



Progetto LIFE+ Climate changE-R

1 CALCOLO DEL CARBON FOOTPRINT DEL LATTE VACCINO FRESCO

1.1 Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione

1.1.1 Obiettivo dello studio

Calcolare gli impatti ambientali relativi alla produzione di latte vaccino fresco in aziende zootecniche, a 3 diversi livelli di attenzione verso l'ambiente, in termini di emissioni di gas serra (kg CO₂eq – Global Warming Potential), mediante l'applicazione dell'analisi LCA (norme ISO 14040-44:2006), ai fini di individuare e quantificare quelle pratiche volte alla mitigazione delle emissioni di GHG derivanti dalla produzione di latte fresco delle aziende di vacche da latte.

Destinatario dello studio: Regione Emilia-Romagna.

Responsabile dell'Azione preparatoria A.3 (Stima delle emissioni di GHG e calcolo del Carbon Footprint): CRPA- Centro Ricerche Produzioni Animali (Reggio Emilia - RE).

1.1.2 Campo di applicazione

1.1.2.1 Le funzioni del sistema

La funzione del sistema è la produzione di latte fresco in aziende di bovine da latte.

1.1.2.2 L'Unità funzionale

L'unità funzionale del sistema è 1 kg di latte vaccino fresco standard (standardizzato a un tenore in grasso del 4% e in proteina del 3,3%, FPCM = fat and protein corrected milk) al cancello in uscita della azienda produttrice.

1 kg di latte standard = 1 kg latte prodotto x [0,1226 x grasso% + 0,0776 x proteina% + 0,2534].

Il sistema è stato analizzato con riferimento anche a una seconda unità funzionale, l'ettaro di superficie agraria aziendale (ha). La superficie aziendale viene quantificata includendo le superfici (in proprietà e/o in affitto) su cui sono effettuate le coltivazioni destinate alla alimentazione delle bovine, le coltivazioni funzionali alle rotazioni colturali praticate e le coltivazioni che ricevono gli effluenti di allevamento.

1.1.2.3 Il sistema studiato

Il sistema che deve essere studiato è relativo ad aziende che producono latte per due diverse destinazioni produttive: latte per la trasformazione in Parmigiano-Reggiano, latte alimentare ad alta qualità.

Le fasi produttive relative al processo principale sono monitorate presso uno specifico campione di aziende dimostrative: 6 per la filiera del latte alimentare e 6 per la filiera del latte destinato alla trasformazione in Parmigiano-Reggiano.

In ciascuna azienda vengono considerati 3 diversi livelli di attenzione ambientale (LAA).

Per la produzione zootecnica i livelli di attenzione ambientale si riferiscono a:

- LAA1: stima delle emissioni di GHG basata sui fattori di emissione utilizzati da ISPRA per l'inventario nazionale delle emissioni e sulle linee guida IPCC 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories;



- LAA2: sulla base della stessa metodologia IPCC 2006, si utilizzano i dati rilevati nelle aziende per alimentazione animale e per escrezione di azoto. Le stime sono più accurate che nel LAA1 e permettono di rilevare differenze tra aziende;
- LAA3: utilizzazione di un metodo che considera la qualità della dieta, le caratteristiche delle deiezioni e il bilancio aziendale dell'azoto.

Per le colture aziendali i 3 livelli di attenzione ambientale si riferiscono a:

- LAA1: rispetto delle norme di Condizionalità (Cross Compliance);
- LAA2: rispetto dei disciplinari di produzione Integrata;
- LAA3: Produzione Integrata + buone pratiche agricole.

Il presente rapporto si riferisce ai risultati relativi al calcolo dell'impronta del carbonio nel caso dell'applicazione dei tre livelli, LAA1, LAA2 e LAA3, nelle 12 aziende oggetto di studio.

Una considerazione che è necessario sottolineare a proposito del livello LAA1 (fattori di emissione dell'inventario) applicato alla produzione zootecnica è che, fino alla submission 2014 (relativa agli anni 1990-2012), l'inventario nazionale delle emissioni è ancora basato sulle linee guida IPCC 1996 e che solo a partire dal 2015 è prevista in ambito UNFCCC l'adozione delle Guidelines 2006. Fra le due metodologie vi sono significativi cambiamenti in alcuni parametri di calcolo, in particolare per le emissioni enteriche e per le emissioni di N₂O e di CH₄ dalla gestione delle deiezioni. In Climate Change-R è stato stabilito dal gruppo di lavoro di stimare le emissioni di GHG sulla base della metodologia IPCC 2006. Per tale motivo, e in considerazione del fatto che, a partire dal 2015, anche l'inventario nazionale delle emissioni adotterà tale metodologia, nelle stime del livello LAA1, ci si è basati sui fattori di emissione dell'inventario, ma utilizzando i fattori di caratterizzazione aggiornati delle Guidelines 2006 per la conversione dei gas serra (metano e protossido di azoto) in unità equivalenti di CO₂.

1.1.2.4 I confini del sistema

In considerazione degli obiettivi dello studio, il sistema riguarda tutti i flussi di materiali, di energie e di trasporti relativi alla produzione di latte in aziende di bovine da latte, site nel territorio della regione Emilia-Romagna.

Il sistema include le emissioni di GHG che avvengono nella azienda zootecnica, quali le emissioni enteriche delle bovine, le emissioni dalla fase di gestione delle deiezioni, le emissioni derivanti dall'uso delle fonti energetiche, e quelle che avvengono nella fase di coltivazione dei terreni aziendali, quali le emissioni di protossido di azoto dovute alle fertilizzazioni azotate e le emissioni derivanti dall'uso dei combustibili per le macchine agricole.

Il sistema include, inoltre, le emissioni di GHG indotte dalla produzione dei mezzi tecnici utilizzati in azienda.

Il sistema analizzato non include la fase di trasformazione del prodotto a valle della azienda zootecnica (from cradle to farm gate).

Nel caso della analisi riferita alla unità funzionale 1 kg latte FPCM il sistema include la sola fase di coltivazione dei terreni su cui vengono prodotti gli alimenti destinati alla alimentazione del bestiame.

Nel caso dell'analisi riferita alla unità funzionale 1 ha di terreno aziendale il sistema include le superfici (in proprietà e/o in affitto) su cui sono effettuate le coltivazioni destinate alla alimentazione delle bovine, le coltivazioni funzionali alle rotazioni colturali praticate (ad esempio frumento o altri cereali per alimentazione umana) e le coltivazioni che ricevono gli effluenti di allevamento.

L'azienda zootecnica comprensiva dei terreni rappresenta pertanto il sistema considerato per analizzare il ciclo di vita del latte nell'arco dei due anni presi a riferimento (dati relativi al 2013 e 2014).



1.1.2.5 La qualità dei dati

Nel corso del 2013 e 2014 sono stati raccolti i dati primari provenienti dalle aziende zootecniche monitorate.

Le tecniche di mitigazione previste per il livello LAA3; che per la parte zootecnica si riferiscono a un affinamento delle metodologie di calcolo, sono state applicate con riferimento alla situazione aziendale dell'anno 2013.

Per la raccolta dei dati (fase di inventario) sono stati utilizzati i questionari appositamente predisposti (v. allegato alla relazione sulle metodologie: Questionario rilevazione dati – Vacche da latte, di cui sono parte integrante le schede relative alle coltivazioni), con l'obiettivo di identificare gli elementi specifici che incidono maggiormente sugli impatti ambientali del processo produttivo.

La struttura generale del questionario prevede i seguenti punti fondamentali:

- informazioni generali sull'azienda (denominazione, localizzazione, zona altimetrica);
- informazioni sulla produzione zootecnica: consistenza della mandria, indici produttivi, alimentazione, modalità di stabulazione e di gestione degli effluenti, grado di autosufficienza alimentare, consumi energetici, consumi idrici, materie in ingresso, produzione di rifiuti, etc.
- informazioni sulla fase di coltivazione: caratteristiche pedologiche, dati produttivi, input e output di energia e materiali relativi alla coltura in esame.

Per la metodologia di stima relativa alle coltivazioni effettuate in azienda si rimanda ai protocolli relativi alla produzione delle colture foraggere.

Il questionario viene utilizzato per la raccolta dati nei due anni monitorati.

Per i dati secondari è stata utilizzata la banca dati LCA Ecoinvent, v.3 (2013), e per l'elaborazione dei dati il codice di calcolo SimaPro (versione 7.3.3 e/o 8.0).

1.1.2.6 Allocazione

La azienda bovina da latte produce, oltre al latte, la carne delle vacche a fine carriera e dei vitelli maschi venduti, oltre ad altre possibili vendite di bovini di altre categorie di peso. Occorre quindi allocare gli impatti, suddividendoli fra latte e carne. I criteri di allocazione sono numerosi e possono essere stabiliti sulla base di relazioni fra parametri che individuino alcune delle proprietà caratteristiche (fisiche, biologiche) dei prodotti. Ad esempio, nel caso di prodotti alimentari, può essere utilizzata la quantità di proteine o il contenuto energetico. Una ulteriore possibilità, utilizzata quando non sia facilmente individuabile un indice comune fra i prodotti, è l'allocazione economica. Questo ultimo criterio ha il difetto di essere influenzato da aspetti congiunturali variabili nel tempo, ma ha il pregio di consentire il trattamento di prodotti che non hanno intrinseci parametri comuni di confronto.

Nel presente studio, per la allocazione fra latte e carne, è stato impiegato l'approccio proposto dell'International Dairy Federation (FIL IDF, 2010), volto ad armonizzare le metodologie nella valutazione della impronta del carbonio della produzione di latte. Viene qui considerato preferibile un criterio di allocazione fisica fra carne e latte (ossia basato sul peso dei prodotti), che permette di ripartire gli impatti fra le due produzioni. La percentuale di impatto da attribuire al latte viene calcolata utilizzando la equazione:

$$AF = 1 - 5.7717 \times R$$

dove:

AF= fattore di allocazione per il latte, ovvero percentuale dell'impatto complessivo da attribuire al latte

$$R = M_{carne} / M_{latte}$$



dove M_{carne} = somma del peso vivo di tutti gli animali venduti (kg) e M_{latte} = latte venduto (kg), corretto al 4% di grasso e al 3.3% di proteina.

Questo criterio di allocazione differisce da quello riportato nel PCR di riferimento (PCR 2013:16, Version 1.01 del 27-02-2014 RAW MILK, <http://www.environdec.com/en/PCR/Detail/?Pcr=8591#.U6qMuBBWkdU>), che è, invece, basato su un criterio economico.

Nel caso dell'analisi effettuata con riferimento all'ettaro, assunto come unità funzionale non occorre allocazione.

1.1.2.7 Tipi di impatto e metodologia LCIA

Per il calcolo dell'indicatore GWP -Global Warming Potential, nella fase di Analisi degli impatti -LCIA (Life Cycle Impact Assessment) - sono stati utilizzati i fattori di caratterizzazione IPCC 2007 vers.1.02.

Il metano derivante dalle emissioni enteriche e dalla gestione delle deiezioni viene caratterizzato con il fattore unico, proposto da IPCC, senza distinzione fra metano fossile o metano biogenico. Tale distinzione, che viene proposta dal codice di calcolo Simapro (versione 7.3.3 e/o 8.0), potrà essere utilizzata per simulazioni di confronto.

1.2 Inventario

In considerazione delle linee guida riportate nella PCR 2013:16, Version 1.01 del 27-02-2014 (Product Category Rules, in accordo con le norme ISO 14025:2006) riferita alla categoria di prodotto "Raw milk", si è deciso di basare lo studio sulle assunzioni dettagliate nel seguito.

Per la fase agricola di produzione di foraggi e materie prime autoprodotte si rimanda al protocollo relativo alle colture foraggere.

Inclusioni

Sono stati inclusi nei confini del sistema i seguenti input/output e osservate le seguenti metodologie operative:

- La produzione dei mezzi tecnici impiegati (mangimi e integratori alimentari, foraggi acquistati, lettiere, carburanti e lubrificanti, detergenti, sanificanti, farmaci) e dei loro imballaggi e degli animali acquistati.
- I consumi di carburante relativi al trasporto in azienda dei mezzi tecnici dall'ultimo fornitore presso cui si serve abitualmente l'azienda agricola.
- La coltivazione dei foraggi e delle materie prime autoprodotti in azienda, includendo gli impatti dovuti alla produzione e applicazione dei fertilizzanti, alla utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e dei digestati, alla produzione e consumo di carburanti per le operazioni di campagna (vedi protocollo relativo alle colture foraggere),
- Le emissioni enteriche di CH_4 , stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006 (vedi allegato I)
- Le emissioni di CH_4 dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006 (vedi allegato I)
- Le emissioni dirette di N_2O dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione di IPCC 2006 (vedi allegato I). Per il valore di produzione di effluenti e di N escreti si sono adottati i fattori di escrezione riportati nel Regolamento regionale 28 ottobre 2011, N.1 della Regione Emilia-Romagna (vedi allegato I). Nel caso livelli di attenzione ambientale LAA2 e LAA3 il valore di default dell'azoto escreti è stato corretto sulla base dei calcoli del bilancio dell'azoto.
- Le emissioni indirette di N_2O dalla gestione delle deiezioni vengono stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni indirette di $N-N_2O$ pari a 1% delle perdite di N



sotto forma di emissioni di $N-NH_3+N-NO$, che si hanno nella fase di ricovero degli animali e di stoccaggio degli effluenti. Le emissioni di NH_3 delle fasi di ricovero+stoccaggio vengono stimate pari al 28% dell'azoto escreto, in accordo con quanto proposto come valore di default nella normativa della regione Emilia-Romagna relativa alla utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento. Per le emissioni di NO dalla gestione degli effluenti in fase ricovero+stoccaggio si utilizzano i fattori di emissione EMEP/EEA 2013 Tier 1 (si veda allegato I).

- I consumi di energia relativi alle operazioni di stalla,
- I consumi idrici relativi alle operazioni di stalla.
- I rifiuti e il loro scenario di smaltimento (discarica o incenerimento, assumendo per i rifiuti destinati a riciclo solo il trasporto allo smaltitore senza assegnare impatto al processo di riciclo). Gli animali morti in stalla vengono assimilati a rifiuti, per i quali è necessario lo smaltimento,
- Gli effluenti di allevamento utilizzati su terreni extra-aziendali vengono considerati alla stregua di residui destinati al riciclo, assegnando ad essi il solo impatto dovuto al trasporto all'utilizzatore, ma non un impatto di smaltimento.

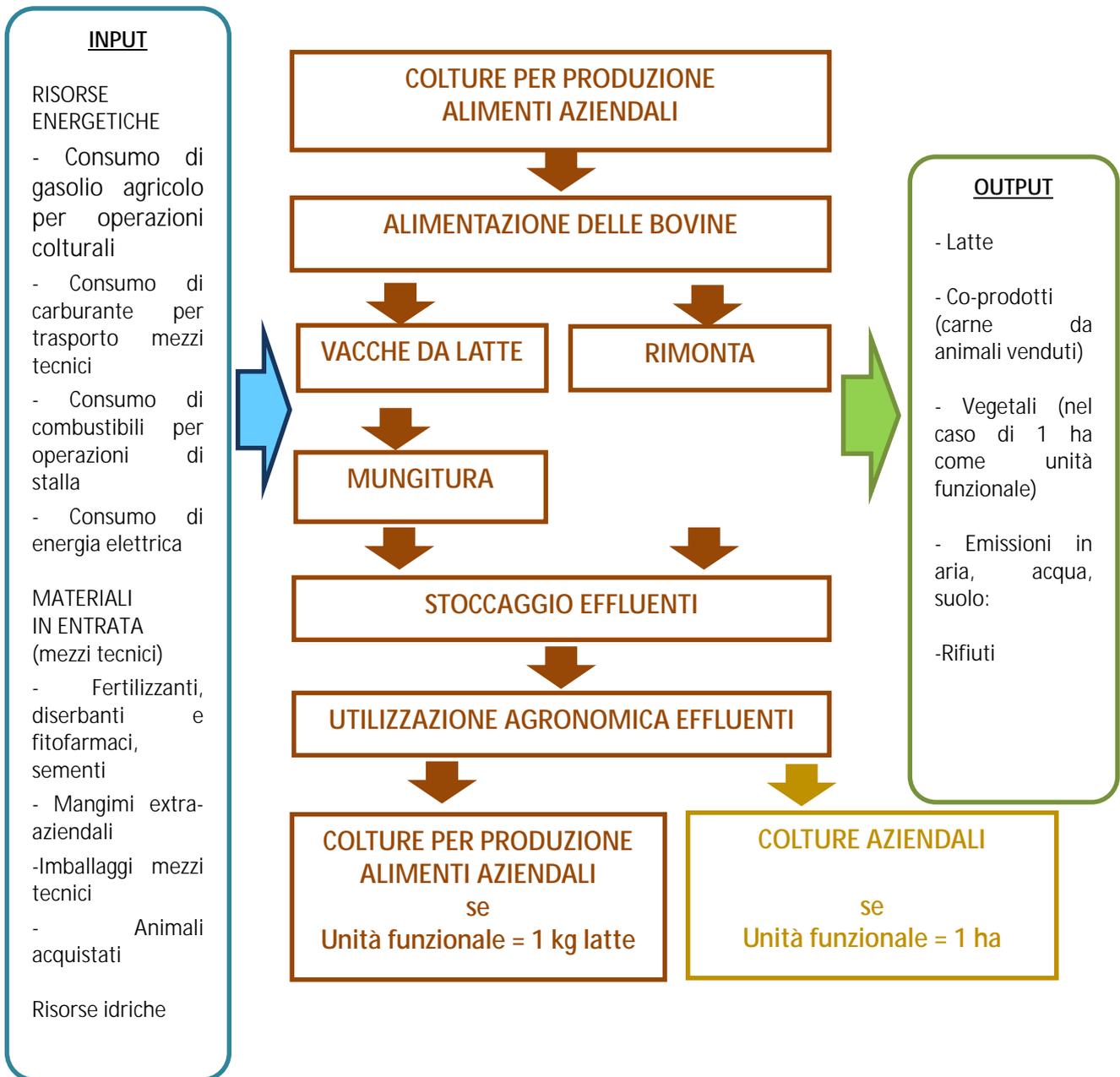
Esclusioni

Non sono stati inclusi nei confini del sistema, in accordo con la PCR citata, i seguenti input/output:

- Il lavoro umano.
- La produzione dei trattori e delle altre macchine agricole, degli edifici e delle strutture di rimessaggio di cui si avvale l'azienda agricola.

Nella Figura 1 si riporta il diagramma di flusso dei processi che hanno formato il sistema considerato.

Figura 1 - Flow chart del processo produttivo relativo alla produzione di LATTE VACCINO FRESCO





1.2.1 Le aziende per latte alimentare

Le sei aziende per latte alimentare conferiscono il latte al partner di progetto Granarolo.

Le aziende si trovano nelle province di Modena e Bologna, collocate in aree di pianura o di prima collina e sono caratterizzate da una dimensione aziendale media (da 56 a 244 capi produttivi).

In Tabella 1 vengono riassunte alcune caratteristiche descrittive sulla composizione della mandria delle aziende monitorate, in Tabella 2 gli indici tecnici e produttivi, in Tabella 3 le superfici aziendali, in Tabella 4 la entità della razione, in di latte.

Tabella 5 la produzione di effluenti, in Tabella 6 gli assetti colturali e le relative rese.

Tabella 1 - Aziende da latte alimentare - Caratteristiche produttive

Consistenza zootecnica 2013	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
n° vacche produttive	56	130	244	110	96	120
n° altri capi	55	76	358	101	109	112
n° capi totali	111	206	602	211	205	232
quota di rimonta/capi totali	50%	37%	59%	48%	53%	48%

Consistenza zootecnica 2014	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
n° vacche produttive	56	120	280	110	91	120
n° altri capi	65	89	240	101	125	115
n° capi totali	121	209	520	211	216	235
quota di rimonta/capi totali	54%	43%	46%	48%	58%	49%

La quota di rimonta nelle aziende da latte alimentare analizzate va dal 37 al 59% del totale dei capi. Nel caso della azienda Montagnini questa percentuale comprende anche un certo numero di animali da ingrasso, che accrescono il rapporto dei capi non produttivi sui capi totali. E' questo un parametro che ha grande influenza sulla impronta del carbonio del latte, in quanto gli animali da rimonta contribuiscono alle emissioni, in particolare quelle enteriche, mentre non contribuiscono alla produzione di latte. Una bassa quota di rimonta è uno dei fattori che riduce l'impronta carbonica del latte. Va rimarcato, comunque, che una bassa quota di rimonta dovrebbe essere connessa a una più lunga carriera produttiva delle bovine, ma, se rilevata su un singolo anno, può essere dovuta a situazioni contingenti, che possono non ripresentarsi negli anni successivi. Una elevata quota di rimonta è, in genere, associata ad allevamenti molto produttivi, che hanno un più rapido turnover delle bovine rispetto ad allevamenti meno intensivi.

Tabella 2 – Aziende da latte alimentare - Indici tecnici e produttivi

Indici produttivi 2013	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
latte prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	8 920	6 421	8 916	10 333	8 713	7 986
latte standard prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	8 977	6 544	8 891	10 082	9 006	7 912
% grasso nel latte	3.98	4.02	4.01	3.79	4.14	3.85
% proteina nel latte	3.41	3.52	3.25	3.31	3.52	3.42
carne venduta (kg/a)	7 500	26 500	63 180	18 450	23 050	23 950
carne venduta (kg/t latte standard)	15.1	31.1	29.1	16.6	26.7	25.2
% allocazione su latte (IDF)	91.3%	82.0%	83.2%	90.4%	84.2%	85.4%



Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A.

Indici produttivi 2014	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
latte prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	9 489	6 740	8 943	8 555	10 410	7 986
latte standard prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	9 096	6 832	8 816	8 371	10 337	7 623
% grasso nel latte	3.65	3.98	3.86	3.80	3.88	3.63
% proteina nel latte	3.32	3.51	3.34	3.34	3.40	3.30
carne venduta (kg/a)	12 750	26 500	61 020	16 000	26 350	22 650
carne venduta (kg/t latte standard)	25.0	32.3	24.7	17.4	28.0	24.8
% allocazione su latte (IDF)	85.6%	81.3%	85.7%	90.0%	83.8%	85.7%

La produzione di latte nelle aziende da latte alimentare è risultata mediamente elevata, con tre aziende attorno a 9000 kg/a di latte standard per vacca produttiva, una azienda con oltre 10000 kg/a e una azienda con prestazioni un po' peggiori, attorno a 6500 kg/a.

Tabella 3 – Aziende da latte alimentare - Superfici aziendali totali e superfici destinate all'alimentazione delle bovine

Superfici aziendali 2013	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
superficie aziendale totale (ha)	62	73	190	90	376	70
sup. aziendale per alimentazione (ha)	50	35	182	59	128	60
quota della superficie per alimentazione (%)	80%	48%	96%	65%	34%	86%
superficie per alimentazione / t latte (ha/t latte)	100.7	41.6	83.5	51.6	152.6	62.6

Superfici aziendali 2014	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
superficie aziendale totale (ha)	59	63	180	72	324	78
sup. aziendale per alimentazione (ha)	47	47	171	48	127	76
quota della superficie per alimentazione (%)	80%	74%	95%	68%	39%	98%
superficie per alimentazione / t latte (ha/t latte)	89.2	58.0	68.1	51.4	134.3	79.8

La superficie aziendale mostra differenze abbastanza marcate fra le aziende, variando fra 59 e 376 ha. Alcune aziende, infatti, hanno terreno non completamente sufficiente a coprire i fabbisogni in foraggio degli animali, mentre altre hanno un assetto colturale differenziato, con produzione anche di colture da commercializzare. La quota di superficie aziendale destinata alla alimentazione degli animali varia, di conseguenza, fra il 34 e il 98% della superficie aziendale totale.

Tabella 4 - Aziende da latte alimentare - Razioni

Razione 2013	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
SS ingerita vacche lattazione (kg/capo/d)	27.9	20.9	23.4	24.5	22.5	22.0
SS ingerita vacche asciutta (kg/capo/d)	8.6	16.1	10.2	10.9	14.3	10.7
SS ingerita vacche produttive (kg/capo/d)	25.7	19.8	21.5	22.0	20.9	20.1
SS ingerita rimonta (kg/capo/d)	5.3	6.7	9.9	7.3	6.0	7.0
quota della razione autoprodotta (sulla ss ingerita)	80%	43%	70%	67%	89%	73%

Razione 2014	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
SS ingerita vacche lattazione (kg/capo/d)	26.2	20.9	23.4	24.5	22.5	22.0
SS ingerita vacche asciutta (kg/capo/d)	8.6	16.1	10.2	10.9	14.3	10.7
SS ingerita vacche produttive (kg/capo/d)	24.0	19.7	21.4	22.0	22.1	20.1
SS ingerita rimonta (kg/capo/d)	5.2	7.6	10.4	7.3	5.9	6.9
quota della razione autoprodotta (sulla ss ingerita)	79%	41%	69%	67%	89%	72%

La sostanza secca ingerita dalle bovine in produzione mostra valori variabili da 21 a 28 kg ss/capo/d, con una media di 23.5 kg/capo/d. Si tratta di valori in linea con la produzione media aziendale di latte.



Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A.

Tabella 5 - Aziende da latte alimentare – Produzione effluenti

Effluenti 2013	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
Liquame prodotto (t/a)	1034	2915	2704	927	2022	1181
Letame prodotto (t/a)	329	0	4229	1854	365	1992
% liquame su totale effluenti	76%	100%	39%	33%	85%	37%

Effluenti 2014	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
Liquame prodotto (t/a)	1040	2824	2972	927	1940	1182
Letame prodotto (t/a)	366	0	3976	1854	433	2006
% liquame su totale effluenti	74%	100%	43%	33%	82%	37%

Le modalità di stabulazione delle stalle da latte alimentare analizzate portano, per tre aziende, a una prevalente produzione di liquame, mentre per altre tre è prevalente il letame.

Tabella 6 - Aziende da latte alimentare – Coltivazioni e rese

Azienda	Coltura (anno 2013)	superficie	resa in tal	tenore	resa in ss	uso in alimentazione
		[ha]	quale [t tq/ha]	umidità [%]	[t ss/ha]	
Cavani	Frumento insilato	4	35.0	70%	10.5	no (*)
	Mais insilato	15	50.0	77%	11.5	in parte
	Mais pastone	13	17.5	35%	11.4	in parte
	Erba medica	26	9.0	15%	7.7	sì
	Loietto	5	8.0	15%	6.8	sì
Mengoli	Mais insilato	37	53.0	67%	17.5	in parte (**)
	Triticale insilato	9	35.0	70%	10.5	in parte (**)
	Frumento insilato	9	32.0	70%	9.6	in parte (**)
	Sorgo	9	55.0	70%	16.5	no
	Mais pastone	9	17.5	0%	17.5	sì
Montagnini	Erbaio graminacee e legum.	15	35.0	55%	15.8	no (*)
	Mais insilato	55	50.0	70%	15.0	sì
	Erba medica	90	12.0	16%	10.1	sì
	Frumento granella	29	8.0	14%	6.9	no
Paleotto	Mais insilato	10	45.0	72%	12.6	sì
	Triticale insilato	25	40.0	67%	13.2	in parte
	Sorgo insilato	19	36.0	67%	11.9	in parte
	Erba medica	19	16.3	13%	14.2	sì
	Mais pastone	14	17.5	0%	17.5	in parte
	Medica insilata	3	40.5	0%	40.5	in parte
Sapori	Mais insilato	27	23.7	65%	8.3	in parte
	Orzo	95	5.0	12%	4.4	in parte
	Frumento insilato	10	20.0	65%	7.0	sì
	Erba medica	130	11.0	14%	9.5	in parte
	Frumento granella	100	5.0	0%	5.0	no
Taglioli	Mais insilato	23	70.0	72%	19.6	in parte
	Erba medica	40	12.5	14%	10.8	sì
	Frumento granella	7	7.0	14%	6.1	no

(*) utilizzato nell'anno successivo

(**) in parte all'impianto di biogas



Azienda	coltura (anno 2014)	superfici e	resa in tal quale	tenore umidità	resa in ss	uso in alimentazion e	uso in alimenta zione
		[ha]	[t tq/ha]	[%]	[t ss/ha]		[%]
Cavani	Frumento insilato	3	35.0	70%	10.5	no (*)	0%
	Mais insilato	14	50.0	77%	11.5	in parte	65%
	Mais pastone	7	17.5	35%	11.4	in parte	131%
	Erba medica	30	9.0	15%	7.7	sì	78%
	Loietto	5	8.0	15%	6.8	sì	113%
Mengoli	Mais insilato	36	52.0	67%	17.2	in parte (**)	43%
	Triticale insilato	7	25.0	70%	7.5	in parte (**)	103%
	Frumento insilato	3	8.0	70%	2.4	in parte (**)	645%
	Sorgo insilato	9	55.0	70%	16.5	no	0%
	Mais pastone	9	17.5	0%	17.5	sì	90%
Montagnini	Miscuglio trifoglio pra	10	50.0	55%	22.5	no (*)	0%
	Mais insilato	85	50.0	67%	16.5	sì	68%
	Erba medica	70	12.0	16%	10.1	sì	161%
	Mais pastone	15	18.0	55%	8.1	no	0%
Paleotto	Mais insilato	3	45.0	72%	12.6	sì	395%
	Triticale insilato	20	56.0	67%	18.5	in parte	30%
	Sorgo insilato	13	30.0	67%	9.9	in parte	74%
	Erba medica	21	31.7	50%	15.9	sì	47%
	Mais pastone	14	17.5	0%	17.5	in parte	86%
	Medica insilata	1	45.3	0%	45.3	in parte	101%
Sapori	Mais insilato	35	30.0	67%	9.9	in parte	39%
	Orzo	78	5.1	12%	4.5	in parte	77%
	Frumento insilato	71	39.4	65%	13.8	sì	14%
	Erba medica	130	9.0	14%	7.7	in parte	34%
	Frumento invernale	10	8.0	0%	8.0	no	0%
Taglioli	Mais insilato	20	50.0	67%	16.5	in parte	101%
	Erba medica	35	10.0	14%	8.6	sì	161%
	Frumento invernale	23	7.0	14%	6.1	no	0%
(*) utilizzato nell'anno successivo							
(**) in parte all'impianto di biogas							

Nelle aziende analizzate si osserva una larga presenza del silomais, principale coltura destinata alla alimentazione delle bovine. Sono ben rappresentati anche altri cereali destinati all'insilamento, quali frumento, triticale, sorgo. In misura più limitata sono presenti foraggi affienati (medica, loietto).

1.2.2 Le aziende da latte per Parmigiano-Reggiano

Le sei aziende da latte per Parmigiano-Reggiano sono tutte stalle sociali che conferiscono il latte al partner di progetto Parmareggio.

Le aziende si trovano nelle province di Reggio Emilia e Modena, collocate in aree di pianura, di prima collina e di collina e sono caratterizzate da una dimensione aziendale medio-grande (290-950 capi produttivi).



In Tabella 7 vengono riassunte alcune caratteristiche dimensionali delle aziende monitorate, in Tabella 8 gli indici tecnici e produttivi, in

Indici produttivi 2014	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
latte prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	9 069	9 483	7 509	9 496	8 949	8 358
latte standard prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	8 344	8 872	6 985	9 376	8 373	7 633
% grasso nel latte	3.30	3.15	3.31	3.50	3.15	3.22
% proteina nel latte	3.38	3.81	3.49	3.93	3.81	3.42
carne venduta (kg/a)	90 950	130 700	55 046	204 200	172 600	182 850
carne venduta (kg/t latte standard)	26.7	21.5	22.5	21.9	28.0	33.4
% allocazione su latte (IDF)	84.6%	86.0%	87.0%	87.3%	83.8%	80.7%

La produzione di latte nelle aziende da latte per Parmigiano-Reggiano è risultata mediamente buona e molto omogenea fra le aziende, con tre aziende attorno a 8200-8300 kg/a di latte standard per vacca produttiva, una azienda con quasi 9000 kg/a, una sopra 9000 kg/a e una azienda con prestazioni un po' peggiori, attorno a 7000-7500 kg/a.



Tabella 9 le superfici aziendali, in Tabella 10 la entità della razione, in Tabella 11 la produzione di effluenti, in Tabella 12 gli assetti colturali e le relative rese.

Tabella 7 - Aziende da latte per Parmigiano-Reggiano - Caratteristiche produttive

Consistenza zootecnica 2013	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
n° vacche produttive	410	684	293	953	715	691
n° altri capi	316	570	251	791	1 050	540
n° capi totali	726	1 254	544	1 744	1 765	1 231
quota di rimonta/capi totali	44%	45%	46%	45%	59%	44%

Consistenza zootecnica 2014	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
n° vacche produttive	408	686	350	993	736	718
n° altri capi	376	1 050	253	812	1 050	759
n° capi totali	784	1 736	603	1 805	1 786	1 477
quota di rimonta/capi totali	48%	60%	42%	45%	59%	51%

La quota di rimonta nelle aziende da latte per Parmigiano-Reggiano analizzate è risultata meno differenziata che nelle aziende da latte alimentare, con una variabilità dal 41 al 60% del totale dei capi.

Tabella 8 – Aziende da latte per Parmigiano-Reggiano - Indici tecnici e produttivi

Indici produttivi 2013	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
latte prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	8 731	9 484	8 151	9 415	8 934	8 835
latte standard prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	8 137	8 855	7 546	9 390	8 345	8 199
% grasso nel latte	3.37	3.33	3.33	3.79	3.40	3.37
% proteina nel latte	3.42	3.51	3.40	3.60	3.40	3.37
carne venduta (kg/a)	80 000	130 700	50 508	238 400	176 200	141 600
carne venduta (kg/t latte standard)	24.0	21.6	22.8	26.6	29.5	25.0
% allocazione su latte (IDF)	86.2%	85.9%	82.0%	84.6%	80.9%	85.6%

Indici produttivi 2014	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
latte prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	9 069	9 483	7 509	9 496	8 949	8 358
latte standard prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	8 344	8 872	6 985	9 376	8 373	7 633
% grasso nel latte	3.30	3.15	3.31	3.50	3.15	3.22
% proteina nel latte	3.38	3.81	3.49	3.93	3.81	3.42
carne venduta (kg/a)	90 950	130 700	55 046	204 200	172 600	182 850
carne venduta (kg/t latte standard)	26.7	21.5	22.5	21.9	28.0	33.4
% allocazione su latte (IDF)	84.6%	86.0%	87.0%	87.3%	83.8%	80.7%

La produzione di latte nelle aziende da latte per Parmigiano-Reggiano è risultata mediamente buona e molto omogenea fra le aziende, con tre aziende attorno a 8200-8300 kg/a di latte standard per vacca produttiva, una azienda con quasi 9000 kg/a, una sopra 9000 kg/a e una azienda con prestazioni un po' peggiori, attorno a 7000-7500 kg/a.



Tabella 9 – Aziende da latte per Parmigiano-Reggiano - Superfici aziendali totali e superfici destinate all'alimentazione delle bovine

Superfici aziendali 2013	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
superficie aziendale totale (ha)	259	581	326	946	545	460
sup. aziendale (*) per alimentazione (ha)	258	639	330	716	567	433
quota della superficie per alimentazione (%)	100%	110%	100%	76%	104%	94%
superficie per alimentazione / t latte (ha/t latte)	72	99	138	80	89	71
superficie soci (ha)	164	451	230	500	415	368
sup soci/sup per razione (%)	63%	71%	70%	70%	73%	85%
(*) include la superficie della medica dei soci della cooperativa						

Superfici aziendali 2014	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
superficie aziendale totale (ha)	160	475	156	689	482	460
sup. aziendale (*) per alimentazione (ha)	105	662	257	836	575	360
quota della superficie per alimentazione (%)	65%	100%	100%	100%	100%	78%
superficie per alimentazione / t latte (ha/t latte)	28	102	98	89	87	60
superficie soci (ha)	0	355	60	360	363	368
sup soci/sup per razione (%)	0%	54%	23%	43%	63%	102%
(*) include la superficie della medica dei soci della cooperativa						

La superficie aziendale qui riportata include la superficie di erba medica dei soci delle stalle cooperative, necessaria ai fabbisogni alimentari delle bovine. Si tratta di superfici rilevanti rispetto alla effettiva superficie aziendale in proprietà della stalla e raggiunge mediamente il 75% della superficie complessivamente destinata alla produzione di foraggi. La quota di superficie aziendale destinata alla alimentazione degli animali (inclusa quella dei soci) risulta sempre molto elevata, fra il 65 e il 100% della superficie aziendale totale, in quanto di norma l'unica coltura non foraggera dell'avvicendamento colturale è il frumento da granella.

Tabella 10 - Aziende da latte per Parmigiano-Reggiano - Razioni

Razione 2013	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
SS ingerita vacche lattazione (kg/capo/d)	21.6	23.7	24.6	22.7	22.1	22.9
SS ingerita vacche asciutta (kg/capo/d)	10.5	10.6	12.3	10.5	10.6	10.6
SS ingerita vacche produttive (kg/capo/d)	20.3	22.3	22.6	21.2	20.6	21.0
SS ingerita rimonta (kg/capo/d)	9.0	8.1	9.6	7.5	6.1	7.1
quota della razione autoprodotta (sulla ss ingerita)	61%	70%	62%	59%	59%	57%

Razione 2014	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
SS ingerita vacche lattazione (kg/capo/d)	24.0	22.7	22.9	21.1	22.5	22.9
SS ingerita vacche asciutta (kg/capo/d)	9.6	10.6	11.5	10.5	10.6	11.5
SS ingerita vacche produttive (kg/capo/d)	21.5	21.6	21.3	19.7	20.5	21.1
SS ingerita rimonta (kg/capo/d)	6.7	6.1	7.4	7.1	6.1	5.7
quota della razione autoprodotta (sulla ss ingerita)	42%	72%	46%	64%	73%	47%

Il consumo di sostanza secca delle bovine da latte per Parmigiano-Reggiano risulta mediamente un po' inferiore rispetto a quelle da latte alimentare 22.8 kg/capo/d contro 23.5 kg/capo/d.

La quota di alimento autoprodotta, calcolata sulla sostanza secca ingerita, risulta mediamente superiore per le aziende da latte alimentare, 70% contro 59%, anche includendo nella quota autoprodotta delle aziende da Parmigiano-Reggiano la medica conferita dai soci.



Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A.



Tabella 11 - Aziende da latte per Parmigiano-Reggiano – Produzione effluenti

Effluenti 2013	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
Liquame prodotto (t/a)	4928	15322	3507	20924	16576	8213
Letame prodotto (t/a)	5223	1187	4110	2138	2163	9262
% liquame su totale effluenti	49%	93%	46%	91%	88%	47%

Effluenti 2014	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
Liquame prodotto (t/a)	4918	15983	3994	21820	16992	8579
Letame prodotto (t/a)	5554	2185	4873	2221	2163	10029
% liquame su totale effluenti	47%	88%	45%	91%	89%	46%

Le modalità di stabulazione delle stalle da Parmigiano-Reggiano analizzate portano, per tre aziende, a una prevalente produzione di liquame, mentre per altre tre vi è ancora una produzione di letame per circa la metà degli effluenti complessivamente prodotti.

Tabella 12 - Aziende da latte per Parmigiano-Reggiano – Coltivazioni e rese

Azienda	Coltura (anno 2013)	superficie	resa in tal	tenore	resa in ss	uso in
		[ha]	quale [t tq/ha]	umidità [%]	[t ss/ha]	alimentazione
Capa	Erba medica	75	9.0	24%	6.8	sì
	Sorgo	10	9.0	20%	7.2	sì
	Loietto	10	9.0	25%	6.8	sì
	Erba medica dei soci	164	12.0	15%	10.2	sì
Castello	Erba medica	50	10.0	20%	8.0	sì
	Frumento granella	150	6.0	13%	5.2	in parte (*)
	Sorgo	60	6.5	14%	5.6	in parte (*)
	Erba medica dei soci	426	10.0	20%	8.0	sì
La Corte	Erba medica	109	9.0	20%	7.2	sì
	Frumento granella	133	6.0	14%	5.2	in parte (*)
	Orzo	80	6.0	14%	5.2	in parte (*)
	Sorgo	124	6.5	14%	5.6	in parte (*)
	Erba medica dei soci	500	9.0	20%	9.0	sì
Oppio	Erba medica	50	10.0	20%	8.0	sì
	Frumento granella	150	6.0	13%	5.2	in parte (*)
	Sorgo	60	6.5	14%	5.6	in parte (*)
	Erba medica dei soci	390	10.0	20%	8.0	sì
Felina	Erba medica	93	7.0	14%	6.0	sì
	Frumento granella	3	7.0	13%	6.1	no
	Prato stabile dei soci	230	7.0	14%	6.0	sì
Pratofontana	Erba medica	30	10.0	14%	8.6	sì
	Frumento granella	32	8.5	12%	7.5	in parte (*)
	Prato stabile	30	8.0	14%	6.9	sì
	Erba medica dei soci	368	10.0	14%	8.6	sì

(*) schiacciato, in sostituzione della farina



Azienda	coltura (anno 2014)	superficie	resa in tal quale	tenore umidità	resa in ss	uso in alimentazio ne
		[ha]	[t tq/ha]	[%]	[t ss/ha]	
Capa	Erba medica	160	12.4	22%	9.7	sì
	Sorgo	0	0.0	0%	0.0	sì
	Loietto	0	0.0	0%	0.0	sì
	Erba medica	0	0.0	0%	0.0	sì
Castello	Erba medica	40	10.0	20%	8.0	sì
	Frumento invernale	40	7.0	13%	6.1	in parte (*)
	Sorgo	26	7.2	14%	6.2	in parte (*)
	Erba medica	355	10.0	20%	8.0	sì
	Loietto	13	10.0	0%	10.0	sì
La Corte	Erba medica	124	9.0	20%	7.2	sì
	Frumento invernale	62	6.0	13%	5.2	in parte (*)
	Orzo	85	6.0	14%	5.2	in parte (*)
	Sorgo	28	6.5	14%	5.6	in parte (*)
	Erba medica	360	9.0	20%	7.2	sì
Oppio	Erba medica	40	10.0	20%	8.0	sì
	Frumento invernale	40	7.0	13%	6.1	in parte (*)
	Sorgo	26	7.2	14%	6.2	in parte (*)
	Erba medica	363	10.0	20%	8.0	sì
	Loietto	13	10.0	0%	10.0	sì
Felina	Erba medica	92	7.0	14%	6.0	sì
	Frumento invernale	5	6.5	13%	5.6	no
	Prato stabile	60	7.0	14%	6.0	sì
Pratofontana	Erba medica	59	13.5	14%	11.6	sì
	Frumento invernale	8	10.1	12%	8.8	in parte (*)
	Prato stabile	25	10.5	14%	9.0	sì
	Erba medica	368	10.0	14%	8.6	sì

(*) schiacciato, in sostituzione della farina

Gli assetti colturali mostrano la larga prevalenza dell'erba medica, foraggio alla base dell'alimentazione delle vacche da latte per Parmigiano-Reggiano. Oltre ad alcune superfici a prato (specie nel caso della azienda di collina) le altre colture si limitano al frumento da granella, che viene in alcuni casi venduto e in altri utilizzato schiacciato in alimentazione delle bovine, orzo e sorgo, anche questi parzialmente utilizzati nella razione degli animali.

1.3 Risultati

La categorizzazione dei risultati per fasi emissive rilevanti nelle aziende bovine da latte è schematizzata in Tabella 13.



Tabella 13 - Descrizione delle categorie di impatto considerate nel calcolo della impronta del carbonio del latte vaccino

Emissioni enteriche di CH ₄	Emissioni di CH ₄ dalla fermentazione ruminale dei bovini presenti in allevamento
Emissioni di CH ₄ da gestione effluenti	Emissioni di CH ₄ dai sistemi di gestione degli effluenti in azienda, suddivisi fra liquame e letame
Emissioni di N ₂ O da gestione effluenti	Emissioni di N ₂ O dai sistemi di gestione degli effluenti in azienda, suddivisi fra liquame e letame
Emissioni di N ₂ O da fertilizzazione azotata	Emissioni di N ₂ O a seguito della fertilizzazione azotata delle colture, sia con fertilizzanti sintetici che con fertilizzanti organici (effluenti di allevamento)
Consumi energetici operazioni colturali	Emissioni di CO ₂ per l'utilizzo dei combustibili delle macchine agricole per le operazioni colturali (lavorazioni terreno, semina, fertilizzazioni, diserbi, trattamenti fitosanitari, irrigazione, sfalci, raccolta prodotto, raccolta co-prodotto, eventuale essiccazione aziendale del prodotto, eventuale insilamento del prodotto)
Produzione alimenti extra-aziendali	Emissioni di CO ₂ per la produzione e il trasporto all'azienda degli alimenti e dei mangimi acquistati (da banca dati)
Produzione e trasporto mezzi tecnici	Emissioni di CO ₂ eq per la produzione e il trasporto all'azienda dei mezzi tecnici: sementi, fertilizzanti, prodotti fitosanitari e diserbanti, combustibili, lettiere, energia elettrica, acqua, farmaci, detersivi e sanificanti, etc.
Trasporto effluenti	Trasporto degli effluenti fuori azienda
Rifiuti	Smaltimento rifiuti
Animali in ingresso	Impronta del carbonio associata agli animali eventualmente acquistati

1.3.1 Impronta del carbonio del latte

La elaborazione della impronta carbonica delle aziende da latte è stata effettuata per tutte le sei aziende Granarolo e per tutte le sei aziende Parmareggio per quanto riguarda i livelli di protezione ambientale LAA1 e LAA2.

Per quanto riguarda il livello LAA3 il progetto prevedeva che questo venisse calcolato su solo una azienda per filiera, considerata come azienda dimostrativa.

Nel corso del progetto, tuttavia, la totalità delle aziende Granarolo si è dichiarata disponibile e interessata ad essere coinvolta nelle attività che hanno consentito la stima, a livello di singola azienda, della digeribilità della razione, attraverso specifiche determinazioni della composizione degli alimenti e delle feci delle bovine. Questo ampliamento della attività è stato possibile grazie alle sinergie che si sono realizzate con il progetto "Zootecnia da latte di precisione, applicazione di modelli e tecnologie innovativi a supporto della competitività e della sostenibilità del sistema zootecnico da latte dell'Emilia-Romagna (L. R. 28/98 – DETERMINAZIONE N. 16945 del 19 dicembre 2013), nell'ambito del quale è stata effettuata la calibrazione NIRS per la determinazione dell'NDF indegradato (uNDF) nelle feci, parametro utilizzato per il calcolo della digeribilità delle razioni delle bovine da latte. Anche la caratterizzazione degli effluenti a fini emissivi mediante la determinazione del BMP (Biochemical Methane Potential), ossia della producibilità massima potenziale di CH₄, è stata effettuata su tutte e 12 le aziende dimostrative della filiera latte, per cui per le aziende Granarolo è stato possibile effettuare la stima LAA3 per tutte e sei le aziende, mentre per le aziende Granterre la stima LAA3 è stata ugualmente effettuata per tutte e sei le aziende, ma solo per una di esse è stata effettuata la determinazione aziendale della digeribilità della razione, ossia del parametro che ha la maggiore influenza sulla entità delle emissioni enteriche. Per le altre 5 aziende non è stato possibile determinare differenze fra le emissioni enteriche del livello LAA2 e LAA3.

E' opportuno ricordare che, per la componente "zootecnica", il livello LAA1 significa utilizzare i fattori di emissione default dell'inventario nazionale delle emissioni, il livello LAA2 utilizzare specifici dati aziendali per quanto riguarda la escrezione azotata e la composizione della razione, il livello LAA3 considerare dati specifici aziendali per quanto riguarda la qualità della razione in termini di digeribilità e le caratteristiche degli effluenti in relazione alla loro producibilità in metano. Per la componente "agricola" il livello LAA1



prevede di stimare le emissioni di GHG da colture in cui sia applicata la Condizionalità, il livello LAA2 da colture in cui siano applicati i Disciplinari di Produzione Integrata della Regione Emilia-Romagna e il livello LAA3 da colture in cui siano state implementate Buone Pratiche di mitigazione delle emissioni.

Nella Tabella 15 e nella Figura 2 sono riportati i risultati della stima dell'impronta del carbonio per il livello LAA1, LAA2 e LAA3 per le 6 aziende della filiera del latte alimentare, mentre in

Tabella 16 e in Figura 3 e per le 6 aziende della filiera del latte da Parmigiano-Reggiano.

Per il livello LAA2, ossia la stima effettuata con fattori specifici aziendali, ma senza la introduzione di tecniche di mitigazione, è risultato un valore medio della IC del latte pari a 1.31 kgCO₂eq/kg FPCM (range min-max = 1.19-1.42 kgCO₂eq/kg FPCM) per la filiera del latte da Parmigiano-Reggiano e pari a 1.27 kgCO₂eq/kg FPCM (range min-max = 1.17-1.36 kgCO₂eq/kg FPCM) per quella del latte alimentare .

Si tratta di valori in linea con quelli di letteratura che riportano valori compresi fra 0.9 e 1.4 kgCO₂eq/kg latte (non standardizzato). Si veda, a tale proposito, un recente lavoro di review bibliografica condotto da de Vries e de Boer (2010) sulle LCA (cradle to farm gate) riferite alla produzione di diversi alimenti di origine zootecnica. I risultati per il latte sono sintetizzati in Tabella 14.

Tabella 14 - Risultati di studi LCA sulla produzione di 1 kg di latte (cradle to farm gate)

Studio	sistema studiato	Paese	Unità funzionale	GWP	Potenziale acidificazione		Potenziale eutrofizzazione		Territorio	Energia
				kg CO ₂ eq	kg	unità	kg	unità	m ²	MJ
Basset-Mens et al. (2009)	azienda media	NZ	kg latte	0.93	0.0081	SO ₂ -eq	0.0029	PO ₄ 3- eq	1.20	1.50
Cederberg and Mattsson (2000)	azienda singola specializat	S	kg ECM	0.99	0.0180	SO ₂ -eq	0.0580	NO ₃ - eq	1.93	2.80
Cederberg and Flysjo (2004)	produzione > 7500 ECM/ha	S	kg ECM	0.87	0.0100	SO ₂ -eq	0.0038	PO ₄ 3- eq	1.50	2.60
Cederberg and Flysjo (2004)	produzione < 7500 ECM/ha	S	kg ECM	1.00	0.0110	SO ₂ -eq	0.0042	PO ₄ 3- eq	1.90	2.70
Haas et al. (2001)	intensivo	G	kg latte	1.30	0.0190	SO ₂ -eq	0.0075	PO ₄ 3- eq	2.70	2.70
Haas et al. (2001)	estensivo	G	kg latte	1.00	0.0170	SO ₂ -eq	0.0045	PO ₄ 3- eq	1.30	1.30
Casey and Holden (2005)	azienda media irlandese	I	kg ECM	1.30						
Hospido et al (2003)	2 aziende tipiche Galiziane	ES	1 l latte confezionato	1.10	0.0085	SO ₂ -eq	0.0053	PO ₄ 3- eq		6.20
Thomassen et al. (2008b)	10 aziende commerciali con	NL	kg FPMC	1.40	0.0095	SO ₂ -eq	0.1100	NO ₃ - eq	1.30	5.00
Thomassen et al. (2009)	119 aziende da latte	NL	kg FPMC	1.40	0.0110	SO ₂ -eq	0.1200	NO ₃ - eq	1.30	5.30
Williams et al. (2006)	non biologico	UK	1 l latte	1.06	0.0162	SO ₂ -eq	0.0063	PO ₄ 3- eq	1.19	2.52
Williams et al. (2006)	più mangime come mais	UK	1 l latte	0.98	0.0164	SO ₂ -eq	0.0061	PO ₄ 3- eq	1.18	2.36
Williams et al. (2006)	60% più produttive	UK	1 l latte	1.02	0.0159	SO ₂ -eq	0.0060	PO ₄ 3- eq	1.14	2.42
Williams et al. (2006)	20% parti in autunno	UK	1 l latte	1.03	0.0159	SO ₂ -eq	0.0065	PO ₄ 3- eq	1.21	2.34

ECM = Energy corrected milk
FPCM = Fat-protein corrected milk

Le voce che ha un peso nettamente preponderante sulle emissioni complessive è costituita dalle emissioni enteriche, che mediamente sommano il 41% del totale nel caso della filiera da Parmigiano-Reggiano e il 42% in quella da latte alimentare. La seconda quota per importanza sono le emissioni associate alla produzione degli alimenti acquistati che mediamente incidono per il 30% e il 23% rispettivamente per le due filiere. Minori responsabilità, con valori attorno a 6-10% per ciascuna, sono associate alle emissioni di CH₄ e di N₂O dalla gestione delle deiezioni, di N₂O dalle fertilizzazioni e di CO₂ per la produzione dei mezzi tecnici.

Sulle emissioni enteriche ha una influenza decisiva la digeribilità della razione, che, nelle stime effettuate, è stata considerata pari al valore fisso del 65%, che è il valore di default suggerito da IPCC ed è quello utilizzato nell'inventario nazionale delle emissioni. Data la sua importanza è proprio su questo fattore che, nell'ambito del progetto, ci si è proposti di sviluppare una metodologia di stima di dettaglio, che tenga conto della qualità della dieta e della sua digeribilità e che sia in grado di consentire una valutazione capace di evidenziare le differenze fra azienda e azienda e gli effetti di possibili modifiche migliorative.

Un altro elemento che ha grande influenza, non solo sulle emissioni enteriche, ma anche sull'impatto complessivo, è la quota di rimonta presente in azienda. Gli animali da rimonta, infatti, sono animali che non contribuiscono ancora alla produzione di latte, ma che invece contribuiscono alle emissioni di GHG. Un



Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A.

allungamento della carriera produttiva delle bovine consentirebbe una riduzione del tasso di sostituzione degli animali con conseguenze positive sulla impronta carbonica.

Dalla analisi condotta emerge anche la grande responsabilità sull'impatto complessivo attribuibile agli alimenti extra-aziendali. Un aumento della quota di alimenti prodotti localmente può essere una misura in grado di mitigare in modo significativo l'impronta carbonica.

Nella valutazione del confronto fra i primi due livelli di protezione ambientale analizzati, LAA1 e LAA2, è opportuno ricordare che, per le produzioni zootecniche, a differenza di quelle agricole, i livelli LAA1 e LAA2 non si riferiscono a differenti pratiche gestionali, ma comportano l'applicazione di due diverse metodologie di calcolo a una medesima situazione aziendale, che è quella rilevata con la raccolta dati 2013 nelle aziende del progetto. Il livello LAA1 prevede il calcolo delle emissioni secondo la metodologia usata per l'inventario ISPRA 2014 e basata su linee guida IPCC 1996, mentre il livello LAA2 si propone di affinare le stime effettuando il calcolo delle emissioni sulla base della metodologia IPCC 2006 e utilizzando i dati aziendali per alimentazione animali ed escrezione dell'azoto.

Solo a partire da quantificazioni basate su dati differenziati per le diverse aziende è possibile, infatti, individuare le misure di mitigazione più applicabili ed efficaci.



Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A.



Tabella 15 – Impronta del carbonio (kg CO₂eq per kg di latte standard) per i livelli LAA1, LAA2 e LAA3 per la filiera del latte alimentare (aziende Granarolo)

Aziende Granarolo																		
Emissioni GHG	Cavani LAA1	Cavani LAA2	Cavani LAA3	Mengoli LAA1	Mengoli LAA2	Mengoli LAA3	Montagnini LAA1	Montagnini LAA2	Montagnini LAA3	Paleotto LAA1	Paleotto LAA2	Paleotto LAA3	Sapori LAA1	Sapori LAA2	Sapori LAA3	Taglioli LAA1	Taglioli LAA2	Taglioli LAA3
	kgCO ₂ eq/kg FPCM																	
enteriche	0.55	0.53	0.44	0.48	0.52	0.47	0.66	0.64	0.57	0.56	0.51	0.45	0.50	0.49	0.56	0.54	0.54	0.54
gestione deiezioni CH ₄	0.07	0.18	0.12	0.08	0.02	0.02	0.08	0.13	0.10	0.06	0.09	0.08	0.07	0.15	0.17	0.06	0.13	0.10
gestione deiezioni N ₂ O	0.04	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.04	0.09	0.09	0.03	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.06	0.06
fertilizzazione azotata (N ₂ O)	0.07	0.08	0.08	0.07	0.05	0.04	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.09	0.09	0.06	0.06	0.06
cons. energetici operazioni colturali	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02
alimenti extra-aziendali	0.28	0.28	0.28	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.27	0.27	0.27	0.22	0.22	0.22	0.30	0.30	0.30
mezzi tecnici	0.11	0.11	0.11	0.14	0.14	0.14	0.09	0.09	0.09	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.15	0.15	0.15
trasporto effluenti				0.01	0.01	0.01												
rinnovabile fotovoltaico									-0.02									
rinnovabile biogas						-0.10												
TOTALE	1.15	1.28	1.12	1.15	1.08	1.01	1.28	1.36	1.24	1.17	1.17	1.08	1.08	1.17	1.26	1.17	1.26	1.23



Figura 2 - Impronta del carbonio (kg CO₂eq per kg di latte standard) per i livelli LAA1, LAA2 e LAA3 per la filiera del latte alimentare (aziende Granarolo)

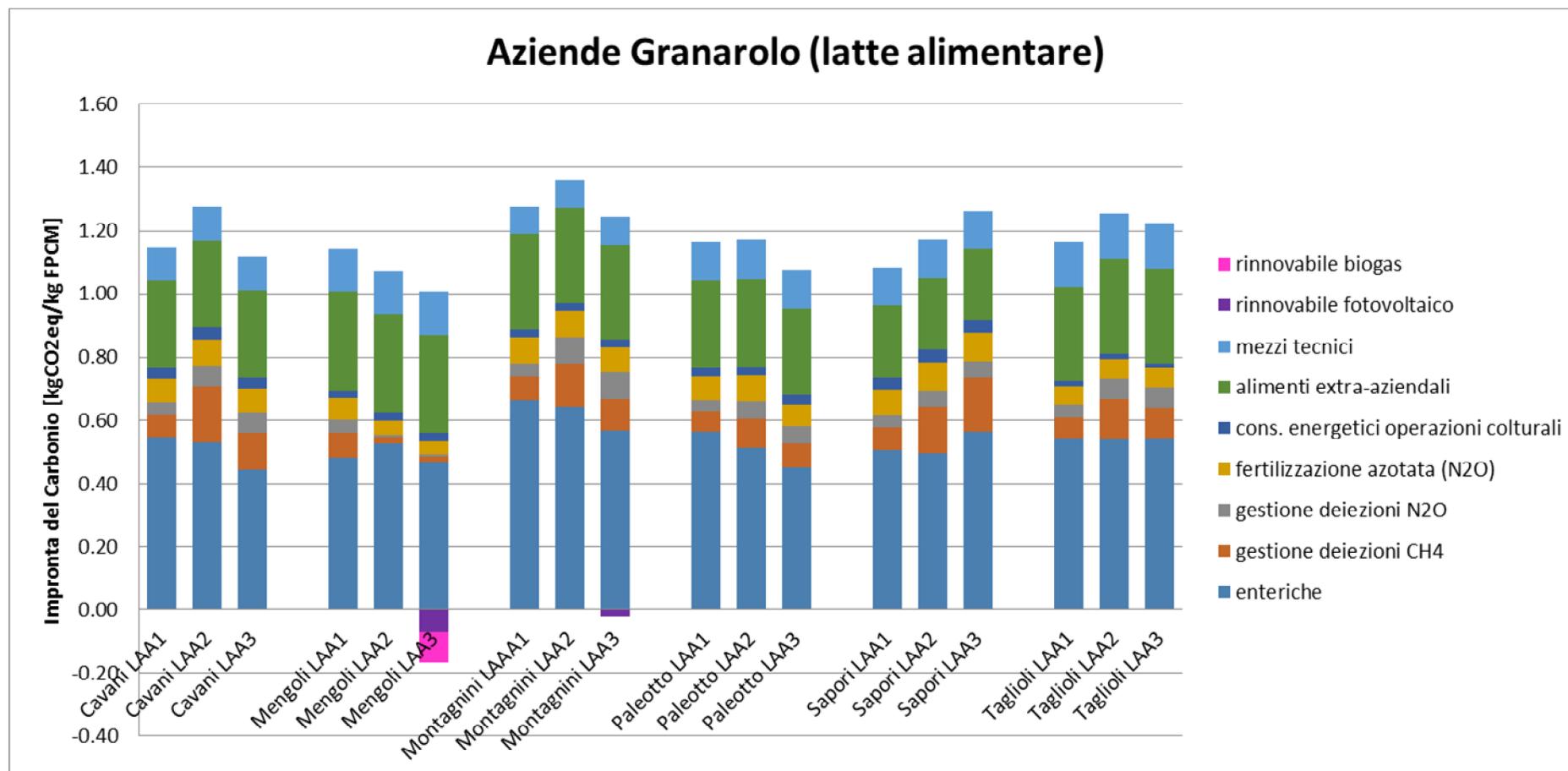




Tabella 16 - - Impronta del carbonio (kg CO₂eq per kg di latte standard) per i livelli LAA1 LAA2 e LAA3 per la filiera del latte per Parmigiano-Reggiano (aziende Parmareggio)

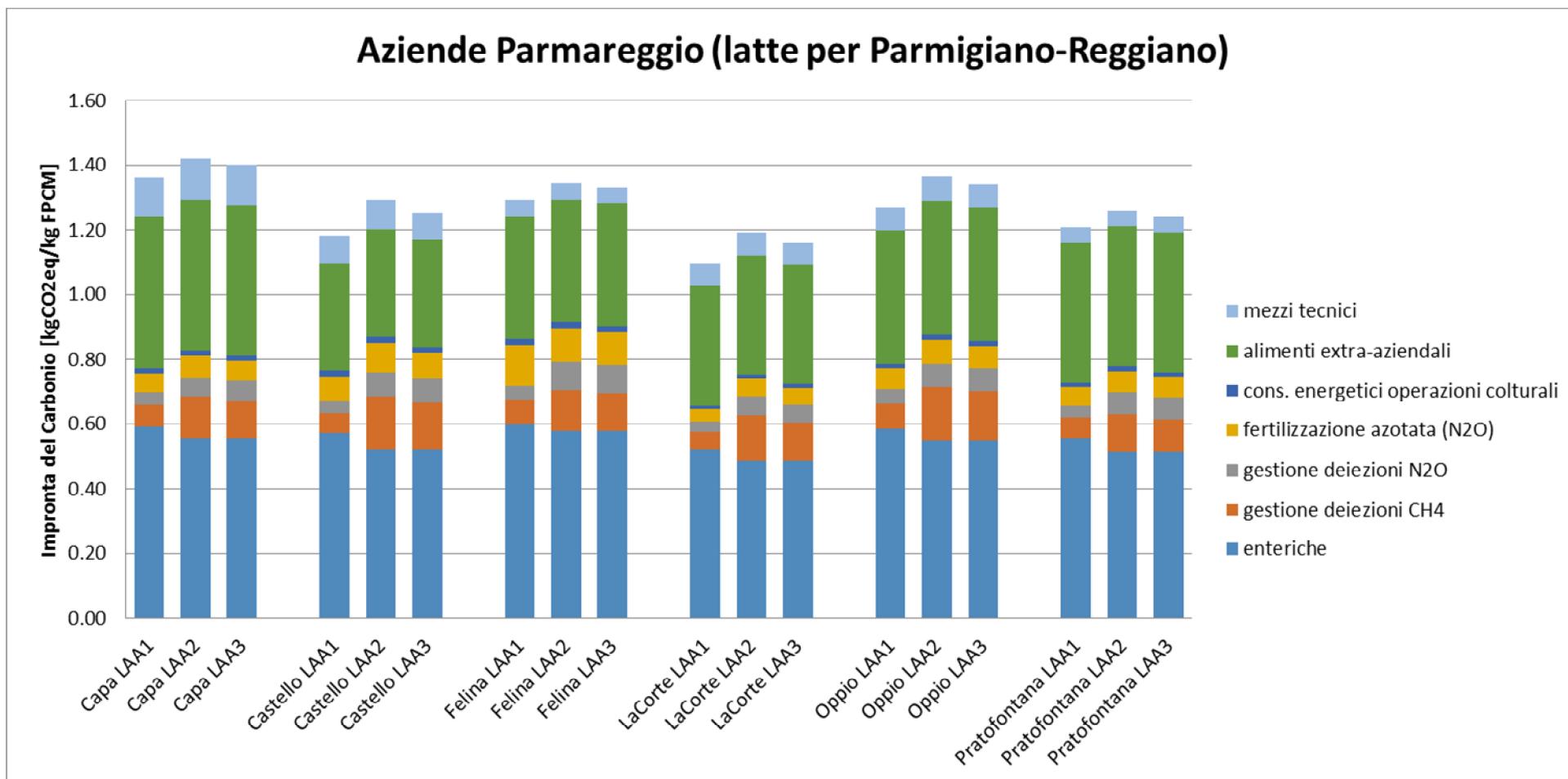
Aziende Parmareggio																		
Emissioni GHG	Capa LAA1	Capa LAA2	Capa LAA3	Castello LAA1	Castello LAA2	Castello LAA3	Felina LAA1	Felina LAA2	Felina LAA3	La Corte LAA1	La Corte LAA2	La Corte LAA3	Oppio LAA1	Oppio LAA2	Oppio LAA3	Pratofontana LAA1	Pratofontana LAA2	Pratofontana LAA3
	kgCO ₂ eq/kg FPCM																	
enteriche	0.59	0.56	0.56	0.57	0.52	0.52	0.60	0.58	0.58	0.52	0.49	0.49	0.58	0.55	0.55	0.55	0.51	0.51
gestione deiezioni CH ₄	0.07	0.13	0.12	0.06	0.17	0.15	0.07	0.13	0.12	0.06	0.14	0.12	0.08	0.17	0.15	0.06	0.12	0.10
gestione deiezioni N ₂ O	0.04	0.06	0.06	0.04	0.07	0.07	0.04	0.09	0.09	0.03	0.06	0.06	0.04	0.07	0.07	0.04	0.07	0.07
fertilizzazione azotata (N ₂ O)	0.06	0.07	0.06	0.08	0.09	0.08	0.13	0.10	0.10	0.04	0.06	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06
cons. energetici operazioni colturali	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
alimenti extra-aziendali	0.47	0.47	0.47	0.33	0.33	0.33	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.41	0.41	0.41	0.43	0.43	0.43
mezzi tecnici	0.12	0.13	0.12	0.09	0.09	0.09	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05
TOTALE	1.36	1.42	1.40	1.18	1.29	1.26	1.29	1.35	1.33	1.09	1.19	1.16	1.27	1.36	1.34	1.21	1.26	1.25



Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A.



Figura 3 - Impronta del carbonio (kg CO₂eq per kg di latte standard) per i livelli LAA1 e LAA2 per la filiera del latte per Parmigiano-Reggiano (aziende Parmareggio)





1.3.1.1 Confronto fra LAA1 e LAA2

I risultati della stima condotta relativamente ai primi due livelli di attenzione ambientale ha portato per quasi tutte le aziende, sia quelle di latte alimentare che quelle per latte da Parmigiano-Reggiano, a valori superiori per il livello LAA2 che per il livello LAA1.

Questo risultato, apparentemente negativo, trova spiegazione principalmente nelle differenze riscontrabili nelle metodologie di calcolo adottate.

Il calcolo per il livello LAA1 relativamente alle emissioni della fase zootecnica fanno riferimento ai fattori di emissione dell'inventario nazionale, che presenta alcune differenze rispetto ai parametri utilizzati nel calcolo delle emissioni dei GHG delle aziende dimostrative per il livello LAA2.

L'inventario nazionale, come precedentemente ricordato, utilizza i parametri e i fattori delle Guidelines IPCC 1996, alcuni dei quali sono stati rivisti nell'aggiornamento delle Guidelines 2006 e utilizza, per convertire i gas serra diversi dalla CO₂ in CO₂eq, i fattori di caratterizzazione GWP del Second Assessment Report (SAR) del 1995. Nel presente studio, anche in considerazione del fatto che a partire dal 2015 anche gli inventari nazionali redatti in ambito UNFCCC, dovranno seguire le Guidelines IPCC 2006, si è deciso, per le stime di livello LAA2, di seguire queste ultime. Nella stima dei LAA1 si sono utilizzate le assunzioni alla base delle stime dell'inventario, utilizzando, però, sia nel caso di LAA1 che LAA2, i valori di GWP (a 100 anni) del IPCC Fourth Assessment Report, 2007 (AR4) per tradurre in CO₂eq le emissioni di N₂O e CH₄. Questo per rendere omogenea fra le due stime la conversione dei gas serra in CO₂eq, senza introdurre fittizi fattori di diversità.

In Tabella 17 vengono mostrate le differenze fra i fattori di caratterizzazione per i GHG utilizzati nell'inventario (SAR, 1995) e quelli del AR4 (IPCC 2007).

Tabella 17 – Confronto fra i valori dei fattori di caratterizzazione GWP (Global Warming Potential) dell'inventario (IPCC, SAR 1995) e del AR4 (IPCC 2007)

GWP (Global Warming Potential)	SAR	AR4
CH ₄	23	25
N ₂ O	310	298

I fattori che, in particolare, differenziano le stime dell'inventario dalla metodologia IPCC 2006 riguardano i punti analizzati nel seguito.

Per le **emissioni enteriche delle vacche** è diversa la percentuale di energia grezza convertita in CH₄, Y_m, che nell'inventario è pari al 6% (in accordo a IPCC 1996), mentre il valore aggiornato proposto come default da IPCC 2006 è 6.5%; la energia netta di mantenimento Nem (MJ/day), nell'inventario è 0,335*(peso in Kg)^{0,75}, mentre in IPCC 2006 è pari a 0.386*(peso in Kg)^{0,75}. Il peso medio della vacca nell'inventario è stato stimato = 602kg, mentre nelle aziende del progetto il peso, stimato sulla base della durata della carriera della vacca, è risultato 620 kg.

Il fattore di emissione (FE) per le emissioni enteriche delle vacche da latte dell'inventario 2014 (per 2012) è di 116.3 kgCH₄/capo/a, con una produzione di latte di 6429 kg/capo produttivo/a. Questo, riferendo le emissioni di GHG al prodotto, si traduce in una emissione di 18.1 kgCH₄/t di latte prodotto.

Applicando questo fattore di emissione alla produzione di latte delle aziende monitorate sono state stimate le emissioni enteriche per il livello LAA1.

Le emissioni enteriche per il livello LAA2 sono state stimate, in accordo alla metodologia IPCC 2006, a partire dai dati aziendali specifici relativi a produzione di latte, % di grasso nel latte, peso delle bovine, % di



parti nell'anno. Risultano fattori di emissione nel range 138-177 kgCH₄/capo/a (17.1-21.4 kgCH₄/t di latte prodotto), con una produzione di latte da 6400 a 10300 kg/capo produttivo/a.

Per le **emissioni di N₂O dalla gestione delle deiezioni** i fattori di emissione (FE) delle Guidelines IPCC 1996 differiscono da quelli di IPCC 2006, secondo lo schema seguente:

Fattori di emissione	IPCC 1996	IPCC 2006	Unità
FE per N ₂ O da liquid system (con crosta superficiale)	0.001	0.005	kg N ₂ O-N/kg N escreto
FE per N ₂ O da liquid system (senza crosta superficiale)	0.001	0.000	kg N ₂ O-N/kg N escreto
FE per N ₂ O da solid storage	0.02	0.005	kg N ₂ O-N/kg N escreto

Pertanto nel caso di produzione di liquame (che formi crosta superficiale, come è in genere il caso del liquame bovino) il fattore di emissione 2006 è molto superiore a quello 1996, mentre nel caso di produzione di letame la situazione è opposta. Il risultato di questi due effetti contrastanti dipende dalla ripartizione aziendale fra le due forme di effluenti.

Per le **emissioni di CH₄ da gestione deiezioni**: la stima dell'inventario considera fattori di escrezione di Solidi Volatili inferiori a quelli stimati per le aziende del progetto sulla base della metodologia IPCC 2006. L'inventario considera inoltre una ripartizione fra effluenti solidi (letame), liquidi (liquame) e pascolo stimata su base nazionale, mentre per le aziende del progetto questa ripartizione è stata valutata con riferimento alle modalità di stabulazione aziendali (manca completamente la quota di pascolo). Questa ripartizione ha grande influenza sul Methane Conversion Factor (MCF), parametro fondamentale per il calcolo della emissione di CH₄ dalle deiezioni. Nel caso dell'inventario l'MCF medio per le vacche da latte risulta 0.056 e per gli altri bovini 0.077. Nelle aziende del progetto il fattore MCF dipende dalla specifica percentuale di liquame e letame, ma risulta mediamente superiore a quello medio nazionale dell'inventario.

Le emissioni di **N₂O dalle fertilizzazioni azotate** sono suddivise fra emissioni dirette e indirette. Per le emissioni dirette nell'inventario si usa il fattore di emissione default IPCC 1996 che è 1.25% di N applicato, mentre quello del 2006 è 1% di N applicato

Per le emissioni indirette di N₂O ci sono differenze nel fattore di emissione derivante dall'azoto perso per percolazione: IPCC 1996 considera una emissione indiretta di N₂O = 2.5% dell'azoto percolato, mentre IPCC 2006 considera 0.75% del percolato.

Nella stima delle emissioni di N₂O dalle fertilizzazioni azotate per il livello LAA1 si sono utilizzati i fattori dell'inventario, mentre nella stima per il livello LAA2, in accordo a quanto stabilito nel gruppo di lavoro, si è applicato il modello di Bouwman 2006, riportato in allegato alla metodologia di stima per le colture foraggere.

In conclusione le stime basate sulla metodologia standard dell'inventario nazionale 2014 possono risultare peggiorative rispetto al calcolo di dettaglio basato sui dati aziendali, ma solo a partire dai dati aziendali è possibile individuare le migliori strategie di mitigazione applicabili.

1.3.1.2 Confronto LAA2 e LAA3

Relativamente al livello LAA3, quello per il quale sono state introdotte misure di mitigazione per quanto riguarda le produzioni agricole e si è utilizzata una specifica metodologia di stima della digeribilità della razione e di emissività degli effluenti basate su determinazioni aziendali, si è ottenuta una IC del latte pari a 1.29 kgCO₂eq/kg FPCM (range min-max = 1.16-1.40 kgCO₂eq/kg FPCM) per la filiera del latte da Parmigiano-Reggiano e pari a 1.16 kgCO₂eq/kg FPCM (range min-max = 1.01-1.26 kgCO₂eq/kg FPCM) per quella del latte alimentare.



Stima della digeribilità della razione

La stima delle emissioni enteriche, che, come già evidenziato, sono quelle che più contribuiscono alla impronta carbonica del latte, si basa sulla metodologia IPCC 2006. Secondo questo approccio le emissioni enteriche sono fortemente influenzate dalle caratteristiche della razione e, in particolare, dalla sua digeribilità. Per tale motivo nell'ambito del progetto è stata data grande rilevanza allo sviluppo di un metodo di stima della digeribilità basato su determinazioni aziendali, che consentisse di attribuire un valore di digeribilità basato su dati misurati e non su un valore default come viene fatto nelle stime dell'inventario nazionale delle emissioni. Il dettaglio della modalità di stima della digeribilità, sviluppato nell'ambito del progetto, viene presentato in allegato.

Visti gli obiettivi di governance del progetto LIFE, realizzabili sulla base di valutazioni su scala dimostrativa, per il calcolo della digeribilità delle razioni, si è reso opportuno l'utilizzo di metodiche rapide (NIRS) utilizzato come applicativo nel calcolo della digeribilità apparente con il metodo degli indicatori interni. Sono stati raccolti i dati relativi alle razioni alimentari e campionate ed analizzate, tutte le materie prime prodotte in azienda (fieni, unifeed, granelle) e tutte le razioni unifeed delle varie categorie produttive di animali 'non produttivi' (vitelli, manze, asciutte) e 'produttivi' differenziati per stato di lattazione (fresche, intermedie, lattazione avanzata).

Per le filiere da latte, è stato realizzato uno specifico piano di campionamento delle feci finalizzato alla stima della utilizzazione digestiva della fibra della dieta attraverso la determinazione rapida della fibra indegradabile residua (uNDF) con tecnica NIRS.

La analisi effettuate sugli unifeed e sulle feci hanno consentito, mediante predizione NIRS, di ottenere i parametri utili alla stima della digeribilità apparente dell'NDF (% NDF) e della digeribilità della razione (%SS), riportati in Tabella 18.

Tabella 18 – Digeribilità apparente NDF e digeribilità della razione per le aziende da latte delle due filiere

Filiera	Azienda	Digeribilità apparente NDF	Digeribilità della razione
		% NDF*	% SS
Parmigiano Reggiano	Bonlatte Oppio	39,4	64,6
	Cavani	61,5	76,6
Latte alimentare Alta qualità	Il Paleotto	51,6	73,7
	Mengoli	54,5	71,9
	Montagnini	55,1	76,7
	Sapori	48,4	58,1
	Taglioli	44,6	64,5

Nelle filiere afferenti alla produzione di latte, i dati hanno evidenziato percentuali di digeribilità della razione unifeed somministrata agli animali migliore rispetto a quanto attribuito dal range IPCC. Fanno eccezione i dati delle aziende Oppio (afferente alla filiera del Parmigiano Reggiano) dove le razioni sono significativamente influenzate dal prevalente utilizzo di fieno che limita la digeribilità della razione, e le aziende Taglioli e Sapori che per scelte aziendali ricorrono a limitati apporti di concentrati.

Sima delle emissioni di metano dalla gestione degli effluenti

L'altro elemento introdotto nel livello LAA3, che ha consentito di rendere le stime specifiche per ciascuna azienda, è quello della producibilità in metano degli effluenti.

La metodologia IPCC 2006 si basa su un valore default di producibilità massima in metano B₀, attribuito agli effluenti delle vacche da latte, pari a 0,24 m³CH₄/kg Solidi Volatili (SV). Tale parametro è stato determinato in modo specifico per ciascuna delle 12 aziende nel laboratorio BMP di CRPA Lab, che è specificamente



attrezzato per effettuare analisi BMP (Biochemical Methane Potential) su svariate matrici. Il parametro BMP corrisponde a quello definito come B_0 nella metodologia IPCC 2006.

I risultati delle determinazioni BMP e degli altri parametri analitici misurati sugli effluenti campionati presso le aziende dimostrative vengono mostrati in Tabella 19. Si osservano caratteristiche analitiche molto simili fra le diverse aziende e fra il gruppo delle aziende da latte fresco e da latte per Parmigiano-Reggiano. Il valore medio del BMP è risultato per le prime pari a 219,73 Nm³CH₄/t SV e per le seconde pari a 212,59 Nm³CH₄/t SV, ossia valori mediamente inferiori al dato di default dell'IPCC, che è 240 Nm³CH₄/t SV. Questo significa che, utilizzando il dato aziendale anziché il default per il calcolo delle emissioni di metano dalla gestione delle deiezioni, si otterranno valori più bassi di impronta carbonica del latte.

Tabella 19 – BMP degli effluenti per le aziende da latte (Latte Fresco: LF; Latte per Parmigiano-Reggiano: PR)

ID	Azienda	ST [g/kg]	SV [g/kg]	SV/ST [%]	Producibilità biogas [Nm ³ biogas/tSV]	Producibilità metano [Nm ³ CH ₄ /tSV]	CH ₄ nel biogas [%]
LF1	Cavani	139.87	125.49	89.72	376.98	213.32	57%
LF2	Mengoli	141.23	124.90	88.44	396.02	223.65	56%
LF3	Montagnini	130.82	117.01	89.44	407.56	224.87	55%
LF4	Paleotto	133.79	117.91	88.13	441.82	237.37	54%
LF5	Sapori	149.74	135.03	90.18	441.42	239.97	54%
LF6	Taglioli	139.87	120.77	86.34	330.07	179.19	54%
	Media Granarolo	139.22	123.52	88.71	398.98	219.73	55%
PR1	Capa	122.55	106.86	87.20	385.79	217.61	56%
PR2	Castello	140.52	125.12	89.04	375.64	212.02	56%
PR3	Felina	154.40	137.52	89.07	416.56	225.30	54%
PR4	La Corte	139.11	121.61	87.42	352.31	197.25	56%
PR5	Oppio	149.47	133.81	89.52	396.00	219.52	55%
PR6	Pratofontana	143.41	127.80	89.12	365.42	203.82	56%
	Media Parmareggio	141.58	125.45	88.56	381.95	212.59	56%

Nel caso di due aziende da latte fresco, inoltre, nel livello LAA3 si è considerata come misura di mitigazione, la introduzione in azienda di fonti di energia rinnovabile, nello specifico biogas e fotovoltaico per la azienda Mengoli e fotovoltaico per la azienda Montagnini.

Entrambi questi interventi portano alla sostituzione con energia rinnovabile di energia da fonte fossile, che comporterebbe emissioni di gas serra, la cui entità viene conteggiata in negativo nel calcolo della impronta carbonica delle aziende.

Un altro effetto positivo che deriva dalla introduzione dell'impianto di biogas sta nel fatto che vengono grandemente ridotte le emissioni dalla fase di stoccaggio dei liquami, in quanto essi vengono avviati immediatamente alla digestione anaerobica. Nell'azienda in questione lo stoccaggio del digestato è coperto per l'80% della capacità di stoccaggio complessiva, per cui il metano prodotto viene captato e non emesso e il protossido di azoto non viene prodotto in quanto ci si trova in condizioni di anaerobiosi. Anche nella parte di stoccaggio scoperta la emissività di CH₄ dal digestato risulta grandemente ridotta rispetto al liquame fresco, in quanto la sostanza organica contenuta negli effluenti è ormai significativamente degradata, per cui le emissioni risultano molto ridimensionate.

Nel caso dell'azienda con impianto di biogas, si è considerata utile solo la produzione energetica che deriva dalla quota di effluenti zootecnici avviati al digestore, escludendo, quindi, la quota di energia prodotta con



colture dedicate, in quanto questa produzione non sarebbe avvenuta in assenza dell'impianto di digestione anaerobica.

Un confronto fra le riduzioni delle emissioni di gas serra ottenute fra i livelli LAA2 e LAA3 viene mostrato in Tabella 20 per le aziende da latte fresco e in Tabella 21 per le aziende da latte per Parmigiano-Reggiano.

Lo stesso confronto viene evidenziato in Figura 4 e Figura 5.

Tabella 20 – Riduzione delle emissioni di gas serra del livello LAA3 rispetto al LAA2 per le aziende da latte fresco

Fase emissiva	% riduzione LAA3 su LAA2					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6
enteriche	6.59%	4.33%	5.70%	5.36%	-6.02%	-0.35%
gestione deiezioni CH4	5.12%	13.23%	2.63%	1.39%	-2.09%	2.49%
gestione deiezioni N2O	0.00%	4.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
fertilizzazione azotata (N2O)	0.50%	0.14%	0.13%	0.95%	0.30%	0.07%
consumi energetici operazioni colturali	0.08%	-0.17%	0.00%	0.18%	0.00%	0.26%
alimenti extra-aziendali	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
mezzi tecnici	0.21%	0.00%	0.00%	0.42%	0.15%	0.01%
trasporto effluenti	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
rifiuti	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
animali in ingresso	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
rinnovabile fotovoltaico	0.00%	5.37%	1.59%	0.00%	0.00%	0.00%
rinnovabile biogas	0.00%	7.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Totale riduzione LAA3 su LAA2	12.50%	35.12%	10.05%	8.29%	-7.66%	2.49%

Tabella 21 - Riduzione delle emissioni di gas serra del livello LAA3 rispetto al LAA2 per le aziende da latte da Parmigiano-Reggiano

Fase emissiva	% riduzione LAA3 su LAA2					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5	PR6
enteriche	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	-0.70%	0.00%
gestione deiezioni CH4	0.87%	1.50%	0.59%	2.11%	0.75%	1.38%
gestione deiezioni N2O	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
fertilizzazione azotata (N2O)	0.23%	0.88%	0.30%	0.31%	0.44%	0.12%
cons. energetici operazioni colturali	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
alimenti extra-aziendali	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
mezzi tecnici	0.38%	0.42%	0.00%	0.16%	0.18%	0.00%
trasporto effluenti	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
rifiuti	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
animali in ingresso	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
rinnovabile fotovoltaico	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
rinnovabile biogas	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Totale riduzione LAA3 su LAA2	1.48%	2.83%	0.88%	2.58%	0.68%	1.50%



Figura 4 – Riduzione della impronta carbonica per il livello LAA3 rispetto al LAA2 per le aziende da latte alimentare

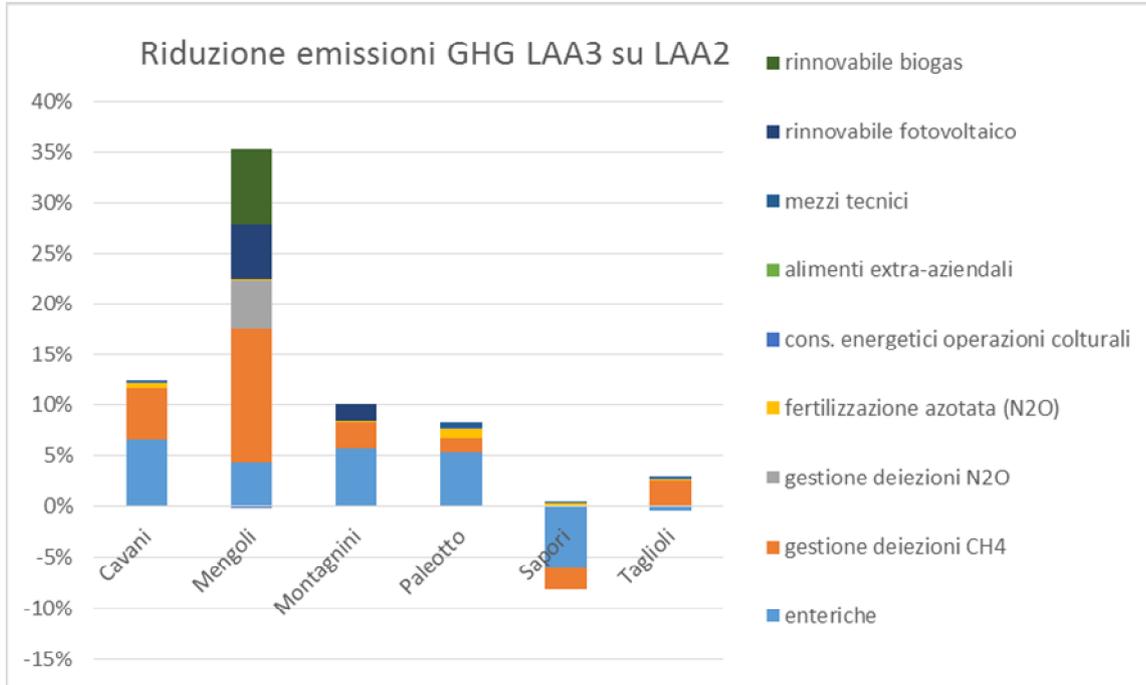
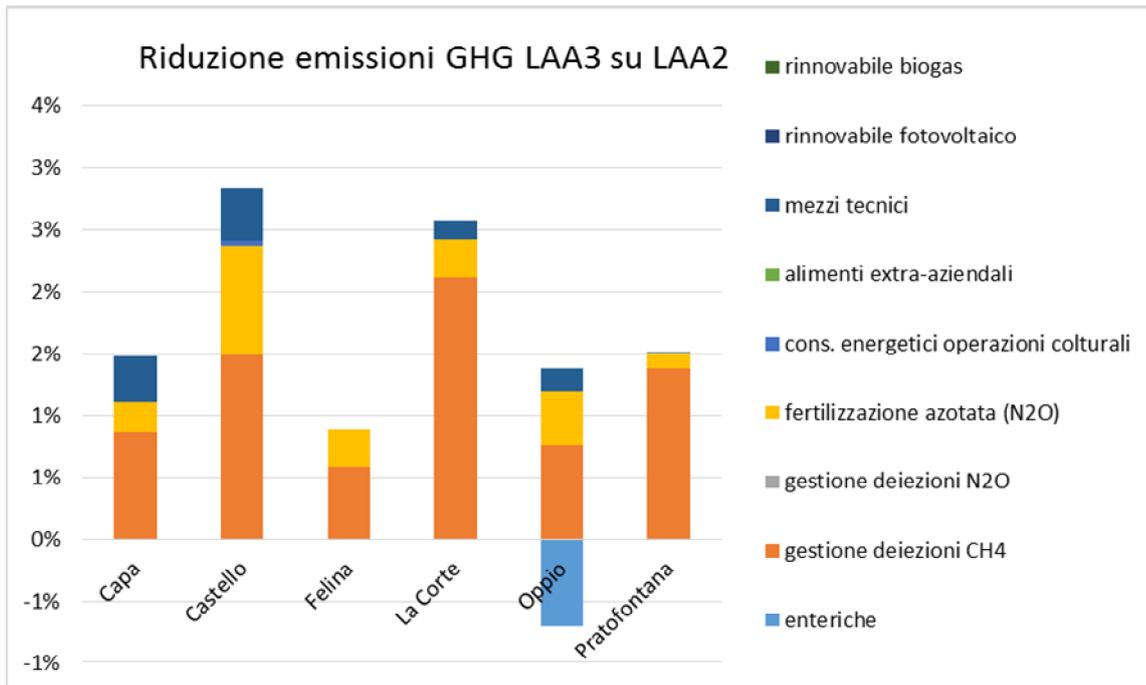


Figura 5 - Riduzione della impronta carbonica per il livello LAA3 rispetto al LAA2 per le aziende da latte da Parmigiano-Reggiano





Si osserva che la maggiore riduzione è in generale attribuibile alla variazione delle emissioni enteriche, che deriva dall'aver utilizzato un valore specifico aziendale di digeribilità della razione, anziché il valore di default di IPCC 2006.

Solo in due casi, per le aziende da latte fresco, si è ottenuto un valore di digeribilità inferiore al valore default del 65% e questo ha portato a un aumento della impronta carbonica, attribuibile all'aumento delle emissioni enteriche.

Questo risultato conferma l'importanza di utilizzare alimenti di buona qualità nella alimentazione delle bovine perché è questa la misura su cui l'allevatore può intervenire più facilmente e con maggiore efficacia. Inoltre tale misura si ripercuote positivamente non solo sugli aspetti ambientali, ma anche su quelli produttivi e, di conseguenza, di redditività economica. E' importante, quindi, che i produttori dispongano di metodi di stima rapidi e poco costosi della qualità della razione.

Si ricorda che la stima della digeribilità degli alimenti è stata effettuata per tutte le aziende Granarolo e per una sola delle aziende Granterre (azienda Oppio). Per questa ultima azienda la digeribilità stimata con metodo aziendale è risultata inferiore al valore di riferimento del 65%, per cui sono risultate incrementate le emissioni enteriche.

Va evidenziato il fatto che il peggioramento della digeribilità ha influenza anche sulle emissioni di metano da gestione delle deiezioni, perché una minore digeribilità dell'alimento comporta un aumento della sostanza organica (SV) escretata, in quanto il processo di assimilazione peggiora, e di conseguenza la emissioni di CH₄ dagli effluenti incrementano. E' questo il caso della azienda Sapori, per la quale si è osservato un aumento complessivo della impronta carbonica di oltre il 7%, sulla quale contribuiscono per il 6% le emissioni enteriche e per il 2% le emissioni di CH₄ da gestione delle deiezioni.

Il complesso degli interventi analizzati ha portato a una riduzione della impronta carbonica che va dal 2,5 al 12,5% per le aziende da latte fresco e da 0,9 a 3% per le aziende da latte per Parmigiano-Reggiano. Il risultato peggiore registrato per le aziende di questa filiera deriva in particolare dal fatto che per queste non è stato possibile valutare il contributo che una buona digeribilità dell'alimento può portare alla riduzione delle emissioni enteriche. Infatti, come precedentemente ricordato, la digeribilità con metodologia LAA3 è stata stimata per una sola azienda della filiera da Parmigiano-Reggiano (secondo quanto previsto dal progetto) mentre è stato possibile stimarla per la totalità di quelle da latte alimentare.

Unica azienda che mostra una riduzione della impronta carbonica molto rilevante è l'azienda Mengoli, nella quale la riduzione supera il 35% grazie alla introduzione in azienda di impianti a energia rinnovabile, in particolare il biogas, che è da solo in grado di ridurre la IC del latte del 7,5% (considerando che l'impianto sia alimentato unicamente con effluenti di allevamento), grazie alla sostituzione dell'energia fossile, a cui si aggiunge anche la riduzione delle emissioni di CH₄ (13%) e N₂O (5%) dalla fase di gestione degli effluenti, in quanto i liquami vengono avviati immediatamente al digestore e non danno quindi luogo a emissioni nella fase di stoccaggio.

1.3.2 Impronta del carbonio riferita alla superficie agricola

La impronta del carbonio delle due filiere da latte è stata determinata non solo con riferimento al prodotto latte, ma anche con riferimento alla superficie aziendale (ha). In Tabella 22 e in

Tabella 23 vengono mostrati i risultati per il livello LAA2 per la filiera del latte fresco e per quella del Parmigiano-Reggiano, rispettivamente. Gli stessi risultati vengono mostrati in Figura 6 e Figura 7, con il confronto fra livello LAA2 e LAA3.

Risulta evidente che la impronta carbonica riferita alla superficie aziendale dà luogo a risultati molto diversi rispetto a quella riferita al prodotto latte. Infatti le aziende meno intensive, che hanno ampie superfici aziendali a disposizione, risultano favorite in questo tipo di analisi. La azienda Sapori (0,3 vacche



produttive/ha), nel caso della filiera del latte fresco, è quella che mostra una impronta carbonica nettamente inferiore alle altre, mentre, all'opposto è l'azienda Taglioli (1,7 vacche produttive/ha) che ha l'impronta carbonica per ettaro superiore.

Nel caso delle aziende da parmigiano-Reggiano è la stalla di montagna di Felina (0,9 vacche produttive/ha) che ha l'impatto minore (incluso nelle superfici aziendali anche quelle dei soci della cooperativa), mentre è l'azienda Capa (1,6 vacche produttive/ha) ad avere l'impatto maggiore.

Tabella 22 – Impronta del carbonio delle aziende da latte fresco con riferimento all'ettaro di superficie aziendale per il livello LAA2

LAA2	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6
	kgCO ₂ eq/ha					
enteriche	4.623	7.465	8.852	6.979	1.348	8.575
gestione deiezioni CH ₄	1.583	2.715	1.845	1.284	0.406	2.021
gestione deiezioni N ₂ O	0.583	0.952	1.180	0.747	0.138	1.029
fertilizzazione azotata (N ₂ O)	0.942	1.354	1.598	1.510	0.713	1.430
cons. energetici operazioni colturali	0.438	0.729	0.419	0.619	0.307	0.414
alimenti extra-aziendali	2.420	4.422	4.145	3.717	0.612	4.729
mezzi tecnici	1.031	1.999	1.331	1.869	0.585	2.566
trasporto effluenti	0.000	0.078	0.000	0.000	0.000	0.000
rifiuti	0.007	0.001	0.004	0.000	0.000	0.014
animali in ingresso	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.018
TOTALE	11.626	19.715	19.375	16.725	4.109	20.795

Tabella 23 - Impronta del carbonio delle aziende da Parmigiano-Reggiano con riferimento all'ettaro all'ettaro di superficie aziendale per il livello LAA2

LAA2	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5	PR6
	kgCO ₂ eq/ha					
enteriche	8.323	6.306	4.779	5.444	7.411	7.403
gestione deiezioni CH ₄	1.938	2.008	1.046	1.577	2.261	1.665
gestione deiezioni N ₂ O	0.888	0.885	0.730	0.624	0.967	1.001
fertilizzazione azotata (N ₂ O)	0.985	0.934	0.873	1.028	0.950	1.042
cons. energetici operazioni colturali	0.276	0.203	0.155	0.248	0.207	0.235
alimenti extra-aziendali	6.972	4.000	3.140	4.113	5.581	6.236
mezzi tecnici	1.893	1.045	0.426	0.951	1.013	0.726
trasporto effluenti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059
rifiuti	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
animali in ingresso	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001
TOTALE	21.279	15.381	11.151	13.985	18.391	18.370



Figura 6 - Impronta del carbonio delle aziende da latte fresco con riferimento all'ettaro di superficie aziendale

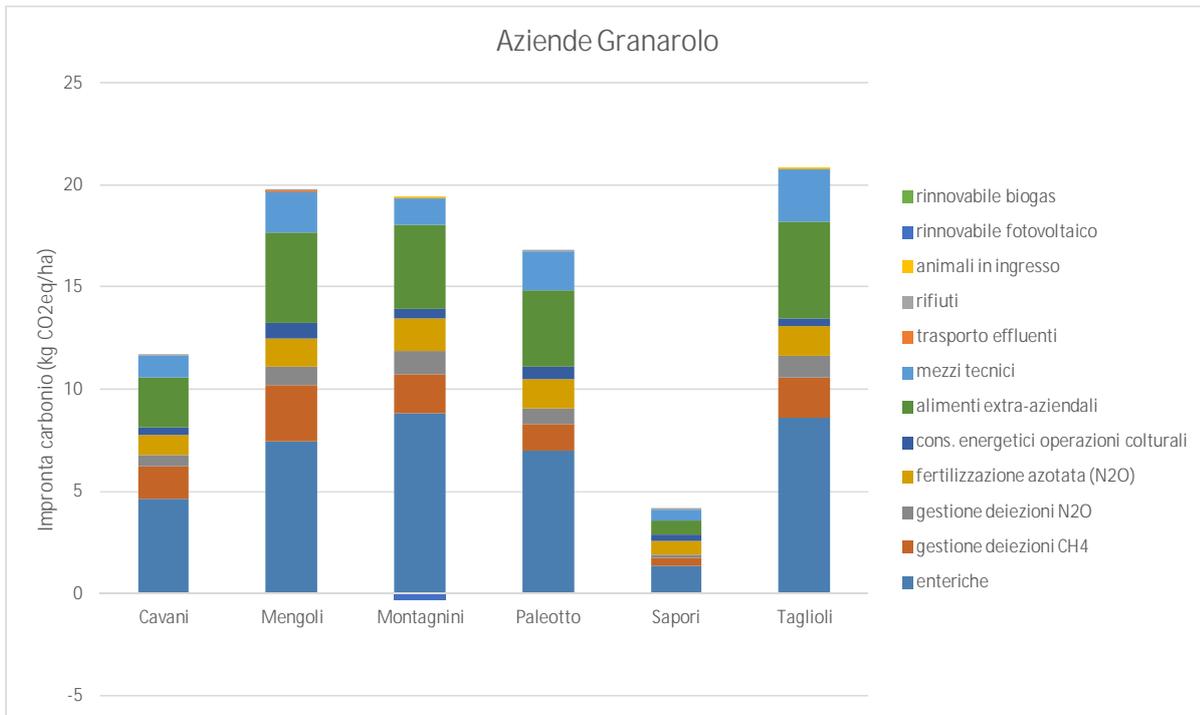
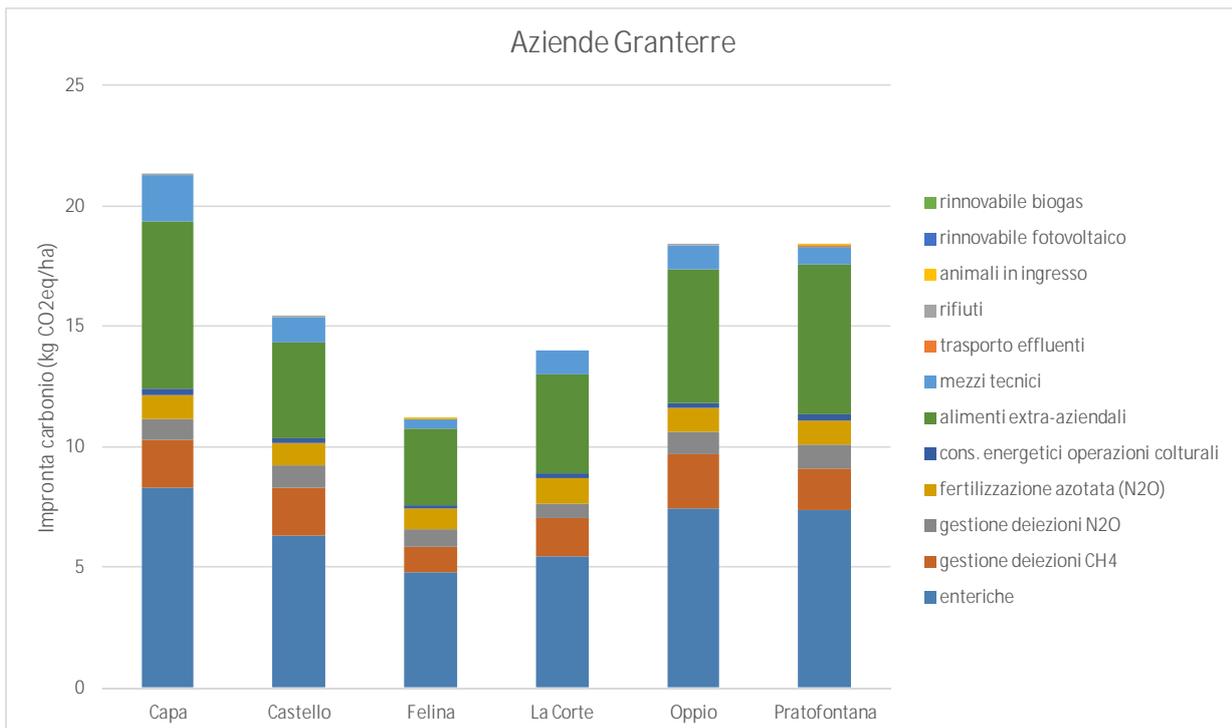


Figura 7 - Impronta del carbonio delle aziende da Parmigiano-Reggiano con riferimento all'ettaro all'ettaro di superficie aziendale





La riduzione delle emissioni di gas serra conseguibile con il livello LAA3 rispetto al livello LAA2 non mostra, invece, sostanziali differenze rispetto alla analisi fatta con riferimento al kg di latte. Per ciascuna delle aziende delle due filiere analizzate i livelli di riduzione sono molto simili, come mostrato in Tabella 24.

Tabella 24 – Riduzione della impronta carbonica per il livello LAA3 rispetto a LAA2 con riferimento alle due unità funzionali analizzate, il kg di latte standard e l'ettaro

Aziende latte fresco	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6
Riferita al kg latte standard	12.50%	35.1%	10.1%	8.29%	-7.66%	2.49%
Riferita all'ettaro	12.44%	33.3%	10.0%	8.20%	-5.36%	2.42%
Aziende latte Parmigiano-Reggiano	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5	PR6
Riferita al kg latte standard	1.48%	2.83%	0.88%	2.58%	0.68%	1.50%
Riferita all'ettaro	1.48%	2.41%	0.94%	3.28%	0.64%	1.70%

1.3.3 Impronta del carbonio delle colture

Nella definizione della impronta del carbonio del latte devono essere considerate come input le colture aziendali utilizzate in alimentazione. La quantificazione dell'impronta del carbonio delle coltivazioni aziendali, per ciascuna delle aziende delle due filiere considerate, è stata riportata nel rapporto sulla IC delle foraggere, ma, per completezza, viene anche illustrata nei grafici che seguono.

Nel caso delle colture il livello LAA3 ha considerato l'introduzione di tecniche di mitigazione delle emissioni, in particolare per quanto riguarda le macchine impiegate per la utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento. Si è considerato il ricorso a macchine in grado di effettuare l'applicazione dei liquami anche su colture in atto e nelle epoche in cui la coltura è in grado di avvantaggiarsene al meglio, per quanto riguarda la richiesta di azoto. Si tratta delle macchine che sono state presentate nel corso delle giornate dimostrative svolte presso le aziende nel corso del progetto.

Si è ipotizzato che il ricorso a tali mezzi di spandimento consenta di incrementare la efficienza dell'azoto zootecnico da un valore medio per i liquami posto pari a 41% sulla base delle tabelle del Regolamento regionale 28/10/11, n.1, a un valore del 60%, che sarebbe il valore obiettivo da raggiungere per una efficienza definita "alta". Per i letami, invece, non si è ipotizzato alcun cambiamento, mantenendo il coefficiente di efficienza unico, pari a 40%.

Per i digestati, che sono presenti in una unica azienda da latte fresco (Mengoli), l'efficienza del digestato tal quale è stata incrementata da 41 a 55%, quella del digestato chiarificato da 48 a 65% e del digestato solido separato da 41 a 55%.



Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A.

Figura 8 - Impronta del carbonio delle colture aziendali (riferita alla sostanza secca) per le aziende da latte alimentare

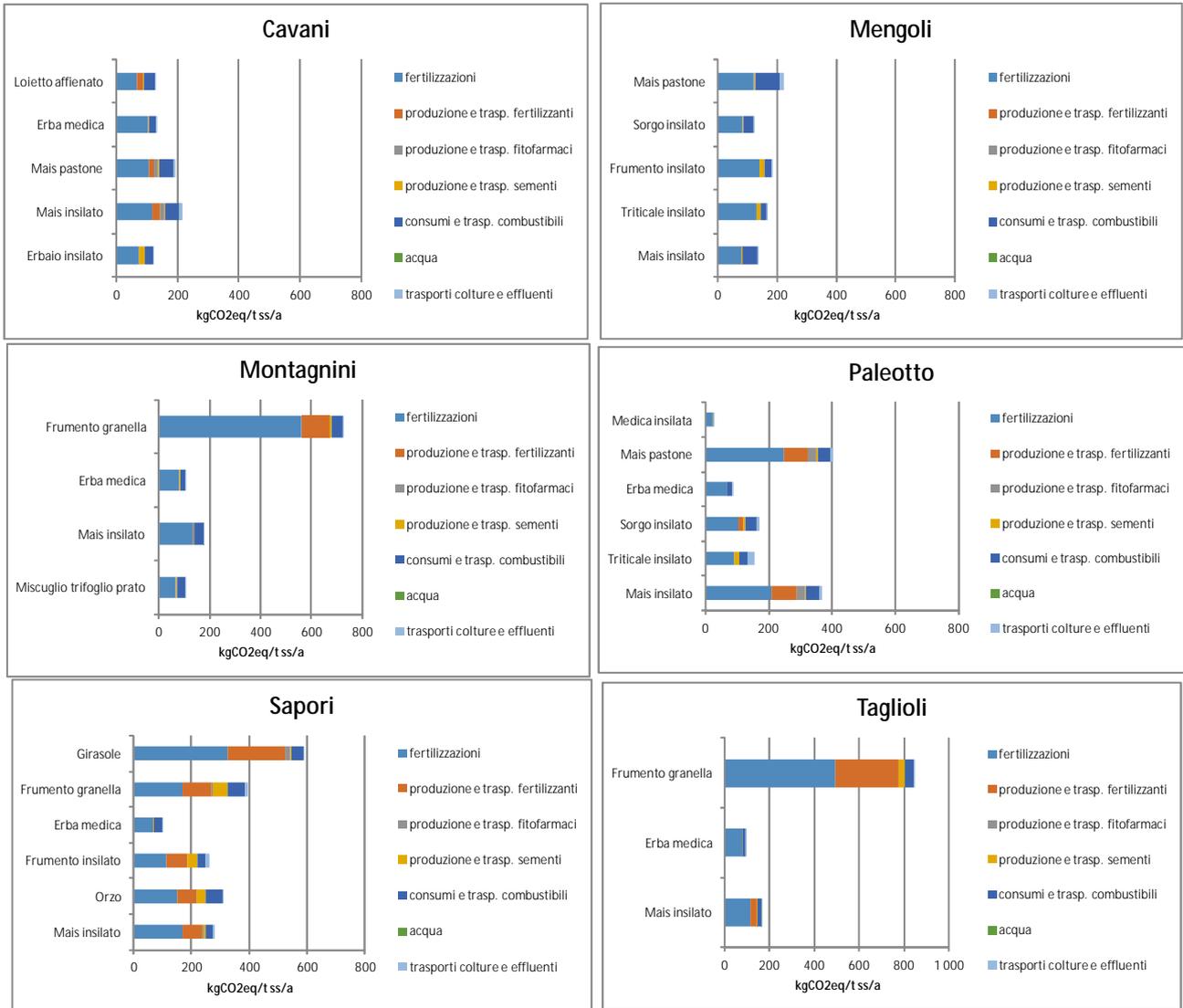




Figura 9 - Impronta del carbonio delle colture aziendali (riferita al prodotto tal quale) per le aziende da latte alimentare

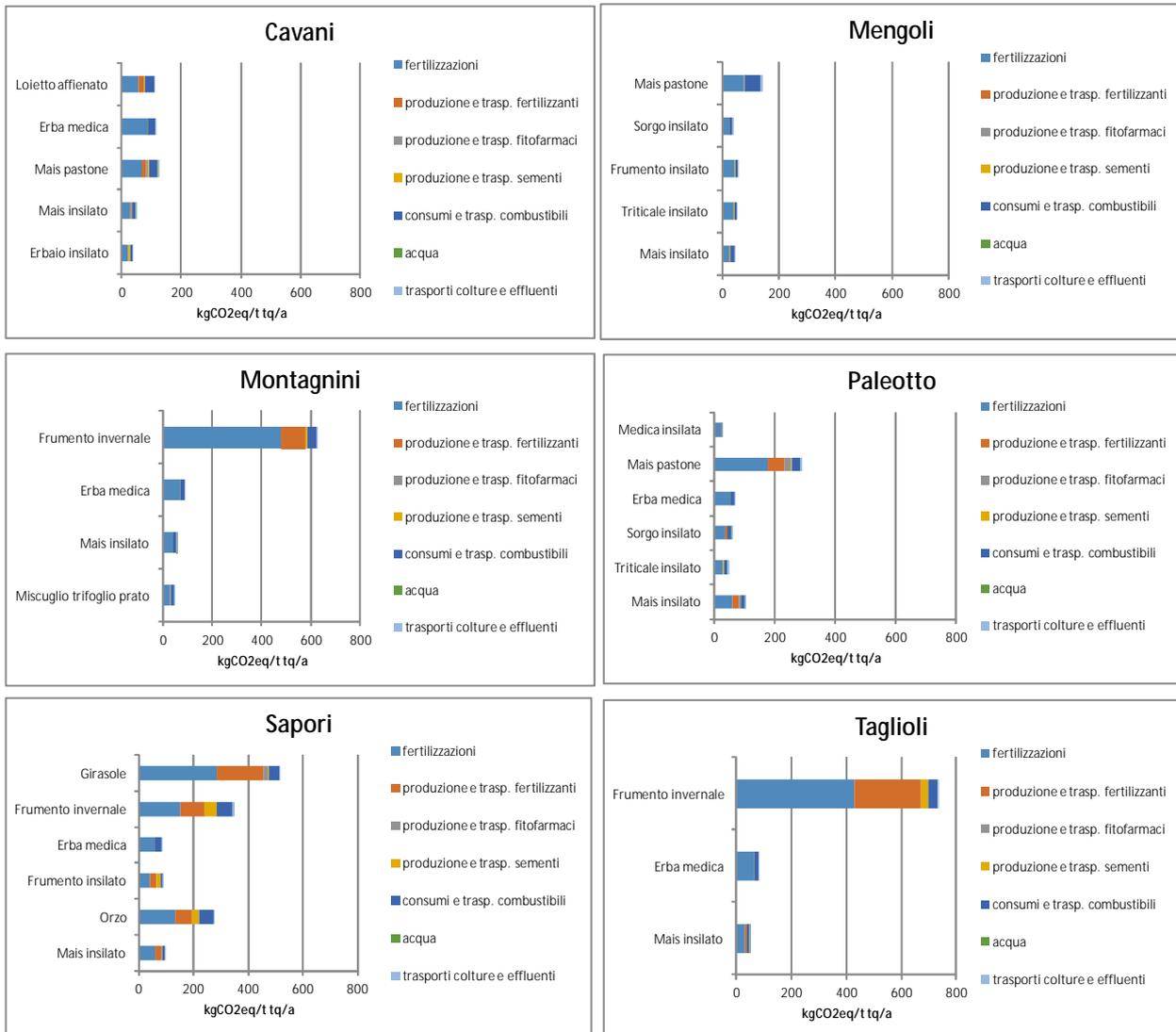




Figura 10 - Impronta del carbonio delle colture aziendali (riferita alla sostanza secca) per le aziende da Parmigiano-Reggiano

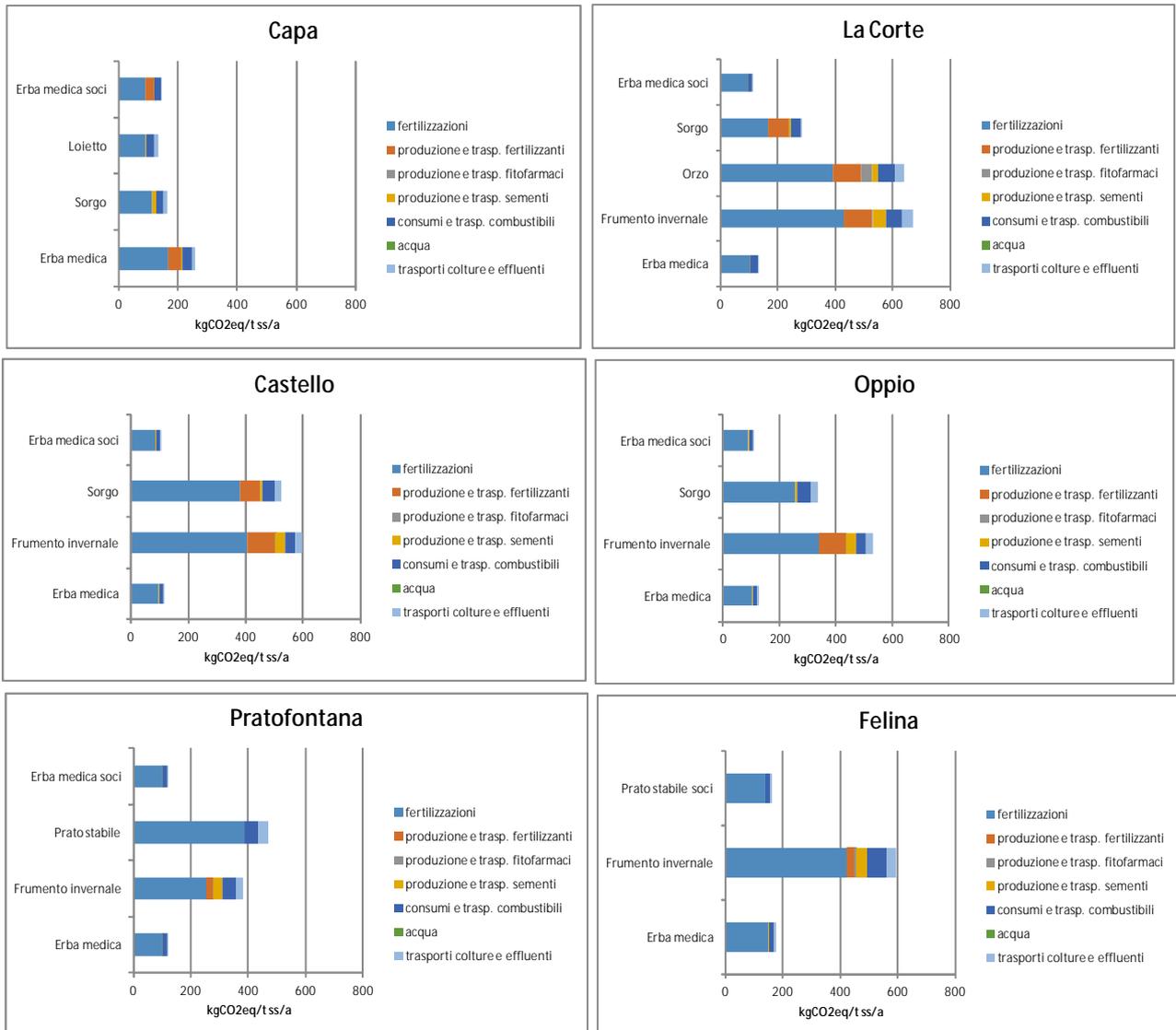
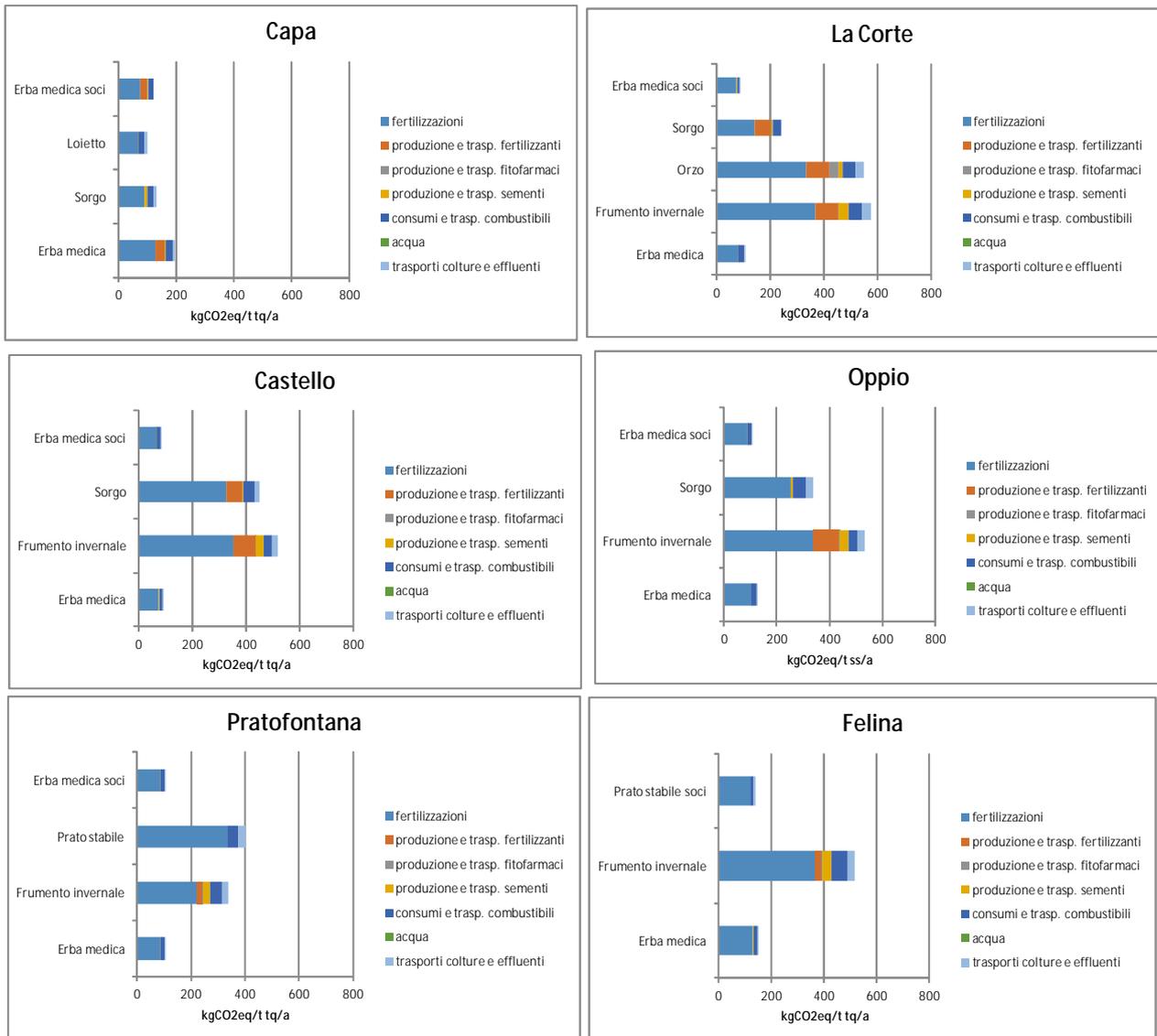


Figura 11 - Impronta del carbonio delle colture aziendali (riferita al prodotto tal quale) per le aziende da Parmigiano-Reggiano



L'introduzione del livello LAA3, ossia l'aumento di efficienza dell'azoto zootecnico nella fertilizzazione azotata, comporta una riduzione delle emissioni di N₂O e di CO₂ dovute alla possibilità di sostituire, grazie a ciò, una parte dei fertilizzanti minerali con fertilizzanti organici. Vengono così evitati i consumi energetici per la loro produzione e le emissioni di N₂O dovute al loro utilizzo. Questo beneficio ha contribuito in misura non particolarmente significativa alla riduzione della impronta carbonica del latte. Infatti il contributo di questa voce non supera, per nessuna delle aziende analizzate, l'1%. Uno dei motivi di questo risultato parzialmente deludente sta nel fatto che la riduzione dei fertilizzanti minerali si è potuta avere solo per quelle colture sulle quali l'uso di questi fertilizzanti era significativo, ossia in particolare nel caso dei cereali autunno-vernini. Tuttavia tali colture non vengono, nella maggior parte dei casi, utilizzate per l'alimentazione animale, per cui le emissioni ad esse associate non sono state incluse nella impronta carbonica del latte. Nel caso di altre colture, quali la medica, che sta alla base della alimentazione delle bovine nelle aziende da Parmigiano-Reggiano, l'uso di fertilizzanti azotati di sintesi è di fatto inesistente,



trattandosi di colture azotofissatrici. In tale situazione non si può avere nessun beneficio per la sostituzione dei fertilizzanti minerali grazie all'aumento dell'efficienza dell'azoto zootecnico.

In Tabella 25 e Tabella 26 vengono mostrati i livelli di riduzione dell'impronta carbonica delle colture a seguito della riduzione dell'apporto dei fertilizzanti azotati di sintesi per le due filiere analizzate, nel caso del livello LAA2 e LAA3. Risultano abbastanza evidenti i maggiori benefici ottenuti nel caso di frumento e ORZO.

Tabella 25 – Impronta carbonica delle colture per i livelli LAA2 (applicazione dei DPI) e LAA3 (DPI + buone pratiche) nel caso delle aziende da latte fresco

Latte alimentare	LAA2			LAA3			LAA2			LAA3		
Impronta carbonica delle colture	media	min	max	media	min	max	media	min	max	media	min	max
	kg/CO2eq/t tal quale						kg/CO2eq/t soatanza secca					
Erba medica	89	69	113	88	69	113	106	90	133	104	89	132
Mais insilato	68	45	115	65	44	108	233	138	410	221	133	385
Mais pastone	180	124	290	151	108	205	262	190	403	223	167	284
Frumento insilato	74	55	93	71	53	89	225	185	265	216	176	255
Frumento invernale	571	351	736	553	337	731	660	399	851	638	383	845
Triticale insilato	48	44	51	46	44	48	155	141	169	150	139	161
Sorgo insilato	48	37	60	46	35	57	147	123	170	141	118	164

Tabella 26 - Impronta carbonica delle colture per i livelli LAA2 (applicazione dei DPI) e LAA3 (DPI + buone pratiche) nel caso delle aziende da latte per Parmigiano-Reggiano

Latte Parmigiano-Reggiano	LAA2			LAA3			LAA2			LAA3		
Impronta carbonica delle colture	media	min	max	media	min	max	media	min	max	media	min	max
	kg/CO2eq/t tal quale						kg/CO2eq/t soatanza secca					
Erba medica	126	94	196	123	93	180	157	117	258	152	116	237
Prato stabile	260	117	404	247	117	377	303	136	469	287	136	439
Loietto	124	124	124	122	122	122	165	165	165	162	162	162
Frumento invernale	481	338	538	373	265	420	553	384	625	430	301	488
Sorgo	299	159	451	261	157	345	352	199	524	307	197	402
Orzo	550	550	550	432	432	432	639	639	639	502	502	502



1.3.4 Bilancio aziendale dell'azoto

La escrezione dell'azoto è stata stimata con il bilancio dell'azoto per ciascuna delle aziende delle due filiere considerate e la impronta del carbonio del livello LAA2 è stata stimata considerando questo livello di escrezione azotata.

Il bilancio aziendale dell'azoto si basa sulla quantificazione degli input (foraggi e mangimi) e degli output (latte e carne prodotti) azotati, stimando per differenza l'azoto escreto contenuto negli effluenti.

Il calcolo dei bilanci dell'azoto è stato effettuato utilizzando il tool Calcola N , prodotto nel progetto LIFE09 ENV/IT/000208 - AQUA (Achieving good water QUALity status in intensive Animal production areas) e disponibile al link http://aqua.crupa.it/nqcontent.cfm?a_id=12681&tt=t_law_market_www&aa=tool.

Il risultato di questa quantificazione porta a fattori di escrezione specifici per ciascuna azienda, basati sui reali fattori produttivi aziendali, che possono risultare inferiori o superiori ai fattori di escrezione standard contenuti nelle tabelle di riferimento delle normative nazionali e regionali e che stanno alla base delle stime dell'inventario. Per le vacche da latte le escrezioni azotate standard sono pari a 119 kgN/capo/a ovvero a 192 kgN/t di peso vivo.

La escrezione azotata ha influenza diretta sulle emissioni di N2O dalla gestione delle deiezioni (che è parametrata all'azoto escreto) e sulle emissioni di N2O dalle fertilizzazioni, in quanto influisce sulle emissioni dirette di N2O (che sono proporzionali all'azoto applicato e quindi escreto) e su quelle indirette, che sono parametrata alle emissioni di ammoniaca in aria e di nitrati nelle acque, a loro volta funzione dell'azoto applicato e quindi escreto.

In Tabella 27 e in Tabella 28 vengono sintetizzati i valori di escrezione azotata ottenuti dal bilancio dell'azoto per le sei aziende delle due filiere analizzate e per le due annate di inventario.

Tabella 27 – Escrezione di azoto da bilancio dell'azoto per le aziende da latte alimentare

Bilancio dell'azoto 2013	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
% proteina grezza razione vacche da latte	13.0	14.2	15.5	14.0	13.0	13.5
N escreto standard vacche (kgN/capo/a)	119	119	119	119	119	119
N escreto standard vacche (kgN/t pv/a)	192	192	192	192	192	192
N escreto standard complessivo (kgN/t pv)	182	187	181	184	182	185
Bilancio dell'azoto 2014	Aziende Granarolo					
	Cavani	Mengoli	Montagnini	Paleotto	Sapori	Taglioli
% proteina grezza razione vacche da latte	13.2	15.1	15.9	14.7	13.1	13.9
N escreto aziendale vacche (kgN/capo/a)	116	123	163	134	104	122
N escreto aziendale vacche (kgN/t pv/a)	188	199	262	216	168	197
N escreto aziendale complessivo (kgN/t pv)	178	192	253	207	159	192

Tabella 28 - Escrezione di azoto da bilancio dell'azoto per le aziende da Parmigiano-Reggiano

Bilancio dell'azoto 2013	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
% proteina grezza razione vacche da latte	13.1	16.7	16.3	15.2	16.6	16.3
N escreto standard vacche (kgN/capo/a)	119	119	119	119	119	119
N escreto standard vacche (kgN/t pv/a)	192	192	192	192	192	192
N escreto standard complessivo (kgN/t pv)	184	184	184	184	182	184



Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A.

Bilancio dell'azoto 2014	Aziende Parmareggio					
	Capa	Castello	Felina	La Corte	Oppio	Pratofontana
% proteina grezza razione vacche da latte	13.1	16.7	15.5	15.8	16.5	15.5
N escreto aziendale vacche (kgN/capo/a)	112	138	140	113	129	128
N escreto aziendale vacche (kgN/t pv/a)	180	222	226	182	208	206
N escreto aziendale complessivo (kgN/t pv)	172	211	217	174	198	198

I risultati mostrano, nella maggior parte delle aziende, sia Parmareggio che Granarolo, una escrezione azotata superiore al valore standard. Solo in due aziende della filiera latte alimentare e in una di quella da Parmigiano-Reggiano il bilancio dell'azoto fa emergere una escrezione inferiore allo standard. I dati sono condizionati dal titolo proteico delle razioni, in particolare delle vacche produttive, ma è anche influenzato dalla quota di rimonta e quindi dal numero di animali che pur alimentati con razioni maggiormente proteiche non producono latte. Mediamente abbiamo rilevato differenti livelli di proteina (13,86% per il 2013 e 14,3% per il 2014 di Granarolo contro il 15,70% per il 2013 e 15,5% per il 2014 di Parmareggio), questo dato confrontato con i bilanci dell'N, le produzioni di latte e l'ingestione di sostanza secca degli animali conferma una attendibile linearità.

Il contributo di questo bilancio sulla quantificazione della impronta del carbonio viene illustrato in Figura 12 e in Figura 13, che mostrano le emissioni di N₂O dalla gestione delle deiezioni e dalla fertilizzazione azotata nel caso del calcolo con i valori aziendali.

Figura 12 – Aziende da latte alimentare - Emissioni di N₂O dalla gestione delle deiezioni e dalla fertilizzazione azotata con il calcolo da bilancio dell'azoto

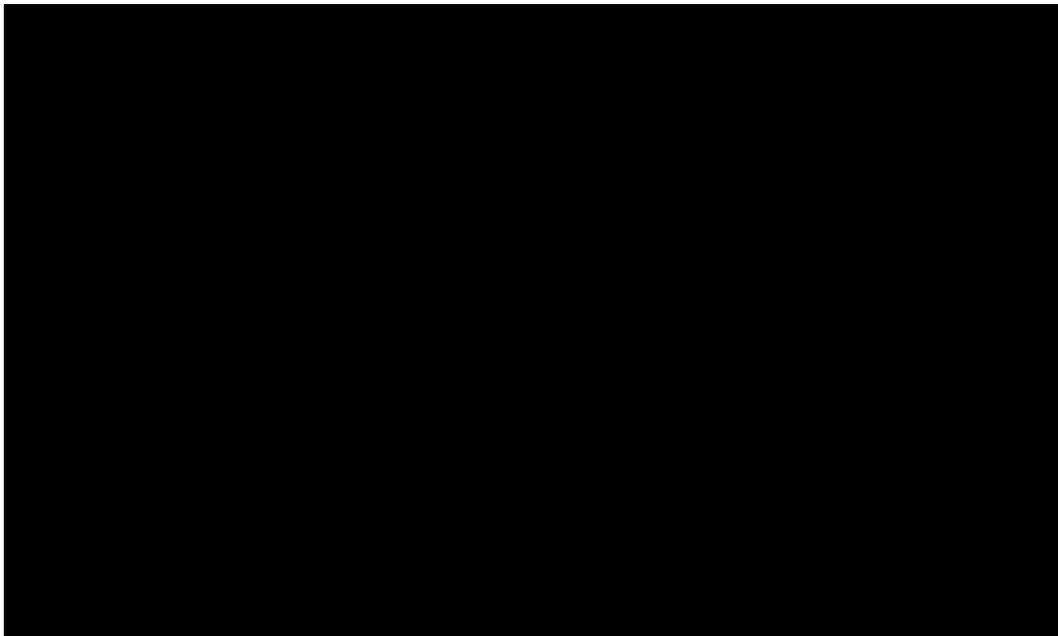
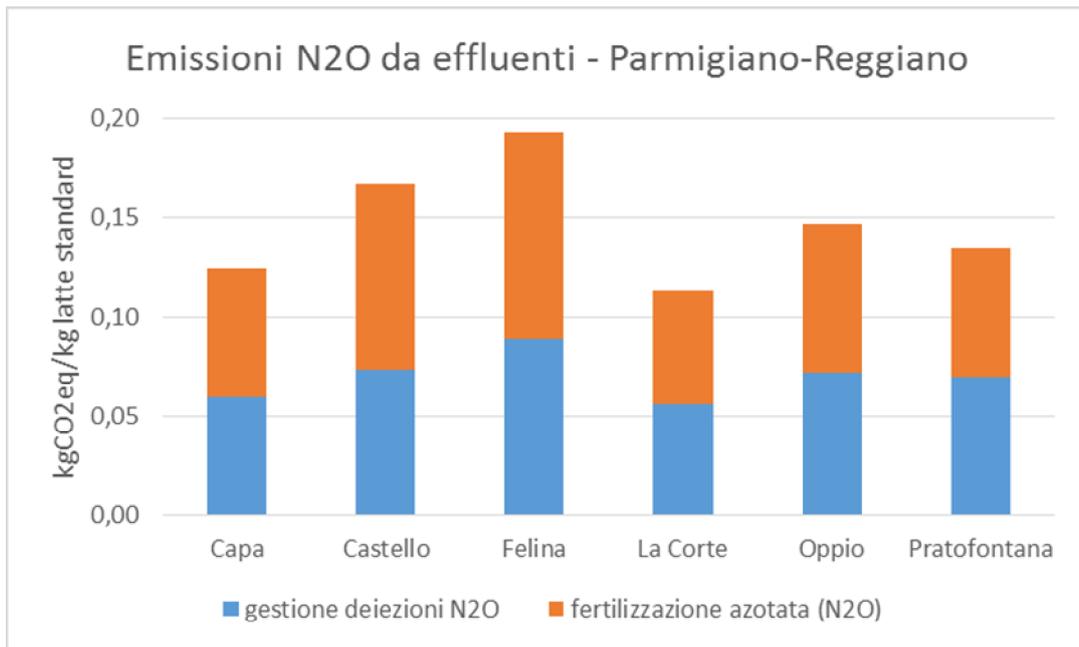


Figura 13 - - Aziende da Parmigiano-Reggiano - Emissioni di N₂O dalla gestione delle deiezioni e dalla fertilizzazione azotata con il calcolo da bilancio dell'azoto



Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A.





ALLEGATO I – Metodologie e risultati per la stima della digeribilità della razione

Il valore nutritivo dei foraggi rappresenta la quantità di energia e principi nutritivi che i componenti chimici di un alimento possono rendere effettivamente disponibile per il metabolismo (mantenimento e produzione) dell'animale. Il valore nutritivo di un alimento e/o delle sue frazioni dipende dalla velocità di degradazione e dal tempo di permanenza nell'apparato gastro-enterico e, quindi, è strettamente correlata alle caratteristiche chimico-fisiche dell'alimento considerato. La determinazione del valore nutritivo degli alimenti di interesse zootecnico, in particolare dei foraggi, è indispensabile per il razionamento e la formulazione delle diete destinate agli animali in produzione. I foraggi presentano una notevole variabilità in funzione di molti parametri (specie vegetale, stadio vegetativo, associazione con altre specie, concimazioni, natura del terreno, clima) che influenzano la qualità dei glucidi di struttura nonché le proporzioni tra le varie frazioni. Nei poligastrici, ancor prima che si approfondissero le conoscenze relative al complesso ecosistema ruminale, sono stati messi a punto due metodi per determinare il valore nutritivo degli alimenti per i ruminanti: il primo la capacità di fornire energia e l'altro relativo al contenuto di proteine. Purtroppo i due sistemi si sono sviluppati indipendentemente ed utilizzano unità di misura completamente distinte. L'ottimizzazione del rapporto energia/azoto disponibili a livello ruminale, al fine di rendere massima l'efficienza delle sintesi microbiche, rende necessarie conoscenze approfondite delle varie frazioni che apportano energia e azoto sia per i vari alimenti sia, soprattutto, per le diete onde soddisfare con continuità le esigenze energetiche e azotate della popolazione ruminale. Esistono diversi metodi per la stima del valore nutritivo:

1. Sistema inglese dell'energia metabolizzabile (basato sugli studi di Blaxter (1965) e attualmente usato in Inghilterra per i ruminanti);
2. Sistema francese dell'unità foraggera (messo a punto dai ricercatori dell'Institute National de la Recherche Agronomique);
3. Sistema americano dell'energia netta di lattazione (recepito nei bollettini della National Research Council).

Esistono inoltre numerosi metodi utili per studiare sia le caratteristiche degli alimenti che i fabbisogni nutritivi degli animali:

1. monitoraggio dell'ingestione alimentare;
2. determinazione della digeribilità;
3. stima della velocità di transito;
4. monitoraggio delle concentrazioni dei prodotti finali di fermentazione nel rumine;
5. determinazione dei principi nutritivi nel sangue.

La classificazione dei differenti metodi di calcolo, prende il nome dalla tecnica di esecuzione delle prove. I metodi chimici si basano infatti sul tenore in alcune frazioni chimiche (fibra grezza, lignina, ADF) dell'alimento e sulle correlazioni evidenziate in vivo. La spettroscopia a riflettanza nel vicino infrarosso (Marten et al., 1988) usa appunto le tecnologie NIRS. I metodi microbici (o biologici), si basano sull'impiego di microrganismi ruminanti e sulla simulazione più o meno completa del processo digestivo che si realizza nell'apparato digerente dei ruminanti. I metodi enzimatici si basano sull'impiego di enzimi, che sostituiscono e simulano l'attacco operato dai microrganismi ruminanti. Esiste infine l'incubazione con enzimi (Kopečný et al., 1989): metodo volto a valutare la solubilità e la degradabilità dell'azoto degli alimenti per ruminanti. L'intento è quello di operare indipendentemente dalla disponibilità di animali dotati di fistola e tenuti ad alimentazione controllata, ridurre gli inconvenienti derivanti dalla inevitabile variazione di attività della microflora ruminale. I metodi biologici per stimare il valore nutritivo di un alimento si differenziano a seconda delle prove che vengono condotte:

1. Prove in vivo:



- bilancio ingesta-excreta;
 - metodo degli indicatori;
 - Degradabilità in situ dell'azoto.
2. Metodi in vitro:
- metodo a due stadi (Tilley e Terry, 1963): metodo gravimetrico di tipo statico che non fornisce informazioni sulla cinetica di fermentazione;
 - sistemi fermentativi continui (Hoover et al., 1976);
 - produzione cumulativa di gas (Theodorou et al., 1994): stima la fermentescibilità degli alimenti, ha trovato nell'ultimo decennio ampia diffusione;
 - degradabilità dell'NDF (Cornell University).

Gli studi in vivo sulla degradabilità dei prestomaci e digeribilità nei tratti successivi richiedono animali preparati chirurgicamente (fistole a livello di ruminale, abomaso, duodeno, ileo), nonché opportuni indicatori che permettano di valutare le velocità di flusso dei nutrienti e di differenziarne l'origine microbica o alimentare. Inoltre è difficile determinare i contributi endogeni dei principi nutritivi, necessari per ottenere corretti valori di digeribilità. Questi studi sono costosi, richiedono intenso lavoro di laboratorio, richiedono gran dispendio di tempo per cui si è molto diffusa la tecnica dell'incubazione in situ o dei nylon bags. A causa della crescente sensibilizzazione dell'opinione pubblica e dei ricercatori ai problemi inerenti il benessere animale, l'uso di procedure chirurgiche invasive per le ricerche nutrizionali è sempre più difficile da giustificare. Tutto ciò ha favorito un intenso e fruttuoso impegno per mettere a punto tecniche in vitro; inoltre, sono state rivalutate preesistenti metodiche che permettono di studiare le caratteristiche nutrizionali di foraggi e concentrati senza utilizzazione diretta degli animali. Le tecniche in vitro vanno assumendo sempre maggiore importanza perché più rapide e precise. Il metodo degli indicatori consente invece di ottenere dati utili al calcolo della digeribilità apparente di un alimento o della razione TMR, a seconda delle metodiche applicate, si differenzia in:

1. Indicatori interni (es. lignina, C.A.I., n-alcani).
2. Indicatori esterni [es. gli ossidi di metalli insolubili (Cr_2O_3); i marker radioattivi; vari elementi del gruppo delle terre rare ed i loro radioisotopi].

Le caratteristiche della dieta dei ruminanti e, in particolare, la digeribilità e il tenore azotato hanno grande influenza da un lato sulle emissioni enteriche di CH_4 e dall'altro sulle escrezioni di azoto, che a loro volta condizionano le emissioni di N_2O . Anche il tenore in Solidi Volatili e la producibilità massima in metano delle deiezioni (BO) sono parametri fondamentali per la stima delle emissioni di CH_4 dalla gestione delle deiezioni. Negli studi LCA vengono, in genere, adottati per tali parametri i valori di default IPCC o ricavati dagli inventari delle emissioni. Tale impostazione è stata, ad esempio, utilizzata dalle aziende partner del progetto per le analisi LCA dei propri prodotti. Si tratta di valori stimati a livello globale che non possono necessariamente cogliere le peculiarità locali. La stessa IPCC, tuttavia, incoraggia approcci che consentono una migliore valutazione della dieta o l'utilizzazione di dati specifici per paese/area per la stima dei fattori di emissione. E', infatti, solo utilizzando metodologie di dettaglio che è possibile valutare gli effetti degli interventi di riduzione delle emissioni di GHG ed è solo attraverso una analisi del sistema aziendale complessivo (whole-farm approach) che è possibile un bilancio che tenga conto di tutti i diversi fattori di influenza.

Visti gli obiettivi di governance del progetto LIFE, realizzabili sulla base di valutazioni su scala dimostrativa, per il calcolo della digeribilità delle razioni, si è reso opportuno l'utilizzo di metodiche rapide (NIRS) utilizzato come applicativo nel calcolo della digeribilità apparente con il metodo degli indicatori interni. Sono stati raccolti i dati relativi alle razioni alimentari e campionate ed analizzate, tutte le materie prime prodotte in azienda (fieni, unifeed, granelle) e tutte le razioni unifeed delle varie categorie produttive di



animali 'non produttivi' (vitelli, manze, asciutte) e 'produttivi' differenziati per stato di lattazione (fresche, intermedie, lattazione avanzata). Per le filiere da latte, è stato realizzato uno specifico piano di campionamento delle feci finalizzato alla stima della utilizzazione digestiva della fibra della dieta attraverso la determinazione rapida della fibra indegradabile residua (uNDF) con tecnica NIRS. Il prelievo è stato effettuato dall'ampolla rettale degli animali e lontano dal pasto principale in accordo con quanto riportato nella tabella 1. Per ciascuna delle aziende visitate (Tabella 1) sono stati prelevati 15 campioni di feci degli animali "produttivi" e 5 campioni degli animali in asciutta più il pool degli stessi 4 gruppi secondo il seguente schema di prelievo. I campioni sono stati successivamente essiccati a 65 C°.

Categoria	Dettaglio	Campioni "singoli"	Campioni "pool"
Vacche in lattazione	20-60 gg (early)	5	1
	80-140 gg (mid)	5	1
	190-250 (late)	5	1
Vacche in asciutta	Da almeno 5 giorni	5	1

Tab. 1: Schema di prelievo

La analisi effettuate sugli unifeed e sulle feci hanno consentito mediante predizione NIRS di ottenere i parametri utili all'ottenimento della digeribilità apparente dell'NDF (% NDF) e della digeribilità della razione (% SS) mediante la formula del calcolo del coefficiente di digeribilità apparente (CDA). Per quello che riguarda la digeribilità apparente dell'NDF, è stata usata la formula:

$$[1 - (uNDFa \times NDFf) / (uNDFf \times NDFa) \times 100]$$

Dove uNDFa rappresenta la parte indigeribile della fibra neutro detersa nell'alimento a 240 ore di incubazione, NDFf la fibra neutro detersa nelle feci, uNDFf la parte indigeribile della fibra neutro detersa nelle feci a 240 ore di incubazione ed infine NDFa la fibra neutro detersa nell'alimento. Il coefficiente di digeribilità è stato invece calcolato applicando la formula

$$CDA = [(Cf - Ca) / Cf] \times 100$$

dove Cf e Ca rappresentano la concentrazione dell'indicatore rispetto al contenuto di sostanza organica nelle feci e nella dieta. L'indicatore utilizzato come indicato sopra è l'uNDF, ovvero la parte indigeribile della fibra neutro detersa (nell'alimento e nelle feci).

In Tabella 2 i risultati delle determinazioni effettuate per le aziende delle due filiere.

Filiere	Azienda	Digeribilità apparente NDF	Digeribilità della razione
		% NDF*	% SS
Parmigiano Reggiano	Bonlatte Oppio	39,4	64,6
Latte alimentare Alta qualità	Cavani	61,5	76,6
	Il Paleotto	51,6	73,7
	Mengoli	54,5	71,9
	Montagnini	55,1	76,7
	Sapori	48,4	58,1
	Taglioli	44,6	64,5

Tab. 2: Digeribilità apparente NDF e digeribilità della razione per le razioni somministrate alle vacche da latte



ALLEGATO II - Metodologie per il calcolo delle emissioni di gas serra nelle stalle bovine da latte

Emissioni enteriche

La quantificazione delle emissioni enteriche di CH₄ segue la metodologia IPCC 2006, Tier 2, che richiede la stima di alcuni parametri caratteristici, per i quali si propone l'utilizzo dei seguenti valori:

% energia dell'alimento convertita in CH₄:

- vacche da latte e relativa rimonta = 6.5% (IPCC 2006). Va ricordato che nell'inventario nazionale delle emissioni il valore è posto = 6% perché basato su una linea guida precedente,
- bovini da carne = 4% (come è nell'inventario nazionale delle emissioni), utilizzando il limite superiore del valore di default proposto in IPCC 2006 per feedlot fed cattle (3.0%±1.0%), in considerazione del fatto che l'alimentazione di questi bovini non contiene 90% o più di concentrati, ma una quota inferiore.

Digeribilità: 65% in analogia a quanto fatto nell'inventario nazionale delle emissioni. Questo parametro è oggetto delle valutazioni sulle caratteristiche della dieta che andranno fatte nel corso del progetto per il livello di attenzione ambientale LAA3.

Peso medio delle bovine: viene stimato in base alla razza e alla longevità produttiva della bovina

Peso medio indicativo per diverse razze delle bovine

Peso medio (kg)	Frisona italiana	Bruna	Pezzata Rossa	Jersey
Vacca, media <3 parti/carriera	620	502	665	382
Vacca, media 3 parti/carriera	620	502	665	382
Vacca, media 4 parti/carriera	650	527	680	390
Vacca, media 5 parti/carriera	665	539	695	399
Vacca, media 6 parti/carriera	680	551	710	408
Manze per rimonta interna (> 1 anno)	350	284	350	210
Manze gravide	500	405	500	300
Vitelli 4 - 12 mesi	216	175	216	130
Vitelli < 4 mesi	80	65	80	48
Vitelli ingrasso	216	175	216	130
Tori	800	700	800	450

Emissioni di CH₄ dalla gestione delle deiezioni

Le emissioni di CH₄ dalla gestione delle deiezioni vengono stimate in accordo alla metodologia IPCC 2006, che le quantifica sulla base della escrezione di Solidi Volatili e di un fattore di conversione dei Solidi Volatili in CH₄, che è funzione delle diverse modalità di stabulazione e della temperatura media (Vedi Tab.10.17 di 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management). Il fattore di conversione B₀ riportato nella metodologia IPCC 2006, che esprime la potenzialità massima di produzione di CH₄ di una tipologia di effluente, proposto con un valore di default pari a 0.24 m³CH₄/kg VS, potrà essere rivalutato in base a misure dirette di producibilità in CH₄ previste nell'ambito del progetto.

La stima dei Solidi Volatili escreti si basa sulla ingestione di energia grezza e sulla digeribilità dell'alimento, parametri necessari anche nella stima delle emissioni enteriche.

Emissioni dirette di N₂O

Le emissioni dirette di N₂O vengono stimate in accordo alla metodologia IPCC 2006, che le quantifica come frazione dell'azoto escreto in funzione delle diverse modalità di stabulazione.

Per la conversione di N-N₂O in N₂O si utilizza il fattore 44/28.



Per la quantificazione dell'azoto escreto vengono adottati i valori di default contenuti nel Regolamento regionale 28 ottobre 2011, N.1 della Regione Emilia-Romagna, che stabilisce i valori di azoto al campo per le diverse categorie zootecniche. Tenuto conto che il fattore di volatilizzazione delle fasi a monte dello spandimento è stimato per default pari al 28% è possibile ricalcolare il valore di escrezione di azoto, riportato in tabella. Il valore di default dell'azoto escreto potrà essere corretto sulla base dei calcoli del bilancio dell'azoto da effettuarsi nell'ambito del progetto.

Fattori di escrezione azotata per diverse categorie di bovini in relazione al peso, secondo i valori della normativa regionale

Categoria animale	Peso medio [kg/capo]	Escrezione N [kg/anno/t p.v.]	Escrezione N [kg/capo/a]
Vacche da latte	600	192	115.0
Vacche nutrici	590	101	59.8
Vacche e vitelli rimonta	300	167	50.0
Bovini e bufalini all'ingrasso	350	117	40.8
Vitelli in svezzamento	100	167	16.7
Vitelli a carne bianca	130	93	12.1

Emissioni dirette di N₂O dalla gestione delle deiezioni. I valori sono in kg di N-N₂O emesso per kg N escreto (IPCC, 2006).

Sistema di stabulazione	kg N-N ₂ O/kg N escreto
Daily spread	0.000
Solid storage	0.005
Dry lot	0.020
Liquid slurry with natural crust cover	0.005
Liquid slurry without natural crust cover	0.000
Uncovered anaerobic lagoon	0.000
Pit storage < 1 month below animal confinements	0.002
Pit storage > 1 month below animal confinements	0.002
Anaerobic digester	0.000
Deep bedding - no mixing	0.010
Deep bedding - active mixing	0.070
Composting - forced aeration	0.007
Composting - non-forced aeration	0.010
Poultry manure with litter	0.001
Poultry manure without litter	0.001
Aerobic treatment - natural aeration	0.010
Aerobic treatment - forced aeration	0.005
grazing	0.020

Emissioni indirette di N₂O

Le emissioni indirette di N₂O vengono stimate in accordo alla metodologia IPCC 2006, che le quantifica come frazione dell'azoto perso dai sistemi di gestione delle deiezioni sotto forma di NH₃ e NO.

Emissioni indirette di N₂O. I valori sono in kg di N-N₂O emesso per kg N-NH₃ volatilizzato dai sistemi di gestione delle deiezioni.

	Fattore di emissione N ₂ O (emissioni indirette)
kg N-N ₂ O/kg N-NH ₃ volatilizzato	0.01



Emissioni di NH₃ e di NO dai sistemi di gestione delle deiezioni

Le emissioni di NH₃ delle fasi di ricovero degli animali + stoccaggio degli effluenti vengono stimate pari al 28% dell'azoto escreto, in accordo con quanto proposto come valore di default nella normativa della regione Emilia-Romagna, relativa alla utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento.

Emissioni di NH₃ dai sistemi di gestione delle deiezioni (ricovero degli animali e stoccaggio degli effluenti). I valori sono in kg di N-NH₃ emesso per kg N escreto.

	Fattore di emissione NH ₃	
	ricovero	stoccaggio
kg N-NH ₃ /kg N escreto	0.15	0.13

Per le emissioni di NO dalla gestione degli effluenti in fase ricovero+stoccaggio si utilizzano i fattori di emissione EMEP/EEA 2013 Tier 1.

Emissioni di NO dai sistemi di gestione delle deiezioni (ricovero degli animali e stoccaggio degli effluenti). I valori sono in kg di NO per posto e per anno.

	Fattore di emissione NO	
	liquame	letame
Vacche da latte	0.007	0.154
Altri bovini	0.002	0.094



Riferimenti

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 10 - Emissions From Livestock And Manure Management

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

de Vries M., de Boer I.J.M. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments, *Livestock Science* 128 (2010) 1–11

Ecoinvent (2007) – Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems, Ecoinvent report No 15, Zurich and Dübendorf, December 2007

EMEP/EEA Emission inventory guidebook 2013, 3.B Manure management

EMEP/EEA Emission inventory guidebook 2013, 3.D Crop production and agricultural soils

FIL – IDF (2010) A common carbon footprint approach for dairy. The IDF standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector. Bulletin of the international Dairy Federation 445/2010 <http://www.idf-lca-guide.org/Files/media/Documents/445-2010-A-common-carbon-footprint-approach-for-dairy.pdf>

IPCC, CLIMATE CHANGE 2013, The Physical Science Basis, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/>.

PCR 2013:16, Version 1.01 del 27-02-2014 (Product Category Rules - Raw milk) <http://www.environdec.com/en/PCR/Detail/?Pcr=8591#.U6qMuBBWkdU>

Regolamento regionale 28 ottobre 2011, n.1, Regolamento regionale ai sensi dell'articolo 8 della legge regionale 6 marzo 2007, n. 4. disposizioni in materia di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue derivanti da aziende agricole e piccole aziende agro-alimentari