



Progetto LIFE+ Climate changE-R

1 CALCOLO DEL CARBON FOOTPRINT DEL BOVINO DA CARNE

1.1 Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione

1.1.1 Obiettivo dello studio

Calcolare gli impatti ambientali relativi alla produzione di carne bovina (peso vivo) 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 carne bovina delle aziende di bovini da ingrasso.

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 carne bovina in aziende specializzate di bovini da ingrasso.

1.1.2.2 L'Unità funzionale

L'unità funzionale del sistema è 1 kg di peso vivo di bovini da carne in uscita dal cancello della azienda produttrice.

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 dei bovini, 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 studiato è relativo ad aziende specializzate che producono carne di bovini da ingrasso.

Le fasi produttive relative al processo principale sono monitorate presso uno specifico campione di aziende che adottano 3 diversi livelli di attenzione ambientale (LAA).

Per la produzione zootecnica i livelli di attenzione ambientale sono:

- LAA1: stima delle emissioni di GHG basata sulle linee guida IPCC 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories e utilizzati da ISPRA per l'inventario nazionale delle emissioni;
- 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 8 aziende oggetto di studio.

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 carne bovina in aziende di bovini da ingrasso, site nel territorio della regione Emilia-Romagna.

Il sistema include le emissioni di GHG che avvengono nella azienda zootecnica, quali le emissioni enteriche dei bovini, 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 carne (peso vivo) 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 dei bovini, 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 della carne bovina 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.

Per la raccolta dei dati (fase di inventario) si sono impiegati i questionari appositamente predisposti (v. allegato alla relazione sulle metodologie: Questionario rilevazione dati – Bovini da carne, 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 ha previsto 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 è stato utilizzato per la raccolta dati nei due anni monitorati.



Per i dati secondari si è 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

Le aziende specializzate di bovini da ingrasso della filiera produttiva analizzata producono solo carne (vitelloni e/o scottoni), per cui, riferendosi alla unità funzionale kg di carne, non occorre allocare i prodotti in uscita.

Anche 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 2012:11, Version 2.0 del 22-07-2013 (Product Category Rules, in accordo con le norme ISO 14025:2006) riferita alla categoria di prodotto "Meat of mammals", 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

Verranno 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, lettieri, carburanti e lubrificanti, detergenti, sanificanti, farmaci) e dei loro imballaggi
- Animali da ristallo acquistati. L'impronta del carbonio associata alla produzione dei bovini acquistati è stata desunta dai risultati di uno studio specifico di uno dei partner del progetto che hanno effettuato questa stima nell'ambito della dichiarazione ambientale di prodotto EPD (si veda, ad es.: Dichiarazione ambientale di prodotto della Carne di bovino adulto a marchio Coop).
- 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 CH₄, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006 (vedi allegato I)
- Le emissioni di CH₄ dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006 (vedi allegato I)
- Le emissioni dirette di N₂O dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione di IPCC 2006 (vedi allegato I). Per il valore di N escreti si adotteranno i fattori di



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



escrezione riportati nel Regolamento regionale 28 ottobre 2011, N.1 della Regione Emilia-Romagna (vedi allegato I). Il valore di default dell'azoto escreto potrà essere corretto sulla base dei calcoli del bilancio dell'azoto da effettuarsi nei successivi livelli di attenzione ambientale LAA2 e LAA3.

- 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.

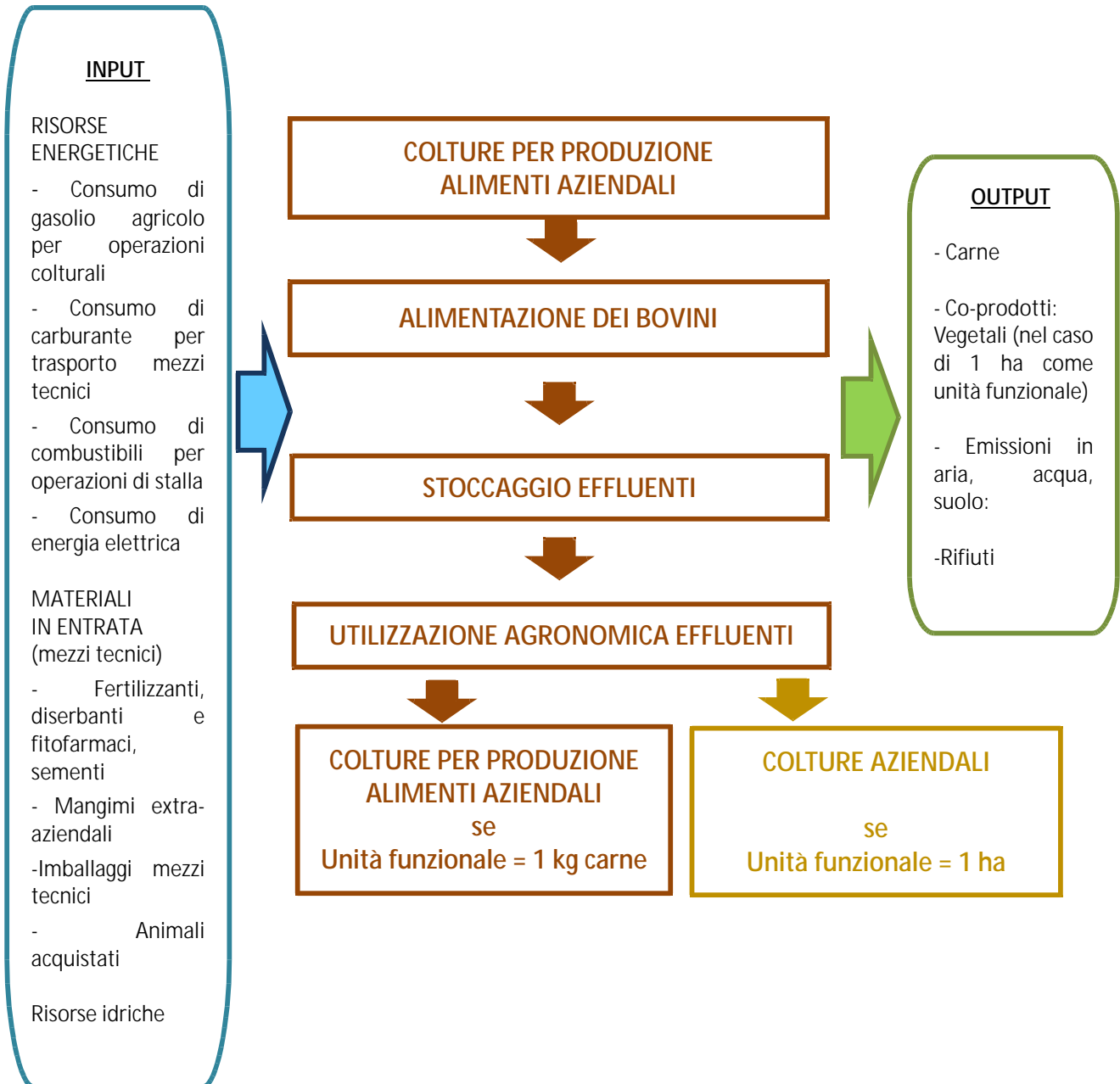
Esclusioni

Non verranno 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 CARNE BOVINA (peso vivo)





1.2.1 Le aziende di bovini da carne

Nella filiera dei bovini da carne (partner Unipeg) sono state selezionate inizialmente 8 aziende, cui se ne è aggiunta una nona nel corso del 2014, site nelle province di Piacenza, Modena, Bologna e Ferrara.

Gli allevamenti hanno dimensioni aziendali piuttosto diversificate, con una presenza media di capi in stalla che va da 100 a oltre 4300 bovini da ingrasso. Quasi tutte le aziende allevano solo capi maschi di razza Charolaise, da un peso medio iniziale di circa 400 kg a un peso finale di 700-750 kg. Solo una azienda alleva anche femmine con peso iniziale di 300 kg e finale di 450 kg. Una azienda alleva vitelloni Limousine con peso iniziale di 220 kg e finale di circa 600 kg.

In Tabella 1 vengono riassunte alcune caratteristiche dimensionali delle aziende monitorate, in Tabella 2 gli indici tecnici e produttivi, in Tabella 3 le superfici aziendali, in Tabella 4 Errore: sorgente del riferimento non trovata la razione, in Tabella 5 la produzione di effluenti, in Tabella 6 gli assetti culturali e le relative rese.

Tabella 1 - Aziende per bovini da carne - Caratteristiche produttive

Consistenza zootecnica 2013	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomporto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini	Bovinzoo
n° capi maschi	220	200	105	1 450	600	556	4 370	2 755	900
n° capi femmine								704	300
peso medio maschi	403	575	595	600	590	585	574	550	550
peso medio femmine								375	410

Consistenza zootecnica 2014	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomporto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini	Bovinzoo
n° capi maschi	220	200	102	1 150	900	550	3 696	1 761	790
n° capi femmine								688	302
peso medio maschi	415	575	568	570	575	585	594	550	515
peso medio femmine								385	410

Tabella 2 - Aziende per bovini da carne - Indici tecnici e produttivi

Indici produttivi 2013	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomporto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini	Bovinzoo
Peso inizio ciclo maschi	220	400	450	480	460	450	437	400	400
Peso fine ciclo maschi	586	750	740	720	720	720	710	700	700
Incremento peso medio giornaliero maschi	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4
Mortalità maschi	3.6%	0.8%	0.7%	0.6%	0.6%	0.6%	0.7%	0.6%	1.0%
Durata ciclo ingrasso maschi	244	220	181	160	160	166	180	220	220
N° cicli/anno maschi	1.5	1.7	2.0	2.3	2.3	2.2	2.0	1.7	1.7
Peso inizio ciclo femmine								300	320
Peso fine ciclo femmine								450	500
Incremento peso medio giornaliero femmine								0.83	1.00
Mortalità femmine								0.8%	1.5%
Durata ciclo ingrasso femmine								180	180
N° cicli/anno femmine								2.0	2.0



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



Indici produttivi 2014	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomperto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini	Bovinzoo
Peso inizio ciclo maschi	240	400	410	440	450	450	468	400	350
Peso fine ciclo maschi	590	750	725	700	700	720	720	700	680
Incremento peso medio giornaliero maschi	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.4	1.4	1.5
Mortalità maschi	4.0%	0.8%	0.5%	0.6%	0.6%	0.6%	1.1%	0.7%	1.0%
Durata ciclo ingrasso maschi	233	220	210	160	160	166	180	220	220
N° cicli/anno maschi	1.6	1.7	1.7	2.3	2.3	2.2	2.0	1.7	1.7
Peso inizio ciclo femmine								300	320
Peso fine ciclo femmine								470	500
Incremento peso medio giornaliero femmine								0.94	1.00
Mortalità femmine								1.6%	1.5%
Durata ciclo ingrasso femmine								180	180
N° cicli/anno femmine								2.0	2.0

Tabella 3 - Aziende per bovini da carne - Superfici aziendali totali e superfici destinate all'alimentazione delle bovine

Superfici aziendali 2013	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomperto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini (*)	Bovinzoo
superficie aziendale totale (ha)	56	50	115	140	89	39	337	469	50
sup. aziendale (*) per alimentazione (ha)	21	12	36	59	27	23	295	460	39
quota della superficie per alimentazione (%)	38%	24%	31%	42%	31%	57%	88%	98%	78%
sup. az. tot./t carne venduta (ha/t carne)	0.38	0.17	1.08	0.06	0.07	0.03	0.06	0.14	0.03
sup. az. per alim./t carne venduta (ha/t carne)	0.146	0.041	0.334	0.024	0.022	0.019	0.055	0.134	0.023

(*) la superficie aziendale a seminativi è molto superiore (1360 ha), comprendendo anche colture non direttamente connesse con la produzione zootecnica. Le colture e superfici qui indicate sono quelle utilizzate in alimentazione

Superfici aziendali 2014	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomperto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini (*)	Bovinzoo
superficie aziendale totale (ha)	49	50	133	102	81	34	394	669	46
sup. aziendale (*) per alimentazione (ha)	16	12	26	47	37	22	561	453	49
quota della superficie per alimentazione (%)	33%	24%	19%	46%	45%	65%	143%	68%	106%
sup. az. tot./t carne venduta (ha/t carne)	0.33	0.17	1.16	0.05	0.06	0.03	0.10	0.20	0.03
sup. az. per alim./t carne venduta (ha/t carne)	0.109	0.041	0.223	0.023	0.029	0.019	0.140	0.136	0.034

(*) la superficie aziendale a seminativi è molto superiore (1360 ha), comprendendo anche colture non direttamente connesse con la produzione zootecnica. Le colture e superfici qui indicate sono quelle utilizzate in alimentazione

Tabella 4 - Aziende per bovini da carne - Razioni

Razione 2013	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomperto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini	Bovinzoo
SS ingerita maschi (kg/capo/d)	8.4	9.2	12.1	11.2	11.4	11.4	9.3	8.5	7.8
SS ingerita femmine (kg/capo/d)								5.7	6.6
peso medio maschi	403	575	595	600	590	585	574	550	550
peso medio femmine								375	410
quota della razione autoprodotta (sulla ss ing)	54%	36%	82%	16%	17%	16%	32%	72%	5%



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



Razione 2014	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomporto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini	Bovinzoo
SS ingerita maschi (kg/capo/d)	9.3	9.2	10.8	11.2	11.4	11.4	10.4	8.7	8.6
SS ingerita femmine (kg/capo/d)								5.9	7.3
peso medio maschi	415	575	568	570	575	585	594	550	515
peso medio femmine								385	410
quota della razione autoprodotta (sulla ss inc)	45%	36%	93%	16%	16%	16%	53%	61%	5%

Tabella 5 - Aziende per bovini da carne - Produzione effluenti

Effluenti 2013	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomporto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini	Bovinzoo
Liquame prodotto (t/a)	2305	1944	175	22031	7866	7563	36830	46261	16068
Letame prodotto (t/a)	0	1288	1250	508	1647	1099	34869	0	0
% liquame su totale effluenti	100%	60%	12%	98%	83%	87%	51%	100%	100%

Effluenti 2014	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomporto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini	Bovinzoo
Liquame prodotto (t/a)	2374	1944	162	16599	11499	7482	32263	32069	13797
Letame prodotto (t/a)	0	1288	1158	383	2407	1088	30545	0	0
% liquame su totale effluenti	100%	60%	12%	98%	83%	87%	51%	100%	100%



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



Tabella 6 - Aziende per bovini da carne - Coltivazioni e rese

Azienda	Colture 2013	superficie [ha]	resa in tal quale [t tq/ha]	tenore umidità [%]	resa in ss [t ss/ha]	uso in alimentazione
Cabrini	Mais insilato	20	50.0	70%	15.0	sì
	Mais	3	11.0	13%	9.6	no
	Frumento invernale	17	5.0	13%	4.4	in parte
	Sorgo	1	8.0	14%	6.9	no
	Pomodoro	11	51.8	94%	3.1	no
	Erba medica	4	10.0	13%	8.7	sì
	Totale		56			
CaGrande	Mais insilato	20	60.0	62%	22.8	sì
	Mais	30	12.0	24%	9.1	sì
	Totale	50				
Negrello	Mais	34	11.0	14%	9.5	sì
	Frumento invernale	36	6.5	13%	5.7	sì
	Orzo	2	6.0	13%	5.2	sì
	Soia	15	4.5	14%	3.9	sì
	Erba medica	17	10.0	14%	8.6	sì
	Mais insilato	11	50.0	67%	16.5	sì
	Totale		115			
PratoVerdeBomporto	Mais insilato	67	45.0	70%	13.5	sì
	Frumento invernale	44	6.0	13%	5.2	sì
	Erba medica	29	10.0	13%	8.7	sì
	Totale	140				
PratoVerdeModena	Mais insilato	30	40.0	70%	12.0	sì
	Bietola	10	45.0	77%	10.4	no
	Frumento invernale	39	6.0	13%	5.2	no
	Erba medica	11	6.0	13%	5.2	no
	Totale	89				
PratoVerdeSanPossidonio	Mais insilato	17	45.0	70%	13.5	sì
	Frumento invernale	22	6.0	13%	5.2	no
	Totale	39				
Scalambra	Mais insilato	283	50.0	65%	17.5	sì
	Triticale insilato	54	40.0	68%	13.0	sì
	Totale	337				
Visentini	Mais	146	11.0	13%	9.6	sì
	Mais insilato	323	50.0	67%	16.5	sì
	Totale	469				
Bovinzoo	Erba medica	18	2.5	14%	2.2	sì
	Prato stabile	8	14.0	14%	12.0	sì
	Frumento invernale	21	4.0	13%	3.5	sì
	Orzo	2	4.0	13%	3.5	sì
	Mais insilato	1	50.0	67%	16.5	sì
	Totale	50				



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

Azienda

Colture 2014

superficie

resa in tal
quale

tenore
umidità

resa in ss

uso in
alimentazio
ne



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



		[ha]	[t tq/ha]	[%]	[t ss/ha]	
Cabrini	Mais insilato	20	50.0	70%	15.0	sì
	Mais	9	11.0	13%	9.6	no
	Ortaggi	20	4.0	60%	1.6	in parte
	Totale	49				
CaGrande	Mais insilato	20	60.0	62%	22.8	sì
	Mais	30	12.0	24%	9.1	sì
	Totale	50				
Negrello	Soia	23	3.5	13%	3.0	sì
	Mais insilato	6	60.0	33%	40.2	sì
	Mais	33	10.0	16%	8.4	sì
	Frumento invernale	51	6.0	13%	5.2	sì
	Erba medica	8	12.0	14%	10.3	sì
	Mais insilato 2° racc.	11	50.0	67%	16.5	sì
Totale	133					
PratoVerdeBomporto	Mais insilato	31	45.0	70%	13.5	sì
	Frumento invernale	45	6.0	13%	5.2	sì
	Erba medica	26	15.0	13%	13.1	sì
	Totale	102				
PratoVerdeModena	Mais insilato	34	45.0	70%	13.5	sì
	Bietola	10	45.0	77%	10.4	no
	Frumento invernale	26	6.0	13%	5.2	no
	Erba medica	11	15.0	13%	13.1	no
	Totale	81				
PratoVerdeSanPossidonio	Mais insilato	17	45.0	70%	13.5	sì
	Frumento invernale	17	6.0	13%	5.2	no
	Totale	34				
Scalambra	Mais insilato	201	42.1	67%	13.9	sì
	Triticale insilato	70	44.7	67%	14.8	sì
	Mais pastone	93	18.0	35%	11.7	sì
	Soia	30	2.0	14%	1.7	sì
	Totale	271				
Visentini	Mais pastone	146	17.5	35%	11.4	sì
	Mais insilato	323	50.0	67%	16.5	sì
	Girasole	200	3.0	13%	2.6	sì
	Totale	469				
Bovinzoo	Erba medica	31	2.5	14%	2.2	sì
	Prato stabile	2	14.0	14%	12.0	sì
	Frumento invernale	5	8.8	13%	7.7	sì
	Orzo	7	7.4	13%	6.4	sì
	Mais insilato	1	50.0	67%	16.5	sì
	Totale	46				

(*) la superficie aziendale totale a seminativi è molto superiore (1360 ha), comprendendo anche colture non direttamente connesse con la produzione zootecnica. Le colture e superfici qui indicate sono quelle utilizzate in alimentazione dei bovini.



1.3 Risultati

La categorizzazione dei risultati per fasi emissive rilevanti nelle aziende bovine da carne è schematizzata in Tabella 7.

Tabella 7 - Descrizione delle categorie di impatto considerate nel calcolo della impronta del carbonio dei bovini da carne

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, detergenti e sanificanti, etc.
Trasporto effluenti	Trasporto degli effluenti fuori azienda
Rifiuti	Smaltimento rifiuti
Animali in ingresso	Impronta del carbonio associata agli animali acquistati

1.3.1 Impronta del carbonio del bovino da carne

Nella Tabella 9 e nella Figura 2 sono riportati i risultati della stima dell'impronta del carbonio del bovino da carne per il livello LAA1 e LAA2 per le 9 aziende della filiera.

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

Il livello LAA3 prevedeva di 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, oltre che la applicazione di buone pratiche nella distribuzione degli effluenti di allevamento.

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, secondo quanto previsto dal progetto, su sei aziende dimostrative della filiera carne, per cui per queste aziende è stato possibile effettuare la stima LAA3 relativamente alla emissività aziendale del metano dalla gestione degli effluenti.

Sulle stesse aziende è stato possibile, grazie a sinergie con altri progetti regionali, determinare la digeribilità della razione, anche se il progetto prevedeva che questo fosse fatto per una sola azienda per filiera.

Per le altre 5 aziende non è stato possibile determinare differenze fra le emissioni enteriche e le emissioni da gestione delle deiezioni 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



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



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.

Per il livello LAA2, ossia la stima effettuata con fattori specifici aziendali, ma senza introduzione di tecniche di mitigazione, è risultato un valore medio della IC della carne bovina pari a 11.1 kgCO₂eq/kg peso vivo (range min-max = 9.2-13.3 kgCO₂eq/kg peso vivo), ovvero, tradotto in peso morto (considerando una resa di conversione da peso vivo a peso morto di 58.5%) 19.0 kgCO₂eq/kg peso morto (range: 15.7-22.7 kgCO₂eq/kg peso morto).

Si tratta di valori in linea con quelli di letteratura che riportano valori compresi fra 15.6 e 25.3 kgCO₂eq/kg peso morto. 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 la carne bovina sono sintetizzati in Tabella 8.

Tabella 8 - Risultati di studi LCA sulla produzione di 1 kg di carne bovina (cradle to farm gate)

Studio	sistema studiato	Paese	Unità funzionale	GWP kg CO ₂ eq	Potenziale acidificazione		Potenziale eutrofizzazione		Territorio m ²	Energia MJ
					kg	unità	kg	unità		
Williams et al. (2006)	100% nutrici	UK	t peso morto	25300	708	SO ₂ -eq	257	PO ₄ 3- eq	38500	40700
Williams et al. (2006)	pianura	UK	t peso morto	15600	452	SO ₂ -eq	153	PO ₄ 3- eq	22800	26800
Williams et al. (2006)	collina e montagna	UK	t peso morto	16400	510	SO ₂ -eq	169	PO ₄ 3- eq	24100	29700
Williams et al. (2006)	non organico	UK	t peso morto	15800	469	SO ₂ -eq	157	PO ₄ 3- eq	23000	27800
Casey and Holden (2005)	aziende specializzate sia in carne che latte	I	kg peso vivo	11	-	-	-	-	-	-
Cederberg and Darelus (2002)	convenzionale, vitelli da latte	S	kg carne	17	4.2	mol H ⁺ -e	3.4	O ₂ -e	33	40

Anche la dichiarazione di prodotto EPD della carne di bovino adulto di Coop (Coop, 2013) riporta un valore del tutto in linea con i risultati qui ottenuti, pari a 18.2 kgCO₂eq/kg di carcassa.

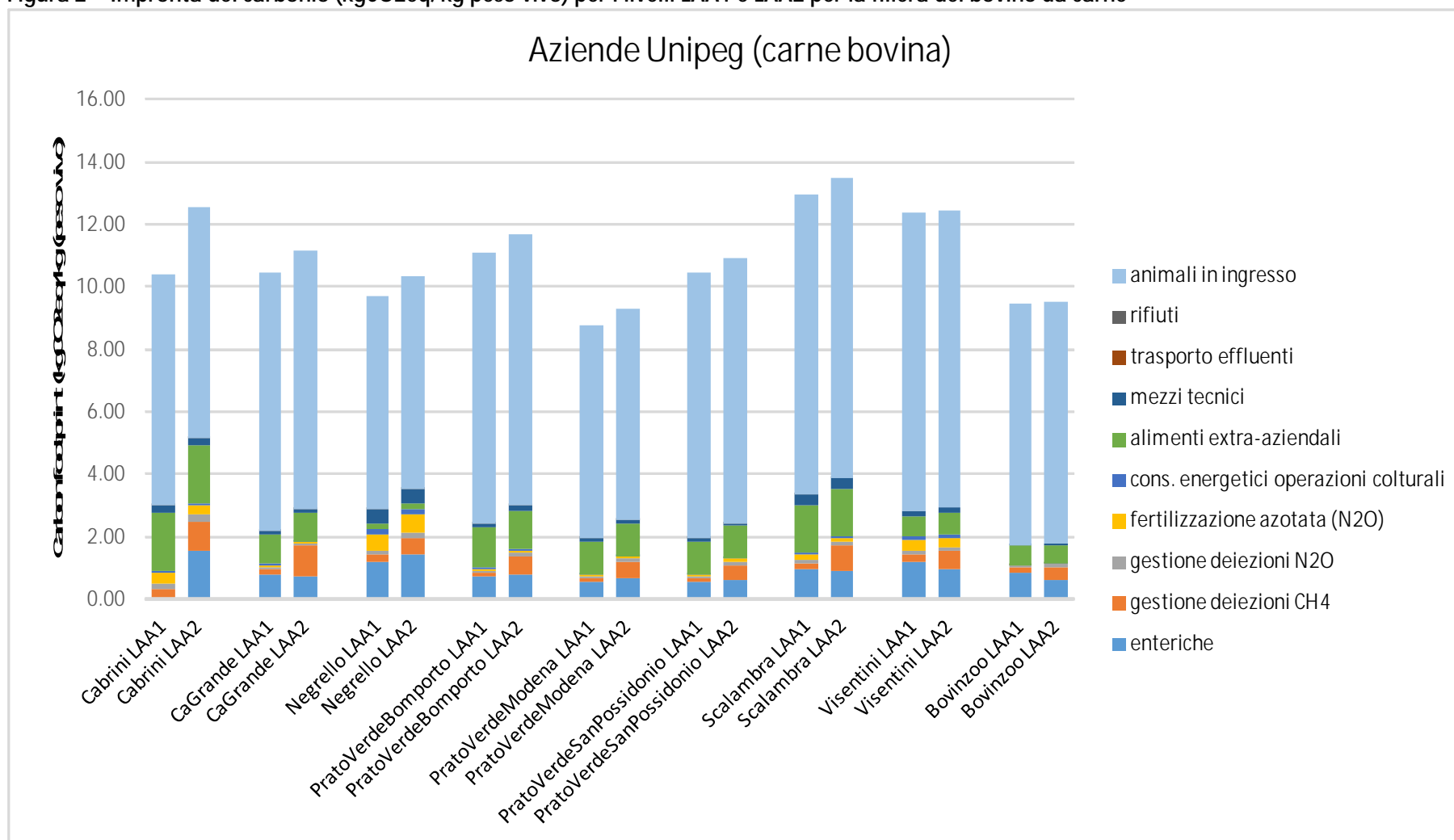


Tabella 9 – Impronta del carbonio (kgCO₂eq/kg peso vivo) per i livelli LAA1 e LAA2 per la filiera del bovino da carne

Emissioni	Cabrini LAA1	Cabrini LAA2	CaGrande LAA1	CaGrande LAA2	Negrello LAA1	Negrello LAA2	PratoVerde Bomporto LAA1	PratoVerde Bomporto LAA2	PratoVerde Modena LAA1	PratoVerde Modena LAA2	PratoVerde SanPossidonio	PratoVerde SanPossidonio	Scalambra LAA1	Scalambra LAA2	Visentini LAA1	Visentini LAA2	Bovinzoo LAA1	Bovinzoo LAA2
	kgCO ₂ eq/kg FPCM																	
enteriche	0.00	1.53	0.80	0.74	1.18	1.44	0.71	0.81	0.57	0.66	0.56	0.64	0.97	0.91	1.21	0.96	0.84	0.64
gestione deiezioni CH ₄	0.34	0.93	0.15	0.96	0.23	0.52	0.14	0.58	0.11	0.54	0.11	0.47	0.19	0.79	0.23	0.57	0.16	0.41
gestione deiezioni N ₂ O	0.18	0.26	0.08	0.06	0.12	0.19	0.07	0.12	0.06	0.11	0.06	0.11	0.10	0.11	0.12	0.14	0.08	0.09
fertilizzazione azotata (N ₂ O)	0.33	0.28	0.08	0.06	0.54	0.56	0.08	0.06	0.06	0.05	0.08	0.09	0.17	0.15	0.35	0.30	0.02	0.02
cons. energetici operazioni colturali	0.07	0.07	0.04	0.04	0.17	0.17	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.11	0.11	0.00	0.00
alimenti extra-aziendali	1.83	1.83	0.90	0.90	0.22	0.22	1.27	1.27	1.04	1.04	1.04	1.04	1.54	1.54	0.67	0.67	0.59	0.59
mezzi tecnici	0.23	0.23	0.12	0.12	0.43	0.43	0.13	0.13	0.11	0.11	0.09	0.09	0.33	0.33	0.18	0.18	0.02	0.02
trasporto effluenti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
rifiuti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
animali in ingresso	7.44	7.44	8.29	8.29	6.80	6.80	8.68	8.68	6.78	6.78	8.52	8.52	9.60	9.60	9.54	9.54	7.76	7.76
rinnovabile fotovoltaico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTALE	10.43	12.58	10.46	11.18	9.69	10.33	11.10	11.67	8.75	9.31	10.45	10.96	12.94	13.48	12.41	12.47	9.49	9.54



Figura 2 - Impronta del carbonio (kgCO₂eq/kg peso vivo) per i livelli LAA1 e LAA2 per la filiera del bovino da carne





E' evidente, nel caso delle aziende analizzate, il grande peso (in media oltre il 70% del totale) che ha sulla impronta carbonica del bovino da carne la quota di emissioni attribuibile alla produzione del vitello che viene acquistato dalla azienda da ingrasso. Va infatti considerato che le aziende della filiera monitorata acquistano animali di peso medio piuttosto elevato, nella maggior parte dei casi superiore a 400 kg, per portarli a fine ciclo a un peso finale di oltre 700 kg. Solo in un caso il peso degli animali in ingresso è stato di 220 kg.

La seconda voce per importanza di impatto (9% in media per il livello LAA2) sono gli alimenti acquistati (mangimi, integratori, nuclei proteici). Seguono le emissioni enteriche (8.5%) e le emissioni di CH₄ dalla gestione delle deiezioni (4%), che, nella stima del livello LAA2, risultano sempre superiori che in LAA1 (1.6%).

Per alcune aziende, tuttavia, è risultato più importante l'impatto delle fertilizzazioni rispetto a quello relativo alla gestione degli effluenti. Si tratta di aziende che fanno un utilizzo piuttosto abbondante di fertilizzanti di sintesi, in generale superiore a quanto indicato nei Disciplinari di Produzione integrata.

La voce relativa ai mezzi tecnici, che include i diversi input all'azienda (fertilizzanti, agrofarmaci, sementi, combustibili, energia) non risulta particolarmente significativa (2% in media per LAA2), se non nelle citate aziende, che fanno un ricco uso di fertilizzanti chimici.

1.3.1.1 Confronto LAA1 e LAA2

Nella valutazione del confronto fra i 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 differenze 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.

I risultati della stima condotta con i due livelli di attenzione ambientale ha portato per quasi tutte le aziende a valori superiori per il livello LAA2 che per il livello LAA1 (in media 11.4 contro 11.3 kgCO₂eq/kg carne).

Le motivazioni di questo risultato, apparentemente negativo, vanno cercate nelle differenze delle metodologie di calcolo già discusse nel documento relativo al calcolo della impronta carbonica del latte e, in particolare, al fatto che 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, discusse nel seguito, rispetto ai parametri utilizzati nel calcolo delle emissioni dei GHG delle aziende dimostrative per il livello LAA2.

Nel caso dei bovini da carne le **emissioni enteriche** per il livello LAA2 sono state stimate, in accordo alla metodologia IPCC 2006, a partire dai dati aziendali specifici relativi alla ingestione di sostanza secca. Risultano fattori di emissione nel range 41-58 kgCH₄/capo/a, a confronto con il valore di 48 kgCH₄/capo/a stimato dall'inventario. Questo significa che per alcune aziende, quelle in cui la ingestione di sostanza secca dei bovini è risultata bassa, le emissioni enteriche sono risultate inferiori al valore default del livello LAA1, mentre per altre aziende sono risultate superiori.

Le **emissioni di metano dalla gestione delle deiezioni** vengono stimate sulla base della escrezione dei Solidi Volatili. 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 i bovini risulta pari a 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.

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.

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 della carne bovina media per le sei aziende analizzate pari a 10.86 kgCO₂eq/kg peso vivo (range min-max = 9.10-12.38 kgCO₂eq/kg peso vivo), contro 10,85 kgCO₂eq/kg peso vivo (range 9,15-12,44 kgCO₂eq/kg peso vivo) del livello LAA2 per le stesse aziende. In sostanza non risultano differenze fra i due livelli. La ragione di questo risultato apparentemente negativo va individuata nelle motivazioni di seguito discusse.

Per quanto riguarda la producibilità in metano degli effluenti la metodologia IPCC 2006 si basa su un valore default di producibilità massima in metano B₀, attribuito agli effluenti dei bovini da carne, pari a 0,18 m³CH₄/kg Solidi Volatili (SV). Tale parametro è stato determinato in modo specifico per 6 delle 9 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 B₀ 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 10. Si osservano caratteristiche analitiche simili fra le diverse aziende. Il valore medio del BMP è risultato pari a 248,98 Nm³CH₄/t SV, ossia valori nettamente superiori al dato di default dell'IPCC, che è 180 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 elevati di impronta carbonica della carne.

La ragione di questo risultato significativamente superiore al valore di default può essere ricercata nel fatto che si tratta di animali in accrescimento, che non convertono in modo ottimale il contenuto energetico della razione.

Tabella 10 – BMP degli effluenti per le aziende da carne

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 [%]
BC2	Ca Grande	192.89	169.19	87.71	421.60	245.99	58%
BC3	Negrello	145.02	129.88	89.56	450.83	247.79	55%
BC4	PratoVerde Bomporto	200.48	172.92	86.25	461.44	261.70	57%
BC5	PratoVerde Modena	223.51	180.27	80.65	481.33	265.77	55%
BC6	PratoVerde San Possidonio	165.40	140.94	85.21	439.56	249.34	57%
BC8	Visentini	188.47	158.36	84.02	396.55	223.28	56%
	Media Unipeg	185.96	158.59	85.57	441.89	248.98	56%

Per quanto riguarda la determinazione aziendale della digeribilità della razione, ossia del parametro che ha la maggiore influenza sulla entità delle emissioni enteriche, il progetto prevedeva che venisse determinata su una sola azienda per filiera. Tuttavia, grazie a sinergie con altri progetti, è stato possibile estendere queste misure a sei aziende. Va, però, rimarcato il fatto che il calcolo delle emissioni enteriche dei bovini da carne secondo la metodologia IPCC, a differenza che per le vacche da latte, non si basa sul valore della digeribilità dell'alimento, ma sulla ingestione di sostanza secca da parte degli animali e su un coefficiente di conversione in metano dell'energia grezza ingerita, che per default viene posto pari al 4%. Per questo motivo, pur avendo sviluppato nell'ambito del progetto una metodologia di stima della digeribilità degli alimenti aziendali, non è stato possibile tradurre questi risultati in una variazione delle emissioni enteriche, come è invece stato fatto nel caso delle vacche da latte.

In Tabella 11 vengono mostrati i valori di digeribilità calcolati secondo la metodologia di stima sviluppata nel progetto e che viene descritta in dettaglio in allegato. Si osservano valori di digeribilità particolarmente elevati, superiori in media al 75%.

Tabella 11 – Valori di digeribilità dell'alimento per la filiera dei bovini da carne

ID	Azienda	Digeribilità apparente NDF % NDF	Digeribilità della SS %
BC2	CaGrande	54,0	68.3
BC3	Negrello	61,9	73.6
BC4	PratoVerdeBomporto	72,8	83.4
BC5	PratoVerdeModena	72,9	84.7
BC6	PratoVerdeSanPossidonio	63,0	75.1
BC8	Visentini	51,7	71.0
	Media bovini carne		76.0



Va evidenziato il fatto che il miglioramento della digeribilità ha influenza anche sulle emissioni di metano da gestione delle deiezioni, perché una maggiore digeribilità dell'alimento comporta una diminuzione della sostanza organica (SV) escreta, in quanto il processo di assimilazione migliora, e di conseguenza la emissioni di CH₄ dagli effluenti si riducono. Nelle aziende da carne, per la quali si sono osservati valori di digeribilità nettamente superiori al valore default IPCC del 65%, le emissioni di CH₄ dalla gestione delle deiezioni risulterebbero ridotte rispetto al calcolo fatto con IPCC default. Questo effetto positivo risulta, però, controbilanciato dall'effetto contrario che si ottiene sostituendo i valori di producibilità massima in metano B₀ determinati sui campioni di feci prelevate in azienda, che sono risultati nettamente superiori al valore default IPCC (valore medio di 249 Nm³CH₄/t SV contro 180 Nm³CH₄/t SV).

Il risultato di questi due effetti contrapposti viene mostrato in Tabella 12 dove viene sintetizzata la impronta carbonica della carne bovina per i livelli LAA2 e LAA3, ripartita per le diverse fasi emissive, per le 6 aziende per le quali si sono effettuate le misure di digeribilità dell'alimento e di BMP (produzione potenziale di metano) degli effluenti.

Si può osservare che per alcune aziende l'incremento della digeribilità ha portato a una riduzione delle emissioni di CH₄ dalla fase di gestione delle deiezioni nonostante l'innalzamento del valore di producibilità massima in metano, mentre per altre aziende l'effetto combinato ha portato a un innalzamento delle emissioni.



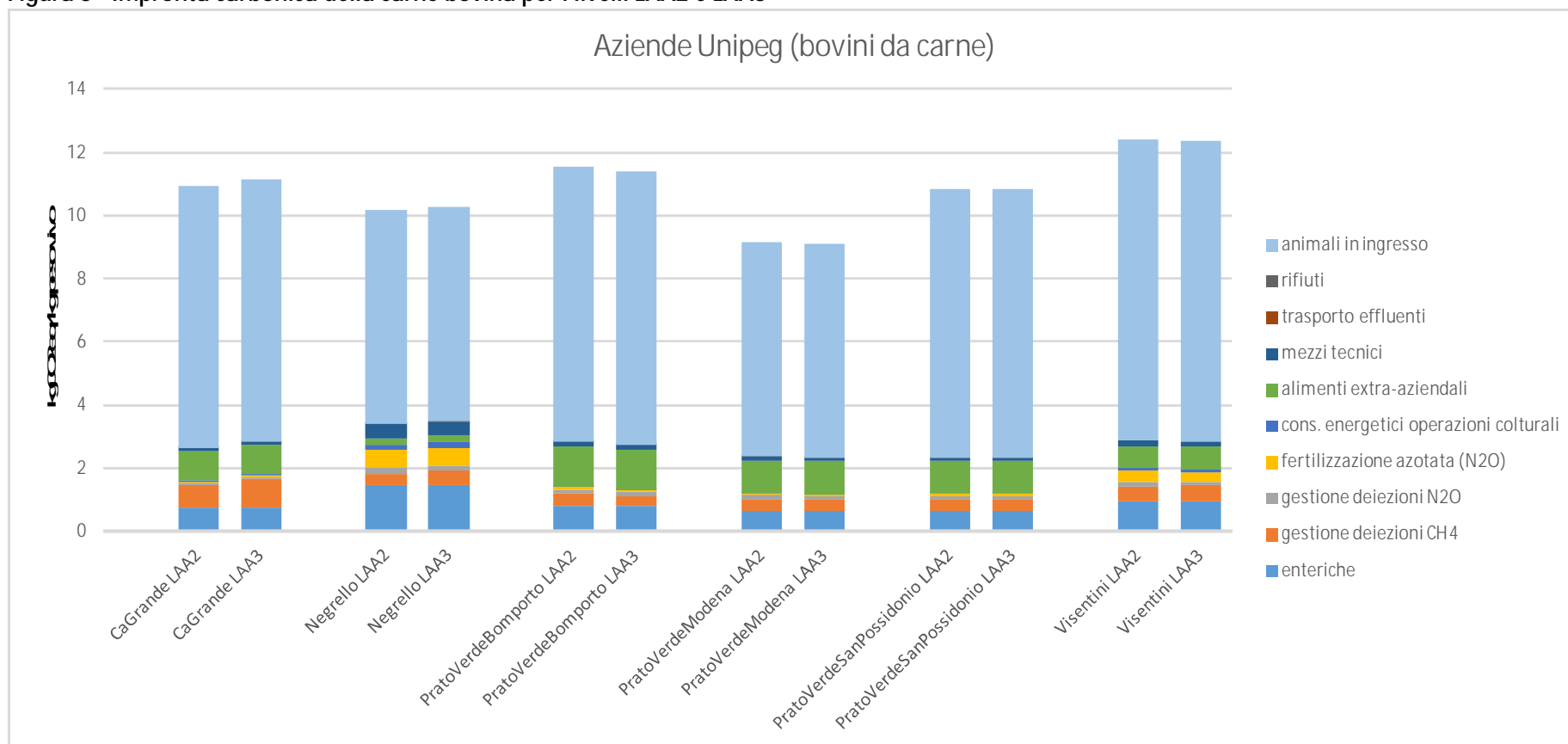
Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A. S.p.A.

Tabella 12 – Impronta carbonica della carne bovina per i livelli LAA2 e LAA3

Emissioni	CaGrande LAA2	CaGrande LAA3	Negrello LAA2	Negrello LAA3	PratoVerde Bomporto LAA2	PratoVerde Bomporto LAA3	PratoVerde Modena LAA2	PratoVerde Modena LAA3	PratoVerde SanPossidonio LAA2	PratoVerde SanPossidonio LAA3	Visentini LAA2	Visentini LAA3
enteriche	0.74	0.74	1.44	1.44	0.81	0.81	0.66	0.66	0.64	0.64	0.96	0.96
gestione deiezioni CH4	0.70	0.92	0.37	0.46	0.40	0.31	0.37	0.34	0.34	0.38	0.46	0.48
gestione deiezioni N2O	0.06	0.06	0.19	0.19	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.14	0.14
fertilizzazione azotata (N2O)	0.07	0.06	0.57	0.56	0.09	0.06	0.06	0.05	0.11	0.09	0.36	0.30
cons. energetici operazioni colturali	0.04	0.04	0.17	0.17	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.11	0.11
alimenti extra-aziendali	0.90	0.90	0.22	0.22	1.27	1.27	1.04	1.04	1.04	1.04	0.67	0.67
mezzi tecnici	0.12	0.12	0.44	0.43	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.09	0.19	0.18
trasporto effluenti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
rifiuti	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
animali in ingresso	8.29	8.29	6.80	6.80	8.68	8.68	6.78	6.78	8.52	8.52	9.54	9.54
rinnovabile fotovoltaico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTALE	10.93	11.14	10.20	10.27	11.53	11.40	9.15	9.10	10.85	10.86	12.44	12.38



Figura 3 - Impronta carbonica della carne bovina per i livelli LAA2 e LAA3





E' evidente che nel caso delle aziende di bovini da carne analizzate la variazione fra i livelli LAA2 e LAA3 risulta poco incisiva, soprattutto a causa del fatto che l'elemento che ha una influenza assolutamente preponderante sulla impronta carbonica è quello degli animali acquistati, sul quale peraltro l'allevatore non ha possibilità di intervenire.

Le emissioni enteriche non sono modificate in quanto non è stato possibile correlare la digeribilità dell'alimento ai parametri che stanno alla base del calcolo proposto da IPCC.

Le emissioni di CH₄ dalla gestione delle deiezioni vanno incontro a due effetti contrapposti, come è stato discusso in precedenza.

La riduzione delle emissioni di gas serra che è possibile conseguire grazie alla aumentata efficienza dell'azoto zootecnico nelle fertilizzazioni ha avuto una influenza molto modesta sulla riduzione della impronta carbonica, per le ragioni che vengono discusse nel paragrafo successivo.

Il complesso degli interventi analizzati ha portato a una variazione della impronta carbonica che va da un aumento del 2% a una riduzione del 1%. Il risultato peggiore si ha per quelle aziende per le quali il peggioramento delle emissioni di CH₄ dalla gestione delle deiezioni dovute a un valore elevato di BMP non viene bilanciato da una elevata digeribilità dell'alimento che consentirebbe di ridurre le emissioni di metano dagli effluenti.

Tabella 13 – Variazione della impronta carbonica della carne dei bovini da ingrasso per il livello LAA3 rispetto al livello LAA2

Fasi emissive	Riduzione impronta carbonica LAA3 su LAA2 (%)					
	CaGrande	Negrello	PratoVerde Bomperto	PratoVerde Modena	PratoVerde SanPossidonio	Visentini
enteriche	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
gestione deiezioni CH ₄	-1.98%	-0.85%	0.72%	0.34%	-0.31%	-0.18%
gestione deiezioni N ₂ O	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
fertilizzazione azotata (N ₂ O)	0.06%	0.08%	0.24%	0.15%	0.21%	0.47%
cons. energetici operazioni colturali	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.01%	0.05%
alimenti extra-aziendali	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
mezzi tecnici	0.02%	0.03%	0.11%	0.05%	0.03%	0.14%
animali in ingrasso	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TOTALE	-1.89%	-0.73%	1.09%	0.55%	-0.05%	0.48%

1.3.2 Impronta del carbonio riferita alla superficie agricola

La impronta del carbonio della filiera da carne è stata determinata non solo con riferimento al peso vivo allevato, ma anche con riferimento alla superficie aziendale (ha). In Tabella 14 vengono mostrati i risultati per il livello LAA2. Gli stessi risultati vengono mostrati in Figura 4, con il confronto fra livello LAA2 e LAA3.

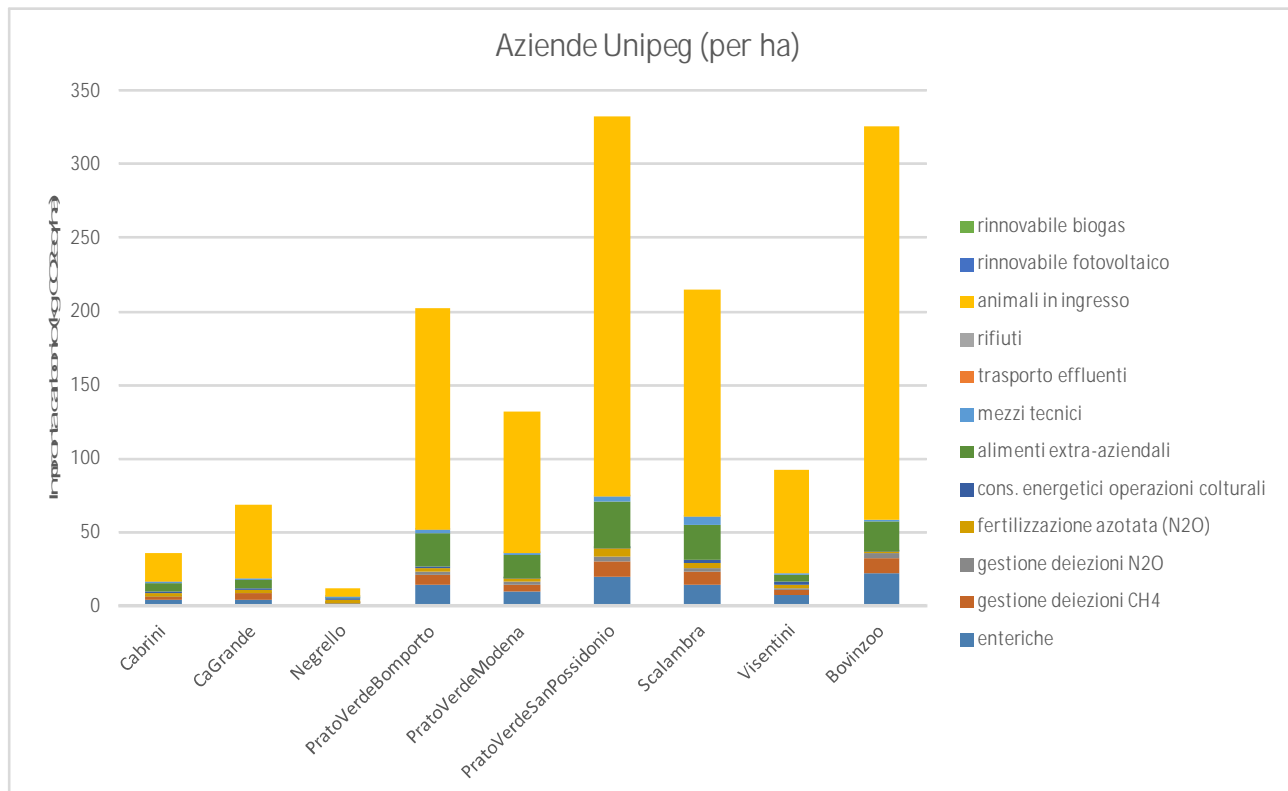
Risulta evidente che la impronta carbonica riferita alla superficie aziendale dà luogo a risultati molto diversi rispetto a quella riferita al prodotto carne. Infatti le aziende meno intensive, che hanno ampie superfici aziendali a disposizione, risultano favorite in questo tipo di analisi. La azienda Negrello (0,5 t di peso vivo/ha), è quella che mostra una impronta carbonica nettamente inferiore alle altre, mentre, all'opposto sono le aziende con maggiore carico di capi per ettaro, quali Bovinzoo (12,4 t di peso vivo/ha) e PratoVerde SanPossidonio (8,2 t di peso vivo/ha) che hanno l'impronta carbonica per ettaro superiore.



Tabella 14 – Impronta del carbonio delle aziende da carne bovina con riferimento all’ettaro di superficie aziendale per il livello LAA2

LAA2	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerdeBomporto	PratoVerdeModena	PratoVerdeSanPossidonio	Scalambra	Visentini	Bovinzoo
	kgCO2eq/ha								
enteriche	4.0	4.4	1.3	14.1	9.3	19.4	14.6	7.0	22.0
gestione deiezioni CH4	1.8	4.2	0.3	6.9	5.2	10.4	9.1	3.3	10.2
gestione deiezioni N2O	0.7	0.4	0.2	2.1	1.5	3.3	1.8	1.0	3.1
fertilizzazione azotata (N2O)	2.0	1.7	1.6	2.9	2.5	5.9	3.0	2.7	1.7
cons. energ op. colturali	1.7	1.5	1.4	0.8	0.8	0.6	2.2	2.1	0.4
alimenti extra-aziendali	4.8	5.4	0.2	22.1	14.8	31.5	24.5	4.9	20.4
mezzi tecnici	1.5	1.1	1.0	2.6	1.9	2.9	5.6	1.4	0.9
trasporto effluenti	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
rifiuti	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
animali in ingresso	19.5	49.7	6.3	151.1	96.1	259.3	153.5	69.7	267.5
rinnovabile fotovoltaico	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
rinnovabile biogas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTALE	35.9	68.5	12.4	202.5	132.0	333.2	214.4	92.2	326.2

Figura 4 - Impronta del carbonio delle aziende da latte fresco con riferimento 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 peso vivo. Per ciascuna delle aziende della filiera analizzata i livelli di riduzione sono molto simili, come mostrato in Tabella 15.



Tabella 15 – Riduzione della impronta carbonica per il livello LAA3 rispetto a LAA2 con riferimento alle due unità funzionali analizzate, il kg di peso vivo e l'ettaro

Riduzione LAA3 su LAA2	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerdeBomporto	PratoVerdeModena	PratoVerdeSanPonso	Scalambra	Visentini	Bovin zoo
Riferita al kg peso vivo	-1.55%	-1.89%	-0.73%	1.09%	0.55%	-0.05%	-1.46%	0.48%	-1.18%
Riferita all'ettaro	-0.44%	-1.49%	-0.50%	1.31%	0.92%	-0.02%	-1.34%	0.63%	-1.14%

1.3.3 Impronta del carbonio delle colture

Nella definizione della impronta del carbonio della carne bovina 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, in cui vengono presentati i risultati sia con riferimento al prodotto tal quale che alla sostanza secca prodotta.

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 ipotizzato 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%.



Figura 5 - Impronta del carbonio delle colture aziendali (riferita alla sostanza secca) per le aziende dei bovini da carne

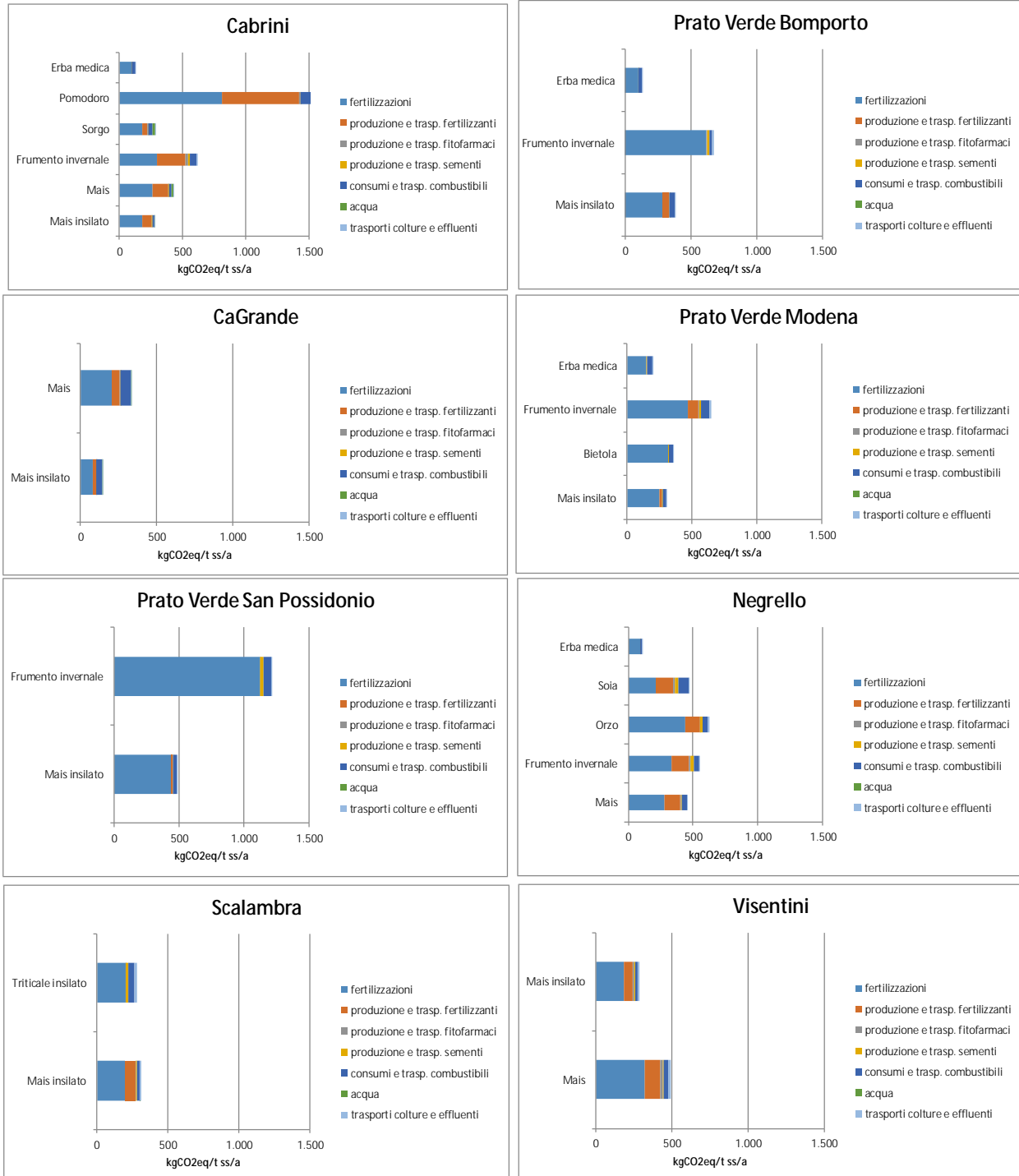
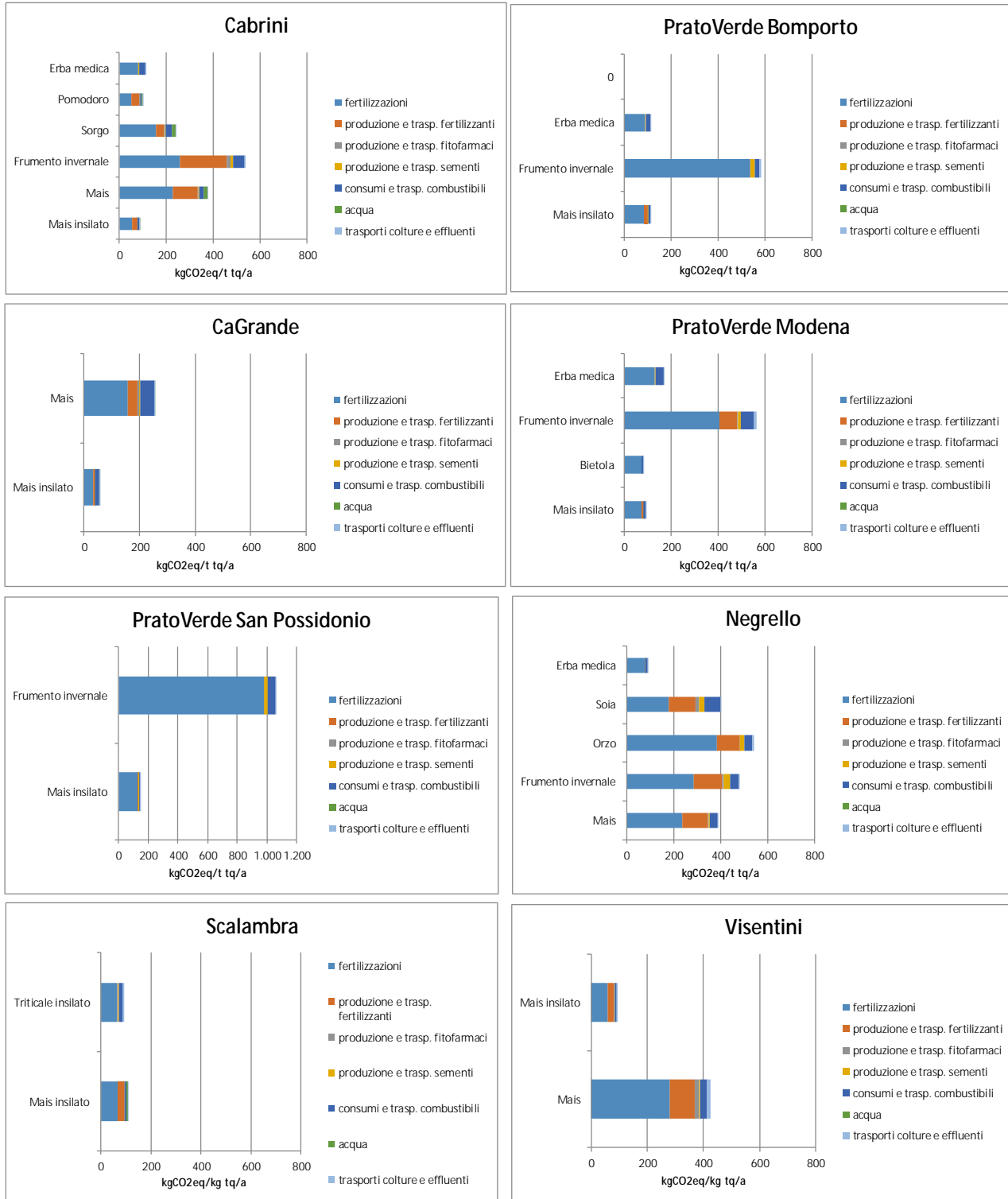




Figura 6 - Impronta del carbonio delle colture aziendali (riferita al prodotto tal quale) per le aziende dei bovini da carne



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



Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A. S.p.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 della carne. 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.

In Tabella 16 vengono mostrati i livelli di riduzione dell'impronta carbonica delle colture a seguito della riduzione dell'apporto dei fertilizzanti azotati di sintesi, nel caso del livello LAA2 e LAA3. Risultano abbastanza evidenti i maggiori benefici ottenuti nel caso di frumento, sorgo e orzo.

Tabella 16 – Impronta carbonica delle colture per i livelli LAA2 (applicazione dei DPI) e LAA3 (DPI + buone pratiche) nel caso delle aziende bovine da carne

Bovini carne

Apporto di N con le fertilizzazioni	LAA2			LAA3			LAA2			LAA3		
	media	min	max	media	min	max	media	min	max	media	min	max
	kg/CO ₂ eq/t tal quale						kg/CO ₂ eq/t soatanza secca					
Erba medica	123	93	168	122	93	167	141	108	193	140	108	192
Mais insilato	97	55	146	81	51	114	305	144	488	253	134	380
Mais granella	362	256	426	335	237	388	427	336	490	396	312	451
Frumento da granella	628	480	1 060	569	443	996	721	551	1 218	654	509	1 144
Triticale insilato	92	92	92	88	88	88	283	283	283	271	271	271
Sorgo	244	244	244	156	156	156	283	283	283	182	182	182
Orzo	544	544	544	451	451	451	625	625	625	519	519	519



1.3.4 Bilancio aziendale dell'azoto

La escrezione dell'azoto è stata stimata sulla base del bilancio aziendale dell'azoto per ciascuna delle aziende della filiera del bovino da carne 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 (contenuto di N di vitelli, foraggi e mangimi) e degli output (carne prodotta) 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.crpa.it/nqcontent.cfm?a_id=12681&tt=t_law_market_www&aa=tool.

Il risultato di questo bilancio 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 i bovini da carne le tabelle di riferimento considerano una escrezione azotata di 117 kgN/t peso vivo, ovvero, considerando un peso medio standard di 350 kg/capo, di 41 kgN/capo.

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 17 vengono sintetizzati i valori di escrezione azotata ottenuti dal calcolo del bilancio dell'azoto per le nove aziende della filiera del bovino da carne.

Tabella 17 - Escrezione di azoto calcolato con il bilancio dell'azoto per le aziende di bovini da carne

Bilancio dell'azoto 2013	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomporto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini	Bovinzoo
% proteina grezza razione maschi	13.22	11.30	10.13	11.15	11.79	12.23	10.13	11.06	11.06
% proteina grezza razione femmine								11.80	11.80
N escreto aziendale bovini (kgN/c)	48	44	54	56	61	63	39	38	35
N escreto aziendale bovini (kgN/t)	119	76	91	94	103	108	67	74	69

Bilancio dell'azoto 2014	Aziende Unipeg								
	Cabrini	Ca Grande	Negrello	PratoVerde Bomporto	PratoVerde Modena	PratoVerde San Possidonio	Scalambra	Visentini	Bovinzoo
% proteina grezza razione maschi	13.34	11.99	8.31	12.21	12.23	12.55	9.51	10.27	10.30
% proteina grezza razione femmine								10.27	10.30
N escreto aziendale bovini (kgN/c)	55	47	36	62	64	65	42	34	35
N escreto aziendale bovini (kgN/t)	131	82	64	109	112	112	71	68	72

L'analisi delle escrezioni azotate derivanti dall'allevamento del bovino da carne standard, deriva dalla tradizionale gestione della "linea vacca-vitello" con razze italiane, in cui i vitelli maschi naturalmente svezzati tra i 6/7 mesi vengono ingrassati fino ai pesi di macellazione.

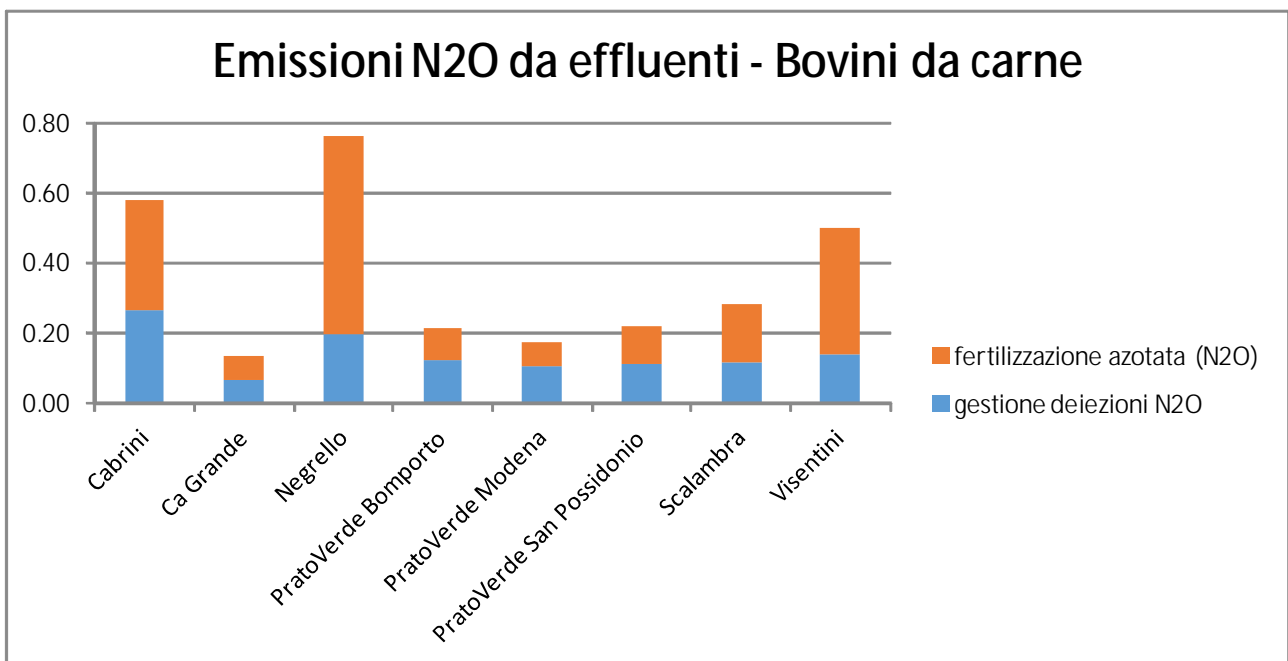
I risultati mostrano, nella quasi totalità delle aziende, una escrezione azotata inferiore rispetto al valore standard; tale risultato è a nostro avviso imputabile alle peculiarità degli allevamenti zootecnici oggetto dello studio. Le aziende del progetto dimostrativo infatti, ristallano animali molto pesanti (440 kg di media)



con la conseguente brevità del ciclo (170 gg di media), allevando pertanto bovini che hanno contenuti fabbisogni proteici che incidono positivamente sul bilancio dell'N e rendono le aziende rispettose dei limiti di escrezioni stabiliti dalla normativa. A supporto di questo dato si veda l'azienda Cabrini, il cui management prevede di ristallare bovini più giovani d'età, con un peso medio di 220 kg, che porta ad avere un ciclo d'ingrasso mediamente più lungo (224 giorni). Questa gestione comporta la necessità di incrementare il livello medio di proteine della dieta per poter soddisfare i fabbisogni di animali in pieno accrescimento, con il conseguente peggioramento del bilancio dell'N rispetto alle altre realtà analizzate.

L'effetto di questo bilancio sulla quantificazione della impronta del carbonio viene illustrato in Figura 7, che mostra le emissioni di N₂O dalla gestione delle deiezioni e dalla fertilizzazione azotata, nel caso del calcolo di escrezione azotata con i valori aziendali.

Figura 7 - - Aziende di bovini da carne - Emissioni di N₂O dalla gestione delle deiezioni e dalla fertilizzazione azotata con il calcolo da bilancio dell'azoto





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 rumine, 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 (Cr₂O₃); 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 CH₄ e dall'altro sulle escrezioni di azoto, che a loro volta condizionano le emissioni di N₂O. Anche il tenore in Solidi Volatili e la producibilità massima in metano delle deiezioni (B₀) sono parametri fondamentali per la stima delle emissioni di CH₄ 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 i bovini da carne, laddove differenziati, sono stati campionati gli unifeed per fase di ingrasso (inizio ristallo, finissaggio, ingrasso). 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.

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
Bovini da carne	Pratoverde Bomporto	72,8	83,4
	Pratoverde Modena	72,9	84,7
	Pratoverde S. Possidonio	63,0	75,1
	Cà Grandà	54,0	68,3
	Negrello	61,9	73,6
	Visentini	51,7	71,0

Tab. 1: Digeribilità apparente NDF e digeribilità della razione per le razioni somministrate ai bovini da carne.



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

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:

- 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 dei bovini: viene stimato in base al peso iniziale e peso finale del ciclo di ingrasso, tenendo conto della razza e del genere.

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 0.18 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 escretato 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 escretato 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 escretato 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



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

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

Coop - Dichiarazione ambientale di prodotto della Carne di bovino adulto a marchio Coop, CPC code: 2111 and 2113 Meat of mammals Fresh, chilled or frozen /Approval date: 2013-10-30 / Registration number: S-P-00495 Valid three years / Revision: 0

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 2012:11, Version 2.0 del 22-07-2013 riferita alla categoria di prodotto "Meat of mammals", <http://environdec.com/en/PCR/Detail/?Pcr=7842#.U6qPzxBWkdU>

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