'animale occupa sempre lo stesso spazio detto "posta" ed è legato ad una rastrelliera. La mungitura viene effettuata alla posta. Le vacche escono al pascolo stagionalmente, giornalmente nelle stalle di montagna; o con periodicità frequente, in quelle a produzione biologica;
- libera: (identificabili con le stalle di pianura) dove l'animale si muove liberamente all'interno di recinti. La mungitura viene attuata in un apposito locale. Negli allevamenti biologici è obbligatoria la presenza di un paddock (recinto annesso alle stalle).

Strutture per la conservazione degli alimenti

Le aziende agricole possono produrre autonomamente le razioni alimentari per gli animali e/o acquistarli da terzi. Gli alimenti vengono stoccati in relativi locali di conservazione, in genere così suddivisi:

- insilati (conservati in sili orizzontali o a terra);
- granella di cereali, soia (stipati in sili di tipo verticale o a terra);
- nucleo di integrazione o singoli integratori (conservati a terra o in sili verticali);
- fieno (impilato in fienili in balle parallelepipedo tradizionali del peso circa 20-25 kg o in rotoballe del peso di 4/5 quintali).

Mungitura

La mungitura avviene in appositi locali: la sala mungitura, la sala latte e la sala macchine. Il latte, raccolto nella sala latte, viene trasferito dal serbatoio di raccolta ad automezzi per il trasporto presso le industrie di trasformazione. Il trasporto alle centrali del latte o agli stabilimenti di trasformazione viene effettuato mediante autocisterne che mantengono il latte a temperatura di refrigerazione di circa 4-6°C.

Vasche per lo stoccaggio dei liquami

I liquami sono sempre prodotti nel caso di stabulazione libera e, solo nel caso di poste senza lettiera, nella stabulazione fissa. Le vasche di stoccaggio possono essere fuori terra, parzialmente o completamente interrate e svuotate tramite pompa trituratrice. Nel caso di letamai sono presenti pozzetti interrati per la raccolta del colaticcio, che vanno periodicamente svuotati. Per l'allontanamento delle deiezioni si utilizzano sistemi meccanici che prevedono la presenza di organi che scorrono sulla pavimentazione.

I flussi di materia ed energia in ingresso e in uscita a/dal'azienda agricola che produce latte crudo, sono schematizzati in Fig. 5-6.

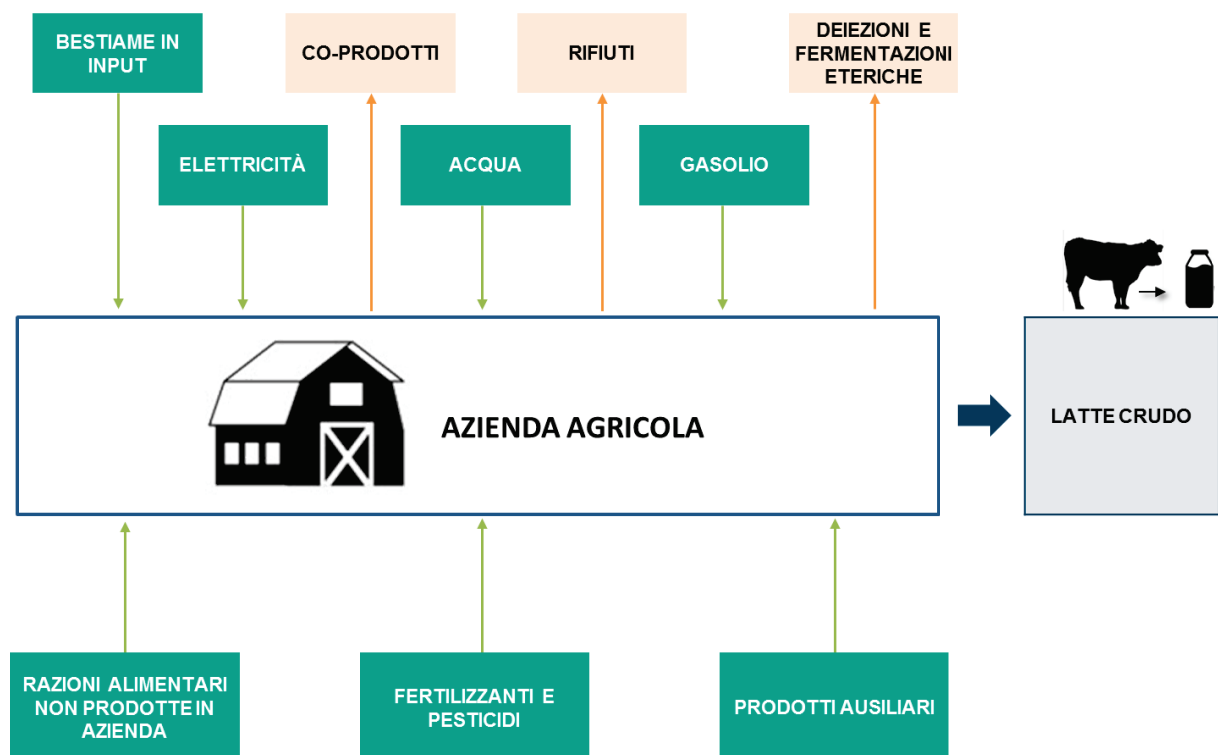


Figura 5-5: Flussi di materia ed energia in ingresso e uscita per la produzione di latte crudo

5.4.1 Unità funzionale e flusso di riferimento

Unità funzionale

L'unità funzionale scelta per questa RCP, in base a quanto riportato nei paragrafi 5.2-5.3, è pari a 1 chilogrammo di latte crudo normalizzato in base al contenuto di proteine e grassi (*Fat and protein corrected milk* – FPCM) in ingresso all'impianto di trasformazione.

- “Cosa”: latte crudo bovino italiano proveniente da allevamento convenzionale o biologico;
- “Quanto”: 1 kg comprensivo di imballaggio;
- “Quale livello di qualità”: normalizzato con 4,0% di grassi e 3,3% di proteine vere in massa (FPCM) . Conservato ad una temperatura massima di 4°C;
- “Per quanto tempo”: fino al cancello aziendale dello stabilimento di trattamento;
- Il codice CPA: A 01.41.2.

Flusso di riferimento

1 chilogrammo di latte crudo bovino normalizzato in base al contenuto di proteine e grassi (*Fat and protein corrected milk* –FPCM).

$$FPCM [kg/anno] = Produzione [kg/anno] \cdot [0,1226 \cdot Grassi\% + 0,0776 \cdot Proteine\ vere\% + 0,2534] \text{ Eq. [5.3]}$$

Unità funzionale latte crudo bovino-Approfondimento

La concentrazione media nazionale di grassi e proteine nel latte crudo risulta essere pari rispettivamente al 3,75% e al 3,35% (Fonte ISTAT). Tali dati risultano essere soggetti a variazioni annuali, pertanto si è scelto di adottare la normalizzazione proposta dall'IDF, conforme anche al documento *Guidelines for the Carbon Footprinting of Dairy Products in the UK*, che propone di normalizzare il latte crudo in ingresso ai centri di trattamento in base al 4% di grassi e al 3,3% di proteine. L'energia contenuta nel latte in funzione del contenuto di grassi e proteine è calcolata in base alle seguenti formule (Fonte *National Academies Press*):

$$\text{Milk Energy [Mcal/kg]} = 0,0929 \cdot \text{Fat}\% + 0,0588 \text{ True Protein}\% + 0,192$$

oppure

$$\text{Milk Energy [Mcal/kg]} = 0,0929 \cdot \text{Fat}\% + 0,0547 \text{ Crude Protein}\% + 0,192$$

Applicando la formula, l'energia contenuta nel latte standard con contenuto pari al

4,0% di grassi e 3,3% di proteine vere è pari a 0,7576 Mcal/kg.

Dividendo i coefficienti riportati nella formula per l'energia standard contenuta nel latte si ottiene l'equazione per determinare il FPCM:

$$\text{FPCM} \left(\frac{\text{kg}}{\text{yr}} \right) = \text{Prduction} \left(\frac{\text{kg}}{\text{yr}} \right) \cdot [0,1226 \cdot \text{Fat}\% + 0,0776 \cdot \text{True Protein}\% + 0,2534]$$

A. Densità del latte crudo

La densità del latte può essere determinata in base alla composizione, utilizzando la seguente equazione:

$$\frac{1}{\rho} = \sum \left(\frac{m_x}{\rho_x} \right)$$

Dove:

- m_x è la frazione di massa del componente x ;
- ρ_x è la densità apparente del componente x nel latte.

Si propone di utilizzare i seguenti valori di densità (Fonte Walstra D. P.): $\rho_{\text{water}} = 998,2 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho_{\text{Fat}} = 918 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho_{\text{Protein}} = 1400 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho_{\text{Lactose}} = 1780 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho_{\text{Residual componets}} = 1850 \text{ kg m}^{-3}$

Qualora non si conoscesse il contenuto di acqua, grassi, proteine vere, lattosio e componenti residuali si propone di utilizzare i seguenti contenuti percentuali (Fonte Walstra D. P. e Salvatori O.):

- Acqua 87,1%
- Grassi 4,0%
- Proteine vere 3,3%
- Lattosio 4,9%
- Componenti residuali 0,69%

Applicando il fattore di correzione al variare di temperatura pari a 0,2 determiniamo la densità del latte a 4°C:

- Applicando la formula sopra riportata con le concentrazioni suggerite, la densità del latte a 20°C è di 1030 [kg m⁻³]
- Variazione di temperatura: $20 - 4 = 16^\circ\text{C}$ e relativa variazione $0,2 \cdot 16 = 3,2$ [kg m⁻³]

La densità a 4°C risulta essere pari a $1030 - 3,2 = 1026,8$ [kg m⁻³]

5.4.2 Confini del Sistema

I confini del sistema, ovvero i processi unitari che fanno parte del sistema prodotto, sono ripartiti in base alla suddivisione del ciclo di vita in, processi a monte, processo principale e processi a valle, come indicato nel diagramma di flusso sottostante:

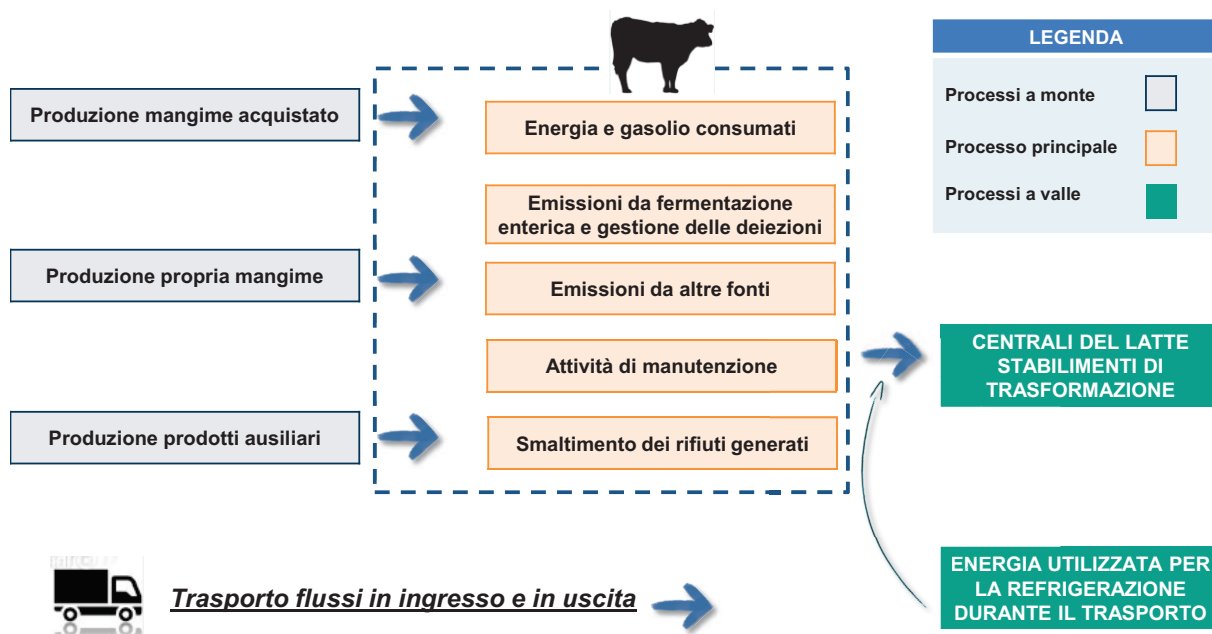


Figura 5-6: Confini del sistema latte crudo bovino

Emissioni nelle aziende agricole-Approfondimento

In conformità alla ISO/TS 14067, le emissioni e rimozioni da variazione di gas ad effetto serra diversi dalla CO₂, provenienti da bestiame, deiezioni animali e gestione dei suoli agricoli devono essere incluse nel risultato della CFP. La valutazione deve essere effettuata in accordo ai metodi internazionali riconosciuti come le IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC 2006, vol. 4 – AFOLU- *Agriculture Forestry and Other Land Use*, cap. 11).

In figura 5-7 sono schematizzate le principali fonti di emissione di CH₄ e N₂O che sono presenti all'interno del cosiddetto "farm gate".

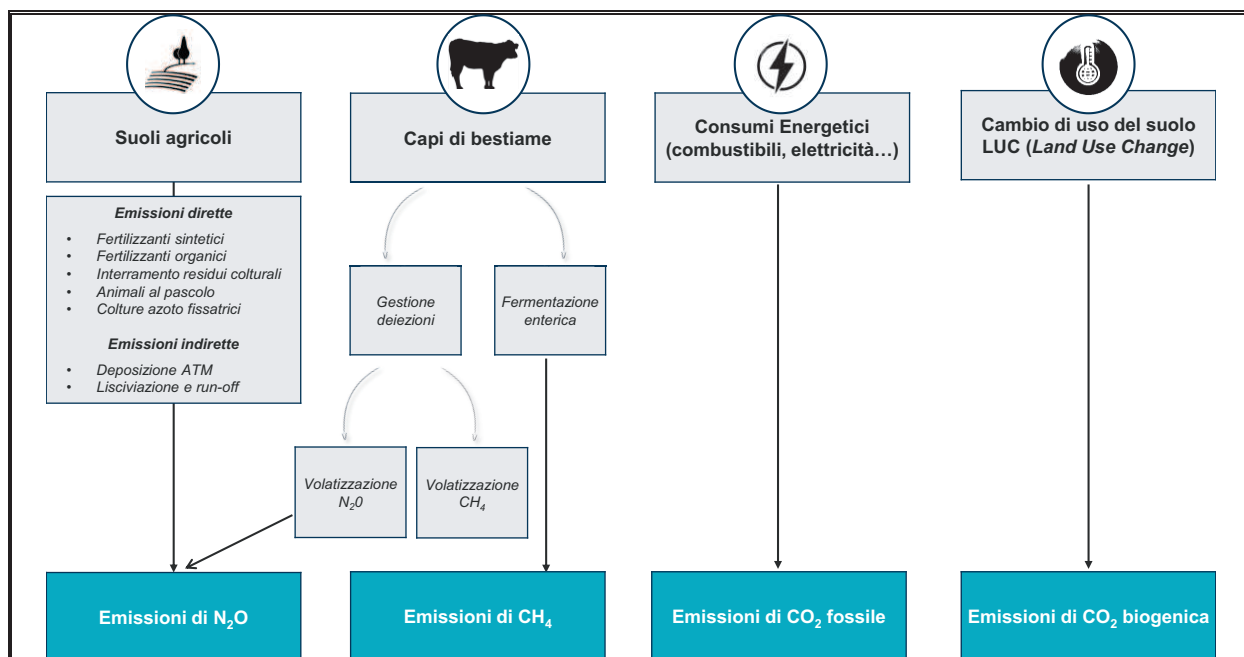


Figura 5-7: Principali direttrici della formazione delle emissioni di gas serra gestione di suoli agricoli e allevamenti di bestiame

Per stimare le emissioni dei due gas serra tipici di questo settore, cioè il metano (CH_4) e il protossido di azoto (N_2O), le linee guida dell'IPCC identificano sei fonti emissive nella categoria 4 "Agricoltura" (si riportano solo quelle che interessano questo studio).

CATEGORIA IPCC	GAS SERRA
4 A – FERMENTAZIONE ENTERICA	CH_4
4 B – GESTIONE DELLE DEIEZIONI	$\text{N}_2\text{O}, \text{CH}_4$
4 D – SUOLI AGRICOLI	N_2O

Tabella 5-6: Rielaborazione tabella relativa alla fonti emissive del settore agricoltura (IPCC, 2006-*Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*)

In via generale, l'approccio delle metodologie descritte in IPCC è quello di moltiplicare i dati collegati alle principali attività agricole ("dati di attività") per opportuni fattori di emissione, proponendo tre differenti livelli di stima dei fattori di emissione (*Tier*), a cui corrispondono livelli di qualità e di precisione via via crescenti. In genere, i fattori di emissione di *Tier 1* rappresentano dei dati medi a livello globale e provengono da dati statistici aggregati. La metodologia di *Tier 2* comporta una stima più complessa relativa al dettaglio nazionale, mentre il terzo livello, *Tier 3*, si basa sull'integrazione di modelli matematici costruiti ad hoc e dati raccolti attraverso indagini puntuali a livello locale.

Le emissioni del settore agricolo derivano da fonti di inquinamento prevalentemente di tipo diffuso e sono influenzate non solo dai sistemi di gestione aziendale, ma anche dall'estrema varietà delle caratteristiche ambientali. Al fine di compensare le possibili fluttuazioni, che possono essere causate ad esempio da annate anomale dal punto di vista meteorologico o dalla presenza di parassiti e malattie, le emissioni annue di GHG da utilizzare nello studio CFP dovrebbero essere la media degli ultimi tre anni disponibili (media mobile). Se non sono disponibili dati che coprono un periodo di tre anni (ad es. a causa dell'avvio di un nuovo sistema di produzione), la valutazione può essere condotta su un periodo più breve, non inferiore ad un anno. Per le colture che vengono coltivate e raccolte in meno di un anno, i dati devono essere raccolti almeno per i tre cicli consecutivi più recenti.

5.4.2.1 Processi a monte

I processi a monte devono includere i seguenti flussi in ingresso di materie prime ed energia necessari per la produzione di latte crudo:

- a. La produzione di mangime acquistato dalle aziende agricole⁷;
- b. Le coltivazioni prodotte in azienda agricola destinate all'alimentazione degli animali, includendo:
 - Il letame, il liquame o digestato utilizzato come concime;
 - L'energia consumata per la coltivazione dei campi;
 - La produzione e applicazione di fertilizzanti e pesticidi;
- c. La produzione di prodotti ausiliari utilizzati (film per l'imballaggio dell'insilato, detergenti, ecc.) nel rispetto delle regole di *cut off* riportate al paragrafo 4.1.6.

5.4.2.1.1 Regole per il calcolo delle emissioni di protossido di azoto legate ai suoli agricoli e all'applicazione di fertilizzanti

L'emissione di protossido di azoto (N₂O) dai suoli agricoli avviene naturalmente attraverso processi di nitrificazione e denitrificazione. Il fattore che prevalentemente controlla la formazione di protossido di azoto è la quantità di azoto presente nel suolo.

Le emissioni da suoli agricoli possono essere classificate in due macrocategorie, dirette e indirette, a seconda dell'origine.

Le emissioni *dirette* possono derivare da:

- applicazione di fertilizzanti sintetici sul campo agricolo;
- applicazione di fertilizzanti organici sul campo agricolo;
- interrimento di residui colturali;
- coltivazione di colture azotofissatrici;
- animali al pascolo.

Le emissioni *indirette* possono essere causate da:

⁷ Dati relativi alle rese colturali possono essere determinati dagli organismi pagatori riconosciuti dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (<http://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/6551>), FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/>) e ISTAT (<http://www.istat.it/it/>), mentre i consumi di gasolio per le operazioni in campo agricolo dai manuali tecnico-agronomici-economici e dai Centri di Assistenza Agricola (CAA).

- processi di deposizione atmosferica;
- processi di lisciviazione e ruscellamento.

Per la stima di emissioni, la RCP riprende la metodologia indicata in IPCC 2006, di seguito descritta specificando volta per volta alcuni parametri di calcolo validi nel contesto nazionale.

Emissioni dirette

Fertilizzanti sintetici

La stima delle emissioni di N₂O causata dall'applicazione di fertilizzanti sul campo agricolo si basa sulla quantità di fertilizzante sintetico utilizzata annualmente dalle aziende agricole (kg fertilizzante/anno), moltiplicata per il contenuto percentuale di N nel fertilizzante utilizzato, in modo da ottenere la quantità di N distribuito annualmente sui suoli agricoli (kg N/anno). Tali quantità devono essere stimate per ciascun tipo di fertilizzante utilizzato.

La formula da utilizzare è la seguente:

$$N_2O_F_{SN} = [\sum_i (FERT_{sn,i} \cdot N_{i,\%} \cdot EF_1) + \sum_i (FERT_{sn,i} \cdot N_{i,\%} \cdot EF_{1FR})] \cdot \frac{44}{28} \quad \text{Eq. 5.4}$$

dove:

- N₂O_F_{sn} (kg N₂O/anno): emissioni di N₂O dovute all'utilizzo di fertilizzanti sintetici
- i = tipologia di fertilizzante azotato
- FERT_{SN,i} (kg/anno): quantità totale di fertilizzante di tipo i utilizzato
- N_{i,%}(%): titolo di N nel fertilizzante di tipo i utilizzato (Tabella 5-7)
- EF₁ e EF_{1FR} (kg N₂O-N/kg N): fattore di emissione dell'N₂O

fattore di emissione di default indicato in IPCC 2006 pari a EF₁ = 0,01 kg N₂O-N/kg N (ovvero l'1% dell'N applicato al suolo con il fertilizzante volatilizza come N-N₂O).

- 44/28: fattore di conversione per passare da N-N₂O a N₂O

Nota: $F_{SN} = \sum_i (FERT_{sn,i} \cdot N_{i,\%})$ rappresenta la quantità totale di N (kg N/anno) apportato con i fertilizzanti azotati sintetici

Tipo di fertilizzante	Contenuto di azoto (%)
Solfato di ammonio	21,70%
Calcio cianammide	19,83%
Nitrati	27,05%
Nitrato di calcio	16,70%
Urea	45,92%
Altri azoti nitrici	30,83%
Azoto fosfatici	17,94%
Azoto potassici	17,05%
NPK azoto	13,11%
Organo minerali	8,21%

Tabella 5-6: Rielaborazione tabella relativa al titolo di azoto per tipologia di fertilizzante sintetico (ISPRA, 2014)

In Tabella 5-6 si riportano dei valori di default relativi al titolo di N di diverse categorie di fertilizzanti sintetici, da utilizzare nel caso in cui non si riescano a recuperare informazioni specifiche durante il campionamento delle aziende agricole.

Fertilizzanti organici

La stima delle emissioni di N₂O causata dall'applicazione di fertilizzanti organici sul campo agricolo si basa sulla quantità di N distribuito annualmente sui suoli agricoli (t N/anno), moltiplicata per il fattore di emissione EF₁ e per il fattore di conversione 44/28.

$$N_2O_{FON} = (F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}) \cdot EF_1 \cdot \frac{44}{28} \quad \text{Eq. 5.5}$$

dove:

- N₂O_{FON} (kg N₂O/anno): emissioni di N₂O dovute all'utilizzo di fertilizzanti organici
- $F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}$ rappresenta la quantità totale di N (kg N/anno) apportato con i fertilizzanti organici

- F_{AM} (kg N/anno): quantità di azoto contenuta nel letame sparso sui campi agricoli (“am” sta per *animal manure*)
- F_{SEW} (kg N/anno): quantità di azoto contenuta nei fanghi di depurazione sparsi sui campi agricoli (“sew” sta per *sewage sludge*)
- F_{COMP} (kg N/anno): quantità di azoto contenuta nel compost applicato sui campi agricoli
- F_{OOA} (kg N/anno): quantità di azoto contenuta in altri tipi di ammendante organico applicati sui campi agricoli (“ooa” sta per *other organic amendments*), es. verde urbano, guano, ecc.
- EF_1 (kg N_2O -N/kg N): fattore di emissione dell’ N_2O , pari a 0,01 kg N_2O -N/kg N
- 44/28: fattore di conversione per passare da N- N_2O a N_2O

Il letame e i fanghi di depurazione sono i fertilizzanti organici di gran lunga più utilizzati in Italia (gli unici considerati da ISPRA per la stima delle emissioni di N_2O nell’inventario nazionale dei gas serra). Di seguito sono riportate le equazioni da utilizzare per stimare i termini F_{AM} (Eq. 5.6) e F_{SEW} (Eq. 5.7).

Seguendo la metodologia descritta in IPCC (2006), la stima della quantità di azoto (t N/anno) apportato annualmente al suolo dai *reflui zootecnici* può essere ottenuta partendo dall’azoto totale che si stima essere escreto annualmente da ogni categoria animale e sottraendo ad esso:

- la quantità di azoto escreta mentre l’animale è al pascolo, e
- la quantità di N persa durante la fase di gestione delle deiezioni prima del loro spandimento sui suoli agricoli (N volatilizzato come NH_3 , NO_x , N_2 , N_2O e N perso per lisciviazione e ruscellamento dai sistemi di stoccaggio)

$$F_{AM} = \sum_s \left\{ \sum_i \left[N_i \cdot N_{ex,tot,i} \cdot (1 - FRAC_{GRAZ,i}) \cdot \left(1 - \frac{FRAC_{lossMS,s}}{100}\right) \right] \right\} \quad \text{Eq. 5.6}^8$$

- i = categoria animale
- s = tipologia di gestione delle deiezioni adottato
- N_i : numero di capi appartenenti alla categoria animale i
- $N_{ex,tot,i}$ (kgN/capo/anno): tasso di escrezione totale dell’azoto della categoria animale i che per le vacche da latte è pari a 110,2 kg N escreto/capo/anno (ISPRA, 2014)
- $FRAC_{GRAZ,i}$ (adimensionale): frazione di azoto escreta al pascolo che per le vacche da latte è pari a 0,05 (ISPRA, 2014)

⁸ Equazione 10.34 in IPCC 2006, Vol 4., Ch 10

- $(1-FRAC_{GRAZ,i})$ (adimensionale): frazione di azoto escreta avviata a sistemi di gestione delle deiezioni
- $FRAC_{LossMS,s}$ (%): percentuale di azoto persa durante la fase di gestione delle deiezioni, funzione della tipologia s di gestione delle deiezioni adottata (Tabella 5-8)

Categoria animale	kg N escreto/capo/anno	$FRAC_{GRAZ}$
Altri bovini	47,77	0,028
Vacche da latte	110,20	0,05
Bufalini	90,34	0,029

Tabella 5-7: Rielaborazione tabella relativa ai tassi di escrezione totali dell'azoto e frazione $FRAC_{GRAZ,i}$ per categoria animale (ISPRA, 2014)

Categoria Animale	Tipologia di gestione delle deiezioni adottato	$FRAC_{LossMS,s}$ (%) percentuale di azoto persa durante la fase di gestione delle deiezioni
Vacche da latte	Lagune anaerobiche	77%
	Liquame	40%
	Fossa di stoccaggio sotto le pavimentazioni	28%
	Dry lot	30%
	Stoccaggio del solido	40%
	Spandimento giornaliero	22%

Tabella 5-8: Rielaborazione tabella relativa ai valori di default delle percentuali di azoto perse durante i diversi sistemi di gestione delle deiezioni (IPCC, 2006)

La stima della quantità di azoto (t N/anno) apportato annualmente al suolo attraverso i *fanghi di depurazione* può essere ottenuta a partire dalla quantità di fanghi sparsi al suolo (espressa in t di sostanza secca) moltiplicata per il contenuto medio di azoto nei fanghi di depurazione (compreso tra il 4 e il 5%).

$$F_{SEW} = Q_{SEW} \cdot \frac{N_{SEW\%}}{100} \quad \text{Eq. 5.7}$$

- Q_{SEW} (t ss/anno): quantità di fanghi sparsi al suolo in t di sostanza secca
- $N_{SEW\%}$: percentuale di azoto nei fanghi di depurazione pari a 4,7% (ISPRA, 2014)

Colture azotofissatrici

Seguendo la metodologia descritta in IPCC (2006), la stima delle emissioni di N₂O che derivano dall'azoto che viene fissato nei suoli a opera delle colture azoto-fissatrici è calcolata come segue:

$$N_2O_{F_{BN}} = F_{BN} \cdot EF_1 \cdot \frac{44}{28} \quad \text{Eq. 5.8}$$

- N₂O_F_{BN} (kg N₂O/anno): emissioni di N₂O dovute alle colture azoto-fissatrici
- F_{BN} (kg N/anno): quantità di N apportata dalle colture azoto-fissatrici
- EF₁ (kg N₂O-N/kg N): fattore di emissione dell'N₂O, pari a 0,01 kg N₂O-N/kg
- N 44/28: fattore di conversione per passare da N-N₂O a N₂O

Il valore di F_{BN} può essere ottenuto moltiplicando due parametri: la superficie coltivata a colture azotofissatrici (da richiedere durante il campionamento delle aziende agricole) e l'azoto fissato per ettaro da ogni coltura azotofissatrice (parametro specifico per l'Italia utilizzato da ISPRA nel NIR per leguminose e foraggere).

	N fissato (kg N /ha/anno)
Fagioli, semi freschi	<i>40</i>
Fagioli, semi secchi	<i>40</i>
Fava, semi freschi	<i>40</i>
Fava, semi secchi	<i>40</i>
Pisello, semi freschi	<i>50</i>
Pisello, semi secchi	<i>72</i>
Cece	<i>40</i>
Lenticchia	<i>40</i>
Veccia	<i>80</i>
Lupino	<i>40</i>
Soia	<i>58</i>
Erba medica	<i>194</i>
Trifoglio	<i>103</i>

Tabella 5-9: Rielaborazione tabella relativa all'azoto fissato per ciascuna varietà azotofissatrice (ISPRA, 2014)

Residui colturali

Seguendo la metodologia descritta in IPCC (2006), la stima delle emissioni di N₂O legate all'azoto che ritorna ai suoli con i residui colturali incorporati nel terreno è calcolata come segue:

$$N_2O_{F_{CR}} = F_{CR} \cdot EF_1 \cdot \frac{44}{28} \quad \text{Eq. 5.9}$$

dove:

- N₂O_F_{CR} (kg N₂O/anno): emissioni di N₂O dovute ai residui colturali incorporati
- F_{CR} (kg N/anno): quantità di N apportata con i residui colturali incorporati
- EF₁ (kg N₂O-N/kg N): fattore di emissione dell'N₂O, pari a 0,01 kg N₂O-N/kg N
- 44/28: fattore di conversione per passare da N-N₂O a N₂O

La quantità residui incorporata nel terreno (sostanza secca) dovrebbe essere ottenuta durante il campionamento delle aziende agricole. Se ciò non fosse possibile, può essere stimata moltiplicando la produzione specifica di residui (t residui/t raccolto) per il contenuto di sostanza secca e per la frazione di residui che si stima sia in genere incorporata nel terreno (cfr. valori utilizzati da ISPRA in Tabella 5-10). In entrambi i casi, il valore di F_{CR} si ottiene poi moltiplicando la quantità (sostanza secca) di residui incorporati per il contenuto di azoto nei residui stessi.

Coltura	Produzione specifica residui (t residui/t raccolto)	Percentuale di sostanza secca (%)	Frazione dei residui incorporata	Contenuto di N (t N/t residui ss)
Grano	0.69	85	0.9	0.0048
Orzo	0.8	85	0.9	0.0064
Mais	1	42	0.9	0.0073
Segale	0.7	85	0.9	0.0064
Avena	0.7	85	0.9	0.0064
Sorgo	1.4	83	0.9	0.0072
Grano (triticco)	0.8	85	0.9	0.0064

Tabella 5-10: Rielaborazione tabella relativa ai valori medi nazionali per la stima di F_{CR} per le principali colture che interessano gli allevamenti bovini (ISPRA, 2014)

Animali al pascolo

Seguendo la metodologia descritta in IPCC (2006), la stima delle emissioni di N₂O generate da reflui zootecnici direttamente escreti dagli animali al pascolo è calcolata come segue:

$$N2O_F_{PRP} = \sum_i N_i \cdot N_{ex,tot,i} \cdot FRAC_{GRAZ,i} \cdot EF_{3,i} \cdot \frac{44}{28} \quad \text{Eq. 5.10}$$

dove:

- N₂O_F_{PRP} (kg N₂O/anno): emissioni di N₂O dovute alle escrezioni degli animali al pascolo
- $F_{PRP} = \sum_i N_i \cdot N_{ex,tot,i} \cdot FRAC_{GRAZ,i}$ rappresenta la quantità totale di N apportato (kgN/anno) dagli animali al pascolo.
- i = categoria animale
- N_i : numero di capi appartenenti alla categoria animale i
- N_{ex,tot,i} (kgN/capo/anno): tasso di escrezione totale dell'azoto della categoria animale i
- FRAC_{GRAZ,i} (adimensionale): frazione di azoto escreta al pascolo relativa alla categoria animale i (tabella A1.2)
- EF_{3,i} (kg N₂O-N/kg N): fattore di emissione dell'N₂O, pari a:
 $EF_{3,i} = 0,02 \text{ t N}_2\text{O-N/t N}$ per i = vacche da latte, altri bovini, (cioè il 2% dell'N applicato volatilizza come N-N₂O);
- 44/28: fattore di conversione per passare da N-N₂O a N₂O

Emissioni indirette

Emissioni da deposizione atmosferica

Per il calcolo delle emissioni indirette dovute agli apporti azotati che derivano dalle deposizioni atmosferiche si prendono in considerazione l'azoto presente nei fertilizzanti sintetici (F_{SN}) e organici (F_{ON}) e l'azoto totale escreto dagli animali (F_{PRP}). Successivamente si stimano le perdite per volatilizzazione applicando i fattori FRAC_{GASF} e FRAC_{GASM} che quantificano l'entità delle perdite rispetto al totale somministrato rispettivamente con i concimi minerali e con i reflui zootecnici.

Riassumendo, la formula di calcolo delle emissioni di N₂O è la seguente (IPCC 2006, Tier 1):

$$N2O_{ATD} = [F_{SN} \cdot FRAC_{GASF} + (F_{ON} + F_{PRP}) \cdot FRAC_{GASM}] \cdot EF_4 \cdot \frac{44}{28} \quad \text{Eq. 5.11}$$

dove:

- N_2O_{ATD} (kg N_2O /anno): emissioni di N_2O dovute alla deposizione atmosferica
- F_{SN} (kg N/anno): cfr. Eq. 5.4
- F_{ON} (kg N/anno): cfr. Eq. 5.5
- F_{PRP} (kg N/anno): cfr. Eq. 5.10
- $FRAC_{GASF}$ ((kg N- NH_3 + N- NO_x)/kg N applicato): frazione dell'N contenuto nel fertilizzante sintetico che volatilizza come N- NH_3 e come N- NO_x , pari a 0,1 (IPCC, 2006)
- $FRAC_{GASM}$ (kg N- N_2O /(kg N- NH_3 + N- NO_x emesso)): frazione dell'N contenuto nei reflui zootecnici che volatilizza come N- NH_3 e N- NO_x , pari a 0,2 (IPCC, 2006)
- EF_4 (kg N- N_2O /(kg N- NH_3 + N- NO_x emesso)): fattore di emissione dell' N_2O per kg N emesso come N- NH_3 e come N- NO_x), pari a 0,01 (IPCC, 2006)
- 44/28: fattore di conversione per passare da N- N_2O a N_2O

Emissioni da lisciviazione e ruscellamento

Per il calcolo delle emissioni indirette dovute agli apporti azotati che derivano da ruscellamento e percolazione dell'azoto in falda si prende in considerazione la somma di tutti gli apporti di azoto considerati nel calcolo delle emissioni dirette e la si moltiplica per il fattore $FRAC_{leach}$ che quantifica la quota di azoto apportato al suolo che viene persa per percolazione e scorrimento superficiale.

Riassumendo, la formula di calcolo delle emissioni di N_2O è la seguente (IPCC 2006, Tier 1):

$$N_2O_{leach} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{BN} + F_{CR} + F_{PRP}) \cdot FRAC_{leach} \cdot EF_5 \cdot \frac{44}{28} \quad \text{Eq. 5.12}$$

dove:

- N_2O_{LEACH} (kg N_2O /anno): emissioni di N_2O dovute a ruscellamento e percolazione
- F_{SN} , F_{ON} , F_{BN} , F_{CR} , F_{PRP} (kg N/anno): cfr. equazioni da Eq. 5.4 a Eq. 5.10
- $FRAC_{leach}$ ((kg N/kg N apportato): frazione dell'N totale apportato persa per percolazione e scorrimento superficiale, pari a 0,3 (IPCC, 2006)
- EF_5 (kg N- N_2O /kg N): fattore di emissione dell' N_2O per kg N emesso come N- NH_3 e come N- NO_x), pari a 0,0075 (IPCC, 2006)
- 44/28: fattore di conversione per passare da N- N_2O a N_2O

5.4.2.2 Processo principale

Le emissioni del processo principale dovrebbero includere:

- a. L'energia consumata nelle aziende agricole (es. energia elettrica, consumo di gas naturale utilizzato per il riscaldamento, gasolio);
- b. Le emissioni relative alla fermentazione enterica;
- c. Le emissioni relative alla gestione delle deiezioni (escluse le emissioni considerate nei processi a monte);
- d. Le emissioni provenienti da altre fonti emmissive quali, perdita di gas refrigerante nel rispetto delle regole di *cut off* riportate al paragrafo 4.1.6;
- e. Il trasporto delle razioni alimentari acquistate dalle aziende agricole e dei prodotti ausiliari utilizzati;
- f. Lo smaltimento dei rifiuti generati;
- g. La manutenzione, eseguita con frequenza inferiore ai tre anni, di edifici, apparecchiature necessarie per la produzione e altri beni capitali.

Possono non essere considerati per il calcolo dell'impronta climatica i viaggi di lavoro dei dipendenti così come i farmaci somministrati alle vacche da latte.

5.4.2.2.1 Regole per il calcolo delle emissioni provocate dalla fermentazione enterica del bestiame

Le emissioni enteriche del bestiame sono calcolate moltiplicando il numero di capi per il relativo fattore di emissione espresso in $\text{kgCH}_4 \text{ capo}^{-1} \text{ anno}^{-1}$. Ai fini della presente RCP, il fattore di emissione si dovrebbe valutare (almeno) tramite il *Tier 2* descritto nelle 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (Capitolo 10, Volume 4: *Agriculture, Forestry and Other Land Use*).

$$EF = \left[\frac{GE \cdot \frac{Y_m}{100} \cdot 365}{55,65} \right] \quad \text{Eq. [5.13]}$$

dove:

- EF: emissione annuale di metano enterico, $\text{kg CH}_4 \text{ capo}^{-1} \text{ anno}^{-1}$;
- GE: ingestione di energia lorda $\text{MJ capo}^{-1} \text{ giorno}^{-1}$;
- Y_m : fattore di conversione del metano, percentuale di energia lorda della dieta

convertita in metano (vedi Tab. 10.12 - IPCC, 2006);

- 55.65: contenuto energetico del metano (MJ/kg CH₄).

La stima del parametro GE richiede la conoscenza di numerosi fattori legati al peso medio e al fabbisogno alimentare del bestiame, quali, per esempio: l'energia necessaria all'animale per il proprio mantenimento e per lo svolgimento delle attività di base (es. pascolo), l'energia necessaria per la gravidanza e per la produzione del latte, il contenuto di grassi nel latte, la digeribilità del mangime (quindi la capacità di trasformare in energia disponibile per l'organismo l'energia assunta quotidianamente con la dieta).

a. Fattore di emissione fermentazione enterica – Tier 2

Il parametro GE *Gross Energy MJ giorno⁻¹* (ingestione di energia lorda) può essere stimato a partire dalla formula seguente:

$$GE = \left[\frac{\frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_{work} + NE_p + NE_g}{\frac{REM}{\frac{DE\%}{100}}}}{1} \right] \quad \text{eq. 10.16 - IPCC, 2006 [MJ giorno}^{-1}]$$

dove:

- NE_m intesa come l'energia netta necessaria per il mantenimento dell'animale, calcolata in funzione del peso vivo dell'animale:

$$NE_m = C_{fi} \cdot (Weight)^{0,75} \quad \text{cfr eq. 10.3 - IPCC, 2006 [MJ capo}^{-1} \text{giorno}^{-1}]$$

- NE_a intesa come l'energia netta necessaria per lo svolgimento delle attività di base da parte dell'animale, calcolata in funzione del tempo trascorso in stalla o al pascolo e di NE_m:

$$NE_a = C_a \cdot NE_m \quad \text{cfr eq. 10.4 - IPCC, 2006 [MJ capo}^{-1} \text{giorno}^{-1}]$$

- NE_l intesa come l'energia netta per la produzione del latte, calcolata in funzione della produzione giornaliera di latte e del contenuto percentuale di grassi nel latte:

$$NE_l = Milk \cdot (1.47 + 0.40 \cdot Fat) \quad \text{cfr eq. 10.8 - IPCC, 2006 [MJ capo}^{-1} \text{giorno}^{-1}]$$

- NE_{work} intesa come l'energia netta per lo svolgimento del lavoro (es. trazione

animale), calcolata in funzione del numero di ore di lavoro e di NE_m :

$$NE_{work} = 0.10 \cdot NE_m \cdot Hours \quad \text{cfr eq. 10.11 - IPCC, 2006 [MJ capo}^{-1} \text{giorno}^{-1}]$$

- NE_p intesa come l'energia netta per la gravidanza, calcolata in funzione della frazione di capi che danno alla luce vitelli durante l'anno e di NE_m (con $C_{pregnancy}$ pari a 0,10):

$$NE_p = C_{pregnancy} \cdot NE_m \cdot Portion\ of\ cows\ giving\ birth$$

cfr eq 10.13 – IPCC, 2006

[MJ capo-1 giorno-1]

- NE_g intesa come l'energia netta per l'accrescimento corporeo dell'animale, calcolata in funzione del peso vivo medio dell'animale, del peso vivo di una femmina adulta in condizione fisica media e dell'aumento di peso medio dell'animale (con C pari a 0,8):

$$NE_g = 22,02 \cdot \left(\frac{BW}{C \cdot MW}\right)^{0,75} \cdot WG^{1,097} \text{ cfr eq. 10.6 - IPCC, 2006 [MJ capo}^{-1} \text{giorno}^{-1}]$$

- REM inteso come il rapporto fra l'energia netta necessaria per il mantenimento e l'energia assimilabile assunta con la dieta (equazione sperimentale), calcolato in funzione della digeribilità del mangime:

$$REM = \left[1,123 - (4,092 \cdot 10^{-3} \cdot DE\%) + [1,126 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2] - \left(\frac{25,4}{DE\%}\right) \right]$$

cfr eq. 10.14 - IPCC, 2006

(adimensionale)

- REG inteso come il rapporto fra l'energia netta necessaria per il crescita e l'energia assimilabile assunta con la dieta, calcolato in funzione della digeribilità del mangime:

$$REG = \left[1,164 - (5,160 \cdot 10^{-3} \cdot DE\%) + [1,308 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2] - \left(\frac{37,4}{DE\%}\right) \right]$$

cfr eq. 10.15 - IPCC, 2006

(adimensionale)

- $DE\%$: resa digestiva del mangime, intesa come la capacità metabolica dell'organismo di tradurre in energia disponibile l'energia assunta quotidianamente con la dieta.

Fattore di emissione fermentazione enterica -Tier 2- Approfondimento

Il parametro GE Gross Energy MJ giorno-1 (ingestione di energia lorda) può essere stimato a partire dalla formula seguente:

$$GE = \left[\frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_{work} + NE_p + NE_g}{\frac{REM}{\frac{DE\%}{100}} + \frac{REG}{100}} \right] \quad \text{eq. 10.16 - IPCC, 2006 Cap. 10 del Vol. 4 [MJ giorno}^{-1}]$$

dove:

NE_m intesa come l'energia netta necessaria per il mantenimento dell'animale, calcolata in funzione del peso vivo dell'animale:

$$NE_m = C_{fi} \cdot (Weight)^{0,75} \quad \text{cfr eq. 10.3 - IPCC, 2006 [MJ capo-1 giorno-1]}$$

NE_a intesa come l'energia netta necessaria per lo svolgimento delle attività di base da parte dell'animale, calcolata in funzione del tempo trascorso in stalla o al pascolo e di NE_m :

$$NE_a = C_a \cdot NE_m \quad \text{cfr eq. 10.4 - IPCC, 2006 [MJ capo-1 giorno-1]}$$

NE_l intesa come l'energia netta per la produzione del latte, calcolata in funzione della produzione giornaliera di latte e del contenuto percentuale di grassi nel latte:

$$NE_l = Milk \cdot (1.47 + 0.40 \cdot Fat) \quad \text{cfr eq. 10.8 - IPCC, 2006 [MJ capo-1 giorno-1]}$$

NE_{work} intesa come l'energia netta per lo svolgimento del lavoro (es. trazione animale), calcolata in funzione del numero di ore di lavoro e di NE_m :

$$NE_{work} = 0.10 \cdot NE_m \cdot Hours \quad \text{cfr eq. 10.11 - IPCC, 2006 [MJ capo-1 giorno-1]}$$

NE_p intesa come l'energia netta per la gravidanza, calcolata in funzione della frazione di capi che danno alla luce vitelli durante l'anno e di NE_m (con $C_{pregnancy}$ pari a 0,10):

$$NE_p = C_{pregnancy} \cdot NE_m \cdot Portion\ of\ cows\ giving\ birth \quad \text{cfr eq 10.13 - IPCC, 2006 [MJ capo-1 giorno-1]}$$

NE_g intesa come l'energia netta per l'accrescimento corporeo dell'animale, calcolata in funzione del peso vivo medio dell'animale, del peso vivo di una femmina adulta in condizione fisica media e dell'aumento di peso medio dell'animale (con C pari a 0,8) :

$$NE_g = 22,02 \cdot \left(\frac{BW}{C \cdot MW} \right)^{0,75} \cdot WG^{1,097} \quad \text{cfr eq. 10.6 - IPCC, 2006 [MJ capo-1 giorno-1]}$$

REM inteso come il rapporto fra l'energia netta necessaria per il mantenimento e l'energia assimilabile assunta con la dieta (equazione sperimentale), calcolato in funzione della digeribilità del mangime:

$$REM = \left[1,123 - (4,092 \cdot 10^{-3} \cdot DE\%) + [1,126 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2] - \left(\frac{25,4}{DE\%} \right) \right] \quad \text{cfr eq. 10.14 - IPCC, 2006 (adimensionale)}$$

REG inteso come il rapporto fra l'energia netta necessaria per la crescita e l'energia assimilabile assunta con la dieta, calcolato in funzione della digeribilità del mangime:

$$REG = \left[1,164 - (5,160 \cdot 10^{-3} \cdot DE\%) + [1,308 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2] - \left(\frac{37,4}{DE\%} \right) \right]$$

cfr eq. 10.15 - IPCC, 2006 (adimensionale)

DE%: resa digestiva del mangime, intesa come la capacità metabolica dell'organismo di tradurre in energia disponibile l'energia assunta quotidianamente con la dieta.

In mancanza di uno o più dati, si dovrebbe adottare il fattore di emissione proposto da ISPRA (*National Inventory Report* 2014); per il 2014 tale valore è pari a 116,3 kgCH₄ capo⁻¹ anno⁻¹. Il valore è comprensivo delle emissioni delle vacche da latte e delle giovenche; le emissioni di CH₄ da fermentazione vitelli in svezzamento non devono essere invece considerate. Come indicato nelle linee guida IPCC, le emissioni di CH₄ da fermentazione enterica degli animali non svezzati e/o alimentati con latte sono infatti da ritenere nulle. Il valore aggiornato del fattore di emissione è reperibile sul sito <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni>

Questa scelta presuppone la validità delle ipotesi assunte da ISPRA per la stima del fattore di emissione medio nazionale con approccio di *Tier 2* riportate nella tabella che segue.

Parametri		Valori		Note
Peso medio [kg]		602,7		Valore costante negli anni
Coefficiente Cf_i per NE _m Vacche da latte		0,335		Valore costante negli anni
Alimentazione degli animali per NE _a	Stalla 95%	0,00	0,07	Valori costanti negli anni
	Pascolo 5%	0,17		
Incremento di peso [kg giorno ⁻¹]		0,051		Valore costante negli anni
Contenuto di grassi nel latte [%]		3,75		Valore per l’anno 2012 (variabile negli anni)
Ore di lavoro al giorno		0		Valore costante negli anni
Porzione di capi che danno alla luce vitelli		0,89		Valore per l’anno 2012 (variabile negli anni)
Produzione del latte [kg capo ⁻¹ giorno ⁻¹]		17,6		Valore per anno 2012 (variabile negli anni)
Digeribilità delle razioni alimentari [%]		65		Valore costante negli anni
Fattore di conversione del metano - Y _m [%]		6		Valore costante negli anni

Tabella 5-11: Rielaborazione tabella relativa ai parametri per la stima del fattore di emissione medio nazionale per la fermentazione enterica delle vacche da latte con un approccio di *Tier 2* (ISPRA, 2014)

Applicando i coefficienti riportati in Tabella 5-11 si ottiene un valore di GE pari a 295.48 MJ capo⁻¹ giorno⁻¹ e di conseguenza il fattore di emissione sopra indicato.

Se le assunzioni riportate in Tabella 5-11 si discostano significativamente dalla realtà delle aziende agricole in esame, si consiglia di fare ulteriori approfondimenti per recuperare i dati presso le stesse. In particolare, fra tutti i parametri riportati in Tabella 5-11, tre sono quelli che ISPRA aggiorna ogni anno: produzione media giornaliera di latte; contenuto di grassi nel latte; porzione di capi che danno alla luce vitelli. Inoltre il peso vivo medio degli animali, anche se costante nei vari report di ISPRA, potrebbe essere soggetto a variabilità pertanto dovrebbe essere misurato.

Fra queste quattro variabili, quelle che possono influire maggiormente sul fattore di emissione sono in particolare la produzione media giornaliera di latte (una variazione del +/-10% comporta una variazione del EF del +/-6% circa), il contenuto percentuale di grassi (una variazione del +/-10% comporta una variazione del EF del +/-3% circa) e il peso vivo medio degli animali (una variazione del +/-10% comporta una variazione del EF del +/-4% circa).

Il valore DE% *Digestibility of feed* viene assunto da ISPRA costante negli anni, con valore pari a 65%; questo parametro è di notevole importanza per la potenzialità di riduzione delle emissioni derivanti da interventi di miglioramento nella digeribilità dei mangimi, con effetti sia sulla fermentazione enterica del bestiame, sia in termini di riduzione delle emissioni di protossido di azoto nella gestione delle deiezioni, riducendo l'azoto escreto. Infatti è ampiamente riconosciuto che aumentando la digeribilità aumenta il tasso di conversione alimentare (kg di latte per kg di sostanza secca ingerita) con conseguente riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra (Hermansen e Kristensen, 2011) perché a parità di alimento ingerito si ottiene una maggiore quantità di prodotto latte.

Per la raccolta dati si segnala che eventuali dati da letteratura relativi alle caratteristiche degli allevamenti convenzionali sono consultabili dai bollettini redatti dall'Associazione Italiana Allevatori (AIA).

5.4.2.2.2 Emissioni di metano e protossido di azoto legate alla gestione delle deiezioni

Le emissioni di metano e di protossido di azoto dovrebbero essere calcolate utilizzando i metodi, proposti da ISPRA nei *National Inventory Report*, sotto riportati:

Emissioni di metano

Al fine di garantire la conformità con la presente RCP si dovrebbe valutare le emissioni di metano legate alla gestione delle deiezioni in base alle due seguenti metodologie: la prima su base regionale, la seconda su base nazionale. Entrambe sono basate su formule rinvenibili nella letteratura scientifica (Husted, 1994; CRPA, 1993).

Con riferimento al “campionamento con raggruppamento” descritto al paragrafo 5.3.1, si consiglia di valutare le emissioni di metano delle aziende campionate, rispettando il principio di rappresentatività geografica di tutte le aziende conferenti latte crudo bovino. Pertanto si propone il ricorso alle equazioni su base regionale laddove le aziende campionate risiedano in regioni simili in termini di temperatura media mensile, altrimenti si suggerisce di utilizzare le equazioni su base nazionale che partendo dalla procedura di calcolo sviluppata su livello regionale, forniscono specifici fattori di conversione utilizzabili sul territorio italiano.

a. Su base regionale

La produzione di metano prodotto nello stoccaggio del refluo per giorno è così determinata:

$$\cdot EF_{Letami} = e^{0,68+0,12 \cdot T(^{\circ}C)_{temp. \text{ mensile media regionale}}} \text{ in } [gCH_4 \text{ m}^{-3} \text{ giorno}^{-1}] \quad \text{Eq. [5.13]}$$

$$\cdot EF_{Liquami} = e^{-2,3+0,1 \cdot T(^{\circ}C)_{temp. \text{ mensile media di stoccaggio}}} \text{ in } [gCH_4 \text{ m}^{-3} \text{ giorno}^{-1}] \quad \text{Eq. [5.14]}$$

In accordo con la metodologia adottata, si considera che la temperatura della massa in stoccaggio dei liquami bovini non si differenzi sostanzialmente dalla temperatura ambiente nei periodi nei quali si verificano emissioni significative (temperature superiori a 10°C), pertanto per il liquame, è sufficiente raccogliere i dati di temperatura media mensile nell'anno di analisi e calcolare i 12 fattori di emissione giornalieri rappresentativi dei 12 mesi, applicando l'equazione 5.14.

La temperatura del letame in cumulo (°C), invece, dato che la temperatura dei letami bovini

presenti nello stoccaggio risulta essere maggiore della temperatura ambiente, sulla base dei dati rilevati da Husted, è data da:

$$T_{\text{temperatura mensile media di stoccaggio}} = 6,7086e^{0,1014 \cdot T} (C^{\circ})_{\text{temperatura mensile media regionale}} \text{ Eq. [5.15]}$$

Inserendo i valori calcolati nell'equazione 5.15 nell'equazione 5.13, si ricavano i 12 fattori di emissione relativi ad ogni mesi dell'anno.

Conoscendo la produzione media del liquame e del letame, in (m^3 capo⁻¹ giorno⁻¹) e i giorni di stoccaggio medio delle stesse è possibile determinare il fattore di emissione annuale, espresso in (kg CH₄ capo⁻¹ anno⁻¹), sommando le singole emissioni determinate per i vari mesi, nel modo seguente:

$$EF_{\text{mese } i \text{ (Letame o liquame)}} = EF_i \left[\frac{gCH_4}{m^3 gg} \right] \cdot Giorni_i \left[\frac{gg}{mese} \right] \cdot Quantità_i \left[\frac{m^3}{capo gg} \right] \cdot Stoccaggio_i [gg] \cdot 0,001 \left[\frac{kgCH_4}{gCH_4} \right]$$

in [$kgCH_4$ capo⁻¹ mese⁻¹] Eq. [5.16]

$$EF_{\text{anno}} = \sum_{i=1}^{12} EF_{\text{mese } i} \text{ in } [kgCH_4 \text{ capo}^{-1} \text{ anno}^{-1}] \quad \text{Eq. [5.17]}$$

I dati storici delle varie stazioni termometriche sono disponibili sui siti web regionali o dagli enti che ad esse fanno capo: es. ARPA, Centri Funzionali Regionali, ecc., oppure dalla Rete Agrometeorologica Nazionale (UCEA).

b. Su base nazionale

$$\cdot EF_{\text{Liquame}} = 15,32 \cdot SV_{\text{Produzione liquami}} \cdot 365 \text{ in } [gCH_4 \text{ capo}^{-1} \text{ anno}^{-1}] \quad \text{Eq. [5.18]}$$

$$\cdot EF_{\text{Letame}} = 4,80 \cdot SV_{\text{Produzione letame}} \cdot 365 \text{ in } [gCH_4 \text{ capo}^{-1} \text{ anno}^{-1}] \quad \text{Eq. [5.19]}$$

dove:

- 15,32 e 4,80 sono fattori di conversione calcolati su base nazionale utilizzando le due formule proposte da Husted sopra riportate [gCH_4 kg⁻¹SV], in base ai seguenti fattori:
47 gSV kg⁻¹ liquame 142 gSV kg⁻¹ letame
- SV solidi volatili in [$kgSV$ capo⁻¹ giorno⁻¹]

In questo modo conoscendo la produzione di letame e liquame per capo [kg capo⁻¹ giorno⁻¹] è possibile determinare la produzione di solidi volatili.

In mancanza di dati, si suggerisce di adottare i seguenti valori relativi alle vacche da latte:

Parametri	Valori SV [kg dm/capo giorno]
Solidi volatili	6,374
Solidi volatili liquame	1,008
Solidi volatili letame	5,366

Tabella 5-12: Rielaborazione tabella relativa alla produzione di solidi volatili (ISPRA, 2014- *National Inventory Report*)

Applicando i valori riportati in Tabella 5-12 alle due formule sopra riportate otteniamo i seguenti valori:

Bestiame	Emissioni liquame [kgCH ₄ capo ⁻¹ anno ⁻¹]	Emissioni letame [kgCH ₄ capo ⁻¹ anno ⁻¹]	Emissioni di metano (letame e liquame) gestione delle deiezioni [kgCH ₄ capo ⁻¹ anno ⁻¹]
Vacche da latte ⁹	5,64	9,41	15,05

Tabella 5-13: Rielaborazione tabella relativa alle emissioni di metano derivanti dalla gestione delle deiezioni (ISPRA, 2014- *National Inventory Report*)

I fattori di emissione del metano sopra riportati non tengono conto dell'eventuale conferimento delle deiezioni ad impianti di recupero di biogas interni o esterni al sistema analizzato.

Emissioni di protossido di azoto

Le emissioni di protossido di azoto legate alla gestione delle deiezioni dovrebbero essere calcolate in base alle seguenti equazioni:

- a. Emissioni dirette di protossido di azoto:

$$N_2O_{Dirette} = [\sum_s [\sum (N_{ex} \cdot MS_s)] \cdot EF_{3(s)}] \cdot \frac{44}{28} \quad \text{Eq. [5.20]}$$

dove:

- $N_2O_{Dirette}$: emissioni dirette di N₂O dallo stoccaggio dei reflui, kg N₂O capo⁻¹ anno⁻¹
- N_{ex} : escrezione annuale di N per capo in kg N capo⁻¹ anno⁻¹
- $MS_{(s)}$: quota dell'N totale escreto, gestita usando il sistema di gestione dei reflui S

⁹ Valori comprensivi oltre alle vacche da latte anche delle giovenche

- $EF_{3(S)}$: fattore di emissione per N_2O dal sistema di gestione dei reflui S, kg di $N-N_2O$ kg^{-1} di N presente nel sistema di gestione dei reflui S
- 44/28: fattore di conversione da N- N_2O a N_2O

La stima del parametro N_{ex} richiede la conoscenza di numerosi fattori legati all'assunzione annuale di N dell'animale e della frazione di N assunto che viene trattenuto dall'animale.

Il parametro N_{ex} (escrezione annuale di azoto) può essere stimato a partire dalla formula seguente:

$$N_{ex} = N_{intake} \cdot (1 - N_{retention}) \quad \text{cfr eq. 10.31 - IPCC, 2006 [kgN capo}^{-1} \text{ anno}^{-1}]$$

dove:

N_{intake} è l'assunzione di azoto annuale pro capite, calcolato in funzione dell'ammontare annuale delle razioni alimentari digerite dall'animale e della percentuale di proteine grezze contenute nelle razioni (CP%) :

$$N_{intake} = \frac{GE}{18,45} \cdot \left(\frac{CP\%}{6,25} \right) \quad \text{cfr eq. 10.32 - IPCC, 2006 [kgN capo}^{-1} \text{ giorno}^{-1}]$$

$N_{retention}$ è la frazione di N assunto che viene trattenuto dall'animale ovvero l'efficienza di produzione delle proteine animali dalle proteine contenute nelle razioni alimentari, calcolata in funzione della produzione di latte, della percentuale di proteine contenute nel latte, dell'aumento di peso medio dell'animale e dell'energia netta per l'accrescimento corporeo dell'animale:

$$N_{retention} = \left[\frac{Milk \cdot \left(\frac{Milk PR\%}{100} \right)}{6,38} \right] + \left[\frac{WG \cdot \left[268 - \left(\frac{7,03 \cdot NE_g}{WG} \right) \right]}{6,25} \right] \quad \text{cfr eq. 10.33 - IPCC, 2006 [kgN capo}^{-1} \text{ giorno}^{-1}]$$

Milk PR%: percentuale di proteine nel latte, che può essere calcolata come $[1,9 + 0,4 \cdot \%Fat]$

Si suggerisce in mancanza di uno o più dati, di adottare le ipotesi assunte da ISPRA per la stima del fattore di emissione medio nazionale con approccio di *Tier 2* (ISPRA, 2014) riportate nella tabella che segue:

Bestiame	N_{ex} Kg N escreto capo ⁻¹ anno ⁻¹	N_{ex} Kg N escreto capo ⁻¹ anno ⁻¹	Totale N_{ex} [Kg N escreto capo ⁻¹ anno ⁻¹]	Kg N escreto ⁻¹ capo anno ⁻¹ sotto forma di ¹⁰	
	Ricoveri	Pascolo		Liquame	Letame
Vacche da latte	110,2	5,8	116,0	44	66,2

Tabella 5-14: Rielaborazione tabella relativa ai fattori di escrezione di azoto al pascolo e al ricovero per capo anno (ISPRA, 2014)

Si riportano di seguito i fattori di emissione di N_2O per la gestione delle deiezioni dei sistemi maggiormente utilizzati sul territorio nazionale per la gestione delle deiezioni bovine.

Sistema	Descrizione	EF_3 [kg N- N_2O /kg N escreto]
Prato/paddock	Le deiezioni deposte dagli animali al pascolo rimangono così come sono e non sono gestite.	0,02
Spandimento giornaliero	Lo stoccaggio o il trattamento delle deiezioni prima dell'applicazione su suolo agricolo sono minimi o nulli.	0,00
Stoccaggio del solido	Le deiezioni sono stoccate in cumulo per mesi prima di essere impiegate.	0,02
Dry lot	Gli animali possono essere tenuti su aree non pavimentate (climi caldi), dove le deiezioni sono lasciate essiccare fino alla periodica rimozione e possibile applicazione in campo.	0,02
Lagune anaerobiche	Progettate in funzione dei tempi di stoccaggio (fino a più di un anno) che dipendono: dalla regione climatica, dai solidi volatili e da altri fattori operativi. L'acqua della laguna può essere utilizzata per irrigare e fertilizzare i campi.	0,001
Fossa di stoccaggio sotto le pavimentazioni	Stoccaggio combinato di feci e urine al di sotto dei ricoveri degli animali.	0,001
Digestore anaerobico	Le deiezioni in forma di liquame sono digerite in forma anaerobica. Il metano prodotto è di norma utilizzato per fini energetici.	0,001
Deiezioni utilizzate come combustibile o rifiuto	Le deiezioni essiccate al sole utilizzate come combustibile. L'azoto contenuto nelle urine rilasciato al pascolo o in paddock.	0,007 0,02

Tabella 5-15: Rielaborazione tabella relativa ai fattori di emissione di N_2O per la gestione delle deiezioni (Cóndor et al., 2008)

¹⁰ Dati da utilizzare qualora non si conoscesse la ripartizione tra liquame e letame

Per uniformità nella valutazione delle prestazioni ambientali si propone di utilizzare i valori di default sopra riportati, segnalando però che un'analisi mirata sulle emissioni relative al sistema di stoccaggio adottato potrebbe evidenziare l'opportunità di adottare possibili interventi di riduzione. Per esempio le dimensioni della fossa di raccolta dei liquami e il sistema di areazione forzata o naturale sono sicuramente dei fattori che possono influenzare i quantitativi di emissione, diretti e indiretti, di protossido di azoto, così come lo stoccaggio del letame su platea o accumulo in campo.

b. Emissioni indirette di protossido di azoto:

Le emissioni di N_2O derivanti dalla gestione delle deiezioni dipendono dal contenuto di azoto e di carbonio degli effluenti, dalle modalità di stoccaggio e dalla sua durata, dal tipo di trattamento che precede lo stoccaggio (es. separazione). Perché ci sia produzione ed emissione di N_2O dagli effluenti, l'ambiente deve essere anaerobico e devono essere presenti contemporaneamente sia i nitriti (NO_2) che i nitrati (NO_3), i quali si formano però solo se le deiezioni sono state esposte all'ossigeno. Per questo motivo le emissioni sono maggiori nel caso di effluenti solidi, nei quali coesistono zone aerobiche e zone anaerobiche (Fonte: CRPA). Le emissioni indirette di protossido di azoto sono dovute alla volatilizzazione e alla lisciviazione. Nelle pagine seguenti si riporta il metodo proposto per la valutazione di questa fonte emissiva:

Emissioni per volatilizzazione

$$N_2O_{volatilizzato} = (N_{volatilizzato} \cdot EF_v) \cdot \frac{44}{28} \quad \text{Eq. [5.21]}$$

dove:

- $N_2O_{volatilizzato}$ emissioni indirette di N_2O per volatilizzazione, kg N_2O capo⁻¹ anno⁻¹
- EF_v : fattore di emissione dell'azoto volatilizzato sotto forma di N_2O , kg N_2O-N kg⁻¹ $N_{volatilizzato}$
- $N_{volatilizzato}$ quantità di azoto persa per volatilizzazione sotto forma di NH_3 e NO_x , kgN anno⁻¹:

$$N_{volatilizzato} = \sum_s \left[\sum \left[(N_{ex} \cdot MS_{(s)}) \cdot \left(\frac{Frac_{GasMS}}{100} \right)_s \right] \right] \quad \text{Eq. [5.22]}$$

dove:

- N_{ex} : escrezione annuale di N per capo in $\text{kg N capo}^{-1} \text{ anno}^{-1}$
- $MS_{(S)}$: quota dell'N totale escreto, gestito usando il sistema di gestione dei reflui S
- $Frac_{GasMS}$: frazione di azoto volatilizzato sotto forma di NH_3 e NO_x per il sistema di gestione dei reflui S

Bestiame	Sistema di gestione	$Frac_{GasMS}$	EF_v [$\text{kg N}_2\text{O-N kg}^{-1} \text{ N}_{volatilizzato}$]
Vacche da latte	Liquami	40%	0,010
	Stoccaggio allo stato solido	30%	
	Fossa di stoccaggio sotto le pavimentazioni	28%	
	Prato-paddock	20%	

Tabella 5-16: Rielaborazione tabella relativa ai valori di default di $Frac_{GasMS}$ e EF_v (IPCC, 2006- *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*)

Emissioni per lisciviazione

$$N_2O_{L(mm)} = (N_{leaching-MMS} \cdot EF_5) \cdot \frac{44}{28} \quad \text{Eq. [5.23]}$$

dove:

- $N_2O_{L(mm)}$: emissioni indirette di N_2O dovute alla lisciviazione e al ruscellamento dalla gestione delle deiezioni, $\text{kg N}_2\text{O capo}^{-1} \text{ anno}^{-1}$
- EF_5 : fattore di emissione legato alla lisciviazione e al ruscellamento dalla gestione delle deiezioni, $\text{kg N}_2\text{O-N kg}^{-1} \text{ N}_{leached and runoff}$
- $N_{leaching-MMS}$ ammontare di azoto lisciviato dal sistema di gestione della deiezioni, calcolato in base all'equazione:

$$N_{leaching-MMS} = \sum_S \left[\sum \left[(N_{ex} \cdot MS_{(S)}) \cdot \left(\frac{Frac_{leachMS}}{100} \right)_S \right] \right] \quad \text{Eq. [5.24]}$$

dove:

- N_{ex} : escrezione annuale di N per capo in $\text{kg N capo}^{-1} \text{ anno}^{-1}$
- $MS_{(S)}$: quota dell'N totale escreto, gestito usando il sistema di gestione dei reflui S
- $Frac_{leachMS}$: percentuale di perdite di azoto a causa di ruscellamento e

lisciviazione durante lo stoccaggio di letame e liquame nella gestione delle deiezioni (per gestione delle deiezioni in pascolo/prateria/paddock si riporta il valore indicato in Tabella 5-17)

Bestiame	Frac _{leachMS}	EF ₅
		[kg N ₂ O-N kg ⁻¹ N _{leached and runoff}]
Vacche da latte	30%	0,0075

Tabella 5-17: Rielaborazione tabella relativa ai valori di default di Frac_{leachMS} e EF₅ (IPCC, 2006- *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*)

5.4.2.3 Processi a valle

La valutazione dei processi di valle dovrebbe includere:

- Il trasporto del latte crudo alle centrali del latte;
- L'energia consumata relativa all'uso di mezzi di trasporto refrigerati.

5.4.3 Regole sulla qualità dei dati

In base ai requisiti in materia di qualità dei dati indicata al 4.1.4, se non sono disponibili dati primari, si dovrebbero utilizzare dati secondari. Anche se lo standard ISO/TS 14067 non indica una soglia minima da rispettare in termini di qualità dei dati, nel caso delle presenti RCP si dovrebbe rispettare quanto indicato dall'International EPD System, cioè è possibile utilizzare dati secondari a patto che l'impatto ambientale non sia superiore al 10% dell'impatto totale del sistema prodotto.

5.4.4 Analisi di incertezza

Per la valutazione di questo aspetto riferirsi al paragrafo 4.1.5

5.4.5 Regole di *cut-off*

In base a quanto riportato nel paragrafo 4.1.6, i flussi di materia o energia che contribuiscono a produrre meno dell'uno per cento delle emissioni totali, considerando l'intero ciclo di vita del prodotto, possono essere escluse per praticità dell'analisi, a condizione che venga soddisfatta la soglia del 95% di flussi di materia ed energia presi in considerazione.

5.4.6 Multifunzionalità di processi e prodotti

In base alla UNI EN ISO 14040-44 e UNI CEN ISO/TS 14067 l'allocazione tra co-prodotti dovrebbe essere evitata, tramite:

- a. Suddivisione del processo produttivo in questione in sub-processi;
- oppure
- b. Tramite espansione del sistema.

Quando non è possibile evitare l'allocazione si ricorre a regole basate su principi fisici. Solo in ultima analisi, si può ricorrere a regole basate sui principi economici, opportunamente valutate tramite analisi di sensitività.

Emissioni dei rifiuti inviati a riuso, riciclo, recupero energetico, smaltimento

Per valutare le emissioni dei rifiuti inviati a riuso, riciclo, recupero energetico, smaltimento si applicano le regole indicate nel paragrafo 4.1.7.2..

5.4.6.1 Processi a monte

Produzione delle razioni alimentari: nel caso in cui l'azienda agricola raccolga e venda come co-prodotti i residui agricoli (che non vanno a recupero energetico, es. paglie e altri prodotti comparabili), può essere effettuata un'allocazione basata sul principio economico, perché:

- a. la suddivisione in sub-processi del sistema non è applicabile;
- b. può essere difficile applicare l'espansione del sistema;
- c. è complesso trovare una relazione fisica che rifletta la relazione tra i flussi in ingresso ed in uscita.

Il prezzo medio di vendita dei co-prodotti, da utilizzare, dovrebbe essere valutato nei 5 anni precedenti per minimizzare le oscillazioni economiche.

Fonte dei dati per i prezzi di vendita relativi alle razioni alimentari

Eventuali dati relativi ai prezzi medi dei prodotti agricoli possono essere ricavati dai dati pubblicati da ISEMA-Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare

<http://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/1>

5.4.6.2 Processo principale

Produzione di latte, carne ed altri co-prodotti (quali vitelli, ossa, ecc.): per la valutazione di questo aspetto si propone di utilizzare la regola di allocazione proposta dal *Bulletin of the IDF 445/2010* tra latte e peso vivo di tutti gli animali venduti (vitelli e capi abbattuti a fine carriera).

$$FA = 1 - 5,7717 \cdot R \quad \text{Eq. [5.25]}$$

Dove:

- FA è il fattore di allocazione per il latte crudo;
- $R = M_{carne} / M_{latte\ crudo}$;
- M_{carne} è la somma del peso vivo di tutti gli animali venduti nell'anno di riferimento includendo, anche i vitelli e i capi abbattuti a fine carriera;
- $M_{latte\ crudo}$ è la somma di latte crudo venduto nell'anno di riferimento corretto in base all'equazione 5.3.

Come valore di default per R si può assumere 0,025. In questo modo si attribuisce l'85,6% dell'impatto al latte e il 14,4% agli altri co-prodotti.

Esportazione delle deiezioni animali fuori dai confini dell'azienda agricola o in un altro sistema prodotto

In base alla direttiva nitrati¹¹ (Direttiva 91/676CEE recepita con Decreto Legislativo n.152 del 2006 e successivo Decreto Ministeriale del 7 aprile del 2006), le deiezioni prima di poter essere vendute devono essere stoccate per un lungo periodo di tempo (Il letame almeno: 90 giorni su platea impermeabilizzata e possibile accumulo temporaneo su suolo agricolo per un periodo non superiore a tre mesi solo dopo lo stoccaggio minimo precedente di 90 giorni. Il liquame almeno: 120giorni per l'Italia centro settentrionale e 90 giorni per l'Italia meridionale); la direttiva impone inoltre il limite di 170 kg di azoto per ettaro all'anno proveniente dagli effluenti di allevamento, salvo deroghe.

Nelle regioni ad allevamento intensivo e con elevate eccedenze di nutrienti, i reflui zootecnici vengono trasformati dagli agricoltori. Le tecniche di trasformazione vanno dalla semplice

¹¹ Lo stoccaggio e l'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, delle acque reflue, dei concimi azotati e degli ammendanti organici è soggetto a specifica regolamentazione volta a salvaguardare le acque sotterranee e superficiali dall'inquinamento causato, in primo luogo, dai nitrati.

separazione solido-liquido a tecniche quali l'essiccazione, il compostaggio o l'incenerimento di frazioni solide, la filtrazione su membrana o il trattamento biologico tramite digestori anaerobici per la produzione di energia.

Qualora le deiezioni animali dovessero essere vendute come fertilizzante organico si può valutare il beneficio ambientale tramite espansione del sistema, in base alla valutazione del contenuto di N, P e K nel fertilizzante chimico. Si riportano nelle tabelle sottostanti le caratteristiche delle deiezioni bovine:

Categorie animali	Peso vivo [kg]	Deiezioni [litri/giorno]
Vitelli 0-3 mesi	70,0	4,4
Vitelli 3-6 mesi	140,0	8,6
Manzette 6-12 mesi	230,0	20,0
Manze 12-24 mesi	390,0	34,0
Vitelloni 12 mesi	400,0	23,0
Vacche da latte	600,0	50,0

Tabella 5-18: Rielaborazione tabella relativa alla quantità di deiezioni (feci + urine) prodotte dai bovini (ASAE, 1999)

Caratteristiche	Unità di misura	Allevamento da riproduzione
Rapporto feci/urine in peso	-	22,4
Densità	kg/m ³	1.010,0

Tabella 5-19: Rielaborazione tabella relativa alle caratteristiche delle deiezioni bovine (ENAMA, 2011)

Tipologia di stabulazione	Peso vivo	Liquame	Letame o materiale palabile	
Unità di misura	kg capo ⁻¹	m ³ t ⁻¹ p.v. anno ⁻¹	t t ⁻¹ p.v. anno ⁻¹	m ³ t ⁻¹ p.v. anno ⁻¹
Stabulazione fissa con lettiera	500-600	9,0	26,0	34,8
Stabulazione fissa senza lettiera	500-600	33,0	-	-
Stabulazione libera su cuccetta senza paglia	500-600	33,0	-	-
Stabulazione libera con cuccette con paglia groppa a groppa	500-600	20,0	15,0	19,0

Stabulazione libera con cuccette con paglia testa a testa	<i>500-600</i>	<i>13,0</i>	<i>22,0</i>	<i>26,3</i>
Stabulazione libera su lettiera permanente	<i>500-600</i>	<i>14,6</i>	<i>22,0</i>	<i>45,0</i>
Stabulazione libera con lettiera a scarico continuo su lettiera inclinata	<i>500-600</i>	<i>9,0</i>	<i>26,0</i>	<i>37,1</i>

Tabella 5-20: Rielaborazione tabella relativa alla produzione di effluenti zootecnici da allevamento di bovini (CRPV, 2001)

Parametri [%]	Letame [%]	Liquame [%]
Sostanza Secca	<i>20,0-30,0</i>	<i>10,0-16,0</i>
Azoto totale¹²	<i>3,0-7,0</i>	<i>4,0-6,5</i>
Fosforo	<i>0,5-2,0</i>	<i>1,0-1,5</i>
Potassio	<i>3,5-8,5</i>	<i>1,0-3,0</i>

Tabella 5-21: Rielaborazione tabella relativa alle caratteristiche qualitative degli effluenti zootecnici per i bovini in termini di peso (Regione Emilia Romagna, 1993).

Generazione di energia

La generazione di energia può avvenire direttamente all'interno delle aziende agricole (es. impianto fotovoltaico).

Nel caso in cui si metta in atto il recupero energetico di sostanza organica appartenente al sistema prodotto di analisi (es. deiezioni animali) l'allocazione fra il prodotto "latte crudo bovino" e il coprodotto "deiezioni animali" dovrebbe essere evitata attraverso l'espansione del sistema (modellizzando, cioè, l'energia recuperabile dalla sostanza organica e definendo un opportuno scenario di sostituzione; es. mix energetico nazionale nel caso dell'elettricità, gas naturale o gasolio nel caso del recupero termico, ecc.). Nel caso in cui durante il campionamento delle aziende agricole non fosse possibile reperire le informazioni necessarie per costruire uno scenario di sostituzione energetica verosimile e applicare l'espansione del sistema, nessun impatto legato al latte crudo bovino dovrebbe essere allocato alle deiezioni animali, anche nel caso in cui l'azienda agricola venda le deiezioni ad un impianto esterno che si occupa del recupero energetico.

¹² Azoto totale: somma dell'azoto ammoniacale, nitrico, nitroso e organico.

5.5 Regola di Categoria di Prodotto per la valutazione dell'impronta climatica del latte liquido trattato

La presente Regola di Categoria di Prodotto fornisce indicazioni per la valutazione dell'impronta climatica del latte liquido trattato di origine bovina.

Produzione latte liquido trattato

Il latte crudo in arrivo presso gli stabilimenti di trasformazione o centrali del latte prima di essere scaricato subisce un primo controllo di accettazione volto a verificare la sua idoneità alla lavorazione. Successivamente il latte viene pesato, controllato e scaricato in apposite cisterne. Segue il processo di chiarificazione, in cui il latte viene centrifugato per rimuovere il particolato e raffreddato a temperatura di 4°C tramite scambiatori di calore e successivamente immagazzinato in cisterne di stoccaggio refrigerate.

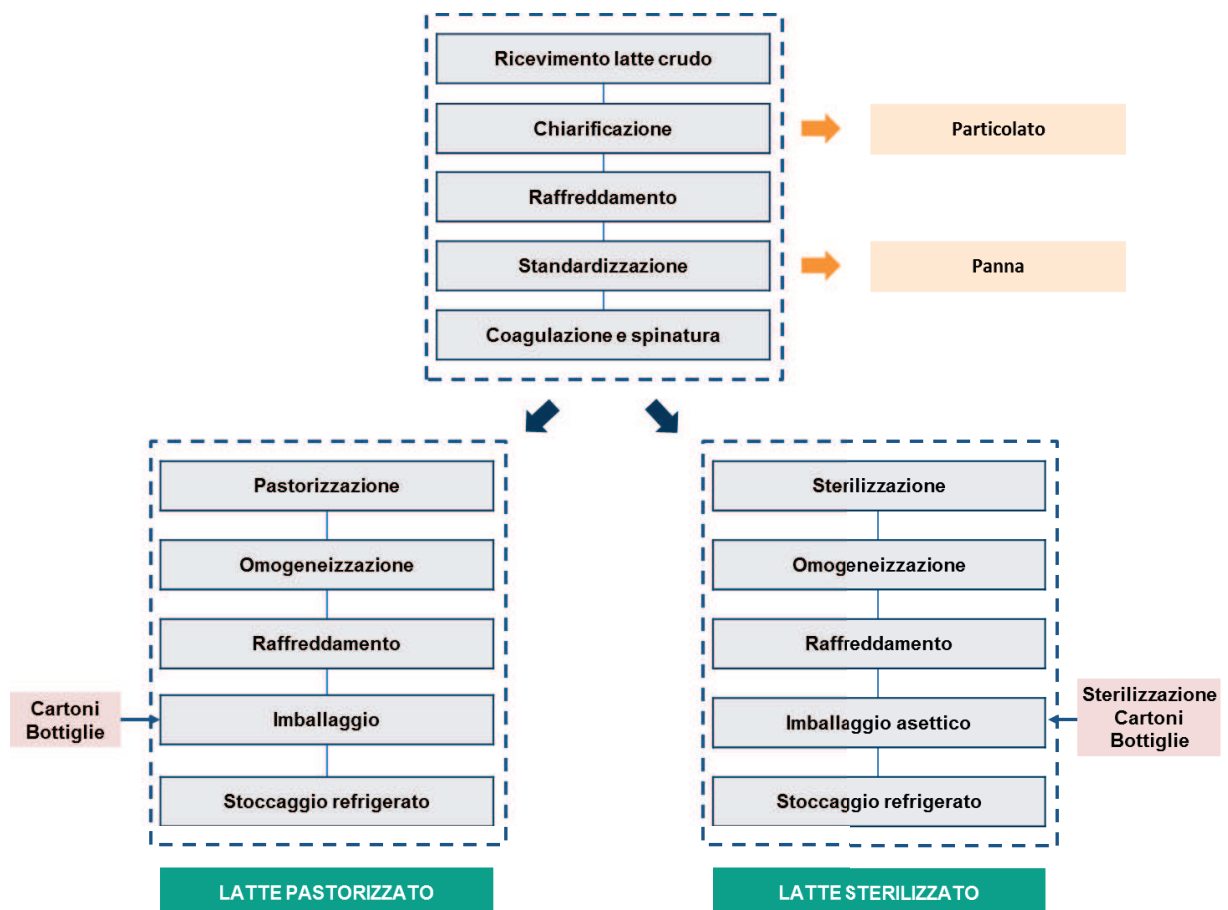


Figura 5-8: Processo produttivo latte pastorizzato e latte sterilizzato

Il processo di standardizzazione ha l'obiettivo è di portare il latte a una concentrazione prefissata di grassi e proteine in funzione del prodotto finale desiderato, utilizzando la centrifuga per separare il latte e la panna (*Berkeley National Laboratory, 2011*).

Il processo della pastorizzazione è solitamente il passo successivo in molti dei processi caseari ma può essere sostituito con la sterilizzazione o altri tipi di trattamento termico, in funzione del prodotto specifico. La pastorizzazione ha l'obiettivo di risanare il latte da un punto di vista microbiologico, eliminando microrganismi patogeni (lieviti o funghi) e la maggioranza dei microbi che possono deteriorare il latte. La pastorizzazione non uccide però le spore o altri microrganismi termofili, determinando un basso valore di *shelf life* e l'obbligatorietà della refrigerazione. Una variazione molto diffusa del latte pastorizzato è il latte microfiltrato ottenuto tramite un procedimento meccanico di microfiltrazione, attraverso membrane molto sottili, a maglie di 1-2,5 microns, effettuata prima della pastorizzazione. Tale processo consente di eliminare un maggior numero di microrganismi aumentando il tempo di *shelf life*. La sterilizzazione al contrario attua un trattamento termico più marcato, che uccide anche i microrganismi termofili e le spore, fornendo al latte una maggiore durabilità senza refrigerazione, ma alterandone il sapore.

Quasi tutti i prodotti lattiero caseari sono sottoposti al processo di omogeneizzazione. Il latte è composto da un componente idrosolubile e da un componente liposolubile che si separano se non omogenizzati (il fenomeno chiamato "scrematura"). Lo scopo dell'omogeneizzazione è quello di rompere i globuli di grasso in dimensioni più piccole e disperderli nella componente idrosolubile, in modo da impedire la coalescenza e la formazione dello strato separato. Dopo il processo di omogeneizzazione il latte viene raffreddato nel più breve tempo possibile e successivamente stoccato. Il processo di trattamento termico e confezionamento è normalmente affiancato da processi di lavaggio delle attrezzature interessate (autocisterne, tubazioni, ecc.) tramite un'azione detergente e una disinfettante. L'azione detergente utilizza soda che elimina eventuali batteri/microrganismi sensibili ad un ambiente basico mentre l'azione disinfettante utilizza cloro e derivati (ipoclorito o acido peracetico) che eliminano batteri, funghi e virus. Le acque utilizzate vengono poi inviate all'impianto di trattamento. Il latte, sulla base del trattamento termico subito, può essere classificato in:

Pastorizzato: latte fresco pastorizzato AQ¹³, latte fresco pastorizzato¹⁴, latte pastorizzato microfiltrato, latte pastorizzato, latte pastorizzato a temperatura elevata e ESL (*Extended Shelf Life*).

Sterilizzato: latte sterilizzato a lunga conservazione e latte UHT (*Ultra Hight Temperature*) a lunga conservazione.

Esiste poi un'altra classificazione in base al contenuto di grassi: intero, parzialmente scremato e scremato.

5.5.1 Unità funzionale e flusso di riferimento

Unità funzionale

L'unità funzionale, in base a quanto riportato nei paragrafi 5.2-5.3, è 1 chilogrammo di latte trattato con contenuto x% di grassi e y% di proteine e relativo imballaggio distribuito al consumatore finale (l'imballaggio non è incluso nel chilogrammo di latte liquido trattato):

- “Cosa”: latte liquido trattato, pastorizzato o sterilizzato, convenzionale o biologico.
- “Quanto”: 1 chilogrammo di latte trattato e relativo imballaggio;
- “Quale livello di qualità”: con x% di grassi e y% di proteine in massa. Conservato in frigo domestico ad una temperatura di 4°C¹⁵;
- “Per quanto tempo”: *shelf life* del prodotto oggetto di analisi;
- Il codice CPA: C 10.51.11

Classificazione del latte in base al trattamento termico	Shelf life
Latte fresco pastorizzato di alta qualità	6 giorni
Latte fresco pastorizzato	6 giorni
Latte pastorizzato microfiltrato	10 giorni
Latte pastorizzato	6 giorni

¹³ Il latte “alta qualità” è superiore dal punto di vista nutrizionale ma dal punto di vista organolettico è uguale al latte fresco.

¹⁴ Il latte fresco pastorizzato si differenzia dal latte pastorizzato in quanto ha l'obbligo del conferimento del crudo entro 48 ore, (introdotto in Italia con la legge n. 169/89).

¹⁵ La conservazione in frigo non è da considerarsi per il latte UHT a lunga conservazione e sterilizzato in quanto possono essere conservati a temperatura ambiente, se non aperti prima del consumo.

Latte pastorizzato a temperatura elevata e EST	25 giorni
Latte sterilizzato a lunga conservazione	180 giorni ¹⁶
Latte UHT a lunga conservazione	90 giorni ¹⁷

Tabella 5-22: Rielaborazione tabella CLAL relativa alla classificazione del latte in base alla tipologia di trattamento termico e allo *shelf life*

Flusso di riferimento

Un chilogrammo di latte liquido trattato con x% di grassi e y% di proteine.

5.5.2 Confini del Sistema

I confini del sistema, ovvero i processi unitari che fanno parte del sistema prodotto, sono ripartiti in base alla suddivisione del ciclo di vita in, processi a monte, processo principale e processi a valle, come indicato nella figura sottostante. Il calcolo dei consumi energetici dei centri di distribuzione e dei punti vendita al dettaglio è opzionale.

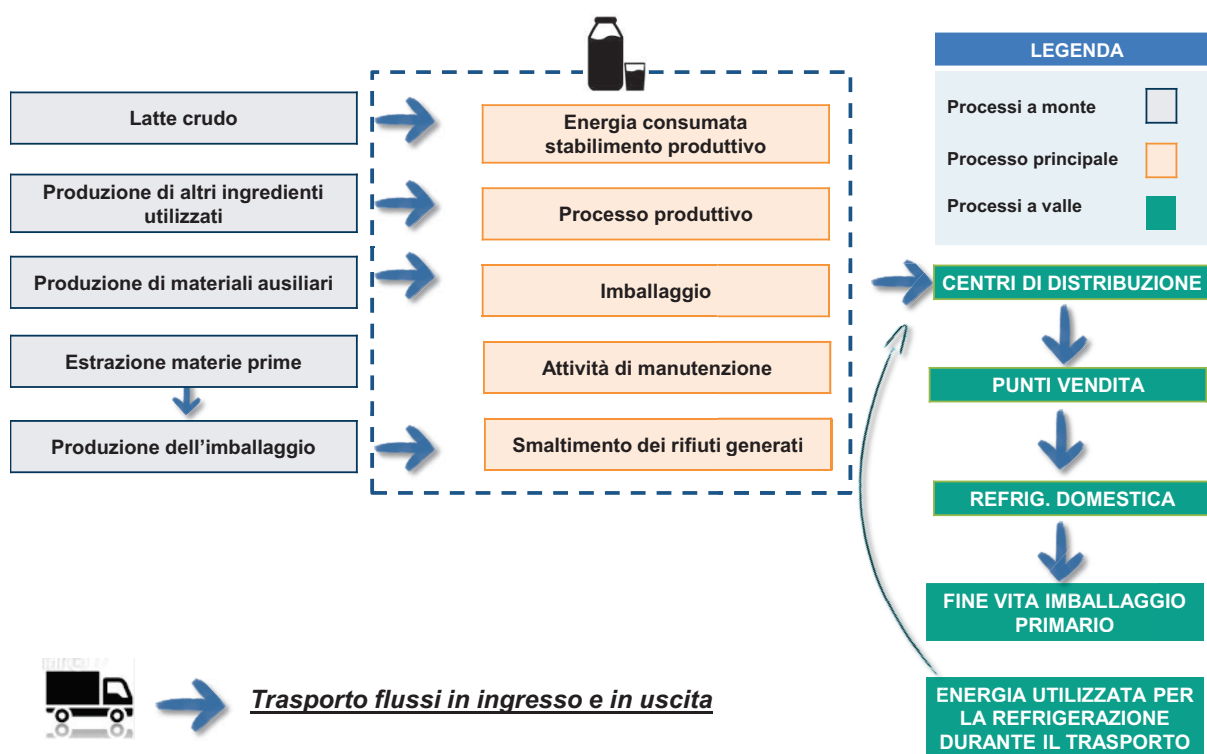


Figura 5-9: Confini del sistema latte liquido trattato

¹⁶ La scadenza è stabilita dal singolo produttore. In Tabella 5-25 viene riportato un valore indicativo.

¹⁷ Vedi nota precedente.

5.5.2.1 Processi a monte

I processi a monte dovrebbero includere i seguenti flussi in ingresso di materie prime ed energia necessari per la produzione di latte trattato:

- a. La produzione di latte crudo bovino come descritta nella RCP latte crudo bovino;
- b. La produzione di altri ingredienti utilizzati;
- c. La produzione di materiali ausiliari come: detergenti, prodotti chimici, oli lubrificanti delle macchine di produzione nel rispetto delle regole di *cut off* riportate al paragrafo 4.1.6;
- d. La produzione dell'imballaggio utilizzato per il prodotto. Per la conformità con la presente RCP valutare le emissioni relative alla produzione dell'imballaggio primario tramite dati primari raccolti in situ.

5.5.2.2 Processo principale

Il processo principale dovrebbe includere:

- a. L'energia consumata negli stabilimenti produttivi (es. energia elettrica, consumo di gas naturale utilizzato per i trattamenti termici, gasolio, acqua sia in ingresso sia in depurazione);
- b. Le emissioni legate ai processi produttivi, includendo le perdite di gas refrigerante nello stabilimento produttivo nel rispetto delle regole di *cut off* riportate al paragrafo 4.1.6;
- c. Il trasporto del latte crudo bovino, di materiali ausiliari e di imballaggi allo stabilimento produttivo;
- d. Lo smaltimento rifiuti generati;
- e. La manutenzione, eseguita con frequenza inferiore ai tre anni, di edifici, apparecchiature necessarie per la produzione e altri beni capitali.

Se nella filiera sono coinvolti diversi impianti produttivi, l'impronta climatica va calcolata in base a un impianto medio virtuale, definito tramite la media pesata della produzione in massa dei singoli stabilimenti, ovvero:

$$EF_{medio} = \frac{\sum_i M_i \cdot EF_i}{\sum_i M_i} \quad \text{Eq. [5.26]}$$

dove:

- EF_{medio} : impronta climatica della fase relativa all'impianto medio virtuale;
- M_i : kg di prodotto oggetto di analisi generati nell'anno di riferimento dallo stabilimento i ;
- F_i : impronta climatica della fase relativa allo stabilimento i .

Inoltre i dati primari raccolti in situ dovrebbero coprire almeno il 90% della produzione, nell'anno di riferimento dell'analisi.

5.5.2.3 Processi a valle

La valutazione dei processi di valle dovrebbe includere:

- a. Il trasporto del latte trattato alle piattaforme di distribuzione;
- b. Il trasporto del prodotto presso i punti vendita al dettaglio;
- c. L'energia consumata relativa all'uso di mezzi di trasporto refrigerati (in caso di prodotti pastorizzati);
- d. La refrigerazione domestica del prodotto (in caso di prodotti pastorizzati);
- e. Il trasporto e le emissioni presso i centri di smaltimento/trattamento dell'imballaggio primario. Per la valutazione delle emissioni relative al fine vita dell'imballaggio primario si dovrebbe utilizzare uno scenario rappresentativo dell'area geografica di distribuzione del prodotto¹⁸.

5.5.2.3.1 Scenari di riferimento

a. Distribuzione del prodotto presso i punti vendita al dettaglio

In caso di mancanza dei dati, la fase di distribuzione del prodotto finito può essere modellizzata tramite percentuali relative ai volumi di vendita suddivise per regione di conferimento, considerando per ogni regione la distanza tra le piattaforme di distribuzione e il capoluogo regionale.

¹⁸ Nel caso di distribuzione in Italia si consiglia la consultazione dei rapporti sui rifiuti urbani redatti da ISPRA negli anni, mentre per scenari europei le statistiche pubblicate sul sito web Eurostat della Commissione Europea: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

Assorbimenti energetici refrigerazione domestica

Per determinare gli assorbimenti energetici per la conservazione domestica in frigorifero, si utilizzano le seguenti ipotesi tratte dalla PCR *UN CPC 221 Processed Liquid Milk and Cream* PCR e dalla UN CPC 2223, 2224 & 2225 *Yoghurt, butter and cheese* dell'International EPD System:

- Consumo annuale di energia di un frigorifero (Classe A): 300 kWh (Direttiva 2010/30/EU);
- Massa media dei prodotti conservati in frigo: 10kg.

$$\text{Consumo di energia elettrica} \left[\frac{kWh}{gg \cdot kg} \right] = \frac{300}{365 \cdot 10} = 0,082 \left[\frac{kWh}{gg \cdot kg} \right] \quad \text{Eq. [5.27]}$$

Si propone di stimare, per i prodotti pastorizzati, i giorni di permanenza in frigorifero domestico pari a circa la metà dello *shelf-life* relativo, ipotizzando una permanenza presso i centri di stoccaggio e i punti vendita al dettaglio pari alla metà della stessa prima di raggiungere l'abitazione del consumatore finale. Mentre per i prodotti sterilizzati, i quali possono essere conservati a temperatura ambiente prima dell'apertura, si consiglia di non valutare tale assorbimento energetico.

Nella tabella sottostante si riporta lo scenario di riferimento:

Classificazione del latte in base al trattamento termico	Shelf life	Stima della permanenza nel frigorifero domestico
Latte fresco pastorizzato di alta qualità	6 giorni	3 giorni
Latte fresco pastorizzato	6 giorni	3 giorni
Latte pastorizzato microfiltrato	10 giorni	5 giorni
Latte pastorizzato	6 giorni	3 giorni
Latte pastorizzato a temperatura elevata e ESL	25 giorni	13 giorni
Latte sterilizzato a lunga conservazione	180 giorni ¹⁹	
Latte UHT a lunga conservazione	90 giorni ²⁰	

Tabella 5-23: Rielaborazione tabella relativa allo scenario di riferimento per la conservazione domestica refrigerata (CLAL)

¹⁹ La scadenza è stabilita dal singolo produttore. In Tabella 5-26 viene riportato un valore indicativo.

²⁰ Vedi nota precedente.

5.5.3 Regole sulla qualità dei dati

In base ai requisiti in materia di qualità dei dati al paragrafo 4.1.4 se non sono disponibili dati primari, si dovrebbero utilizzare dati secondari. Anche se lo standard ISO/TS 14067 non indica una soglia minima da rispettare in termini di qualità dei dati, nel caso delle presenti RCP si dovrebbe rispettare quanto indicato dall'International EPD System, cioè è possibile utilizzare dati secondari a patto che l'impatto ambientale non sia superiore al 10% dell'impatto totale del sistema prodotto.

5.5.4 Analisi di incertezza

Per la valutazione di questo aspetto riferirsi al paragrafo 4.1.5

5.5.5 Regole di *cut off*

In base a quanto riportato nel paragrafo 4.1.6, i flussi di materia o energia che contribuiscono a produrre meno dell'uno per cento delle emissioni totali possono essere escluse per praticità dell'analisi, a condizione che venga soddisfatta la soglia del 95% di flussi di materia ed energia presi in considerazione, considerando l'intero ciclo di vita del prodotto.

5.5.6 Multifunzionalità di processi e prodotti

In base alla UNI EN ISO 14040-44 e UNI CEN ISO/TS 14067 l'allocazione tra co-prodotti dovrebbe essere evitata, tramite:

- a. Suddivisione del processo produttivo in questione in sub-processi; oppure
- b. Espansione del sistema.

Quando non è possibile evitare l'allocazione si ricorre a regole basate su principi fisici. Solo in ultima analisi, si può ricorrere a regole basate sui principi economici, opportunamente valutate tramite analisi di sensitività.

Emissioni dei rifiuti inviati a riuso, riciclo, recupero energetico, smaltimento

Per valutare le emissioni dei rifiuti inviati a riuso, riciclo, recupero energetico, smaltimento si applicano le regole indicate al paragrafo 4.1.7.2..

5.5.6.1 Processo principale

Gli impianti di produzione lattiero-casearia di solito producono più di un prodotto, ad esempio: latte trattato, panna, yogurt o formaggi, ecc.. I dati relativi all'utilizzo delle risorse,

necessari per stimare le emissioni, sono in genere disponibili solamente come dato aggregato per l'intero impianto di produzione. La raccolta dati per ogni linea di produzione all'interno dei vari stabilimenti, richiede la misura disaggregata di molte variabili (es. portate, temperature, assorbimenti elettrici delle singole utenze).

Negli impianti di produzione sono presenti tre possibili scenari (IDF, 2010):

- sono disponibili dati dettagliati relativi al processo ed ai vari co-prodotti di analisi: in questo caso l'energia e i materiali utilizzati, così come le emissioni, possono essere direttamente assegnate;
- sono disponibili solamente dati parziali relativi al processo ed ai vari co-prodotti, mentre sono disponibili dati dettagliati relativi all'intero impianto produttivo: in questo caso si devono assegnare in primis i dati specifici ai prodotti oggetto di analisi, sottrarre i dati assegnati ai dati totali aziendali e poi allocare i restanti in base alla massa della sostanza secca del latte del prodotto finale;
- sono disponibili solamente dati aggregati, relativi all'intero impianto produttivo: in questo caso si forniscono i fattori di allocazione su base fisico-chimica riportati in Tabella 5-24 (Feitz et al., 2007).

	Latte crudo	Trasporto latte crudo	Acqua totale utilizzata	Elettricità	Combustibile per energia termica	Detergenti alcalini	Detergenti acidi	Totale acque di rifiuto
Latte in polvere	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Yogurt	0,16	0,16	0,28	0,86	0,11	0,08	0,01	0,28
Latte trattato	0,14	0,14	0,15	0,14	0,03	0,08	0,01	0,15
Panna	0,47	0,47	0,15	0,14	0,03	0,08	0,01	0,15
Burro	0,88	0,88	0,40	0,36	0,17	0,10	0,50	0,40
Burro chiarificato	1,05	1,05	0,40	0,36	0,05	0,10	0,50	0,40
Formaggio	0,64	0,64	1,40	0,57	0,10	0,70	1,00	1,40
Siero in polvere	1,01	1,01	1,20	1,50	1,30	0,90	2,00	1,20
Latte UHT	0,14	0,14	0,15	0,29	0,06	0,08	0,01	0,15
Concentrato delle proteine del siero (WPC) e lattosio	1,00	1,00	5,82	4,52	2,75	6,26	9,97	5,82

Tabella 5:24: Rielaborazione tabella relativa ai coefficienti di allocazione

L'allocazione si calcola tramite la seguente equazione, sulla base dei coefficienti riportati nella Tabella 5-27:

$$Allocazione_{prodotto_i} = \frac{massa_{prodotto_i} \cdot AF_i}{\sum_{ij} massa_{prodotto_{ij}} \cdot AF_{ij}} \quad \text{Eq. [5.28]}$$

Dove: AF_i è il fattore di allocazione e la “massa prodotto_{ij}” è la massa del prodotto venduto (non la massa della sostanza secca).

Consumo di elettricità e calore generati on-site

Per la valutazione di questo aspetto consultare il paragrafo 4.1.8.1.

5.6 Regola di Categoria di Prodotto per la valutazione dell'impronta climatica di formaggi e latticini di origine bovina – codice CPA C 10.51.4

La presente Regola di Categoria di Prodotto fornisce indicazioni per la valutazione dell'impronta climatica di formaggi e latticini di origine bovina.

Produzione formaggi e latticini

Il latte crudo viene trasportato al caseificio attraverso dei camion cisterna refrigerati. La composizione chimica del formaggio rispecchia quella del latte di partenza, in particolare riguardo al contenuto di grassi e proteine. Prima di cominciare il processo di caseificazione è possibile che il latte ricevuto al caseificio sia sottoposto ad un processo di correzione del contenuto in grassi con procedure come la centrifugazione o l'affioramento.

A seconda del tipo di formaggio che verrà prodotto il latte può subire un processo di:

- Prematurazione: il latte viene lasciato riposare in apposite vasche a temperatura ambiente per favorire lo sviluppo della carica batterica in modo da facilitare il processo fermentativo;
- Pastorizzazione: il latte subisce il trattamento termico di pastorizzazione al fine di eliminare eventuali microrganismi patogeni, utilizzata soprattutto per i formaggi freschi.

Dopo la fase preparatoria il latte viene trasferito in appositi contenitori di diverse tipologie: il classico paiolo o la caldaia di rame semisferica riscaldata a fuoco diretto a legna o a gas; la caldaia tronco-conica adatta per i formaggi a pasta dura; il tino di coagulazione; la pentola in

acciaio inox a forma cilindrica; i macchinari complessi come le polivalenti. Nella quasi totalità dei formaggi vengono aggiunte al latte colture microbiche specifiche che modificano la composizione del latte fornendo enzimi in grado di caratterizzare la maturazione del formaggio. Gli inseminamenti, anche detti innesti, possono essere naturali se i microrganismi sono quelli naturalmente presenti nel latte, o selezionati, se preparati in laboratorio. Dopo l'inoculo di fermenti lattici al latte in caldaia viene aggiunto il caglio. Il caglio, composto da alcuni enzimi fondamentali, ha la capacità di coagulare il latte in un tempo determinato e previsto dal casaro. Il formaggio è prodotto facendo coagulare le proteine e i grassi del latte, ovvero facendoli passare dallo stato liquido di sospensione colloidale a uno stato semisolido, di gel, detto cagliata. La cagliata racchiude all'interno del reticolo caseinico i globuli di grasso e l'acqua, capace di mantenere in soluzione i sali minerali e le vitamine. Affinché la cagliata si trasformi in pasta, che in seguito diventerà formaggio, è necessario metterla in condizione di spurgare l'acqua che contiene. La rottura della cagliata, impiegando attrezzi taglienti come lo spino, la lira, o altri tipici in legno, permette di perdere la quantità di siero necessaria a ottenere formaggi a pasta molle, semidura o dura.

Dopo aver rotto la cagliata in granuli delle dimensioni variabili, da quelle di un mandarino fino a quelle di un chicco di miglio, in funzione del formaggio da produrre, la massa può subire un trattamento termico determinato dalla necessità di spurgare, cioè di far asciugare la pasta ottenuta. Tale trattamento si definisce semicottura se si raggiunge la temperatura di riscaldamento a 45-46°, cottura se si oltrepassa questa temperatura.

Le prime fasi tecnologiche che determinano la tipologia del formaggio desiderato si concludono in caseificio con l'estrazione della pasta, indipendentemente dal fatto che siano formaggi a pasta molle o a pasta dura. I metodi sono tanti, dall'estrazione manuale con secchi a quella con teli, oppure con caduta delle polivalenti che, sopraelevate dal pavimento, consentono la fuoriuscita della pasta, tramite tubazione, direttamente sul tavolo spersore.

La cagliata dopo l'estrazione, viene messa in forma ovvero posta dentro fuscelle in giunco o in plastica, oppure in fascere di legno o di teflon. In queste forme prosegue lo spurgo del siero che può essere facilitato nei formaggi a pasta dura da una fase di pressatura. Segue poi la fase di salagione, che può essere a secco (si sparge più volte il sale grosso sulla superficie esterna delle forme) o per immersione (immergendo le forme in salamoia), e preserva la superficie esterna del formaggio dallo sviluppo di muffe, ne accentua il sapore e contribuisce alla

formazione della crosta.

La maturazione è lo stadio durante il quale ogni formaggio assume specifiche caratteristiche organolettiche (aspetto, colore, consistenza, sapore ed aroma) e durante il quale si completano la trasformazione dei glucidi (lattosio), delle proteine e dei lipidi, per azione di enzimi (microbici e del latte). Queste modifiche sono condizionate dalla quantità di acqua e sale, dal grado di acidità della pasta casearia, dalla temperatura e dall'umidità dell'ambiente, dalla forma e dalle dimensioni del formaggio. Nei formaggi freschi e molli la maturazione dura qualche giorno, per i formaggi a pasta dura e a lunga stagionatura le forme vengono lasciate riposare per un tempo variabile. Questa operazione può durare da qualche giorno a più di due anni, e avviene in celle di stagionatura (casere) a temperatura e umidità costante. La maturazione avviene a temperature di 5-10 gradi per i formaggi a pasta molle, e 15-20 gradi per quelli a pasta cotta. Durante la maturazione avviene la degradazione dei macronutrienti da parte di enzimi del latte e dei batteri naturalmente presenti, o aggiunti volontariamente. Le principali trasformazioni che avvengono durante la maturazione sono:

- La riduzione del contenuto di acqua;

una volta conclusa la fase di spurgo, il contenuto idrico diminuisce lentamente per evaporazione e per osmosi. A seconda del tipo di formaggio, la perdita di acqua va dal 25% al 60% della quota iniziale, ed è maggiore per quelli a lunga stagionatura e a pasta dura.

La formazione della crosta è molto importante per la sua azione protettiva dalle contaminazioni esterne e da un'eccessiva disidratazione. Spesso la crosta è rivestita di olio di lino, cera, paraffina o plastica. Sulla crosta di alcuni formaggi come il brie e il camembert vengono fatte sviluppare muffe, in altri come il taleggio queste si sviluppano naturalmente: in entrambi i casi esse contribuiscono a caratterizzare le qualità organolettiche del prodotto.

- Le trasformazioni dei glucidi;

il lattosio presente nella cagliata viene trasformato dai batteri lattici in acido lattico, alcool etilico e anidride carbonica. Quest'ultima è responsabile dell'occhiatura di alcuni formaggi come l'emmentaler. L'acido lattico viene poi trasformato in composti aromatici o viene trasformato in un sale, il lattato, responsabile delle piccole macchie bianche del formaggio grana.

- La trasformazione delle proteine;

la trasformazione della caseina produce le variazioni più evidenti a carico della pasta, che

diventa più o meno morbida e colorata, e del sapore. L'acido lattico prima e gli enzimi proteolitici poi causano la scissione di parte della caseina in amminoacidi e peptidi, che conferiscono aromi e sapori particolari. Queste scissioni rammolliscono la pasta, dunque sono molto più spinte nei formaggi molli (come la crescenza e il gorgonzola) rispetto a quelli duri.

- La trasformazione dei lipidi;

i lipidi vengono attaccati dagli enzimi dei microorganismi, che sono debolmente attivi ma producono forti modificazioni delle caratteristiche del formaggio poiché liberano sostanze fortemente aromatiche come gli acidi grassi a catena medio-corta tipici del latte.

I formaggi molli sono quelli più interessati dalla trasformazione dei lipidi, in particolare dalle muffe aggiunte nei formaggi erborinati (gorgonzola, roquefort, ecc.), che producono l'irrancidimento chetonico e alcuni composti come i metilchetoni, che conferiscono il particolare sapore piccante a questi formaggi.

Per i formaggi a pasta filata il procedimento è diverso e dopo l'estrazione della cagliata, avviene un procedimento di maturazione sotto siero in cui la pasta viene lasciata acidificare.

La cagliata al giusto grado di maturazione viene posta su tavoli spersori dove avviene lo spurgo di tutto il siero residuo, successivamente viene tagliata a listarelle e riposta in particolari contenitori, ancora oggi prodotti in legno chiamati "mastelli", dove viene aggiunta acqua bollente. Il contatto tra acqua bollente e cagliata provoca la fusione della massa che viene di continuo sollevata e tirata fino ad ottenere un unico corpo omogeneo. Dopo la filatura viene data alla pasta, manualmente o a macchina, la forma finale. In questa fase la mozzarella viene messa in vasche di acqua contenenti una soluzione salina che contribuisce a conferire al prodotto il giusto grado di sapidità.

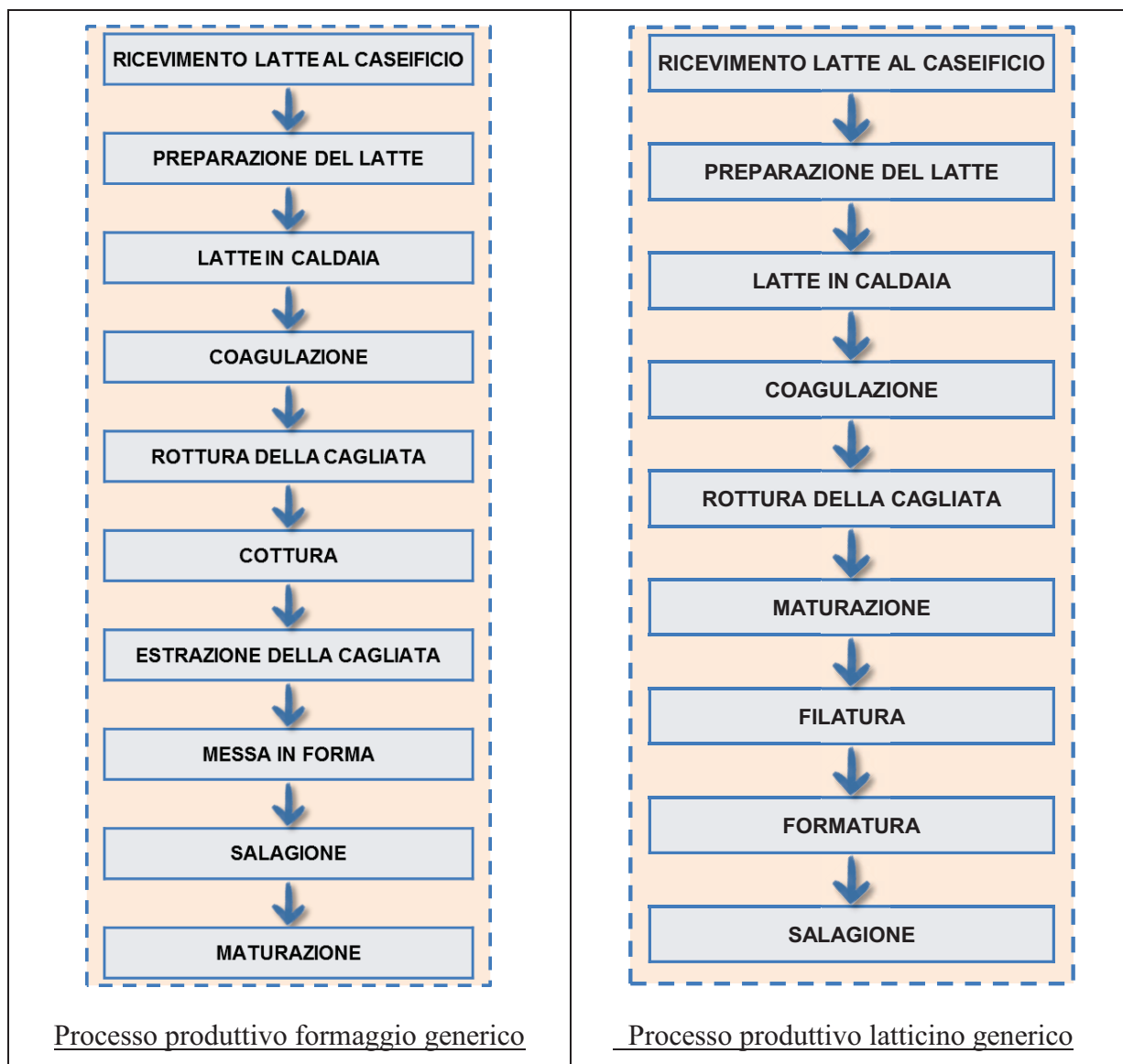


Figura 5-10: Processo produttivo formaggi e latticini

5.6.1 Unità funzionale e flusso di riferimento

Unità funzionale

L'unità funzionale, in base a quanto riportato nei paragrafi 5.2-5.3, è 1 chilogrammo di formaggio o latticino con contenuto $x\%$ di grassi e $y\%$ di proteine e relativo imballaggio distribuito al consumatore finale (l'imballaggio non è incluso nel chilogrammo di formaggio o latticino):

- “Cosa”: formaggio o latticino di origine bovina, convenzionale o biologico;
- “Quanto”: 1 kg di formaggio o latticino di origine bovina e relativo imballaggio;

- “Quale livello di qualità” con x% di grassi e y% di proteine in massa. Conservato in frigo ad una temperatura di 4°C²¹;
- “Per quanto tempo”: *shelf life* del prodotto oggetto di analisi;
- Il codice CPA: C 10.51.4.

Flusso di riferimento

La quantità di latte lavorato di origine bovina per la produzione di 1 chilogrammo di formaggio o latticino con x% di grassi e y% di proteine.

5.6.2 Confini del Sistema

I confini del sistema, ovvero i processi unitari che fanno parte del sistema prodotto, sono ripartiti in base alla suddivisione del ciclo di vita in: processi a monte, processo principale e processi a valle, come indicato nella figura sottostante. I consumi energetici nei centri di distribuzione e nei punti vendita al dettaglio sono ritenuti opzionali.

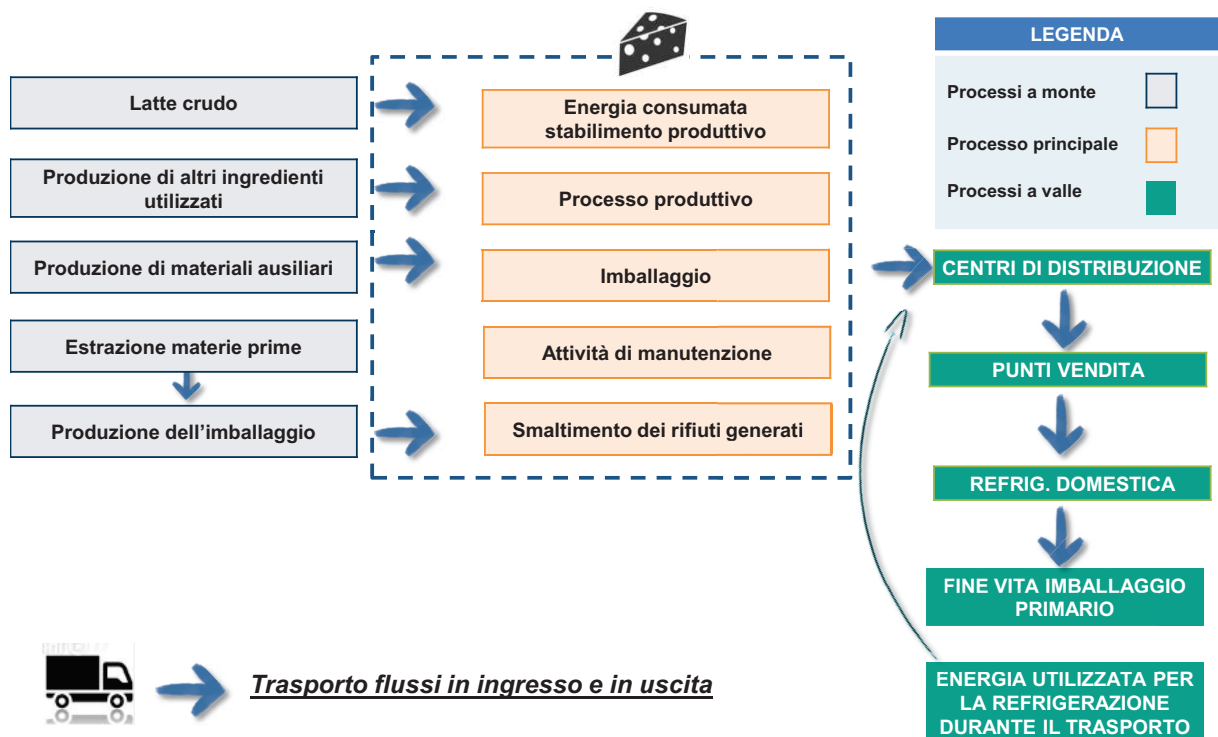


Figura 5-11: Confini del sistema formaggi e latticini

²¹ La conservazione in frigo non deve essere considerata per quei prodotti cui non è richiesta la refrigerazione domestica.

5.6.2.1 Processi a monte

I processi a monte dovrebbero includere i seguenti flussi in ingresso di materie prime ed energia necessari per la produzione di formaggi e latticini di origine bovina:

- a. La produzione di latte crudo bovino in conformità alla RCP latte crudo bovino;
- b. La produzione di altri ingredienti utilizzati come il caglio, il sale e il lisozima;
- c. La produzione di materiali ausiliari come: detergenti, prodotti chimici, oli lubrificanti nel rispetto delle regole di *cut-off* riportare nel paragrafo 4.1.6;
- d. La produzione dell'imballaggio utilizzato per il prodotto.

5.6.2.2 Processo principale

Il processo principale dovrebbe includere:

- a. L'energia consumata negli stabilimenti produttivi (es. energia elettrica, consumo di gas naturale utilizzato per i trattamenti termici, gasolio, acqua sia in ingresso sia in depurazione);
- b. Le emissioni legate ai processi produttivi, includendo le perdite di gas refrigerante nello stabilimento di produzione nel rispetto delle regole di *cut-off* riportate al paragrafo 4.1.6;
- c. Il trasporto del latte crudo bovino, degli ingredienti utilizzati, dei materiali ausiliari e dell'imballaggio;
- d. Lo smaltimento dei rifiuti generati;
- e. La manutenzione, eseguita con frequenza inferiore ai tre anni, di edifici, apparecchiature necessarie per la produzione e altri beni capitali.

Se nella filiera sono coinvolti diversi impianti produttivi, l'impronta climatica va calcolata in base a un impianto medio virtuale, definito tramite la media pesata della produzione in massa dei singoli stabilimenti, ovvero:

$$EF_{medio} = \frac{\sum_i M_i EF_i}{\sum_i M_i} \quad \text{Eq. [5.29]}$$

dove:

- EF_{medio} : impronta climatica della fase relativa all'impianto medio virtuale;
- M_i : kg di prodotto oggetto di analisi generati nell'anno di riferimento dallo

stabilimento i;

- F_i : impronta climatica della fase relativa allo stabilimento i.

Inoltre, i dati primari raccolti in situ dovrebbero coprire almeno il 90% della produzione, nell'anno di riferimento dell'analisi.

5.6.2.3 Processi a valle

La valutazione dei processi di valle dovrebbe includere:

- a. Il trasporto del prodotto presso le piattaforme di distribuzione;
- b. Il trasporto del prodotto presso i punti vendita al dettaglio;
- c. L'energia consumata relativa all'uso di mezzi di trasporto refrigerati (in caso di prodotti pastorizzati).
- d. La refrigerazione domestica del prodotto (in caso di prodotto da conservare in frigo);
- e. Il trasporto e le emissioni presso i centri di smaltimento/trattamento dell'imballaggio primario. Per la valutazione delle emissioni relative al fine vita dell'imballaggio primario si dovrebbe utilizzare uno scenario rappresentativo dell'area geografica di distribuzione del prodotto. Nel caso di distribuzione in Italia si consiglia la consultazione dei vari rapporti sui rifiuti urbani redatti da ISPRA negli anni, mentre per scenari europei consultare le statistiche pubblicate su sul sito web Eurostat della Commissione Europea:

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

5.6.2.3.1 Scenari di riferimento

a. Distribuzione del prodotto presso i punti vendita al dettaglio

In caso di mancanza dei dati, la fase di distribuzione del prodotto finito può essere modellizzata tramite percentuali relative ai volumi di vendita suddivise per regione di conferimento, considerando per ogni regione la distanza tra le piattaforme di distribuzione e il capoluogo regionale, come indicato nel Cap. 4 (paragrafo 4.6.4) del documento principale.

b. Assorbimenti energetici refrigerazione domestica

Per determinare gli assorbimenti energetici per la conservazione domestica in frigorifero, si utilizzano le seguenti ipotesi tratte dalla PCR *UN CPC 221 Processed Liquid Milk and Cream*

e dalla PCR UN CPC 2223, 2224 & 2225 *Yoghurt, butter and cheese* dell'International EPD System:

- Consumo annuale di energia di un frigorifero (Classe A): 300 kWh (Fonte Direttiva 2010/30/EU);
- Massa media dei prodotti conservati in frigo: 10kg

$$\text{Consumo di energia elettrica} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{gg} \cdot \text{kg}} \right] = \frac{300}{365 \cdot 10} = 0,082 \left[\frac{\text{kWh}}{\text{gg} \cdot \text{kg}} \right] \quad \text{Eq. [5.30]}$$

Si propone di stimare, per i vari prodotti, i giorni di permanenza in frigorifero domestico pari a circa la metà dello *shelf-life* relativo, assumendo una permanenza presso i centri di stoccaggio e i punti vendita al dettaglio pari alla metà della stessa prima di raggiungere l'abitazione del consumatore finale. Mentre per i prodotti sterilizzati, i quali possono essere conservati a temperatura ambiente prima dell'apertura, si consiglia di non valutare tale assorbimento energetico.

5.6.3 Regole sulla qualità dei dati

In base ai requisiti in materia di qualità dei dati indicata al paragrafo 4.1.4 del documento principale, se non sono disponibili dati primari, si dovrebbero utilizzare dati secondari. Anche se lo standard ISO/TS 14067 non indica una soglia minima da rispettare in termini di qualità dei dati, nel caso delle presenti RCP si dovrebbe rispettare quanto indicato dall'International EPD System, cioè è possibile utilizzare dati secondari a patto che l'impatto ambientale non sia superiore al 10% dell'impatto totale del sistema prodotto.

5.6.4 Analisi di Incertezza

Per la valutazione di questo aspetto riferirsi al paragrafo 4.1.5

5.6.5 Regole di *cut-off*

In base a quanto riportato nel paragrafo 4.1.6, i flussi di materia o energia che contribuiscono a produrre meno dell'uno per cento delle emissioni totali possono essere escluse per praticità dell'analisi, a condizione che venga soddisfatta la soglia del 95% di flussi di materia ed energia presi in considerazione, considerando l'intero ciclo di vita del prodotto.

5.6.6 Multifunzionalità di processi e prodotti

In base alla UNI EN ISO 14040-44 e UNI CEN ISO/TS 14067 l'allocazione tra co-prodotti

dovrebbe essere evitata, tramite:

- a. Suddivisione del processo produttivo in questione in sub-processi; oppure
- b. Espansione del sistema.

Quando non è possibile evitare l'allocazione si ricorre a regole basate su principi fisici. Solo in ultima analisi, si può ricorrere a regole basate sui principi economici, opportunamente valutate tramite analisi di sensitività.

Emissioni dei rifiuti inviati a riuso, riciclo, recupero energetico, smaltimento

Per valutare le emissioni dei rifiuti inviati a riuso, riciclo, recupero energetico, smaltimento si applicano le regole indicate nel paragrafo 4.1.7.2..

5.6.6.1 Processo principale

Produzione di formaggi e latticini

Gli impianti di produzione lattiero-casearia di solito si producono più prodotti, ad esempio: latte trattato, panna, yogurt o formaggi, ecc.. I dati relativi all'utilizzo delle risorse e quindi le emissioni in genere sono disponibili solo come dato aggregato all'impianto di produzione stesso.

Pertanto si dovrebbe trattare l'argomento in conformità con i tre scenari possibili indicati nella linea guida latte liquido trattato:

- a. Sono disponibili dati dettagliati relativi al processo ed ai vari co-prodotti di analisi: in questo caso l'energia e i materiali utilizzati, così come le emissioni, possono essere direttamente assegnate;
- b. Sono disponibili solamente dati parziali relativi al processo ed ai vari co-prodotti, mentre sono disponibili dati dettagliati relativi all'intero impianto produttivo: in questo caso si devono assegnare in primis i dati specifici ai prodotti oggetto di analisi, sottrarre i dati assegnati ai dati totali aziendali e poi allocare i restanti in base alla massa della sostanza secca del latte nel prodotto finale;
- c. Sono disponibili solamente dati aggregati, relativi all'intero impianto produttivo: in questo caso si utilizzano i fattori di allocazione riportati in Tabella 5-27. Nel caso in cui i prodotti oggetto di analisi non siano riportati in Tabella 5-27 (come allocazione tra formaggi e siero di latte) si propone di effettuare la ripartizione in base al contenuto di

proteine e grassi così come indicato nella PCR – *Yoghurt, butter and cheese dell'International EPD System.*

Consumo di elettricità e calore generati on-site

Per la valutazione di questo aspetto consultare il paragrafo 4.1.8.1 del documento principale.

5.7 Trattamento del carbonio biogenico

I flussi (emissioni e rimozioni) di carbonio biogenico devono essere inclusi nello studio e devono essere documentati separatamente da quelli del carbonio fossile.

i) Emissioni e rimozioni da *short biogenic carbon cycle*

La ISO/TS 14067 adotta l'ipotesi di "CO₂ neutra", per cui il bilancio relativo dell'ammontare del carbonio stoccato nella biomassa e l'equivalente carbonio emesso come CO₂ biogenica al punto della completa ossidazione risulta essere pari a zero. Se però il carbonio è convertito in metano, NMVOC (composti organici volatili non metanici) o altri gas precursori di gas ad effetto serra, l'emissione deve essere calcolata utilizzando il GWP (*Global Warming Potential*) opportuno.

ii) Emissioni e rimozioni da stoccaggio di carbonio nei prodotti

Il calcolo dei crediti relativi allo stoccaggio temporaneo di carbonio nei prodotti (o alle emissioni ritardate) è facoltativo. Se tali crediti sono calcolati devono essere documentati separatamente e non devono comunque rientrare nel risultato della CFP (cioè non possono essere sottratti al risultato).

iii) Emissioni e rimozioni da variazioni di carbonio nel suolo

In conformità alla ISO/TS 14067, le emissioni e le rimozioni da variazioni di carbonio nel suolo dovrebbero essere incluse nel risultato della CFP e, se calcolate, devono essere documentate separatamente. La valutazione deve avvenire in accordo a metodi internazionalmente riconosciuti come le *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.

Il miglioramento delle pratiche agricole e dei pascoli, volto a evitare la perdita di carbonio organico nei suoli agricoli dovuta ad arature eccessive e al sovra-sfruttamento dei pascoli,

costituisce una rilevante opzione di mitigazione delle emissioni di gas serra (IPCC, 2014). Un problema da superare per favorire l'utilizzo su larga scala di queste pratiche conservative, però, è la definizione di metodi affidabili per quantificare il sequestro di carbonio, nonché il problema legato alla permanenza degli assorbimenti di CO₂, in quanto il carbonio accumulato con attività conservativa può essere in seguito rilasciato se si passa ad un'agricoltura con arature profonde (Powlson et al, 2011; Muller et al, 2012; IPCC, 2014). Per questo motivo, se le emissioni e le rimozioni da variazioni di carbonio nel suolo sono stimate e incluse nel risultato della CFP, tutte le scelte e le assunzioni dovranno essere accuratamente giustificate e documentate.

iv) Emissioni e rimozioni da variazioni d'uso del suolo

I cambiamenti diretti di uso del suolo [dLUC – *Direct Land Use Change*] possono comportare emissioni o rimozioni di gas serra dall'atmosfera. In conformità alla ISO/TS 14067, tali emissioni e rimozioni devono essere incluse nel risultato della CFP e devono essere documentate separatamente. La valutazione deve avvenire utilizzando i fattori di emissione più recenti messi a disposizione dall'IPCC (come indicato nella decisione C(2010) 3751 della Commissione), a meno che non siano disponibili dati specifici più accurati. In ogni caso, tutte le scelte e le assunzioni devono essere accuratamente giustificate e documentate.

La ISO/TS 14067 definisce il dLUC come “*change in human use or management of land within the product system being assessed*”. Sono quindi incluse nel campo di applicazione di questa indicazione non solo le attività che prevedono la trasformazione del suolo da un tipo di destinazione ad un altro (afforestazione, riforestazione, deforestazione; cfr. attività ADR all'art. 3.3 del Protocollo di Kyoto), ma anche le attività antropiche di gestione forestale che possono comportare variazioni nello stoccaggio di carbonio atmosferico (cfr. attività aggiuntive all'art. 3.4 del Protocollo di Kyoto; per quanto riguarda le altre attività aggiuntive, cioè la gestione dei suoli agrari, la gestione dei prati e dei pascoli e la rivegetazione si veda il punto iii) *Emissioni e rimozioni da variazioni di carbonio nel suolo*).

La variazione degli stock di carbonio dovrebbe essere ammortizzata linearmente nel corso di un periodo di 20 anni e, in caso di deforestazione per ottenere terreni agricoli, tutte le emissioni di gas serra derivanti dal cambiamento di uso del suolo dovrebbero essere attribuite ai prodotti agricoli.

5.8 Reportistica della valutazione CFP

In coerenza con la ISO/TS 14067 il documento di valutazione della prestazione climatica dei prodotti deve includere una serie di punti di seguito indicati:

- ✓ Unità funzionale e flusso di riferimento;
- ✓ Confini del sistema;
- ✓ Regola di *cut-off* adottata ed i *cut-off* effettuati;
- ✓ Approccio adottato per la multifunzionalità di processi e prodotti;
- ✓ Periodo temporale correlato alle informazioni, se applicabile;
- ✓ Descrizione dei dati (decisioni, dettagli e valutazione della qualità);
- ✓ Assunzioni relative alla fase d'uso ed alla fase di fine vita dei prodotti;
- ✓ Trattamento dell'elettricità;
- ✓ Risultati dell'interpretazione dei risultati (inclusendo conclusioni e limitazioni);
- ✓ Informativa e giustificazione delle decisioni intraprese nella valutazione CFP.

Gli specifici flussi di gas serra devono essere riportati separatamente nel documento di valutazione della prestazione climatica dei prodotti, seguendo il presente elenco puntato:

- ✓ Le emissioni e le rimozioni nelle principali fasi del ciclo di vita dei prodotti oggetto di analisi, includendo il contributo assoluto e relativo di ogni singola fase;
- ✓ Le emissioni e le rimozioni provenienti da fonti o assorbimenti di carbonio fossile;
- ✓ Le emissioni e le rimozioni provenienti da fonti o assorbimenti di carbonio biogenico;
- ✓ Le emissioni che si verificano a seguito del cambiamento di uso del suolo (LUC), quando significative;
- ✓ Le emissioni da trasporto aereo, quando significative;
- ✓ Lo stoccaggio di carbonio che si verifica nella fase d'uso e/o nella fase di fine vita dei prodotti, se calcolate;
- ✓ Le emissioni e le rimozioni di GHG a seguito del cambiamento di uso del suolo indiretto (iLUC), se calcolate;
- ✓ Le emissioni e le rimozioni di GHG da variazione di carbonio nel suolo, se calcolate.
- ✓ In tabella 5:25 sono illustrati schematicamente i requisiti relativi agli specifici flussi di gas serra che possono essere inclusi o esclusi nella valutazione CFP e nel documento di valutazione dell'impronta climatica dei prodotti, definito CFP *study report* (ISO/TS 14067).

Specifiche emissioni e rimozioni di GHG ^a	Valutazione CFP			Reportistica nel CFP <i>study report</i>	
	Devono essere incluse nel risultato della CFP	Dovrebbero essere incluse nel risultato della CFP	Dovrebbero essere considerate	Devono essere riportate separatamente nel CFP <i>study report</i>	Devono essere riportate separatamente nel CFP <i>study report</i> , se calcolate
Emissioni e rimozioni di GHG provenienti da fonti e assorbimenti fossili e biogeniche	X			X	
Emissioni e rimozioni di GHG che si verificano a seguito di dLUC	X			X	
Emissioni e rimozioni di GHG che si verificano a seguito di iLUC			X		X
Emissioni e rimozioni di GHG da variazione di carbonio nel suolo, se non è già calcolato come parte del LUC		X			X
Stoccaggio di carbonio nei prodotti ^b					X
Emissioni e rimozioni di GHG diverse da CO ₂ (es. N ₂ O e CH ₄) provenienti da bestiame, deiezioni e terreno ^c	X				
Emissioni da trasporto aereo	X			X	
a. Il trattamento dell' elettricità deve essere incluso nel CFP <i>study report</i> e le emissioni e rimozioni di GHG non devono essere riportate separatamente. b. Lo stoccaggio di carbonio dei prodotti non è incluso nella valutazione CFP. Se calcolato deve essere riportato separatamente nel CFP <i>study report</i>.. c. Le emissioni e le rimozioni di GHG diverse da CO₂ provenienti da bestiame, deiezioni e terreno devono essere incluse nella valutazione CFP e non devono essere documentate separatamente nel CFP <i>study report</i>.					

Tabella 5:25: Rielaborazione tabella relativa agli specifici flussi di gas serra inclusi o esclusi nella valutazione CFP e nel CFP *study report* - ISO/TS 14067

Gli impatti relativi alla fase di cottura del latte crudo dovrebbero essere stimati separatamente a seconda del tipo di cottura (fornello a gas, elettrico, a induzione): si dovranno riportare, quindi, risultati separati relativi ai diversi scenari di cottura ipotizzati nei processi a valle.

5.9 Caratterizzazione dell’impatto

La *carbon footprint* di prodotto, viene calcolata sommando tutte le emissioni di gas serra prodotte nell’arco del ciclo di vita del prodotto. Il risultato finale dello studio di CF si esprime in kg di “CO₂ equivalente”, unità che permette di rendere confrontabili gli effetti dei diversi gas, tenendo conto della loro diversa azione di riscaldamento e della loro capacità di persistere in atmosfera. La normalizzazione avviene moltiplicando la massa delle emissioni dei diversi GHG per uno specifico indice denominato potenziale di riscaldamento globale, il GWP, che varia in funzione dell’arco temporale e del gas serra considerato.

In conformità alla ISO/TS 14067, deve essere utilizzato il GWP calcolato su un periodo di 100 anni (arco temporale tradizionalmente utilizzato sia negli inventari nazionali delle emissioni ai fini del Protocollo di Kyoto, sia negli studi di LCA).

Nella tabella successiva sono indicati i GWP per un periodo di 100 anni per i principali GHG: i dati più recenti pubblicati nel quinto rapporto di valutazione (AR5) dell’IPCC nel 2013 sono messi a confronto con quelli del quarto rapporto (AR4, 2007) e del secondo rapporto (AR2, 1995). I valori di GWP100 definiti nel Secondo Rapporto dell’IPCC sono quelli utilizzati ai fini degli inventari delle emissioni realizzati per il Protocollo di Kyoto, fino all’anno 2012. Qualora l’IPCC aggiornasse i valori dei GWP, nei calcoli della CFP devono essere utilizzati gli ultimi valori pubblicati.

		GWP 100a		
		KP (AR2)	AR4	AR5
CO ₂		1	1	1
CH ₄	CH ₄	21	25	
	CH ₄ biogenico			28
	CH ₄ fossile			28/30
N ₂ O		310	298	265

Tabella 5:26: Rielaborazione tabella relativa al potenziale di riscaldamento globale per un periodo di 100 anni (GWP100) dei principali gas ad effetto serra (IPCC, 2013)

5.10 Altri impatti ambientali per la produzione di prodotti del settore lattiero caseario

La *carbon footprint* di prodotto, analizza un'unica categoria di impatto, per un'analisi più esaustiva si elencano di seguito le altre categorie di impatto ambientale significative per il settore lattiero caseario (Fantin V. *et al.* 2012):

- Il potenziale di acidificazione (AP, *Acidification Potential*). Legato ad emissioni in aria di sostanze acidificanti (ossidi di azoto e di zolfo), la sostanza di riferimento per la caratterizzazione è l'anidride solforosa (SO₂).
- Il potenziale di eutrofizzazione (EP, *Eutrophication potential* o NP, *Nutrification Potential*). La sostanza di riferimento per la caratterizzazione è il fosfato (PO₄³⁻). Valuta l'aumento di concentrazione di sostanze nutritive (fosforo e azoto) nelle acque.
- La formazione di smog fotochimico (POCP, *Photochemical Ozone Creation Potential*). La sostanza di riferimento per la caratterizzazione è l'etilene (C₂H₄). Causa immissione in atmosfera di idrocarburi incombusti e ossidi di azoto in presenza di radiazione solare con conseguente formazione di ozono.
- L'assottigliamento della fascia di ozono stratosferico (ODP, *Ozone Depletion Potential*). La sostanza di riferimento è un cloro - fluoro - carburo e precisamente il CFC – 11. Vengono valutate tra le sostanze emesse in aria, nel ciclo di vita del prodotto oggetto di analisi, quelle che contribuiscono all'assottigliamento della fascia di ozono stratosferico ovvero, clorofluorocarburi e idro-clorofluorocarburi (CFC e HCFC), tramite un diverso coefficiente di peso chiamato potenziale di riduzione dell'ozono.

Nei grafici in Figura 5-17 e 5-18 sono riportati: l'effetto serra, il potenziale di acidificazione, il potenziale di eutrofizzazione, la formazione di smog fotochimico e l'assottigliamento della fascia di ozono stratosferico, in riferimento a 1 litro di latte alta qualità normalizzati (ovvero confrontati con un valore di riferimento. In genere il valore di riferimento è il carico medio annuale, in una nazione o in un continente, diviso per il numero degli abitanti) in base al metodo di valutazione degli impatti il CML 2001, sviluppato dall'*Institute of Environmental Sciences dell'Università di Leiden*.

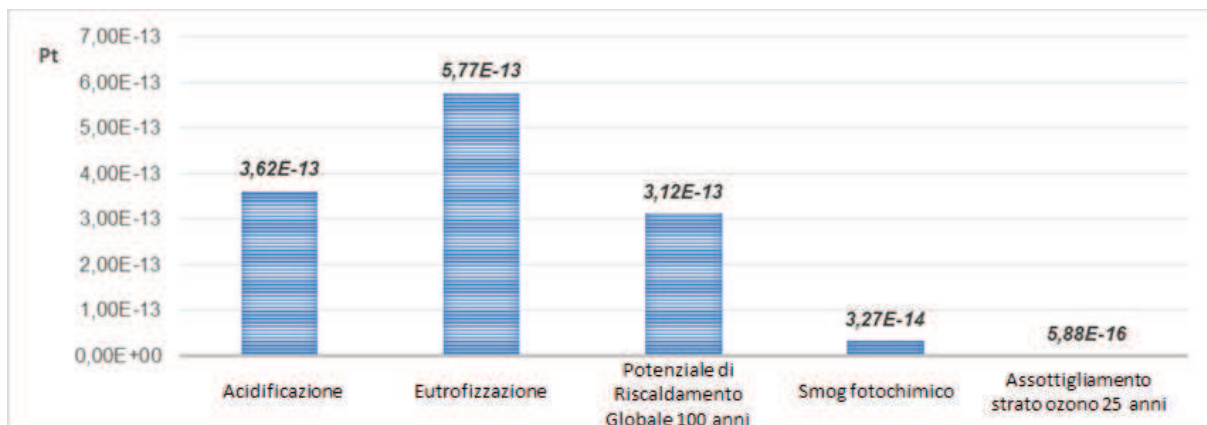


Figura 5-12: Normalizzazione degli impatti di 1 litro di latte alta qualità (metodo CML 2001 v.2.05 – West Europe 1995)²²

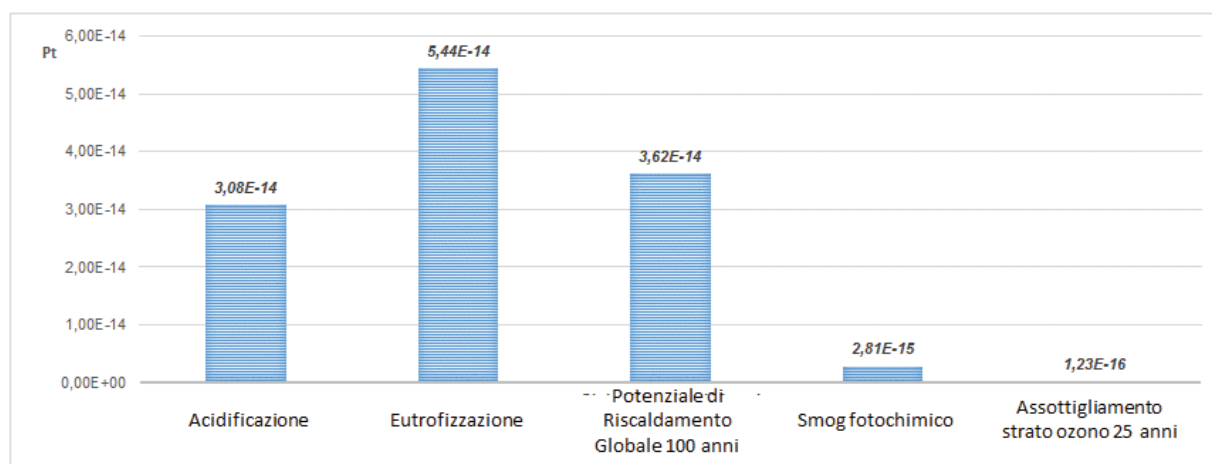


Figura 5-13: Normalizzazione degli impatti di 1 litro di latte alta qualità (metodo CML 2001 v.2.05 – World 1995)²³

²² Elaborazioni Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano su dati Fantin V. *et al.* 2012

²³ Vedi nota precedente

6 Conclusioni e suggerimenti per un lavoro futuro

Gli obiettivi primari che ci si è posti in questa tesi di dottorato sono stati la valutazione degli impatti sul clima della filiera lattiero casearia, il confronto delle diverse metodologie utilizzate per l'analisi e l'identificazione delle fasi del ciclo di vita produttivo più impattanti, al fine di definire delle Regole di Categoria di Prodotto relative rispettivamente alla produzione di latte crudo bovino, latte liquido trattato bovino, formaggi e latticini di origine bovina sulla base della UNI CEN ISO/TS 14067:2014 che potranno essere utilizzate come strumento metodologico per la caratterizzazione dei calcoli dell'impronta climatica sulla produzione lattiero casearia nazionale.

I metodi utilizzati e i risultati ottenuti sono stati sufficienti a dare consistenza agli obiettivi del lavoro e contestualmente hanno portato all'attenzione alcune interessanti riflessioni che potrebbero essere maggiormente approfondite in lavori futuri.

Dall'analisi dei casi studio per la valutazione dell'impronta climatica di prodotti lattiero-caseari, è evidente come ad oggi il confronto tra studi di *carbon footprint* debba essere fatto con cautela in quanto, in mancanza di Regole di Categoria di Prodotto specifiche, i risultati finali potrebbero essere influenzati dai diversi elementi che caratterizzano gli studi di CFP (quali ad esempio la scelta dell'unità funzionale, dei confini del sistema e delle allocazioni) dalla qualità dei dati e dai database di riferimento per i fattori di emissione. L'armonizzazione delle metodologie è molto importante anche per la comunicazione dei risultati al pubblico, sempre più attento alle caratteristiche ambientali dei prodotti ma spesso confuso dalla pluralità di messaggi, spesso fuorvianti, che riceve dal mercato. Avere uno strumento metodologico di analisi chiaro e rigoroso, che possa garantire una confrontabilità del valore numerico dell'impronta di carbonio di prodotti omogenei, diventerà inoltre fondamentale per supportare le scelte dei *policy maker* quando tali strumenti da volontari diventeranno obbligatori. Si parla molto ad esempio di introdurre una *carbon tax* sui prodotti per stimolare gli investimenti nelle “giuste” tecnologie a basso contenuto di carbonio.

Nella ricerca di dottorato, con la definizione di RCP per il settore lattiero caseario, elaborate tenendo conto sia della normativa vigente che delle criticità emerse dal confronto con i referenti aziendali e gli stakeholder, si è quindi cercato di fornire una serie di orientamenti tecnici utili per consentire alle aziende di ridurre i tempi e gli sforzi necessari per completare un'analisi di LCA. Si è partiti dall'esigenza di dare chiari riferimenti metodologici in un panorama nazionale e internazionale che ha visto negli ultimi anni un proliferare di diverse

iniziative sull'argomento e di armonizzare gli approcci per la realizzazione di studi di CFP su tipologie di prodotti omogenei, in quanto con riferimento al tema della *carbon footprint*, la UNI CEN ISO/TS 14067:2014 descrive i principi generali per la quantificazione e la comunicazione della *carbon footprint* dei prodotti, ma non è collegata a specifiche RCP.

Le RCP elaborate rappresentano quindi un primo importante *step* per garantire un approccio armonizzato per la contabilizzazione dell'impronta climatica del settore lattiero caseario con l'obiettivo di arrivare alla comparabilità dei risultati, che sarà possibile quando saranno disponibili specifiche banche dati e database di riferimento per scegliere in maniera univoca fra i vari processi e fattori di emissione, sui quali si sta lavorando molto in ambito europeo ma che sarebbe auspicabile avere anche a livello nazionale. Al momento considerando la complessità degli argomenti trattati e la difficoltà di reperire dati primari per le fasi a monte e a valle del processo produttivo, oltre che l'indeterminatezza di alcune fasi analizzate e la necessità di ricorrere a modelli, è ancora necessaria una certa flessibilità operativa.

La filiera di produzione lattiero casearia è infatti piuttosto articolata, il latte è uno degli alimenti che derivano dall'allevamento degli animali e quindi porta con sé le criticità tipiche di questa fase mentre gli impatti ambientali dei formaggi sono tra i più difficili da calcolare, a causa dell'estrema complessità del processo produttivo e dei molti prodotti e sottoprodotti generati. Osservando come gli impatti ambientali sono ripartiti nelle varie fasi del processo produttivo si comprende come alcuni di questi siano dovuti non tanto all'eventuale industrializzazione dei processi, quanto alla natura stessa dell'alimento. Dal confronto dei risultati degli studi analizzati, emergono, infatti, alcuni aspetti contro-intuitivi, ovvero che sono la fase agricola e l'allevamento degli animali, in particolare la fermentazione enterica del bestiame e la gestione delle deiezioni, che determinano il maggior impatto ambientale mentre la trasformazione industriale è poco rilevante grazie all'efficienza raggiunta dai processi produttivi. Il prodotto a minor impatto ambientale lo si ottiene quando l'animale riesce ad avere un'alta resa nella produzione di latte quindi, a parità con animali che hanno una resa minore, produce la stessa quantità di latte in un tempo minore e quindi con una minore quantità di cibo e minori deiezioni. In particolare, come riportato nei "Risultati", una delle caratteristiche che maggiormente migliora gli impatti ambientali è l'efficienza nutritiva delle vacche che è negativamente correlata con l'impronta climatica, acidificazione e eutrofizzazione.

Questo apre uno dei dilemmi più complessi per i prodotti agroalimentari: meglio un

allevamento intensivo o uno estensivo? Sistemi di produzione più efficienti, come ad esempio quelli intensivi, aumentando la produzione per capo, possono comportare una diminuzione dell'impronta climatica dei prodotti ma contestualmente possono impattare negativamente sull'ambiente attraverso fenomeni quali ad esempio l'abbandono delle terre marginali e la perdita di biodiversità. I sistemi estensivi tradizionali come quelli delle Alpi, largamente basati sull'uso di prati e pascoli, possono comportare da un punto di vista climatico un aumento degli impatti ma oltre a produrre latte possono determinare fondamentali esternalità positive e servizi ecosistemici, quali la conservazione di risorse genetiche, la regolamentazione de corsi d'acqua, l'impollinazione, la regolamentazione del clima, la tutela del paesaggio e del patrimonio culturale, l'ecoturismo.

Dall'esperienza condotta sul campo, e da quello che sta emergendo in Europa in ambito PEF, l'impronta climatica, pur essendo un indicatore ambientale fondamentale, applicata al settore lattiero caseario e in generale al settore agroalimentare, presenta dei limiti, in quanto, per le peculiari caratteristiche del settore, gli impatti andrebbero valutati non solo attraverso indicatori strettamente ambientali, quali l'impronta climatica, ma anche ricercando un giusto equilibrio tra modelli diversi che rientrano nel più ampio concetto di sviluppo sostenibile.

Tale esigenza è considerata ad esempio nella Legge n. 221 del 28/12/2015 meglio conosciuta come "Collegato Ambiente", che all'art.21 prevede l'istituzione di uno Schema nazionale volontario per la valutazione e la comunicazione dell'impronta ambientale, denominato "Made Green in Italy", che pur adottando la metodologia PEF per la determinazione dell'impronta ambientale dei prodotti, prevede per il rafforzamento della qualificazione ambientale dei prodotti agricoli, la definizione di parametri di produzione sostenibili che tengano conto anche della qualità del paesaggio.

In tal senso, un esempio interessante, citato anche durante i tavoli tecnici sull'agroalimentare, promossi da Fondazione Sviluppo Sostenibile a Ecomondo 2016, è rappresentato dall'indicatore Territorio, sviluppato nell'ambito del progetto nazionale VIVA²⁴ – La Sostenibilità della Vitivinicoltura in Italia, promosso dal Ministero dell'Ambiente in collaborazione con il Centro di Ricerca OPERA dell'Università Cattolica di Piacenza. In particolare l'indicatore Territorio, costituito da un insieme di indici qualitativi e quantitativi, ha come obiettivo quello di misurare il grado di soddisfacimento di requisiti fondamentali di

²⁴ www.viticulturasostenibile.org

sostenibilità comprendendo aspetti relativi alla valorizzazione del territorio e alla tutela del paesaggio, della biodiversità e del patrimonio culturale, nonché aspetti correlati agli impatti sociali (lavoratori, comunità locale, fornitori, consumatori) ed economici sul territorio di appartenenza. Il senso dell'indicatore Territorio è, infatti, quello di essere, in affiancamento ad indicatori classici quali l'impronta climatica e quella idrica, uno strumento di integrazione dei diversi ambiti della sostenibilità ambientale, sociale, economica e culturale.

Considerando inoltre la qualità del prodotto, alcuni studi dimostrano che c'è una correlazione tra la composizione botanica delle vegetazioni e la variazione della composizione degli acidi grassi nel latte (Collomb et al., 2002; Coppa et al. 2014) molto importante tra l'altro per controllare le caratteristiche (*texture* e apparenza) che influenzano la qualità dei formaggi.

Un lavoro futuro potrebbe quindi concentrarsi nell'esportare quanto realizzato nel settore vitivinicolo al settore lattiero caseario, creando un indicatore che valuti gli aspetti legati alla biodiversità, al paesaggio, alla tutela del territorio e del patrimonio culturale, agli aspetti sociali ed economici, integrandoli con aspetti che riguardano il benessere degli animali e la qualità del cibo, come primo passo per creare dei protocolli di sostenibilità nel settore agroalimentare.

Allegato 1-Dati tecnici necessari per la valutazione dell'impronta climatica di prodotto

Si riporta la lista di dati tecnici, necessari per la valutazione dell'impronta climatica, estrapolata dalle *check-list* elaborate per la raccolta dati.

Latte crudo bovino:

Prodotti azienda agricola	
Totale latte prodotto	Totale di latte prodotto dall'azienda agricola analizzata nell'anno di riferimento [kg FPCM/anno].
Totale latte conferito al centro di trasformazione	Chilogrammi di latte conferiti allo stabilimento di produzione (centrale del latte o stabilimento di trasformazione) [kg FPCM/anno].
Produzione di latte per capo	Produzione media di latte [kg/ capo giorno].
Contenuto di grassi e proteine	Contenuto medio di grassi e proteine nel latte prodotto [% in peso].
Capi di bestiame	
Mandria	Numero di animali mediamente presenti in stalla durante l'anno: vacche il lattazione, vacche in asciutta, manze (>12 mesi), manzette (6-12 mesi), vitelle svezzate (3-6 mesi), vitelline (0-3 mesi), vitelli maschi, altri animali.
Animali acquistati nell'anno	Numero di animali, specie, età e provenienza.
Animali venduti nell'anno destinati al macello	Numero in funzione del tipo di animale e i chilogrammi a peso vivo.
Stabulazione	
Stabulazione	Tipologia di stabulazione utilizzata all'interno dell'azienda agricola.
Gestione delle deiezioni	
Produzione totale letame	Valore [m ³ /anno].
Produzione totale liquame	Valore [m ³ /anno].
Acquisizione di liquame/letame	Valore [m ³ /anno] e la provenienza [km].
Cessioni liquame/letame	Valore [m ³ /anno], la destinazione [km].
Descrizione delle modalità di gestione delle deiezioni	Modalità di gestione delle deiezioni animali (uso agricolo, biomassa, ecc.) e i relativi giorni di stoccaggio.
Produzione di razioni alimentari	
Tipologie di colture prodotte	Produzioni di razioni alimentari [kg/anno].
Resa agricola	Resa agricola delle varie colture [kg/ha].
Residui colturali	Percentuale di residui colturali (co-prodotti e/o rifiuti) ad esempio la paglia-chicco. In questo caso deve essere definita la percentuale in funzione della resa colturale.
Energia utilizzata	Energia utilizzata per la gestione delle colture e trasporto (aratura, semina, fertilizzazione, raccolta, conservazione, trasporto delle colture, ecc.)
Utilizzo di fertilizzanti e pesticidi	Quantitativi di fertilizzanti e pesticidi utilizzati, indicando la tipologia e la quantità [kg/ha].

Precedente uso del suolo	Uso del suolo nei 20 anni precedenti all'anno di analisi, come previsto dalla linea guida proposta dall'IPCC, 2006.
--------------------------	---

Energia consumata/prodotta in azienda	
Energia utilizzata nella sala mungitura, sala latte e sala macchine	Consumi relativi all'anno di analisi [kWh elettrici/anno].
Energia utilizzata per il riscaldamento	Consumi relativi all'anno di analisi [kWh termici/anno].
Energia utilizzata per il raffreddamento	Consumi relativi all'anno di analisi [kWh elettrici/anno].
Consumo di acqua	Quantità di acqua utilizzata (sala mungitura, abbeveratoio, ecc.) [l/anno].
Eventuale sistema di cogenerazione	Caratteristiche dell'impianto di cogenerazione con relativa produzione di energia elettrica [kWh/anno], termica [kWh/anno] e consumo di energia primaria-combustibile [Nm ³ /anno].
Razioni alimentari	
Alimenti somministrati autoprodotti in azienda	Quantitativi di razioni alimentari somministrati per tipologia colturale in [kg/anno].
Alimenti acquistati somministrati	Quantitativi acquistati per tipologia colturale [kg/anno].
Totale alimenti somministrati	Dieta dei singoli capi allevati [kg/giorno].
Altri flussi in ingresso ed in uscita al sistema di analisi	
Trasporto di tutti i flussi di materia in ingresso ed in uscita al sistema prodotto	Distanza percorsa [km] in ingresso e in uscita al sistema prodotto e la tipologia di mezzi utilizzata in funzione della materia trasportata.
Consumi di sanificanti e detergenti	Sanificanti e detergenti utilizzati nell'anno di interesse [kg/anno] per la pulizia e l'igienizzazione delle stalle, locali mungitura, ecc..
Perdite di gas refrigerante	Gas refrigerante utilizzato e carica di ogni unità di raffreddamento [kg/anno].
Rifiuti prodotti	Rifiuti prodotti [kg/anno] (indicando relativo codice CER), processo di trattamento/smaltimento (discarica, riciclaggio, termovalorizzazione, ecc.) e distanza di conferimento [km].

Latte trattato:

Materiali in ingresso all'impianto di produzione	
Latte crudo bovino	Latte crudo bovino [kg FPCM/anno] in ingresso all'impianto di produzione e relativo trasporto refrigerato, indicando distanza [km] e mezzo utilizzato.
Materiali ausiliari	Materiali ausiliari utilizzati [kg/anno], il mezzo utilizzato e la distanza percorsa [km] per il trasporto all'impianto produttivo. Esempio: i detergenti alcalini ed acidi per il lavaggio degli impianti produttivi, materie prime utilizzate nell'impianto di depurazione.
Imballaggio primario	Al fine di effettuare la valutazione della prestazione ambientale dell'imballaggio primario utilizzato per il prodotto oggetto di analisi, indicare la quantità totale prodotta nell'anno di interesse, le materie prime in ingresso (composizione, quantità, provenienza e eventuale frazione di materiale riciclato contenuto nella materia prima in ingresso), i materiali ausiliari impiegati per la produzione (composizione, quantità e provenienza), il consumo di energia

	(energia elettrica, metano, gasolio, altro), i rifiuti prodotti (quantità e destinazione), il trasporto del prodotto finito allo stabilimento oggetto di analisi (distanza media, capacità massima del mezzo di trasporto utilizzato).
Imballaggio secondario e terziario	Quantità di materiali di imballaggio utilizzati [kg/anno], la loro relativa composizione [% in peso], la provenienza [km] ed il mezzo utilizzato per il trasporto.

Fase di stabilimento	
Energia elettrica	Quantitativo utilizzato nell'anno di riferimento (consumi relativi per la produzione, per il processo d'imballaggio, per la depurazione delle acque di rifiuto, ecc.), specificando la fonte (es. rete elettrica nazionale, impianto fotovoltaico, acquisto di certificati RECS, ecc.) [kWh elettrici/anno].
Energia termica	Quantitativo utilizzato nell'anno di riferimento specificando le caratteristiche dell'impianto di produzione ed il combustibile utilizzato (es. gas naturale, gasolio, ecc.) [kWh termici/anno].
Eventuale sistema di cogenerazione	Caratteristiche dell'impianto di cogenerazione con relativa produzione di energia elettrica [kWh/anno], termica [kWh/anno] e consumo di energia primaria-combustibile [Nm ³ /anno].
Acqua	Quantità di acqua utilizzata [m ³ /anno] e fonte di prelievo (es. falda). Indicare anche la quantità di acqua inviata a impianto di depurazione e relativo trattamento.
Perdite di gas refrigerante	Gas refrigerante utilizzato e carica di ogni unità di raffreddamento [kg/anno].
Rifiuti prodotti	Rifiuti prodotti [kg/anno] (indicando relativo codice CER), processo di trattamento/smaltimento (discarica, riciclaggio, termovalorizzazione, ecc.) e distanza di conferimento [km].
Manutenzione	Manutenzione di: apparecchiature necessarie per la produzione, edifici ed altri beni capitali; limitatamente a quella eseguita con frequenza inferiore ai tre anni.
Sfrido medio	Sfrido medio [%] per i vari prodotti dello stabilimento.
Prodotti in uscita dallo stabilimento produttivo	
Prodotti intermedi	Quantitativi di eventuali prodotti intermedi trasferiti a siti produttivi diversi da quello di analisi (es. panna, lattosio, burro) [kg/anno] indicando anche il mezzo utilizzato e la distanza percorsa [km] per il trasporto.
Prodotti finali	Produzione annuale dei singoli prodotti relativi all'impianto di produzione di analisi (es. latte trattato, yogurt, formaggi, ecc.) [kg prodotto/anno].
Distribuzione del prodotto finale	
Piattaforme distributive – <i>Transit point</i>	Quantità conferita alle varie piattaforme distributive – <i>transit point</i> [kg/anno] riportando la collocazione geografica e il mezzo utilizzato per il trasporto. Qualora fosse disponibile indicare i consumi energetici delle piattaforme distributive – <i>transit point</i> e relativo turn over di merci nell'anno di interesse.
Punti vendita al dettaglio	Indicare i volumi di vendita [%] nelle varie regioni del paese scelto per l'analisi delle prestazioni ambientali di distribuzione del prodotto.

Formaggi e latticini:

Materiali in ingresso all'impianto di produzione	
Latte crudo bovino	Latte crudo bovino in ingresso all'impianto di produzione [kg FPCM/anno] e relativo trasporto refrigerato, indicando distanza [km] e mezzo utilizzato.
Altri ingredienti utilizzati	Quantità di altri ingredienti utilizzati nell'anno di analisi (es. il caglio, il sale, lisozima) [kg/anno], il mezzo utilizzato e la distanza percorsa [km] per il trasporto.
Materiali ausiliari	Materiali ausiliari utilizzati [kg/anno], il mezzo utilizzato e la distanza percorsa [km] per il trasporto all'impianto produttivo. Esempio: i detergenti alcalini ed acidi per il lavaggio degli impianti produttivi, materie prime utilizzate nell'impianto di depurazione.
Imballaggio primario	Al fine di effettuare la valutazione della prestazione ambientale dell'imballaggio primario utilizzato per il prodotto oggetto di analisi, indicare: la quantità totale prodotta nell'anno di interesse, le materie prime in ingresso (composizione, quantità, provenienza e eventuale frazione di materiale riciclato contenuto nella materia prima in ingresso), i materiali ausiliari impiegati per la produzione (composizione, quantità e provenienza), consumo di energia (energia elettrica, metano, gasolio, altro), rifiuti prodotti (quantità e destinazione), trasporto del prodotto finito allo stabilimento oggetto di analisi (distanza media, capacità massima del mezzo di trasporto utilizzato).
Imballaggio secondario e terziario	Quantità di materiali di imballaggio utilizzati [kg/anno], la loro relativa composizione [% in peso], la provenienza [km] ed il mezzo utilizzato per il trasporto.

Fase di stabilimento	
Energia elettrica	Quantitativo utilizzato nell'anno di riferimento (consumi relativi per la produzione, per il processo d'imballaggio, per la depurazione delle acque di rifiuto, ecc.), specificando la fonte (es. rete elettrica nazionale, impianto fotovoltaico, acquisto di certificati RECS, ecc.) [kWh elettrici/anno].
Energia termica	Quantitativo utilizzato nell'anno di riferimento specificando le caratteristiche dell'impianto di produzione ed il combustibile utilizzato (es. gas naturale, gasolio, ecc.) [kWh termici/anno].
Eventuale sistema di cogenerazione	Caratteristiche dell'impianto di cogenerazione con relativa produzione di energia elettrica [kWh/anno], termica [kWh/anno] e consumo di energia primaria-combustibile [Nm ³ /anno]
Acqua	Quantità di acqua utilizzata [m ³ /anno] e fonte di prelievo (es. falda). Indicare anche la quantità di acqua inviata a impianto di depurazione e relativo trattamento.
Perdite di gas refrigerante	Gas refrigerante utilizzato e carica di ogni unità di raffreddamento [kg/anno].
Rifiuti prodotti	Quantità di rifiuti prodotti [kg/anno] (indicando relativo codice CER), processo di trattamento/smaltimento (discarica, riciclaggio, termovalorizzazione, ecc.) e distanza di conferimento [km].

Fase di stabilimento	
Manutenzione	Manutenzione di: apparecchiature necessarie per la produzione, edifici ed altri beni capitali; limitatamente a quella eseguita con frequenza inferiore ai tre anni.

Sfrido medio	Sfrido medio [%] per i vari prodotti dello stabilimento.
--------------	--

Prodotti in uscita dallo stabilimento produttivo	
Prodotti intermedi	Quantitativi di eventuali prodotti intermedi trasferiti a siti produttivi diversi da quello di analisi (es. siero) [kg/anno] indicando anche il mezzo utilizzato e la distanza percorsa [km] per il trasporto.
Prodotti finali	Produzione annuale dei singoli prodotti relativi all'impianto di produzione di analisi (es. latte trattato, yogurt, formaggi, ecc.) [kg prodotto/anno].
Distribuzione del prodotto finale	
Piattaforme distributive – <i>Transit point</i>	Quantità conferita alle varie piattaforme distributive – <i>transit point</i> [kg/anno] riportando la collocazione geografica e il mezzo utilizzato per il trasporto. Qualora fosse disponibile indicare i consumi energetici delle piattaforme distributive – <i>transit point</i> e relativo <i>turn over</i> di merci nell'anno di interesse.
Punti vendita al dettaglio	Indicare i volumi di vendita [%] nelle varie regioni del paese scelto per l'analisi delle prestazioni ambientali di distribuzione del prodotto.

Allegato 2 - Confronto tra i requisiti chiave delle metodologie selezionate (ISO 14044, ISO/TS 14067, PEF, International EPD System, ENVIFOOD Protocol)

Nella Tabella sottostante il termine “coerente” è impiegato per indicare che quanto descritto nelle RCP elaborate non è in contraddizione con quanto genericamente richiesto da una metodologia; il termine “conforme” è impiegato per indicare che quanto descritto nelle RCP elaborate concorda esattamente con una specifica richiesta indicata in una metodologia.

Oggetto di Analisi	ISO 14040:2006 ISO 14044:2006	UNI CEN ISO/TS 14067:2014	International EPD System Programme	PEF - Raccomandazioni e 2013/179/EU	ENVIFOOD Protocol v1.0 (2013)	Regole di Categoria di Prodotto- Tesi di Dottorato	Motivazioni delle scelte adottate nella Tesi di Dottorato
Nome/contenuto documento	ISO 14040: 2006 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento. ISO 14044: 2006 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.	ISO/TS 14067:2013 – Gas ad effetto serra- Carbon footprint di prodotto- Principi, requisiti e linee guida per la quantificazione e comunicazione	<i>General Programme Instructions for the International EPD System</i> (versione 2.01 del 18.09.2013)	Allegato II - Guida sull'impronta ambientale dei prodotti (<i>PEF Guide</i>) della Raccomandazione 2013/179/EU relativa a relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni	ENVIFOOD (<i>Environmental Assessment of Food and Drink</i>) Protocol; versione 1.0 del 2013.		

Obiettivi e campo di applicazione della metodologia	Descrivere i principi e il quadro di riferimento per gli studi di valutazione del ciclo di vita (LCA) e l'inventario del ciclo di vita (LCI), al fine di: sviluppare e migliorare il prodotto; effettuare una pianificazione strategica; impostare una politica pubblica; effettuare strategie commerciali (marketing); effettuare asserzioni comparative (con requisiti supplementari).	Quantificare e comunicare l'impronta climatica dei prodotti (beni e servizi), basata su emissioni e rimozioni di GHG riferite al ciclo di vita del prodotto. Lo standard norma anche la quantificazione e la comunicazione di CFP parziali.	Sostenere le organizzazioni di qualsiasi Paese che vogliono fare uso delle EPD relative ai propri prodotti/servizi in un mercato globale, aiutandole ad ampliarne l'uso sul mercato internazionale. Aspetti importanti del sistema sono: semplicità e utilità pratica; conformità alla ISO 14025:2006; alla ISO/TS 14067:2014 e alla EN 15804:2012.	Realizzare studi LCA caratterizzati da risultati consistenti, affidabili e riproducibili, grazie a una limitazione della flessibilità metodologica e a requisiti più severi relativi alla qualità dei dati. La guida dà delle indicazioni utili per facilitare la comunicazione della CFP sia nel B2B (<i>Business to Business</i>) che nel B2C (<i>Business to Consumer</i>).	Valutare le prestazioni ambientali di prodotti alimentari e bevande. Il protocollo rappresenta un passaggio intermedio tra gli standard ISO, la PEF e le PEFCR specifiche di singole categorie di prodotti.	Definire delle Regole di Categoria di Prodotto sulla base della recente UNI CEN ISO/TS 14067:2014.	La definizione di Regole di Categoria di Prodotto è necessaria per armonizzare le differenti metodologie ed arrivare a una confrontabilità degli studi.
Principale area geografica di applicazione della metodologia	Internazionale	Internazionale	Internazionale, i Paesi membri sono consultabili qui: http://www.environdec.com/en/The-International-EPD-System/Member-Organisations/#.U1jS Uf145pE	Unione Europea	Unione Europea	Nazionale/Unione Europea	Nazionale/Unione Europea
Schema codice per la classificazione prodotto	Viene demandato alla serie di norme ISO 14020, la quale afferma: <i>il gestore del programma deve assicurare che le categorie di prodotto siano definite usando una procedura trasparente.</i>	Conforme alla ISO 14040-44	Schema UN CPC (<i>Central Product Classification</i>) sviluppato dalle Nazioni Unite. Può in aggiunta riferirsi anche ad altre classificazioni	Codice CPA (Classification of Products by Activity) relativo alla classificazione europea delle attività economiche basata sui codici <i>NACE</i> .	Nessuna indicazione a riguardo.	Codice CPA/NACE	Tale scelta è conforme alla ISO/TS 14067:2014 e inoltre la classificazione europea è già adottata in Italia
Unità funzionale (UF) (o unità di analisi) e flusso di riferimento	Deve essere coerente con l'obiettivo e il campo di applicazione dello studio e deve essere chiaramente	Conforme alla ISO 14040-44. Quando è adottata una CFP-RCP, l'UF utilizzata deve essere chiaramente	Conforme alla ISO 14040-44:2006. Al fine di identificare le prestazioni del	Descrive qualitativamente e quantitativamente le funzioni e la durata	Conforme alla ISO 14040-44. In caso di comunicazione	Si è scelto di adottare la procedura indicata nella	Tale scelta è coerente con la ISO/TS 14067:2014,

	definita e misurabile. Dopo aver scelto l'UF, deve essere definito il flusso di riferimento: misura di quanto richiesto in uscita dai processi, in un dato sistema di prodotto, per soddisfare la funzione espressa dall'UF.	definita e deve essere coerente con gli scopi e gli obiettivi dello studio.	prodotto durante il suo utilizzo, nel definire la UF: i) può essere utile riportare ulteriori specifiche tecniche di una unità di prodotto; ii) dovrebbe essere presa in considerazione la "reference service life" del prodotto.	del prodotto e deve essere definita in accordo ai seguenti aspetti: "what"; "how much"; "how well"; "how long"; codice CPA/NACE. Il flusso di riferimento è la quantità di prodotto necessaria a garantire la funzione definita a cui devono essere quantitativamente riferiti tutti gli altri flussi in ingresso e uscita dai processi.	B2C l'unità funzionale dovrebbe essere espressa in peso o volume (es. 100 g o ml). Può anche essere espressa in altro modo (ad esempio per porzione) se dichiarato dalle RCP pertinenti.	PEF.	aggiungendo un maggior livello di dettaglio.
Confini e suddivisione del sistema	La selezione dei confini deve essere definita in modo iterativo, essere coerente con l'obiettivo dello studio e valutare l'intero ciclo di vita del prodotto analizzato. E' consentita, però, con adeguata giustificazione, l'applicazione anche di studi con ciclo di vita parziale, ovvero: studi "dalla culla al cancello"; studi "dal cancello al cancello"; studi di parti specifiche del ciclo di vita (es. gestione dei rifiuti, componenti di un prodotto).	Conforme alla serie di norme ISO 14040-44. Specifica, inoltre, che quando la valutazione è destinata al pubblico deve essere "dalla culla alla tomba", a meno che informazioni su fasi specifiche (ad es. utilizzo e fine vita) non siano disponibili e non possono essere costruiti scenari ragionevoli. Quando invece la valutazione non è destinata al pubblico, la CFP deve essere almeno "dalla culla al cancello". Eccezionalmente quando risulta complicato ottenere dati rappresentativi può essere "dal cancello al cancello".	Il confine del sistema da adottare è indicato nella RCP del prodotto/servizio che si sta analizzando). Sono previste sia EPD dalla culla alla tomba che dalla culla al cancello a seconda della categoria di prodotto La procedura di calcolo adottata nell'analisi LCA è divisa nelle seguenti fasi del ciclo di vita: - <i>upstream processes (from cradle-to-gate)</i> ; - <i>core processes (from gate-to-gate)</i> ; - <i>downstream processes (from gate-to-grave)</i> .	I confini del sistema devono essere di default "dalla culla alla tomba", sono ammessi confini più ristretti se prescritto dalle PEF-CR. Le PEF-CR devono definire scenari di downstream per assicurare comparabilità fra i diversi studi LCA. Nell'analisi si distinguono: - foreground processes, processi "core" (per cui si hanno dati diretti) - background processes	L'analisi deve essere "dalla culla al cancello" in caso di B2B e "dalla culla alla tomba" in caso di B2C. In caso di B2C è comunque possibile fissare confini diversi a seconda del tipo di prodotto in base alle istruzioni sulle fasi da includere riportate nel protocollo. La suddivisione del sistema è in linea con la PEF	Adotta le indicazioni della ISO/TS 14067:2014 con suddivisione del sistema in processi a monte, processo principale e processi a valle	La suddivisione in processi a monte, processo principale e processi a valle è una rappresentazione schematica del processo analizzato particolarmente intuitiva.

Indicazioni su regole di cut-off		I criteri di <i>cut-off</i> (quali massa, energia, rilevanza ambientale) che consentono l'omissione di alcuni processi di minore importanza devono essere definiti nella fase di definizione degli scopi e degli obiettivi dello studio. L'effetto dei criteri di <i>cut-off</i> selezionati sul risultato finale deve essere valutato e descritto nello studio.	I criteri di <i>cut-off</i> di processi di importanza minore devono essere definiti negli scopi e obiettivi e l'effetto dei criteri di <i>cut-off</i> selezionati sul risultato finale deve essere valutato e descritto nello studio. Non è indicato un valore di soglia di <i>cut-off</i> da rispettare.	I criteri di <i>cut-off</i> sono solitamente espressi in % dell'impatto ambientale totale (per ciascuna categoria di impatto) che può essere omessa dall'analisi di inventario. Le RCP del programma mettono in pratica quanto prescritto dalla ISO 14044.	Il <i>cut-off</i> non è consentito.	Nessuna indicazione a riguardo.	Adotta le indicazioni della PAS 2050:2011.	La PAS 2050:2011 è coerente con la ISO/TS 14067:2014, ma indica anche una regola generale con dei valori di soglia di <i>cut-off</i> che è consentito applicare.
Note su fonti esplicitamente incluse/ escluse dai confini del sistema	Beni capitali	Argomento non trattato, demandato alla definizione degli scopi e obiettivi dell'analisi.	Argomento non trattato, demandato alla definizione degli scopi e obiettivi dell'analisi.	In generale, per i beni capitali che hanno una vita superiore ai 3 anni, si devono includere le attività di manutenzione che avvengono con una frequenza inferiore ai 3 anni. Inoltre, se costituiscono una porzione "ragionevole" dell'impatto ambientale complessivo, nel modulo "core" vanno inserite la costruzione e lo smantellamento del sito produttivo e delle infrastrutture, la produzione dei macchinari.	Gli impatti legati ai beni capitali devono essere inclusi (es. macchinari utilizzati per il processo produttivo, edifici, apparecchiature per ufficio, mezzi di trasporto, infrastrutture di trasporto). Per quantificare questi impatti deve essere utilizzata la regola di svalutazione lineare e si deve tenere conto dell' <i>expected service life</i> (non del tempo necessario perché il bene si svaluti fino ad avere valore nullo).	Nessuna indicazione a riguardo.	In generale, si dovrebbero includere le attività di manutenzione dei beni capitali che avvengono con una frequenza inferiore ai 3 anni. La costruzione e lo smaltimento dei beni capitali che hanno una vita superiore ai 3 anni, sono da escludere.	Il programma EPD è coerente con la ISO/TS 14067:2014, fornendo al contempo maggiori indicazioni.
	Viaggi casa-lavoro e viaggi di lavoro	Argomento non trattato, demandato alla definizione degli scopi e obiettivi dell'analisi.	Argomento non trattato, demandato alla definizione degli scopi e obiettivi dell'analisi.	Non è chiaro cosa si intende con "attività del personale" (se solo i viaggi di lavoro o anche il pendolarismo).	Sono esclusi dalla valutazione	Nessuna indicazione a riguardo.	Sono esclusi dalla valutazione	Tale scelta è coerente con le altre metodologie di riferimento

	Viaggi casa-punto vendita dei consumatori	Argomento non trattato, demandato alle regole di esclusione.	Argomento non trattato, demandato alle regole di esclusione.	Argomento non trattato. I confini del sistema indicati nelle RCP del programma non includono mai il trasporto fino al consumatore.	E' incluso il trasporto nel luogo di utilizzo. La fase di utilizzo inizia quando il consumatore o l'utilizzatore finale prende possesso del prodotto.	Nessuna indicazione a riguardo.	Sono esclusi dalla valutazione	Tale scelta è coerente con la maggior parte delle metodologie di riferimento
	Stoccaggio e punti vendita: illuminazione, riscaldamento, raffreddamento, ventilazione, controllo della umidità	Argomento non trattato, demandato alle regole di esclusione.	Argomento non trattato, demandato alle regole di esclusione.	E' incluso, se rilevante, nei <i>downstream processes</i> . <i>Nota:</i> i confini del sistema indicati nelle RCP del programma generalmente includono il trasporto fino ad una piattaforma di distribuzione, difficilmente anche la gestione del prodotto alla piattaforma/al punto vendita.	E' incluso se il prodotto è stoccato lungo la <i>supply chain</i> .	Non dà indicazioni a riguardo.	Sono inclusi gli impatti legati ai locali produttivi, ai magazzini di stoccaggio e ai centri logistici. Sono esclusi i punti vendita al dettaglio	Si presume che il produttore che sta conducendo un'analisi CFP su un proprio prodotto possa avere un qualche tipo di controllo di gestione fino ai centri di distribuzione, e che sia poi molto difficile reperire dati presso i punti vendita.
	Carbon offsetting	Argomento non trattato	Non deve essere incluso nella valutazione.	Non deve essere incluso nella valutazione. L'eventuale partecipazione a programmi di <i>offsetting</i> dovrebbe essere dichiarata a parte nella sezione 'informazioni' della EPD.	Non deve essere incluso nella valutazione, può comunque essere riportato a parte come "Informazioni ambientali aggiuntive"	Non dà indicazioni a riguardo.	E' escluso dalla valutazione	Tutte le metodologie concordano sull'esclusione.

Regole di allocazione fra co-prodotti		L'ordine gerarchico delle soluzioni è il presente: 1) evitare allocazione tramite suddivisione del processo produttivo in sub-processi, oppure tramite espansione del sistema; 2) allocazione basata su relazioni fisiche (es. massa, energia); 3) allocazione basata su altre relazioni (es. economica). Ove appaiono applicabili diverse procedure di allocazione alternative si deve effettuare un'analisi di sensitività.	Adotta la gerarchia indicata nella ISO 14044:2006, aggiungendo che le CFP-PCR possono fornire ulteriori indicazioni.	Le regole sono specificate nelle RCP. In generale, il programma adotta la gerarchia della ISO 14044. In caso di allocazione economica deve essere fornita una analisi di sensitività e i valori utilizzati per l'allocazione devono essere aggiornati e documentati.	Adotta la gerarchia indicata nella ISO 14044:2006. In caso di allocazione economica le PEF-CR devono specificare le regole per determinare il valore economico dei co-prodotti.	Adotta la gerarchia indicata nella ISO 14044:2006. Nel caso in cui sia necessaria un'allocazione non di tipo fisico, applicare di default l'allocazione economica usando il prezzo medio degli ultimi 3 anni.	Segue quanto esplicitato nella ISO/TS 14067:2014	Tutte le metodologie concordano sulla medesima gerarchia di soluzioni da adottare per gestire l'allocazione.
Gestione di specifici flussi di GHG	Rimozioni ed emissioni da short biogenic carbon cycle	Argomento non specificato.	Le emissioni e le rimozioni provenienti da C biogenico devono essere incluse nel risultato di CFP e devono essere documentate separatamente da quelle del C fossile. Il bilancio relativo dell'ammontare della CO ₂ stoccata nella biomassa e l'equivalente CO ₂ emessa dalla biomassa al punto della completa ossidazione risulta essere pari a zero, quando il carbonio non è convertito in metano, o altri gas differenti dalla CO ₂ .	Vanno conteggiate emissioni e rimozioni derivanti sia da fonti fossili che biogeniche e devono essere riportate separatamente.	Nel LCI i flussi di C biogenico devono essere tenuti separati: usare +/-1 per flussi di CO ₂ biogenica e il GWP del CH ₄ per emissioni di CH ₄ biogenico.	Non dà indicazioni a riguardo.	Le emissioni e le rimozioni provenienti da carbonio biogenico devono essere incluse nel risultato di CFP e devono essere documentate separatamente da quelle del carbonio fossile.	Tale scelta è conforme alla ISO/TS 14067:2014
	Stoccaggio di carbonio nei prodotti	Argomento non specificato.	Può essere valutato separatamente ma non deve incluso nel risultato della CFP.	Se parte o tutto il carbonio rimosso dall'atmosfera e stoccato nel prodotto non sarà riemesso in atmosfera entro il periodo di 100 anni, deve essere trattato come carbonio stoccato.	I crediti associati allo stoccaggio temporaneo di C non devono essere considerati nel calcolo dell'impronta ambientale, possono essere inclusi come "ulteriori informazioni"	Non dà indicazioni a riguardo.	Può essere valutato separatamente ma non deve incluso nel risultato della CFP.	Tale scelta è conforme alla ISO/TS 14067:2014

					ambientali”.			
	Emissioni e rimozioni di non-CO₂ GHG da bestiame, deiezioni animali e suolo	Argomento non specificato.	Le emissioni e rimozioni di gas serra non-CO ₂ provenienti da bestiame, deiezioni e gestione del suolo devono essere incluse nel risultato della CFP e non devono essere documentate separatamente.	Aspetto non specificatamente trattato nel <i>General Programme Instructions</i> (eccetto punto b alla voce "short biogenic carbon cycle" per quanto riguarda fermentazioni enteriche). Informazioni aggiuntive sono comunque date nelle singole RCP delle varie categorie di prodotti di origine animale.	Aspetto non specificatamente trattato nella guida (eccetto le fermentazioni enteriche)	Non dà indicazioni a riguardo.	Le emissioni e rimozioni di gas serra non-CO ₂ provenienti da bestiame, deiezioni e gestione del suolo devono essere incluse nel risultato della CFP e non devono essere documentate separatamente.	Tale scelta è conforme alla ISO/TS 14067:2014
	Rimozioni ed emissioni da land use change (LUC)	Argomento non specificato.	Le emissioni e rimozioni dirette di LUC [dLUC] devono essere incluse nel risultato della CFP e devono essere documentate separatamente.	Le emissioni dirette dovute al <i>direct LUC</i> devono essere incluse e riportate separatamente. Attività conservative di gestione forestale potrebbero comportare stoccaggio aggiuntivo di carbonio (accrescimento della biomassa forestale), tuttavia questa potenziale fonte di stoccaggio non è inclusa nel campo di applicazione dell'International EPD System®.	Il <i>direct LUC</i> deve essere conteggiato assegnando ai prodotti l'impatto del dLUC per 20 anni successivamente alla modifica della destinazione del suolo L' <i>indirect LUC</i> non deve essere incluso, a meno che non sia previsto dalle PEFCR (in tal caso deve essere segnalata separatamente come informazione ambientale aggiuntiva, ma non se ne terrà conto nel calcolo).	Definisce due metodologie di calcolo, un livello di macro-scala e uno di micro-scala quando è noto il luogo di produzione.	Le emissioni e rimozioni dirette di LUC [dLUC] devono essere incluse nel risultato della CFP e devono essere documentate separatamente	Tale scelta è conforme alla ISO/TS 14067:2014
	Rimozioni ed emissioni da variazioni di carbonio nel suolo	Argomento non specificato.	Le emissioni e le rimozioni da variazioni di carbonio nel suolo dovrebbero essere incluse nel risultato della CFP e, se calcolate,	NON dà indicazioni a riguardo.	Argomento trattato come dLUC (per cui la PEF rimanda alla Decisione della Commissione	Devono essere conteggiate seguendo le linee guida IPCC 2006,	Le emissioni e le rimozioni da variazioni di carbonio nel suolo	Tale scelta è conforme alla ISO/TS 14067:2014

			devono essere documentate separatamente.		n.C(2010) 3751 relativa alle linee direttrici per il calcolo degli stock di carbonio nel suolo ai fini dell'allegato V della direttiva 2009/28/CE)	utilizzando lo strumento excel allegato alla PAS 2050-1:2012 con i valori nazionali già pronti per l'uso.	dovrebbero essere incluse nel risultato della CFP e, documentate separatamente.	
	Emissioni da trasporto aereo	Argomento non trattato.	Le emissioni da trasporto aereo devono essere incluse nel risultato della CFP e devono essere documentate separatamente.	NON dà indicazioni a riguardo.	Non sono date indicazioni specifiche per trasporto aereo, che va modellizzato come gli altri trasporti.	Non dà indicazioni a riguardo.	Le emissioni da trasporto aereo devono essere incluse nel risultato della CFP e devono essere documentate separatamente.	Tale scelta è conforme alla ISO/TS 14067:2014
Emissioni da consumi elettrici		Argomento non specificato.	Le emissioni GHG provocate dai consumi elettrici devono includere tutte le fasi del ciclo di vita (da estrazione e trasporto dei combustibili e dalla costruzione e manutenzione della rete, fino al trattamento dei rifiuti e allo smantellamento del sistema di fornitura dell'elettricità). Vanno utilizzati i dati relativi al mix energetico di uno specifico fornitore di elettricità se c'è la garanzia che l'elettricità venduta e le relative emissioni di GHG non sono soggette a doppio conteggio. In caso contrario, e quando invece il fornitore non fornisce dati di GHG specifici, si devono utilizzare i valori di emissione relativi alla rete nazionale del Paese in	Per quanto riguarda il <i>core module</i> , se l'azienda acquista l'energia elettrica da uno specifico fornitore, può essere considerato il mix energetico del fornitore in questione, altrimenti si deve fare riferimento al mix energetico nazionale. Gli impatti legati alla produzione elettrica dovrebbero essere conteggiati secondo la seguente gerarchia: - RECS o garanzia di origine del fornitore; - mix energetico del fornitore dell'elettricità residua; - mix energetico della rete nazionale (preferibilmente mix residuo, altrimenti nazionale).	Le emissioni GHG provocate dai consumi elettrici devono includere tutte le fasi del ciclo di vita. Nell' <i>upstream</i> e nel <i>core</i> dare preferenza ai dati del fornitore specifico. Le regole sono: -utilizzare il mix energetico della specifica elettricità acquistata se il fornitore è affidabile ossia rispetta i requisiti del <i>GHG Protocol Scope 2 Guidance</i> -utilizzare il mix energetico generico dello specifico fornitore se è affidabile ossia rispetta i requisiti del <i>GHG Protocol Scope 2 Guidance</i>	Non dà indicazioni a riguardo.	Le emissioni GHG provocate dai consumi elettrici devono includere tutte le fasi del ciclo di vita. Nelle fasi e monte e nel processo principale si da preferenza ai dati del fornitore specifico. Le regole sono: -utilizzare il mix energetico della specifica elettricità acquistata se il fornitore è affidabile -utilizzare il mix energetico generico dello specifico fornitore se è	Per la ISO/TS 14067:2014 in caso di energia elettrica acquistata da terzi, è necessario utilizzare il fattore di emissione della rete nazionale, anche nel caso in cui siano acquistati certificati verdi. L'approccio PEF appare più corretto per ovviare a questa incongruenza

		cui le fasi del ciclo di vita si verificano. Quando un Paese non ha una rete nazionale ma diverse reti non connesse, oppure viene condivisa una rete comune fra vari Paesi, si devono utilizzare le emissioni di GHG associate alla rete rilevante da cui l'elettricità è ottenuta.	Per quanto riguarda il <i>downstream</i> , per la fase d'uso (i cui impatti sono in genere stimati sulla base di uno scenario di riferimento), deve essere utilizzato il mix energetico dei Paesi OCSE/non-OCSE (a seconda del Paese in cui è venduto/consumato il prodotto).	-utilizzare il mix energetico residuale del paese. Nella fase d'uso il mix energetico deve riflettere il contesto nazionale (in caso di esportazione in più Paesi considerare la media pesata, se ciò non è possibile, andrebbe considerato il mix energetico rappresentativo della regione più ampia (es. mix energetico EU).		affidabile -utilizzare il mix energetico residuale del paese. In caso di esportazione in più Paesi si considera la media pesata dei fattori di emissione dei Paesi di esportazione, se ciò non è possibile, andrebbe considerato il mix energetico rappresentativo della regione più ampia.	
Tipologie di dati	I dati sono classificati in: - dati primari: raccolti (misurati, calcolati o stimati) dai siti di produzione associati ai processi unitari all'interno del confine del sistema; - dati secondari: provenienti da altre fonti, come letteratura o database, scelti in base ai requisiti di qualità sopra riportati. Le fonti pubbliche da cui sono stati raccolti i dati devono essere indicate nella relazione dello studio, comprendendo dettagli aggiuntivi per i dati significativi per le conclusioni dello studio e indicando se tali dati non soddisfano i requisiti di qualità indicati alla voce Qualità dei dati).	I dati sono classificati in: -Dati primari: dati quantitativi relativi ad una unità di processo o a un'attività ottenuti da misure dirette o da calcoli basati su misure dirette, possono essere di due tipi: •dati sito-specifici: dati raccolti in situ, si utilizzano per i processi sotto il controllo finanziario o operativo dell'organizzazione che sta eseguendo lo studio; •dati non sito-specifici: dati che non si riferiscono direttamente al sistema produttivo oggetto di studio, bensì ad un sistema produttivo diverso purché comparabile; questi dati possono essere sia fattori di emissione sia dati di attività (es. quantità di	I dati possono essere di tre tipologie: - dati specifici (dati primari): raccolti nel sito di produzione; vanno sempre usati se disponibili; - dati generici selezionati (dati secondari): dati comunemente disponibili da banche dati (commerciali o libere) autorizzate ad essere usate per la sostituzione di dati specifici (soddisfano pienamente i requisiti di qualità dei dati sotto indicati); - altri dati generici: provenienti da altre generiche fonti di dati.	I dati sono classificati in: - dati specifici: direttamente misurati o raccolti e rappresentativi delle attività presso un impianto specifico o una serie di impianti; - dati generici: dati settoriali o multisettoriali, es. report di associazioni di settore, documenti scientifici, statistiche pubbliche, banche dati fornite da organizzazioni governative internazionali (es. FAO, UNEP...), banche dati LCA di governi nazionali o altri enti;	Riprende la ISO 14044:2006 con la distinzione fra dati primari e secondari e rimanda alla PEF.	I dati sono classificati in: -Dati primari: dati quantitativi relativi ad una unità di processo ottenuti da misure dirette o da calcoli basati su misure dirette, possono essere di due tipi: •dati sito-specifici: dati raccolti in situ, si utilizzano per i processi sotto il controllo finanziario o operativo dell'organizzazi one che sta	Tale scelta è conforme alla ISO/TS 14067:2014

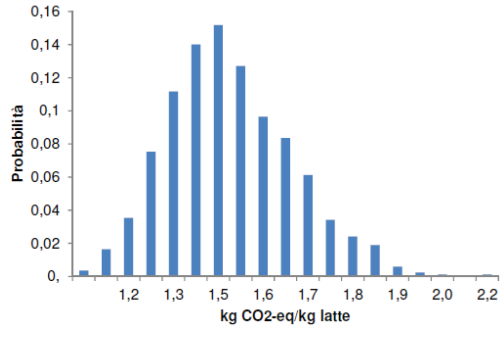
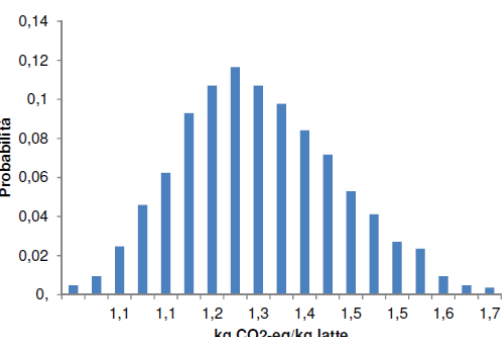
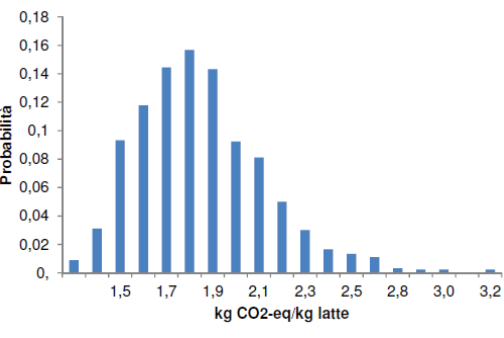
		energia elettrica consumata, quantità di materiale prodotto o di combustibile utilizzato, area di un terreno). -Dati secondari: sono dati da utilizzare quando non è possibile raccogliere dati primari o per processi di minore importanza, reperibili da banche dati o da studi precedenti pubblicati in letteratura e validati da terza parte (es. fattori di emissione di default, dati basati su medie globali o regionali, raccolti da organizzazioni regionali o internazionali)		- lacune nei dati: quando non esistono dati per un flusso in entrata/prodotto specifico, oppure esistono dati per un processo simile, ma questi non soddisfano i criteri di rappresentatività tecnologica, geografica e temporale.		eseguendo lo studio; •dati non sito-specifici: dati che non si riferiscono direttamente al sistema produttivo oggetto di studio, bensì ad un sistema produttivo diverso purché comparabile; -Dati secondari: da utilizzare quando non è possibile raccogliere dati primari reperibili da banche dati o da studi precedenti pubblicati	
Qualità dei dati	I requisiti di qualità dovrebbero comprendere: copertura temporale, geografica e tecnologica, precisione, completezza, rappresentatività, coerenza, riproducibilità, fonte dei dati, incertezza dell'informazione. Non specifica i requisiti da rispettare in termini di qualità dei dati minima richiesta.	Conforme alla ISO 14044. Non specifica i requisiti da rispettare in termini di qualità dei dati minima richiesta.	I dati devono essere il più possibile specifici e rappresentativi del processo studiato. I dati generici selezionati devono rispondere a caratteristiche di completezza, rappresentatività e precisione quali: - anno di riferimento; - cut-off: copertura qualitativa del 99% dei flussi di energia e materia; - completezza in quella porzione di inventario riguardante	La valutazione della qualità dei dati tiene conto di 6 criteri qualitativi: rappresentatività tecnologica, geografica e temporale, completezza dei dati, incertezza dei parametri ("precisione" nella ISO 14044), adeguatezza e coerenza metodologiche ("coerenza" nella ISO 14044). La guida indica:	Rimanda alla PEF per la valutazione della qualità dei dati.	I requisiti di qualità dovrebbero comprendere: copertura temporale, geografica e tecnologica, precisione, completezza, rappresentatività, coerenza, riproducibilità, fonte dei dati, incertezza dell'informazione. E' possibile utilizzare dati secondari a	Tale scelta è conforme alla ISO/TS 14067:2014. Considerato che la ISO/TS 14067 non indica una soglia minima da rispettare in termini di qualità dei dati, nel caso delle presenti RCP si dovrebbe rispettare quanto indicato dall'EPD

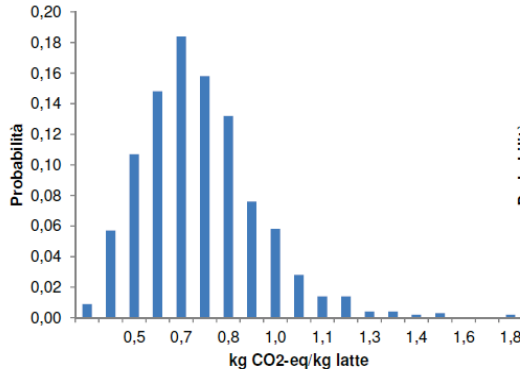
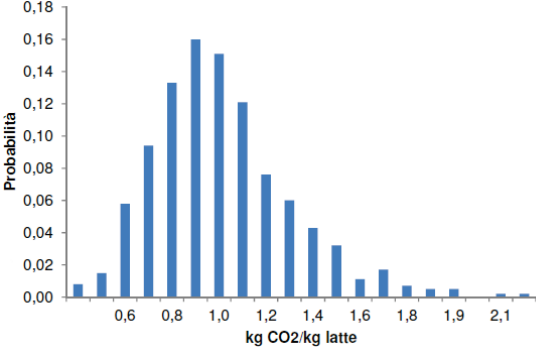
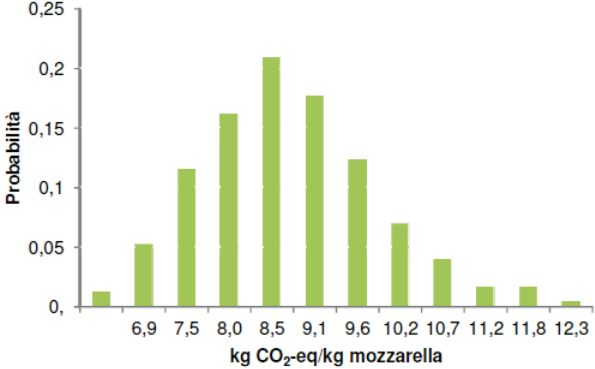
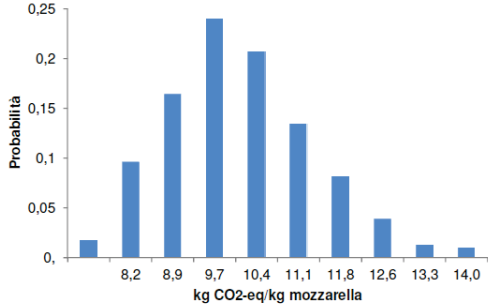
			i flussi elementari che contribuiscono a una parte rilevante delle categorie di impatto; - rappresentatività nell'area geografica ($\pm 5\%$). L'impatto ambientale associato agli "altri dati generici" non deve eccedere il 10% dell'impatto globale del sistema.	- un "indice di qualità" per ognuno dei 6 criteri qualitativi - una formula per il calcolo del "livello di qualità dei dati complessivo" (DQR), che tiene conto dei 6 indici di qualità raggiunti (valutazione semi-quantitativa della qualità dei dati) - i requisiti da rispettare in termini di qualità dei dati minima richiesta I dati di qualità inferiore al livello classificato "soddisfacente" non devono rappresentare oltre il 10% dei contributi a ciascuna categoria di impatto		patto che l'impatto ambientale non sia superiore al 10% dell'impatto totale del sistema prodotto.	System, ovvero è possibile utilizzare dati secondari a patto che l'impatto ambientale non sia superiore al 10% dell'impatto totale del sistema prodotto.
Analisi di incertezza sui risultati	Inclusa come punto facoltativo del paragrafo <i>Interpretazione del ciclo di vita</i>.	E' inclusa come punto obbligatorio dell'<i>Interpretazione del ciclo di vita</i> la valutazione quantitativa e/o qualitativa dell'incertezza	Dovrebbe essere inclusa nello studio.	E' inclusa e deve essere data una descrizione almeno qualitativa sia per quanto riguarda l'incertezza dei dati utilizzati, sia per quanto riguarda l'incertezza metodologica. Le PEFCR devono descrivere l'incertezza tipica per la categoria di prodotto.	Non dà indicazioni a riguardo.	E' inclusa nella valutazione. Propone un metodo quali-quantitativo, che si basa sull'analisi di 5 caratteristiche dei dati utilizzati: affidabilità, completezza, correlazione tecnologica, geografica e temporale.	Tale scelta è coerente con la ISO/TS 14067:2014 ed è in linea con la PEF

Allegato 3 - Analisi di Incertezza

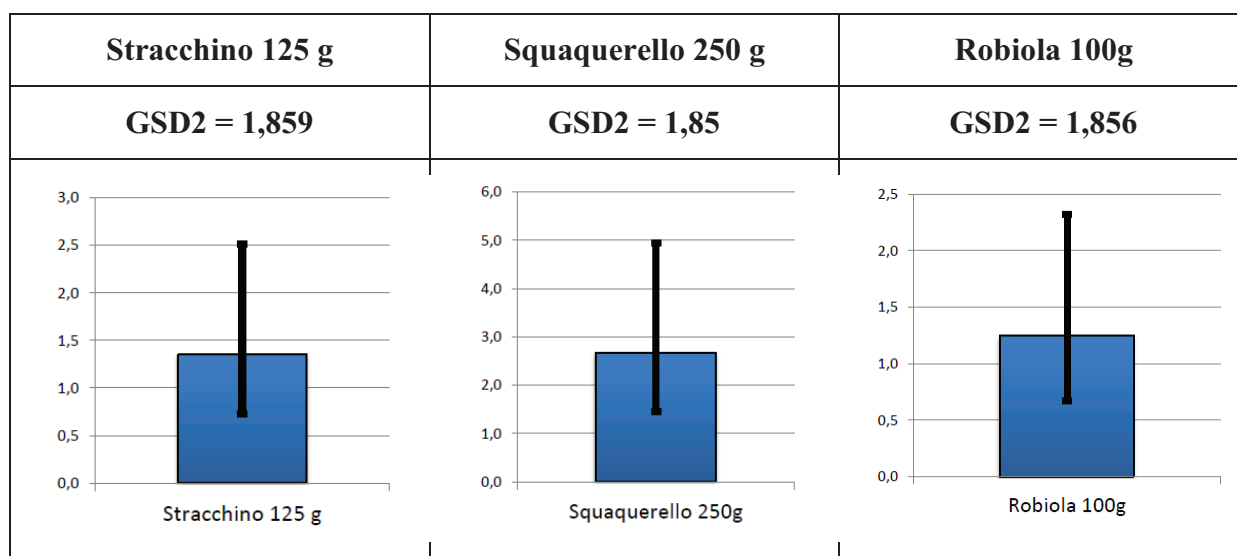
AZIENDA 1: non è stata svolta l'analisi dell'incertezza.

AZIENDA 2: è stato utilizzato il metodo Monte Carlo, che consiste nel calcolo ripetuto di valori casuali derivati dalle funzioni di probabilità che caratterizzano l'incertezza degli input del modello. Dai risultati ottenuti emerge che l'incertezza con un intervallo di confidenza del 95% è piuttosto elevata in tutti i prodotti studiati.

Prodotto	Intervallo di confidenza al 95% (kg CO ₂ eq/kg di prodotto)
Latte AQ	 1,2 – 1,8
Latte P. Leggero Parz. Scream.	 1,1 – 1,6
Latte ESL	 1,3 – 2,6

Latte UHT Parz. Screm.	 0,5 – 1,2
Latte UHT Bio Parz. Screm.	 0,6 – 1,7
Mozzarella AQ	 6,8 – 11,4
Mozzarella Bio	 8,0 – 12,9

AZIENDA 3: i risultati della valutazione di incertezza sono stati ottenuti utilizzando i fogli di lavoro automatici del *GHG Protocol Uncertainty Tool* per le emissioni misurate indirettamente. È importante sottolineare qui che il 90% delle emissioni deriva dalla produzione di latte crudo. Il *GHG Protocol Uncertainty Tool* valuta i prodotti agricoli con un fattore di incertezza molto alto, cioè 2. Per questi due motivi, l'incertezza cumulativa della *carbon footprint* è abbastanza alta, presentata come GSD2 e come barra d'errore.



AZIENDA 4: è stata svolta solo sulla fase più impattante (allevamento). L'attività si è concentrata sulla verifica della deviazione standard dei risultati rispetto alle 16 stalle prese come campione. Si è riscontrata una deviazione standard sui diversi componenti della stalla che varia dall'1% per i fertilizzanti acquistati fino al 7,1% per i foraggi.

Di seguito la tabella con il dettaglio:

	Concentrati	Fertilizzanti	Foraggi	Animali	Colture	Energia	Stoccaggio
MEDIA	22,9 %	1,5 %	1,2 %	42,8 %	9 %	5,7 %	16,9 %
min	10,0 %	0,0 %	0,2 %	35,8 %	4,8 %	2,7 %	0,0 %
max	39,7 %	3,7 %	3,7 %	53,8 %	18,6 %	8,7 %	25,4 %
dev st	7,1 %	0,9 %	1 %	4,5 %	3,5 %	1,6 %	6,4 %

Deviazione standard fase di stalla (dati percentuali relativi ad 1Kg di latte crudo aggregati per comparti)

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il mio ex-collega Jacopo Famiglietti con il quale ho condiviso parte del percorso; i miei colleghi Emanuela Fiorini e Pieter Ravaglia per il loro prezioso supporto nei momenti più difficili; Sara Corrado per gli utili consigli; Giulio Rispoli e Beatrice Palombo per il loro importante aiuto; il Prof. Giuseppe Scarascia Mugnozza per aver creduto in un progetto originale e il Prof. Ettore Capri, grande esperto di LCA e Sostenibilità, per il continuo confronto e la sua indispensabile guida.

Bibliografia e fonti informative

AIA, Associazione Italiana Allevatori (2012), *Quadro economico e Relazione attività*.

AIA, Associazione Italiana Allevatori (2013), Bollettino annuale.

Alig. M., Baumgartner, D.U. Mieleitner, J., Nemecek, T. (2011). *Environmental impacts of Swiss milk production in the mountain region*. European Grassland Federation Publ. Zurich, Switzerland, 305-307

ASTER Scienza Tecnologia Impresa in collaborazione con SIQULIACA (2007). *Rapporto Fabbisogni delle imprese e traiettorie tecnologiche future*.

Belflower J.B., Bernard J.K., Gattie D.K., Hancock D.W., Risse L.M., Rotz A.C. (2012). A case study of the potential environmental impacts of different dairy production system in Georgia. *Agr. Syst.* 108, 84-93

BSI (2011), PAS 2050:2011 - *Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*

Capper J.L., Cady R.A., Bauman D.E. (2009). *The environmental impact of dairy production*. *J. Anim. Sci.* 87, 2160-2167

Casey, J.W., Holden, N.M. (2005). *The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland*. *Journal of Environmental Quality* 34, 429-436.

Castanheira E.G., Dias A.C., Arroja L., Amaro R., (2010). *The environmental performance of milk production on a typical Portuguese dairy farm*. *Agricultural System* 103, 498-507

Cederberg, C., Flysjo, A., (2004). *Life cycle inventory of 23 dairy farms in southwestern Sweden*. *Swed. Inst. Food Biotechnol.* 59.

CLAL. Sito web: "<http://www.clal.it>"

- Clark Eds. J., Beede D. K., Erdman R. A., Goff J. P., Grummer R. R., Linn J. G. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*: Seventh Revised Edition. National Academies Press: Washington, D. C..
- Coderoni S., Bonati G. (2013), *Impronta Carbonica Aziende Agricole Italiane*. INEA Istituto Nazionale di Economia Agraria.
- Collomb M., Butikofer U., Sieber R., Jeangros B., Bosset J.O., (2002). *Correlation between fatty acids in cows' milk fat produced in the Lowlands, Mountains and Highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder*. International Dairy Journal 12, 661-666
- Commissione Europea (28 Luglio 2016), *Draft PEFCRs Dairy products*.
- Commissione Europea (2011), *Agriculture and rural development, Milk and milk products*. Sito web: http://ec.europa.eu/agriculture/milk/index_en.htm
- Corradini C. (1995), *Chimica e Tecnologia del latte*. Tecnica Ambiente.
- Coppa M., Farruggia A., Ravaglia P., Pomiès D., Borreani G., Le Morvan A., Ferlay A. (2015). *Frequent moving of grazing dairy cows to new paddocks increases the variability of milk fatty acid composition*. Animal 9:4, 604-613
- CRPA, Centro Ricerche Produzioni Animali (2013). *Emissioni in atmosfera l'impronta che non si vede, Conoscere per competere*. Centro Ricerche Produzioni Animali.
- DairyCo (2010). *Guidelines for the Carbon Footprinting of Dairy Products in the UK*.
- Department for Environment, Food & Rural Affairs, Carbon Trust, British Standards Institution (2008). *Publicly Available Specification (PAS) 2050-Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*.
- De Vries M., de Boer I.J.M. (2010). *Comparing environmental impacts for livestock products: a review of life cycle assessments*. Livestock Science 128, 1–11
- Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 *on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by-related products*. Europa (web portal).
- Ecoinvent Version 3.01.
- Ellis J.L., Kebreab E., Odongo N.E., McBride B.W., Okine E.K., France J. (2007). *Prediction of methane production from dairy and beef cattle*. J. Dairy Sci. 90, 3456-3467
- ENAMA, Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola (2011), *Parte 1: Biomasse ed energia*. Sito progetto: http://www.enama.it/it/biomasse_studio.php

- Environmental Energy Technologies Division, Lawrence Berkeley National Laboratory (2011). *Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the Dairy Processing Industry*.
- EC (2013). *Raccomandazione n. 179 della Commissione, del 9 aprile 2013, relativa a relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni*. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, L 124, 4 maggio 2013
- EC (2014b), *Guidance for the implementation of the EU PEF during the EF pilot phase - Version 6.0*.
- Ekvall, T., Finnveden, G. (2001). *Allocation in ISO 14041 – a critical review*. Journal of Cleaner Production, 9 (3) 197-208
- Fantin, V., Pergreffi, R., Buttol, P., Marino, M., Boeri, F. (2010). *Critical aspects in PCRs application: case study of High Quality Milk*. Proceedings of SETAC Europe 16th LCA Case Studies
- Fantin V., Buttol P., Pergreffi R., Masoni P. (2012). *Life cycle assessment of Italian high quality milk production. A comparison with an EPD study*. Journal of Cleaner Production Volume 28.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Animal Production and Health Division (2010). *Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector – A Life Cycle Assessment*.
- Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile (2016). *La svolta dopo l'Accordo di Parigi*. Italy Climate Report
- Garrone P., Melacini M., Perego A. (2002), *Dar da mangiare agli affamati. Le eccedenze alimentari come opportunità*, Fondazione sussidiarietà.
- Gerber P., Vellinga T., Opio C., Steinfeld H. (2011). *Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems*. Livestock Science 139, 100-108
- Gill M., Smith P., Wilkinson J.M. (2010). *Mitigating climate change: the role of domestic livestock*. Animal 4, 323-333
- Guerci M., Bava L., Zucali M., Tamburini A., Sandrucci A., (2014). *Effect of summer grazing on carbon footprint of milk in Italian Alps: a sensitivity approach*. Journal of Cleaner Production 73, 236-244
- Guerci M., Trydeman Knudsen M., Bava L., Zucali M., Schonbach P., Kristensen T., (2013).

Parameters affecting the environmental impact of a range of dairy farming systems in Denmark, Germany and Italy. Journal of Cleaner Production 54, 133-141

Guerci M., Bava L., Zucali M., Sandrucci A., Penati C., Tamburini A. (2013). *Effect of farming strategies on environmental impact of intensive dairy farms in Italy.* Journal of dairy research 80, 300-308

Haas G., Wetterich F., Kopke U., (2001). *Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment.* Agriculture Ecosystems & Environment 83, 43-53

Hermansen J. E., Troels Kristensen (2011). *Management options to reduce the carbon footprint of livestock products.* University of Aarhus, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Agroecology and Environment, Research Centre Foulum.

Holding J. (2010). *Household Food and Drink Waste linked to Food and Drink Purchases.* DEFRA, Department for Environment Food & Rural Affairs Gov. UK.

Husted S. (1994). *Seasonal variation in methane emissions from stored slurry and solid manures.* Journal of Environmental Quality.

IPCC Revised 1996, *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.*

IPCC 2000, *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.*

IPCC 2006, *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.* Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 10 - Emissions From Livestock And Manure Management. Chapter 11 - N₂O Emissions From Managed Soils, and CO₂ Emissions From Lime And Urea Application

ISEMA-Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare. Sito web: <http://www.ismea.it>

International Standard Organization (ISO), Ente nazionale italiano di normazione (UNI) (2014). UNI CEN ISO/TS 14067:2014 Gas ad effetto serra - Impronta climatica dei prodotti (Carbon footprint dei prodotti) - Requisiti e linee guida per la quantificazione e comunicazione che adotta la ISO/TS 14067:2013 *Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication.*

International Organization for Standardization (ISO), 2006a. *Environment Management e Life Cycle Assessment e Principles and Framework.* EN ISO 14040.

International Organization for Standardization (ISO), 2006b. *Environmental Management e Life Cycle Assessment e Requirements and Guidelines.* EN ISO 14044.

International Organization for Standardization (ISO), 2006. *Environmental labels and*

declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures. EN ISO 14025

ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (2013), *Rapporto sui rifiuti urbani*.

ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (2014), *National Inventory Report 2014*.

ISTAT, Sistema informativo delle statistiche su agricoltura e zootecnia. Sito web:
<http://agri.istat.it>

Kristensen T, Mogensen L, Knudsen MT & Hermansen JE (2011). *Effect of production system and farming strategy on greenhouse gas emissions from commercial dairy farms in a life cycle approach*. Livestock Science 140, 136-148

Lundie Dr. S., Schulz M., Peters Dr G., Nebel Dr. B., Ledgard Dr. S. (2009), *Carbon Footprint Measurement Methodology Report*. Fonterra- Centre for Water and Waste Technology University NSW, Scion and Agresearch.

Marino M., Pratesi C.A. (2015). *Il cibo perfetto-aziende, consumatori e impatto ambientale del cibo*. Edizioni E Ambiente

Mercati A. (2011), *Il settore lattiero caseario in Italia tra produzioni, consumi e prospettive*. ISEMA, Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare.

Nguyen T.T.H., Doreau M., Corson M.S., Eugene M., Delaby L., Chesneau G., Gallard Y., van der Werf H.M.G. (2013). *Effect of dairy production system, breed and co-product handling methods on environmental impacts at farm level*. Journal of Environmental Management 120, 127-137

O'Brien D., Shalloo L., Patton J., Buckley F., Grainger C., Wallace M., (2012). *A life cycle assessment of seasonal grass-based and confinement dairy farms*. Agricultural System 107, 33–46.

O'Brien D., Shalloo L., Patton J., Buckley F., Grainger C., Wallace M., (2012). *Evaluation of the effect of accounting method, IPCC v .LC, on grass-based and confinement dairy systems' greenhouse gas emissions*. Animal 6:9, 1512-1527.

Opio C, Gerber P & Steinfeld H (2011). *Livestock and the environment: addressing the consequences of livestock sector growth*. Advances in Animal Biosciences 2, 601-607

Pernigotti D. (2013), *La carbon footprint alla luce della nuova norma UNI ISO/TS 14067*. Edizioni Ambiente.

- Place S.E. and Mitloehner F.M. (2010), Invited review: contemporary environmental issues: a review of the dairy industry's role in climate change and air quality and the potential of mitigation through improved production efficiency. *Journal of Dairy Science* 93, 3407-3416
- Pulina, G., Francesconi, A.H.D., Mele, M., Ronchi, B. Stefanon, B., Sturaro, E., Trevisi, E., (2011), *Sfamare un mondo di nove miliardo di persone: le sfide per una zootecnia sostenibile*. Italian Journal of Agronomy, Volume 6(s2):e7
- Regione Emilia Romagna (2012), *Rapporto annuale di valutazione in itinere (anno 2011) – Allegato 2, Approfondimenti metodologici e strumenti di indagine*. Valutazione in itinere, intermedia ed ex-post del programma di Sviluppo Rurale della Regione Emilia-Romagna 2007-2013.
- Röös, E., Sundberg, C., Hansson, P. (2010). *Uncertainties in the carbon footprint of food products: a case study on table potatoes*. *Int. J. Life Cycle Assess.* 15, 478–488.
- Rotz C.A., Montes F., Chuanese D.S., (2010), *The carbon footprint of dairy production systems through partial life cycle assessment*. *J. Dairy Sci.* 1266-1282
- Salou T., Le Mouel C., van der Werf M.G. (2016); Environmental impacts of dairy system intensification: the functional unit matters. *Journal of Cleaner Production*. Accepted 3 maggio 2016
- Salvatori del Prato O. (2005), *Tecnologia del Latte*. Edagricole- Edizioni Agricole de il Sole 24 ore
- Sicheri G. (2010), *Tecnologie Agrarie* Vol. 1 e 2. HOEPLI.
- The International Dairy Federation (2005), *Bulletin 398/2005 - Guide on Life Cycle Assessment towards Sustainability in the Dairy Chain*.
- The International Dairy Federation (2010), *Bulletin 445/2010 - A common carbon footprint approach for dairy - The IDF guide to standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector*.
- The International Energy Agency (2015). *World Energy Outlook 2015*
- The International Energy Agency (2011). *World Energy Outlook 2011*
- The International EPD system (2013): *PCR UN CPC 022 Raw milk* v. 1.0, *PCR UN CPC 221 Processed liquid milk and cream* v. 1.0, *PCR UN CPC 2223, 2224 & 2225 Yoghurt, butter and Cheese* v. 1.0.
- The International EPD system (2013): *General Program of Instructions* v. 2.01

- Thomassen M. A., Dalgaard R., Heijungs R., de Boer I.J.M. (2008). *Attributional and consequential LCA of milk production*. International Journal Life Cycle Assessment.
- Thomassen M. A., van Calster K.J., Smits M.C.J., Iepema G.L., de Boer I. J.M., (2008). *Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands*. Agricultural Systems 96, 95-107
- Tukker A., Huppes G., Guinée J., Heijungs R., De Koning A., Van Oers L., Suh S., Geerken T., Van Holderbeke, M., Jansen B., Nielsen P. (2006). *Environmental Impacts of Products (EIPRO), Analysis of the Life Cycle Environmental Impacts Related to the Final Consumption of the EU-25*. Main Report. European Commission, Joint Research Centre.
- Varnam A. H., Sutherland J. P. (1994). *Milk and Milk Products – Technology, Chemistry and Microbiology*. Aspen Publication.
- Walstra D. P., Geurts T. J., Noomen A., Jellema A., Van Boekel M. A. J. S. (2005). *Dairy Technology: Principles of Milk Properties and Processes*. Food Science and Technology.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), World Resources Institute (WRI) (2011). *Product Life Cycle Accounting & Reporting Standard-GHG Protocol*
- World Meteorological Organization (WMO), (2016). *Greenhouse gas bulletin* n.12/24
- VII Convegno della Rete Italiana LCA (2013), *Life Cycle Assessment e ottimizzazione ambientale: esempi applicativi e sviluppi metodologici*.