

“Modello Metabolico” Prototipo di un modello diagnostico predittivo

Modello Metabolico economico/ambientale come strumento per un futuro sostenibile nelle aziende zootecniche da latte per il Parmigiano Reggiano

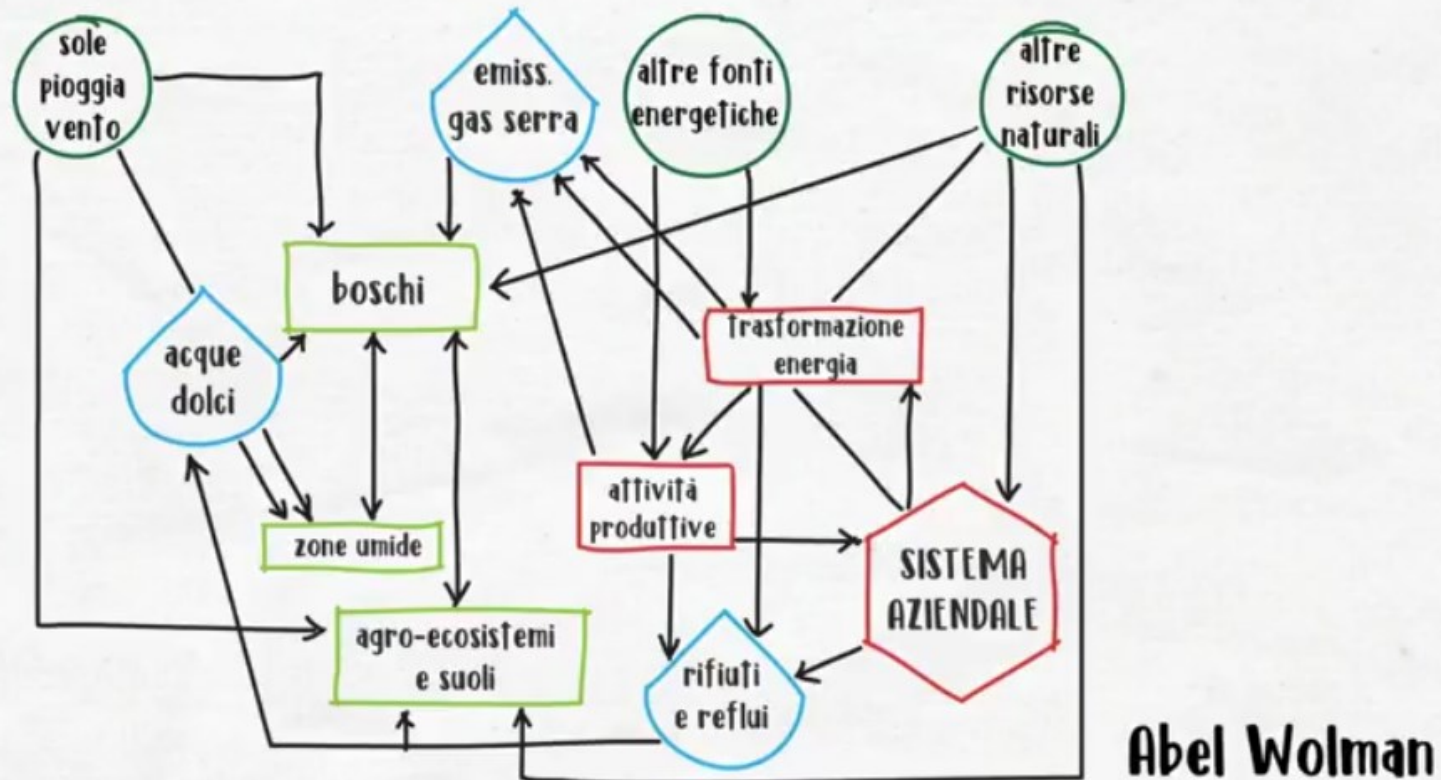
- MISURA 1 OPERAZIONI 1.1.01ID Domanda di sostegno: 5005261 – Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: “produttività e sostenibilità dell'agricoltura” – Focus Area 5E –

Stefano Pignedoli CRPA SpA

Metabolismo urbano Abel Wolman (1965)



«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

MODELLO METABOLICO AZIENDALE



Cosa è il Modello Metabolico

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

Analogia tra un sistema produttivo e il  e il **metabolismo**  degli organismi viventi inteso come il complesso delle trasformazioni di natura biochimica ed energetica che avvengono negli organismi viventi.

Il sistema comprende una **fase di immissione** di risorse (energia, materiali, denaro) e una **fase di emissioni** di prodotti. Il volume complessivo di energia o materiali utilizzata è i prodotti di emessi possono essere un indicatore delle **performance ambientali ed economiche**.



Azienda come una cellula

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo



- **L'obiettivo di questo piano** è l'applicazione del modello e dell'analisi metabolica all'azienda agricola
- In particolare l'applicazione del modello alle **aziende da latte** per la produzione di Parmigiano Reggiano.
- L'approccio del **modello metabolico** si basa su una analisi integrata del bilancio dei gas ad effetto serra, del bilancio energetico, del bilancio idrico e del bilancio economico, al fine di valutare la redditività e la sostenibilità ambientale.

Aziende coinvolte nel progetto

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

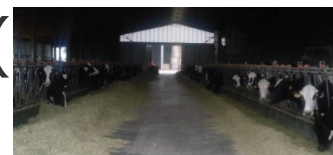
- Azienda Bastardi F.lli Enzo e Villiam Società Agricola S.S.
Fogliano (RE)



- Azienda Società Cooperativa Agricola Stalla Sociale Piazzola
di Bibbiano (R)



- Azienda Agricola Simonazzi Aurelio, Ernesto e Landini Mirte
S.S: Società Agricola Bagnolo n Piano (

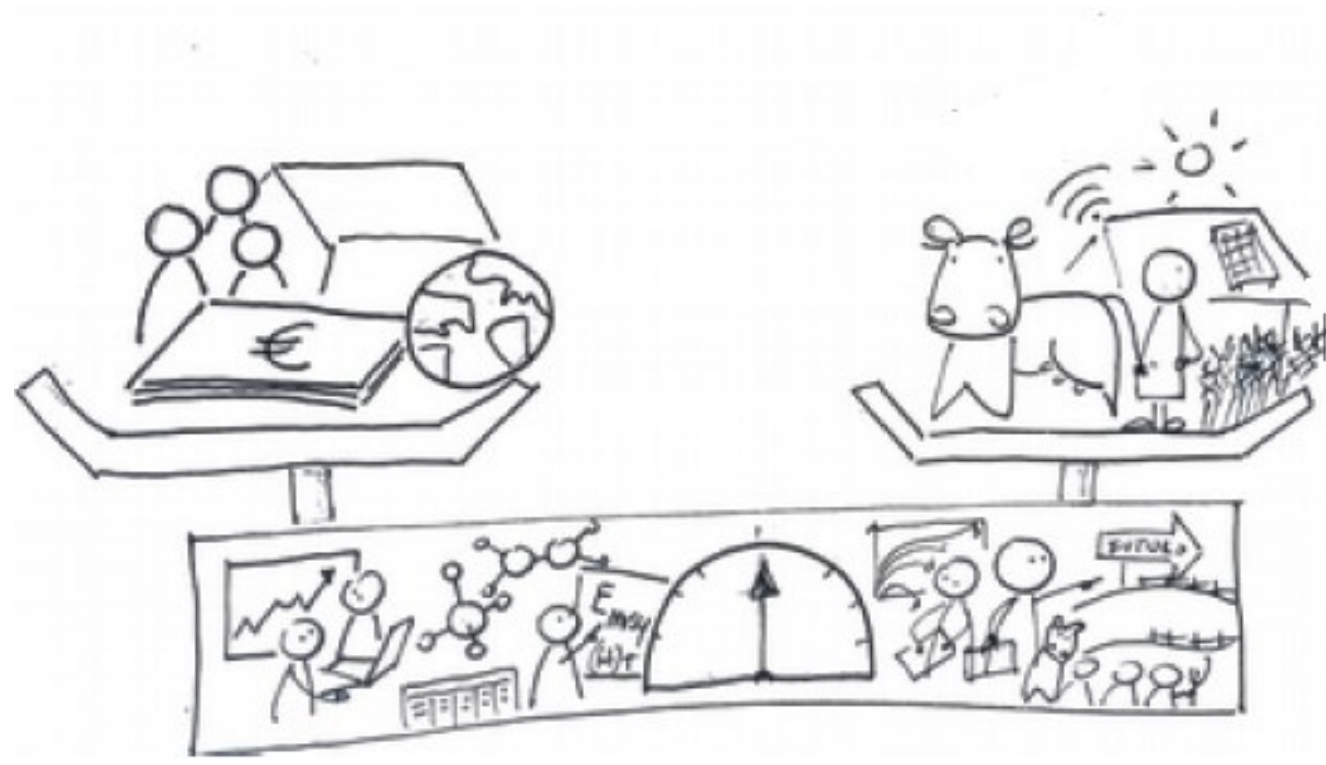


- CREA-ING di Treviglio



Come quantificare questa complessità

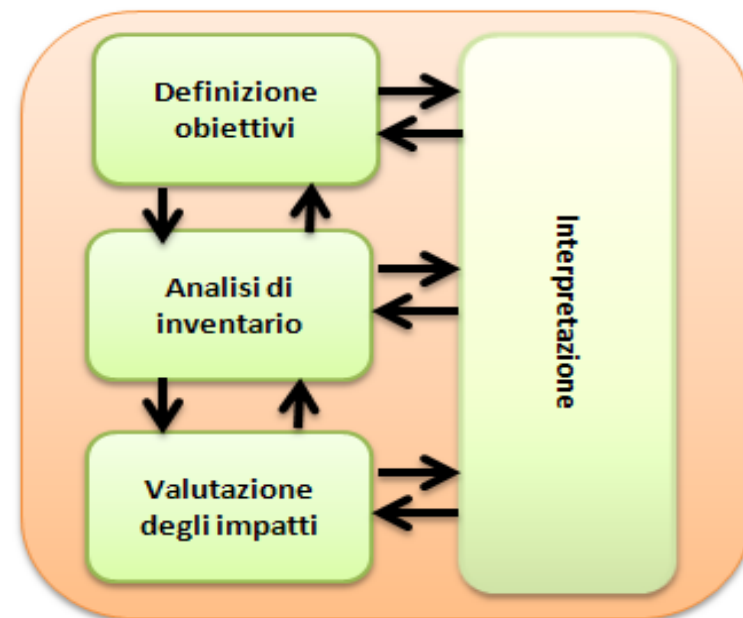
«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo





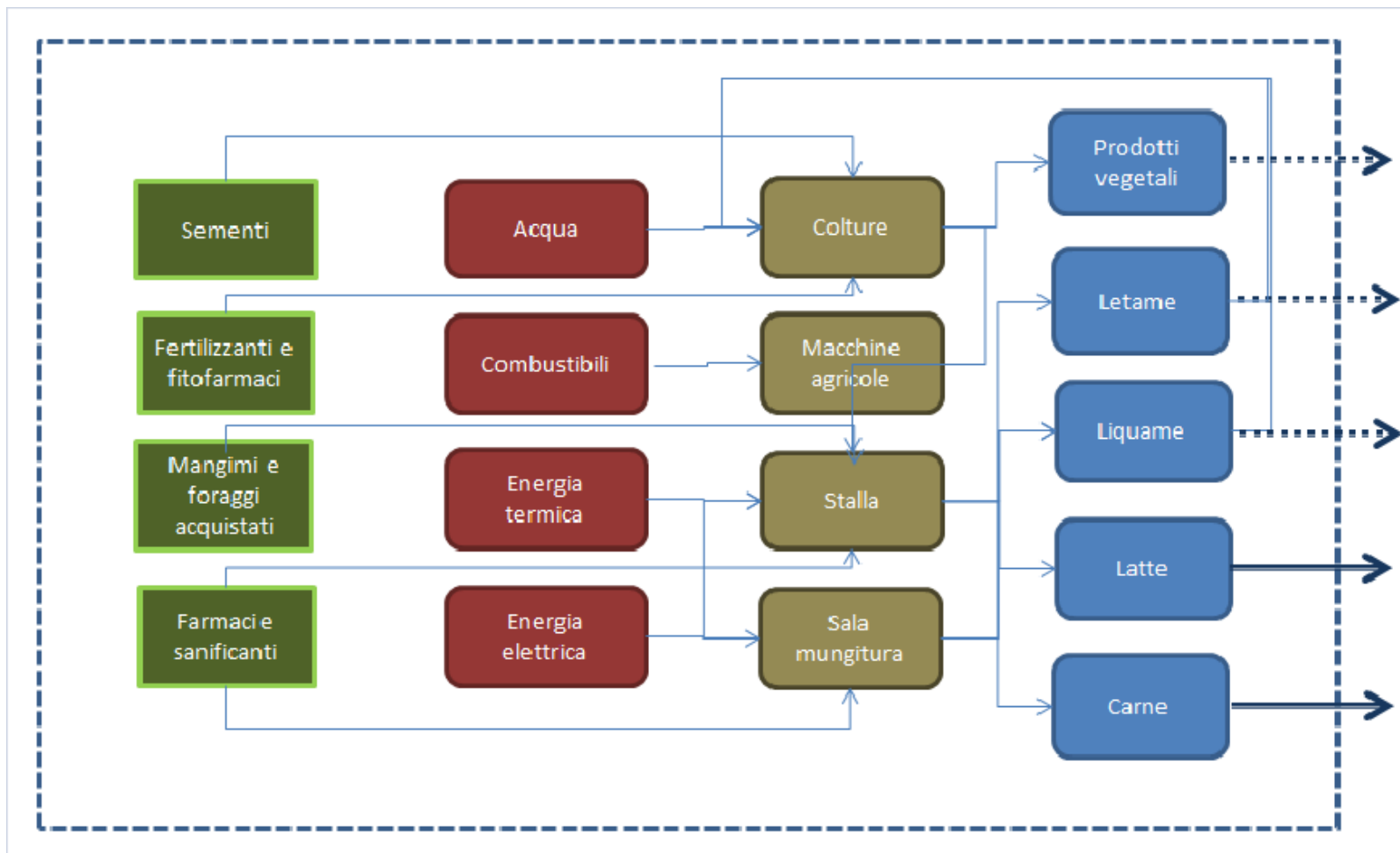
Totale degli impatti generati lungo tutta la filiera e/o i confini del sistema

Metodologia Life Cycle Assessment (LCA)



Confini del sistema

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo



Quali dati sono stati raccolti

Colture

- colture e superfici;
- resa delle colture;
- macchine utilizzate;
- consumi di energia e acqua;
- sementi;
- fertilizzanti;
- agrofarmaci;
- effluenti...

Allevamento

- n° di animali;
- produzioni (latte, carne);
- alimenti e mangimi acquistati;
- consumi energetici e idrici;
- gestione degli effluenti;
- trasporti;
- edifici e mezzi tecnici;
- altri input (detergenti, farmaci, etc...)

I dati per il bilancio economico (Milk Money)



Composizione media mandria Aziende

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

Azienda	A	B	C
Razza	Frisona	Frisona	Frisona
Vacche da latte	113	436	130
di cui: in lattazione	95	375	110
di cui: in asciutta	18	61	20
Manze per rimonta interna (> 1 anno)	30	121	30
Manze gravide	25	152	60
Vitelli 4 - 12 mesi	25	81	30
Vitelli < 4 mesi	12	41	30
Vitelli ingrasso	0		1
Tori	0	2	0
Età al primo parto (m)	24	25.6	25.4
Interparto medio d'allevamento (gg)	414	402	420
Numero medio parti/carriera per vacca	2.6	2.1	2.6
Durata media carriera vacca (m)	31.2	41.7	56.4
Durata media fase lattazione (gg)	354	340	358
Durata media fase asciutta (gg)	58	60	60
Grasso latte (%)	3.70%	3.70%	3.60%
Proteine latte (%)	3.45%	3.30%	3.3%
Totale latte prodotto (kg/anno):	1,010,000	3,798,700	1,344,000



Input produzioni animali e vegetali

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

CONSISTENZA MANDRIA	
	n° medio
Razza	Frisona italiana
Vacche da latte	436
di cui: in lattazione	375
di cui: in asciutta	61
Manze per rimonta interna (> 1 anno)	121
Manze gravide	152
Vitelli 4 - 12 mesi	81
Vitelli < 4 mesi	41
Vitelli ingrasso	
Tori	2
Età al primo parto (m)	25.6
Interparto medio d'allevamento (gg)	402
Numero medio parti/carriera per vacca	2.1
Durata media carriera vacca (m)	41.7
Durata media fase lattazione (gg)	340
Durata media fase asciutta (gg)	60
Grasso latte (%)	3.70%
Proteine latte (%)	3.30%
LATTE PRODOTTO	
	kg/anno
Totale latte venduto (kg/anno):	3,798,700.00
Vendita diretta (kg/anno):	0.00
Uso familiare (kg/anno):	730.00
Somministrato ai vitelli (kg/anno):	109,500.00
Trasformato in azienda (kg/anno)	0.00
Latte scartato (kg/anno):	18,250.00

coltura 1		medica				
ha		32.70				
resa t tq/ha		15.00				
umidità %		15.0%				
% necessaria per alimentazione		100.00%				
interventi colturali						
Operazione	trattrice	CV	operatrice	C.M. %	h/ha	
Ripuntatura x 2 passaggi	tract 4 WD 140 HP	140.00	7 tine subsoiler	70%	0.50	
Erpice+dischiera	tract 4 WD 140 HP	140.00	3 m rotary harrow	65%	0.20	
Erpice a denti diritti	tract 4 WD 100 HP	95.00	4.5 m cultivator	55%	0.13	
Semina	tract 4 WD 100 HP	95.00	3 m grain drill	55%	0.20	
Rullatura	tract 4 WD 100 HP	95.00	4 m land roller	40%	0.13	
Distribuzione liquame	tract 4 WD 120 HP	120.00	urry spreader 10 000 litres	60%	0.80	
Distribuzione letame	tract 4 WD 140 HP	140.00	anure spreader 10 tonnes	60%	0.80	
Falciacondizionatura 3,5 sfalci	tract 4 WD 140 HP	140.00	3 m mower conditioner	55%	0.70	
Rivoltamento 2 volte solo 1° taglio	tract 4 WD 90 HP	93.00	6 m hay tedder	45%	0.90	
Andanatura	tract 4 WD 80 HP	75.00	7.2 m side delivery rake	45%	0.70	
Pressatura	tract 4 WD 140 HP	140.00	und baler press 1.2 x 1.6	60%	1.17	
Raccola balloni	tract 4 WD 140 HP	140.00	trailer12 T	50%	0.88	
Pulizia fossi	tract 4 WD 90 HP	85.00	chopper road margin	60%	0.25	
Diserbo medicaio e concimazione	tract 4 WD 80 HP	75.00	sprayer 1000 litres	40%	0.50	
Irrigazione a pioggia	Traction	50.00	ose reel irrigation 250 m	50%	20.00	
Concimazioni		kg/ha	Titolo N (%)			
	Fosforo P2O5	50.00		30.0%		
	Azoto N	50.00		5.0%		
	[select]	0.00		0.0%		
	liquame	8,000.00		0.250%		
	letame	6,000.00		0.400%		
pH suolo		alto				
Trattamenti Irrigazione Sementi						
Trattamenti principio attivo		0.15		kg/ha p.a.		
Irrigazione		900		mc/ha		
Sementi		9		kg/ha		

Cambiamenti climatici (**Impronta di carbonio**)

Uso dei beni (**Impronta idrica**)

Consumo risorse (**Impronta energetica**)

Indice Bilancio Economico (**IBE**)

Energy Returned On Energy Invested (**EROEI**)

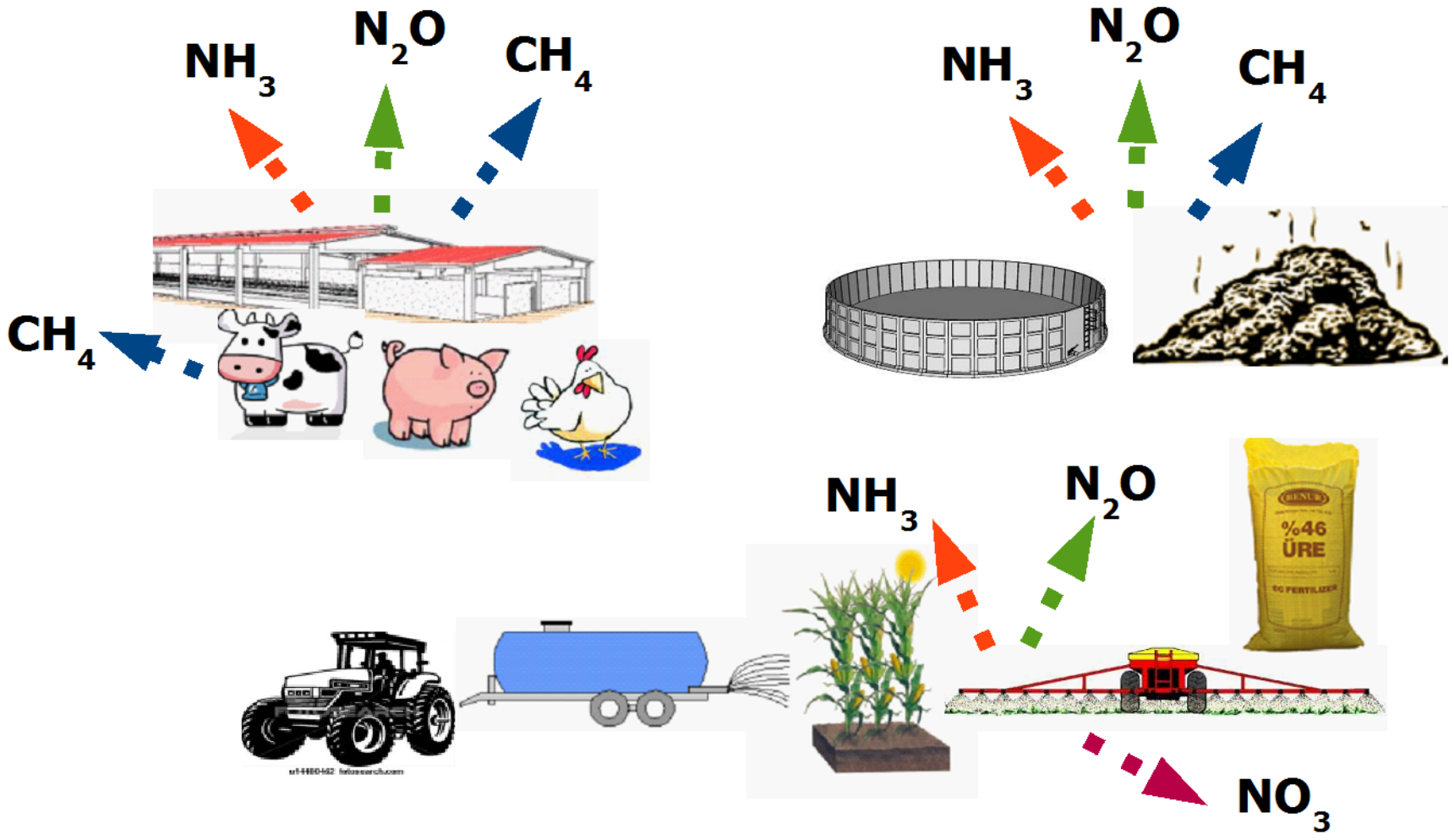
Indice Metabolico di Sostenibilità Energetica) (**IMSE**)

Indice MetabolicoEconomico (**IME**)

- La valutazione delle emissioni riguarda:
Global Warming Potential (IPCC 2013)
- il protossido di azoto (**N₂O**, GWP = **265**) dalla fertilizzazione delle colture e dalle deiezioni;
- il metano (**CH₄**, GWP = **28**) da fermentazioni enteriche e dalle deiezioni;
- l'anidride carbonica (**CO₂**, GWP = **1**) da combustioni

Le fasi emissive nella azienda zootecnica

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo



L'impronta idrica (WF) di un'azienda si può definire come il volume totale di acqua necessario a supportare tutte le attività produttive.

- Per il calcolo della WF si fa riferimento alla metodologia sviluppata da Hoekstra et al. (2011) Secondo la norma ISO 14046.
- Nel nostro caso si sono studiati principalmente i consumi derivati dalle produzioni agricole per i fabbisogni alimentari e le risorse idriche necessarie alla gestione della stalla.
- Gli obiettivi, i confini e i calcoli hanno in pratica seguito in parallelo le fasi del calcolo dell'impronta di carbonio e del bilancio energetico.

Acqua BLU: si riferisce al prelievo di acque superficiali e sotterranee destinate ad un utilizzo per scopi agricoli, domestici e industriali. È la quantità di acqua dolce che non torna a valle del processo produttivo nel medesimo punto in cui è stata prelevata o vi torna, ma in tempi diversi.

- **Acqua VERDE:** è il volume di acqua piovana che non contribuisce al ruscellamento superficiale e si riferisce principalmente all'acqua evapotraspirata per un utilizzo agricolo. Si riferisce all'ammontare totale di acqua piovana evapotraspirata durante il periodo di crescita delle colture

- **Acqua GRIGIA:** rappresenta il volume di acqua inquinata, quantificata come il volume di acqua necessario per diluire gli inquinanti al punto che la qualità delle acque torni sopra gli standard di qualità.

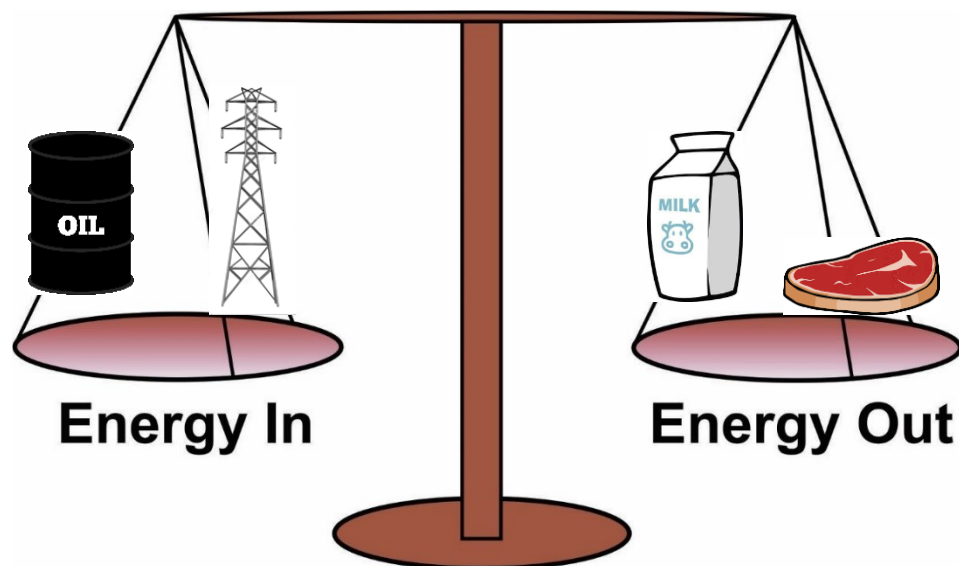
Questi "tipi" di acqua hanno rischi e impatti potenzialmente diversi sull'ambiente circostante:

- **l'acqua blu** va ad incidere su falde acquifere e acque superficiali, contribuendo così alla scarsità d'acqua e alla distruzione degli ecosistemi;
- **l'acqua verde** ha impatti meno invasivi, essendo acqua intrinseca al sistema pianta-pioggia-suolo;
- **l'acqua grigia** il tipo di impatto è direttamente collegato con la presenza dei fattori potenzialmente inquinanti, si tratta di un volume di acqua teorico dipendente dal tipo di elemento inquinante scelto per la determinazione del volume di diluizione.

Bilancio energetico

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

Per effettuare il **bilancio energetico** dell'azienda agricola si è calcolata la resa energetica, come differenza fra il contenuto energetico del prodotto (MJ) e l'energia spesa per produrlo (MJ).



Energy In

consumi diretti: carburanti, energia elettrica ecc. e



consumi indiretti: cioè energia necessaria alla produzione di concimi, antiparassitari, mangimi extra-aziendali, macchine, attrezzi, animali in ingresso ecc.



(metodologia *CED* (*Cumulative Energy Demand*) fabbisogni energetici relativi alle fonti non rinnovabili fossili e nucleare ;

Energy Out

E' stata stimata l'energia incorporata nei prodotti principali (latte e carne) attribuendo un valore energetico sulla base del contenuto energetico.



Visualizza... Sblocca **Elabora** Importa...

Aziende disponibili:
Accesso ai servizi di elaborazione dei dati

Costo di produzione - bovini latte

[Milk Money Azienda 1](#)
[Milk Money Azienda 2](#)
[Milk Money Azienda 3](#)

Indietro Modifica Esporta XLS Imposta confronto

Dati anagrafici

Ragione sociale Milk Money Azienda 3



Per l'analisi dei dati economici è stato utilizzato il **software Milk Money**, che permette il calcolo del costo di produzione del latte. Il software mette in relazione i costi con i ricavi (prezzo del latte, contributi pubblici ecc.).

Il programma Milk Money è un **servizio on-line** del CRPA per il calcolo del costo di produzione del latte e della redditività in aziende specializzate.

La **metodologia** di base è stata quella sviluppata nel corso degli anni nell'ambito dell'EDF (Associazione Europea Produttori Latte) una associazione europea che aggrega oltre 300 produttori di latte in 19 paesi

La fase di input dei dati aziendali è suddivisa nelle seguenti sezioni:

1. **Utilizzazione del suolo.** Semplici informazioni relative alle modalità di utilizzo dei terreni agricoli.
2. **Allevamenti.** Vanno specificate le consistenze, le compravendite delle produzioni animali, le razioni alimentari e l'efficienza tecnica dell'allevamento.
3. **Fabbricati.** Tipologie e caratteristiche dei fabbricati utilizzati per l'attività agricola.
4. **Macchine.** Tipologie di macchine utilizzate per l'attività agricola e loro valore a nuovo.
5. **Manodopera.** Unità lavorative presenti in azienda e loro impegno.
6. **Flussi di cassa.** Entrate (ricavi) ed esborsi monetari (costi) effettivamente sostenuti dall'imprenditore agricolo.

COSTI DIRETTI	Euro/100kg	Euro/capo	Euro
Mangimi acquistati	18,60	1923,00	250000
Foraggi acquistati	2,07	214,00	27882
Materie prime produzione foraggi (sementi, fertilizzanti ecc)	0,53	54,00	7079
Acquisto animali	0,00	0,00	0
Veterinario + Medicinali + inseminazioni	2,45	254,00	33000
Energia (carburanti + elettricità)	3,18	329,00	42805
Acqua (stalla + irrigazione foraggi)	0,18	18,00	2391
Assicurazioni	0,63	65,00	8500
Contoterzi	0,00	0,00	0
Manutenzione fabbricati	0,19	19,00	2500
Manutenzione macchine	0,16	17,00	2152
Imposte e tasse	0,66	68,00	8900
Costo spandimento liquame	0,00	0,00	0
Costi specifici settore latte	0,06	6,00	800
Costi generali	5,09	526,00	68430
TOTALE COSTI DIRETTI	33,81	3496,00	454439
COSTO FATTORI DI PRODUZIONE			
Ammortamento macchine	4,11	425,00	55208
Ammortamento fabbricati	4,88	505,00	65619
Costo terra in proprietà	1,86	192,00	25000
Costo terra non in proprietà	0,37	38,00	5000
Costo lavoro familiare + contributi e SCAU	4,69	485,00	63000
Costo lavoro dipendente	6,03	623,00	81000
Interessi capitale agrario	1,45	150,00	19447
Interessi capitale anticipazione	0,31	33,00	4226
TOTALE COSTO FATTORI DI PRODUZIONE	23,69	2450,00	318500
COSTO DI PRODUZIONE TOTALE	57,50	5946,00	772939

EROEI (Energy Returned On Energy Invested)

EROEI (Ritorno energetico sull'investimento energetico)

Il ritorno energetico sull'investimento energetico, ovvero energia ricavata su energia consumata, è un **coefficiente** che, riferito a una data fonte energetica, ne indica la sua convenienza in termini di resa energetica.

Ne risulta che un processo con un **EROEI** inferiore ad **1** è in perdita da un punto di vista energetico, mentre nel caso il rapporto sia maggiore di 1 il processo produce energia.

IMSE (Indice Metabolico di Sostenibilità Energetica)

$$\text{IMSE} = C \text{ MJ/kg latte/anno} - ((C \text{ MJ/kg latte/anno}) * \%R)$$

dove:

C = consumo per la produzione di un di un kg di latte espresso in MJ/kg latte anno

%R = percentuale energia rinnovabile in rapporto al consumo totale di energia fossile e nucleare

L'IMSE consente di dare un **indicazione della sostenibilità energetica** che non si basa solo sull'efficienza, ma introducendo la percentuale di **energie rinnovabili**.

Più i valori dell'indice sono elevati più l'azienda dipende da fonti non rinnovabili. Un indice uguale a zero significa che tutta l'energia necessaria alla produzione deriva da fonti rinnovabili. Teoricamente l'indice può assumere anche valore negativo nel caso l'azienda produca più energia da fonti rinnovabili di quella necessaria al suo funzionamento.

IME: indice globale di **aggregazione** della sostenibilità ambientale ed economica.

Ad ogni impatto (Impronta carbonica, impronta idrica, consumi energetici) si è attribuito un costo economico da sostenere per bilanciare gli impatti prodotti («**Riparazione monetaria**»).

La differenza fra il profitto e i costi di compensazione degli impatti produce il valore dell'indice.

L'obiettivo di questo indicatore non è di dare un giudizio certo, ma piuttosto quello di dare una indicazione relativa al sistema di produzione latte in riferimento ad **un probabile grado di sostenibilità**.

Un valore positivo è indice di teorica sostenibilità ambientale/economica.

Coefficienti IME

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

coefficiente del bilancio energetico. In base al costo medio all'ingrosso dell'energia elettrica (2016) del PUN (Prezzo Unico Nazionale dell'energia elettrica basato sulla Borsa dell'Energia Elettrica, Nel 2016 il PUN ha registrato il valore medio annuale pari a 42,78 €/MWh.



C.E.IME: $42,78/1000/3.6=0.01188$ €/MJ

coefficiente di bilancio dell'impronta idrica. Calcolato sulla quota di acqua grigia moltiplicato per il prezzo dell'acqua di irrigazione di **0.015 €/m³** (studio dell'OECD-Organisation for Economic Co-operation and Development).



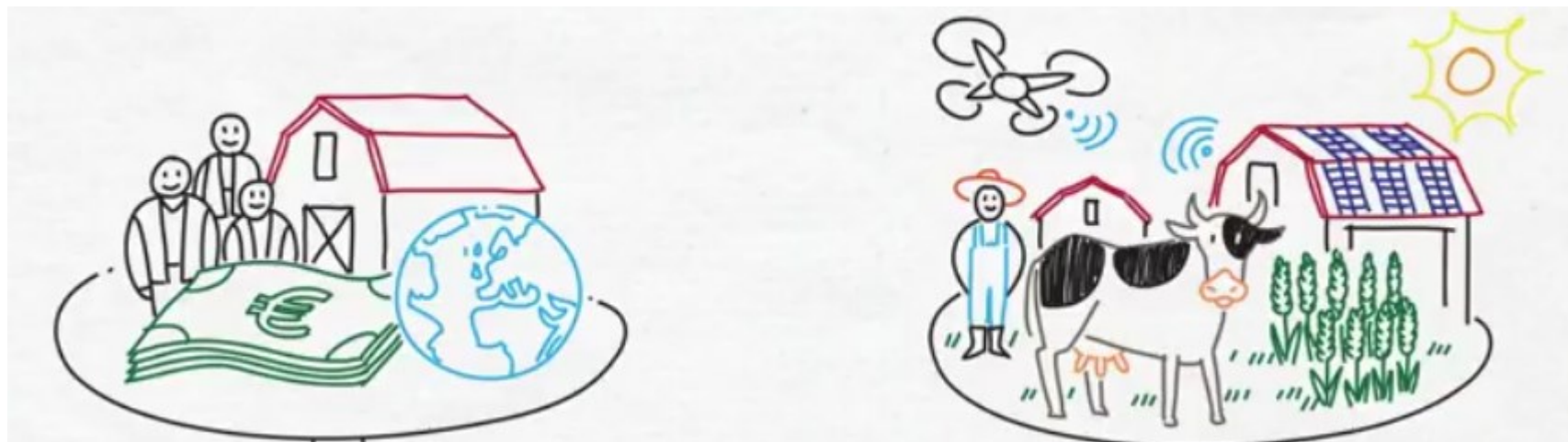
Per il **coefficiente dell'impronta di carbonio** si fa riferimento alla capacità dei boschi di catturare la CO₂. Si utilizza come indicatore il costo per kg di CO₂ che si dovrebbe sostenere per acquistare l'area di bosco sufficiente al sequestro necessario a "coprire" le emissioni aziendali.

$4100€/ha/50anni/(2500 \text{ kg C/ha} * 44/12) = 0.00894545$ €/kg CO₂eq.



Esempio IME

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo



Indice Metabolico Economico (IME)		Coef. IME	Caso A	Caso B
Economia	profitto €/a		8500	4500
Energia	borsa elettrica €/MJ	0.012	-1850	-1450
Impronta idrica	acqua €/mc	0.015	-1540	-1350
Impronta di carbonio	sequestro €/kg CO ₂	0.009	-4470	-2500
Indicatore IME			640	-800
Risultato			😊	😞

A cosa sono riferito il calcolo

- Unità funzionale definita dalla ISO 14040:
 - 1) Misura della prestazione del flusso in uscita funzionale del sistema prodotto.
 - 2) Lo scopo principale dell'unità funzionale è di formare un riferimento a cui legare i flussi in uscita ed in entrata.

- 1 kg di latte.



- 1 kg di carne.



Allocazione latte carne

Per la allocazione fra latte e carne, è stato impiegato l'approccio proposto dell'International Dairy Federation (FIL IDF, 2015) con la seguente equazione:

$$AF = 1 - 6,04 \times R$$

AF= fattore di allocazione per il latte

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

M_{carne} = somma del peso vivo di tutti gli animali venduti (kg)

M_{latte} = latte venduto (kg), corretto con la % di grasso e la % di proteina.

	Latte	Carne
% allocazione su latte FPCM	88.2%	11.8%



Grafico dei risultati

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

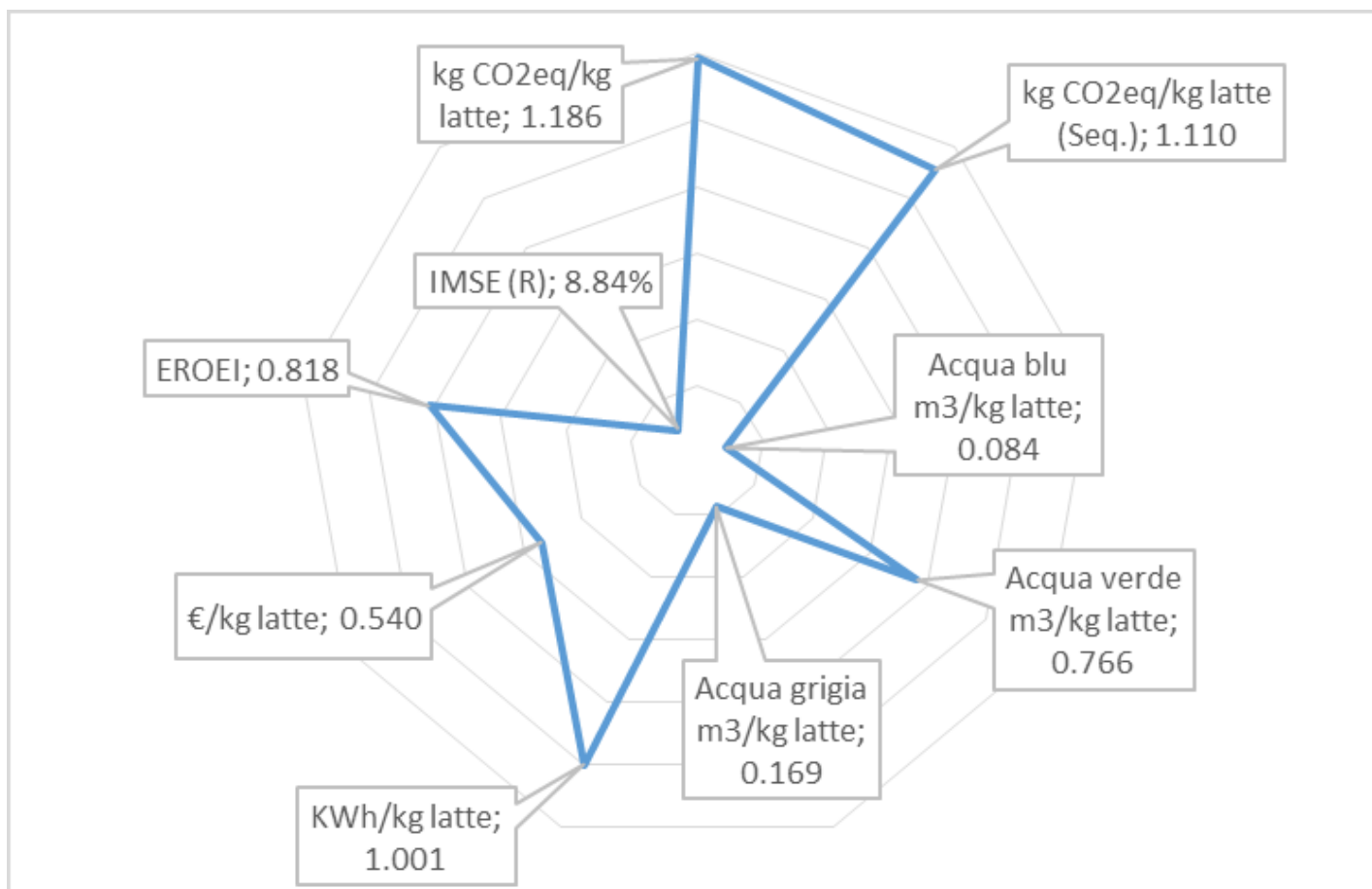



Tabella risultati

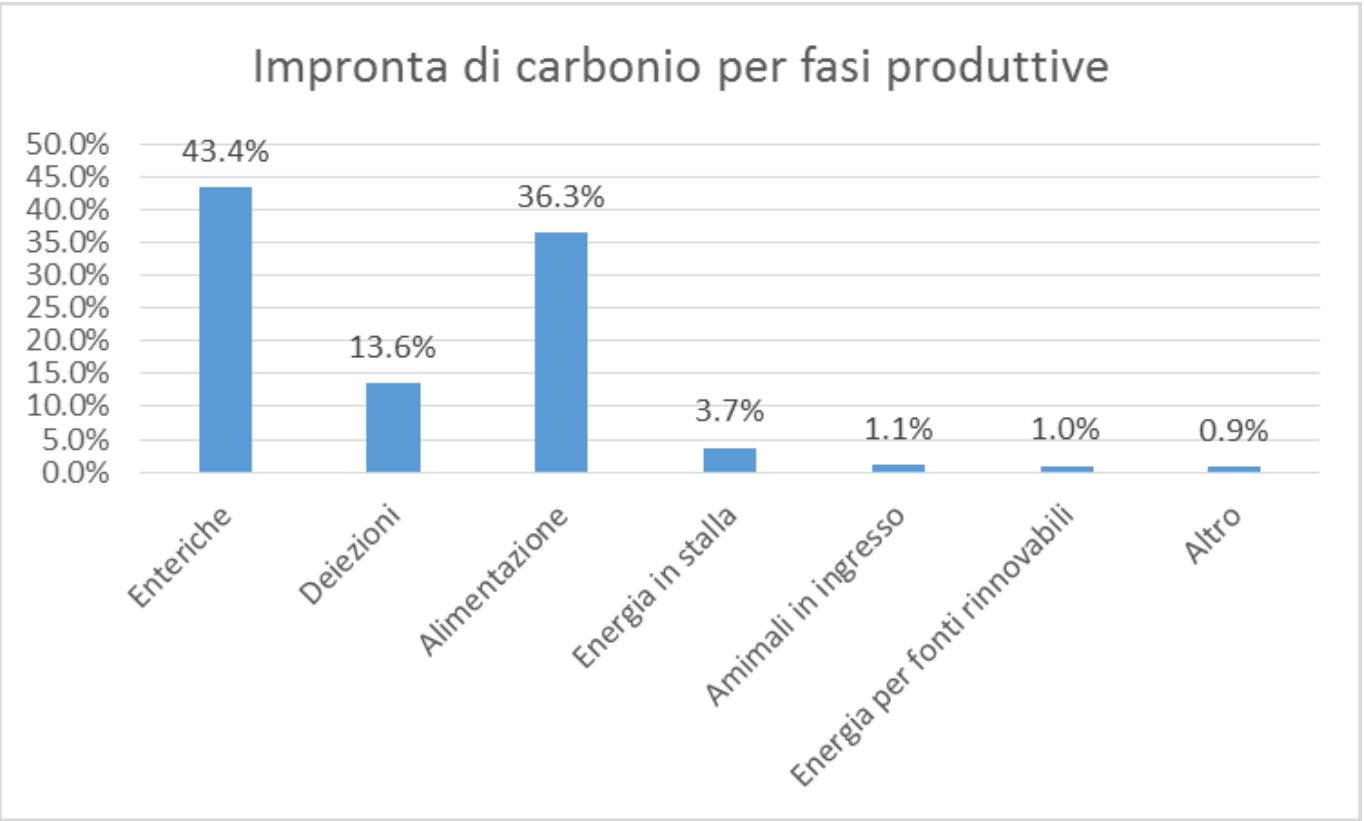
«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

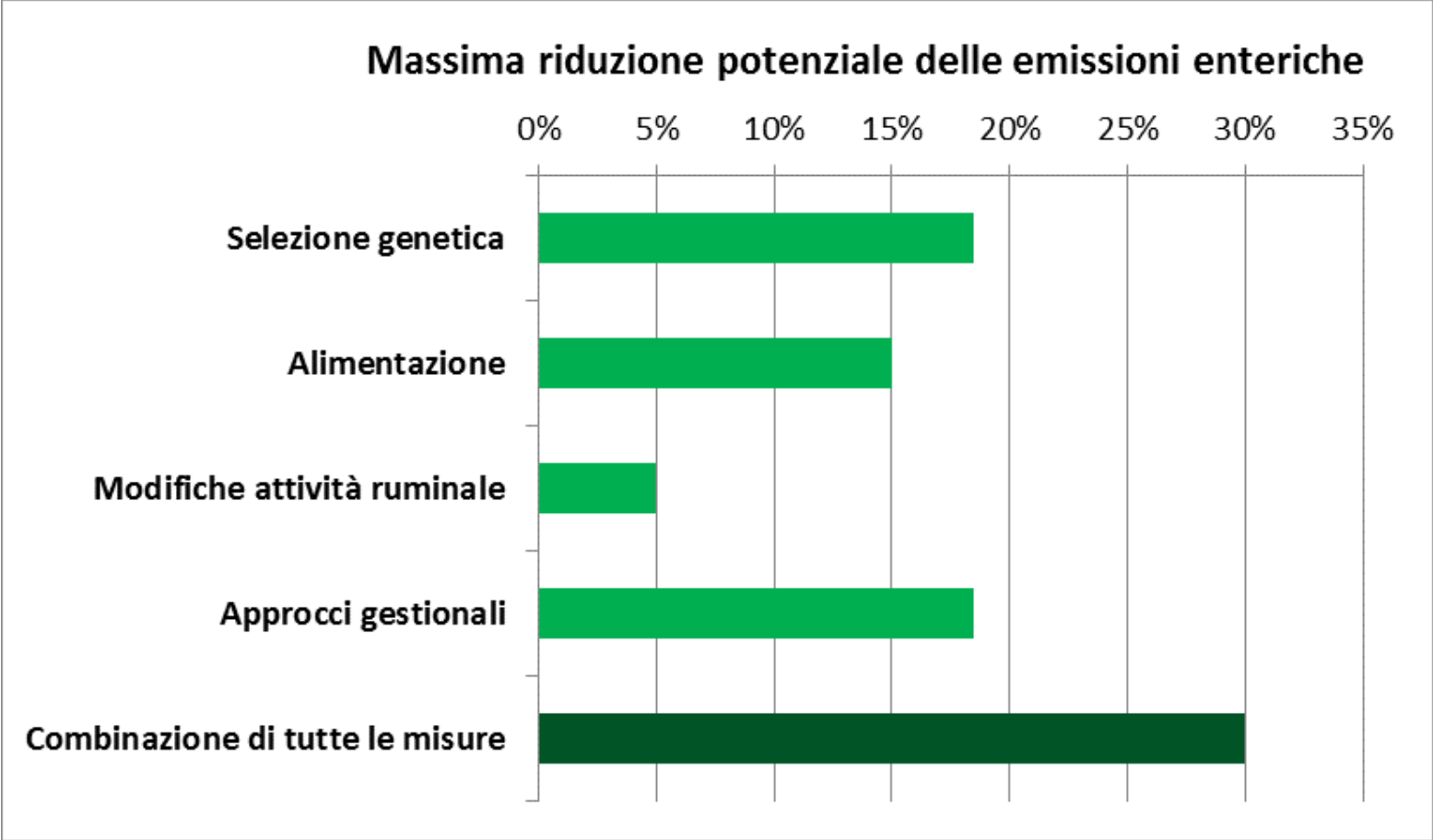
INDICATORE	VALORI MEDI	UNITA' DI MISURA
Emissioni gas serra	1,186	kg CO _{2eq} /kg latte
Emissioni gas serra (sequestro incluso)	1,110	kg CO _{2eq} /kg latte
Impronta idrica (acqua blu)	0,084	m ³ /kg latte
Impronta idrica (acqua verde)	0,766	m ³ /kg latte
Impronta idrica (acqua grigia)	0,169	m ³ /kg latte
Fabbisogni energetici	3,602	MJ/kg latte
Costo di produzione	0,540	€/kg latte
EROEI	0,818	Numero
IMSE	3,288	Numero
Indice R (% energia da fonti rinnovabili)	8,84%	%
IME		



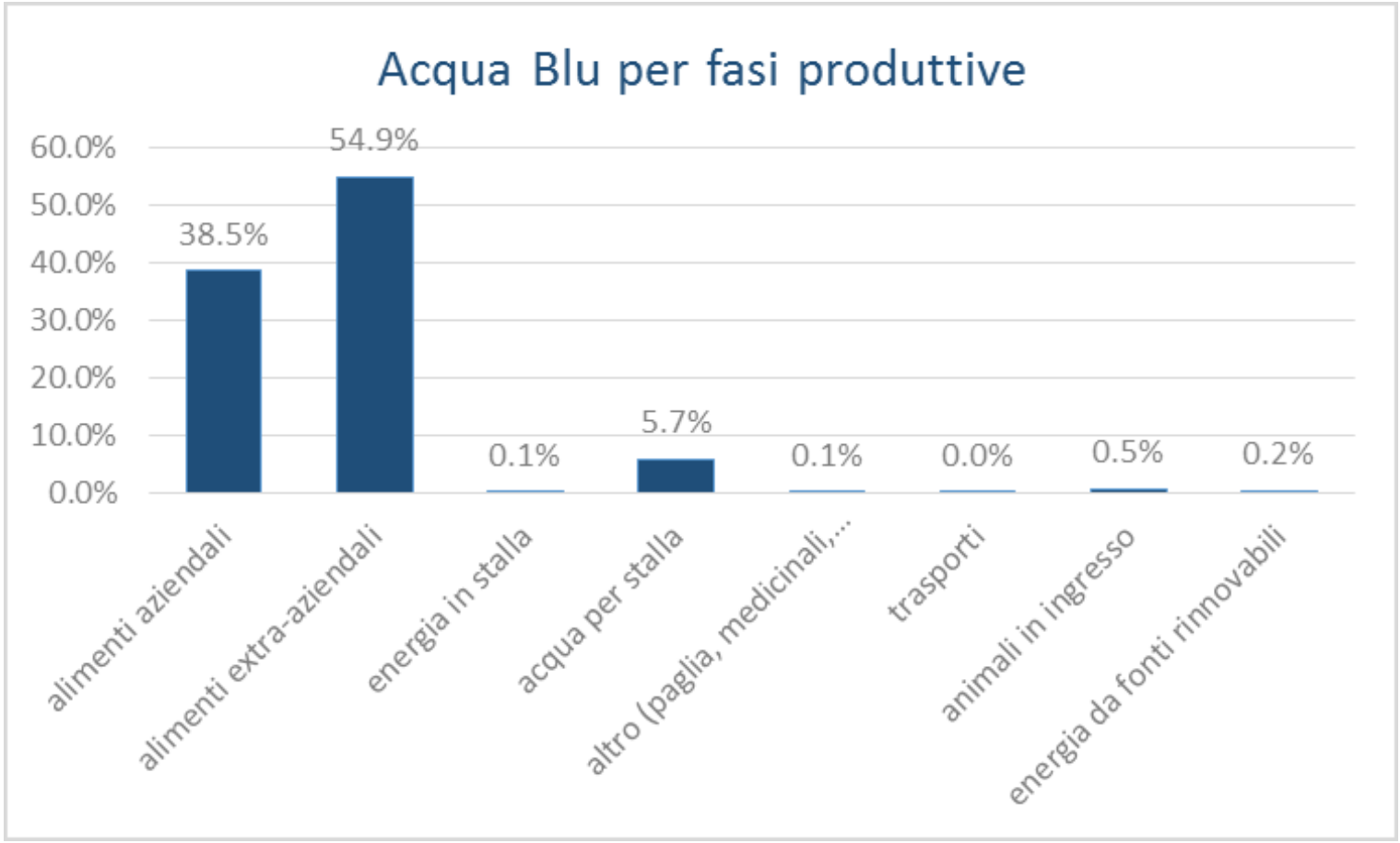
- 1) Il valore di **1,186 kg CO₂eq** per kg di latte è in linea con i dati rilevati dai diversi studi nazionali e internazionali sull'impatto della produzione di latte; i valori bibliografici, per paesi con elevate rese produttive, sono compresi tra 0,4 e 1,8 kg CO₂eq per kg latte. Il valore di impronta di carbonio tenendo conto del potenziale **sequestro** si riduce a **1,11 kg CO₂eq** per kg di latte.
- 2) Per l'impronta idrica abbiamo una media (1.020 l/kg latte) che coincide con il risultato ottenuto da Hoekstra (2010). La media dell'impronta blu delle tre aziende è di **84 l/kg** latte, mentre i valori di riferimento sono compresi tra 56 e 98 l/kg.
- 3) Per il consumo di risorse energetiche da fonti fossili e nucleari come confronto si propone il valore dedotto dalla banca dati Ecoinvent (caso Canadese), una tipologia aziendale molto simile alle aziende del nostro progetto. Nel caso canadese risulta un consumo energetico da fonti fossili e nucleare di 3,51 MJ/kg di latte, con un'impronta di carbonio simile al valore medio della nostra ricerca di 1,19 kg CO₂eq per kg di latte. Il valore della media del consumo energetico del nostro studio risulta di poco superiore a **3,60 MJ/kg** di latte.

- 4) L'indice **EROEI** risulta inferiore all'unità (media dello **0,818**). Nelle tre aziende l'energia prodotta sotto forma di alimenti (latte e carne) non è sufficiente, come prevedibile, a compensare l'energia da fonti fossile e nucleare necessaria alla produzione.
- 5) L'indicatore **IMSE** presenta un valore medio di **3,288**. Più i valori dell'indice sono elevati, più l'azienda dipende da fonti non rinnovabili. In questo caso è difficile avere valori di confronto, ma si può nel complesso considerare buona la percentuale dell' **8,84%** di energia derivata da **fonti rinnovabili**.
- 6) L'indice di aggregazione **IME** è risultato positivo nella in due aziende e negativo per un'azienda a causa dei maggiori costi di produzione e di più bassi valori dei prezzi di vendita relativi all'anno di rilevamento.



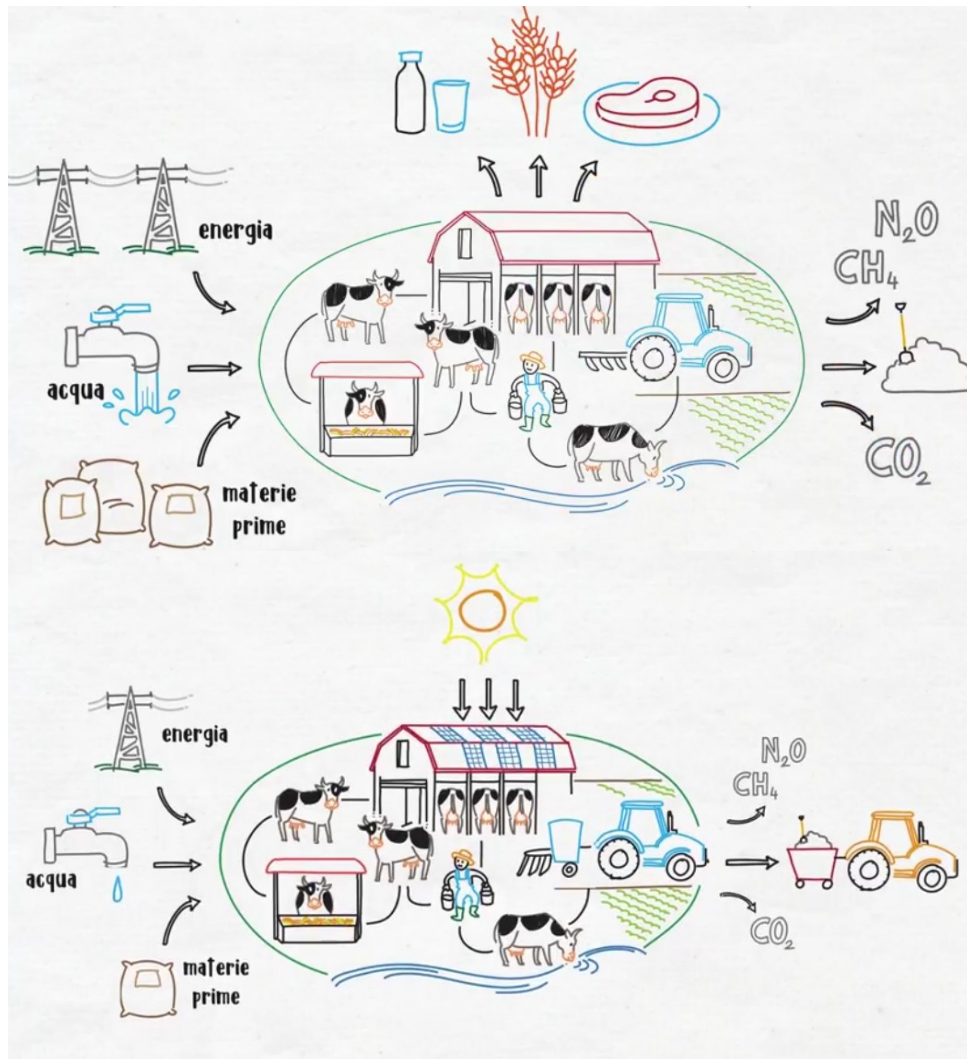


Fonte: Knapp et al., 2014, Enteric methane in dairy cattle production: quantifying the opportunities and impact of reducing emissions



Strategie di mitigazione

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo



Dagli indicatori si evidenzia una sostanziale **positività** riguardo gli **impatti ambientali** anche se risulta una forte **dipendenza energetica da fonti fossili non rinnovabili**, ciò nonostante le pratiche già messe in atto come l'installazione di **impianti fotovoltaici** la digestione anaerobica utilizzando parte degli effluenti zootecnici in impianti di **biogas** extraziendali.



Strategie di mitigazione

Area di intervento	Misure di mitigazione
Rese produttive	Incremento del benessere animale
	Riduzione della mortalità
	Miglioramento indici tecnici
	Ottimizzazione concimazioni
Alimentazione	Riduzione del tenore di proteina della razione
	Acquisto di alimenti a minore impronta carbonica
	Maggiore efficienza digestiva ruminale
	Incrementare le produzioni aziendali e/o locali



Strategie di mitigazione

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

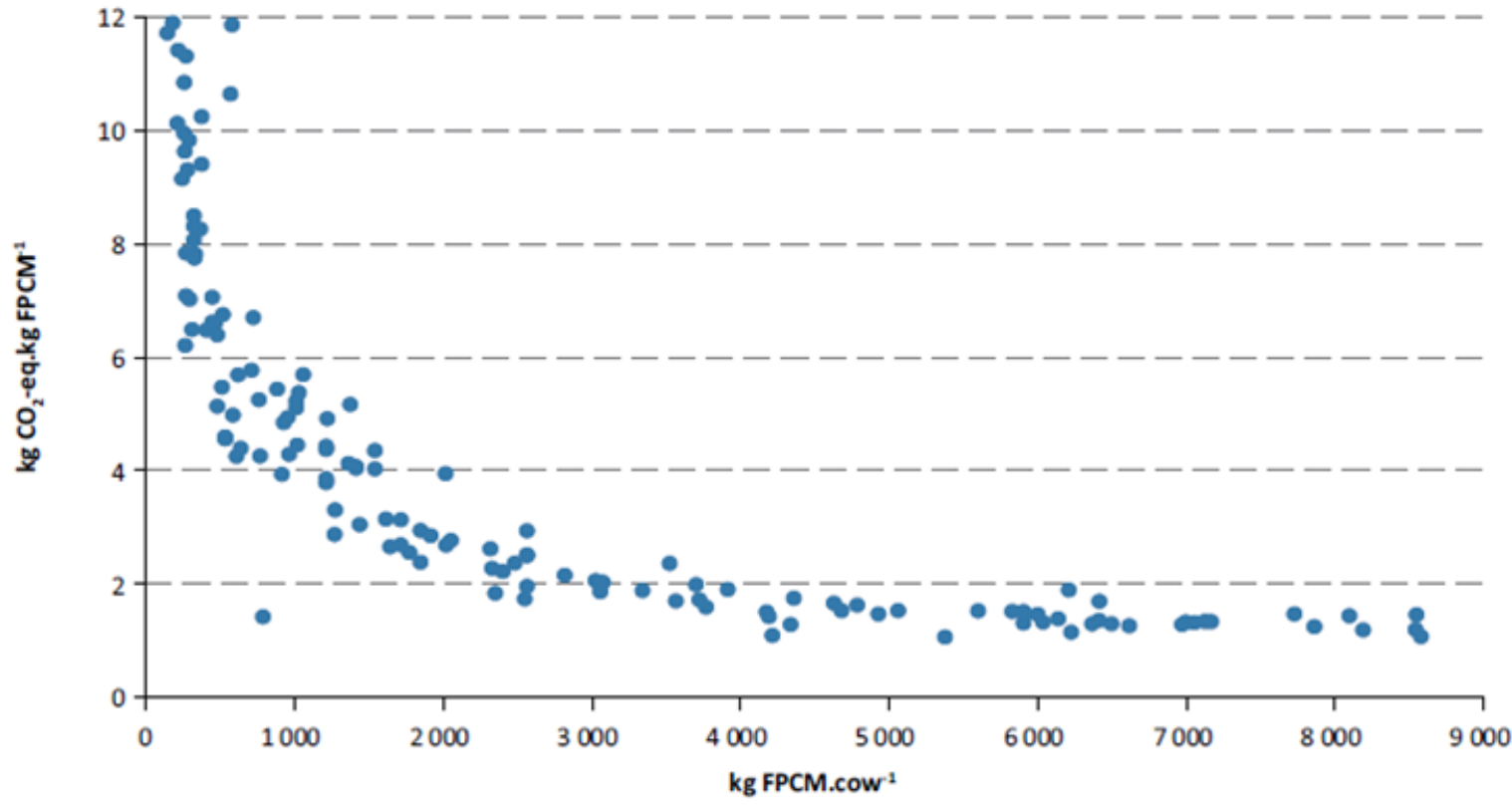
Area di intervento	Misure di mitigazione
Acqua	Utilizzo acque di riciclo
	Massima efficienza irrigazione
Energia	Miglioramento della efficienza energetica
	Impianti fotovoltaici
	Impianti di biogas
Sequestro del carbonio	Lavorazione minima
	Semina su sodo
	Cover crops
	Incorporazione dei residui colturali



L'efficienza produttiva diminuisce l'impronta del carbonio

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

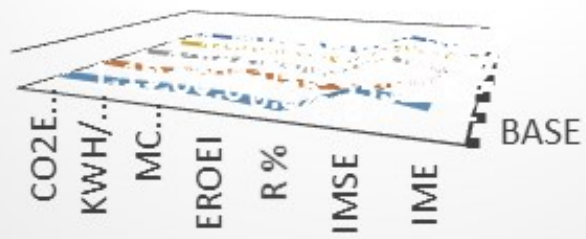
Relationship between productivity and emission intensity of milk (country averages)



Source: Gerber et al., 2011.

Strategie di mitigazione (simulazioni)

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

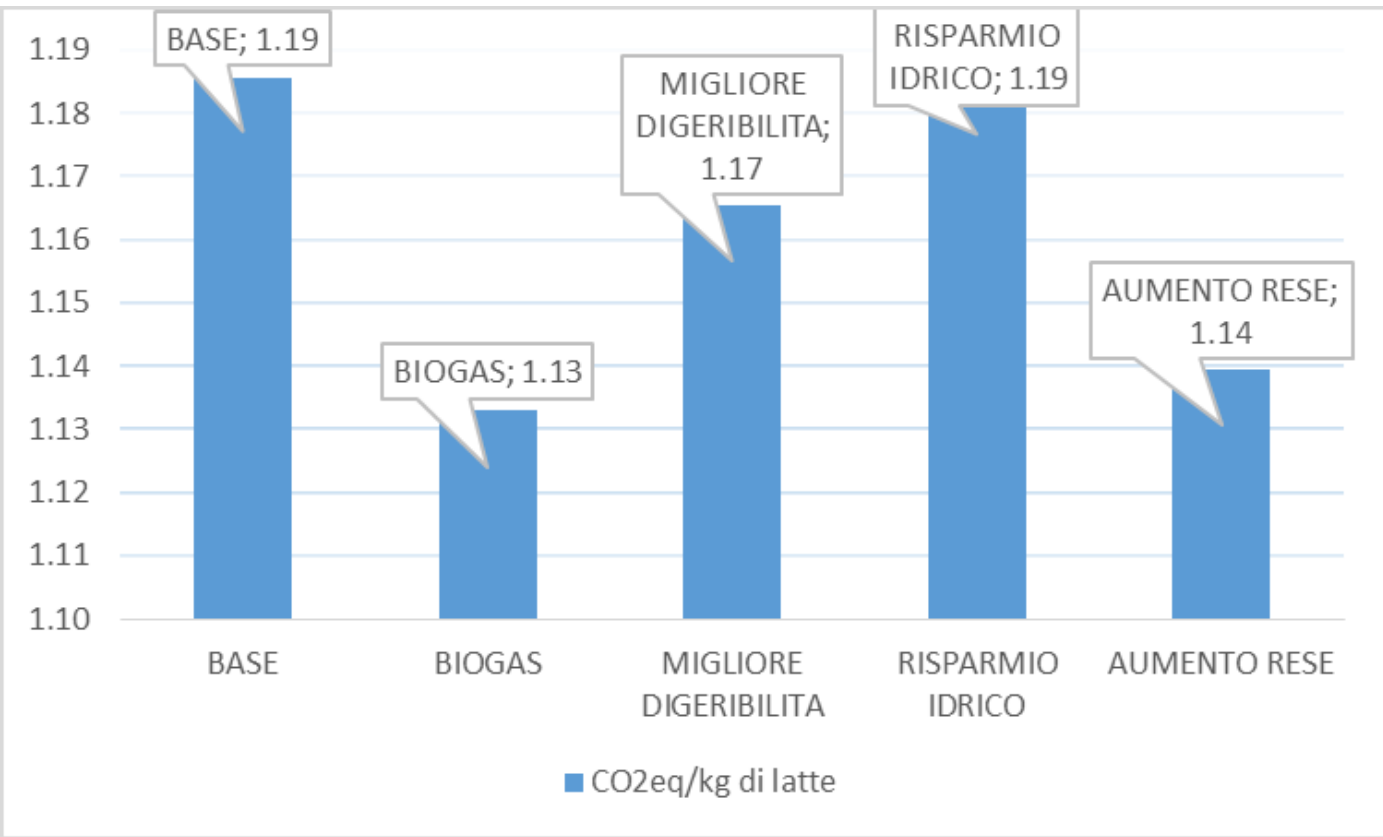


	CO2eq/k g di latte	kWh/kg di latte	mc H2O/kg di latte	EROEI	R %	IMSE	IME
■ BASE	1.19	1.00	1.04	0.82	8.8%	3.29	2
■ BIOGAS	1.13	0.64	1.04	1.69	53.5%	1.08	3
■ MIGLIORE DIGERIBILITA	1.17	1.00	1.04	0.82	8.8%	3.29	2
■ RISPARMIO IDRICO	1.19	1.00	1.03	0.82	8.8%	3.29	2
■ AUMENTO RESE	1.14	0.96	1.00	0.85	8.8%	3.29	2

■ BASE ■ BIOGAS ■ MIGLIORE DIGERIBILITA ■ RISPARMIO IDRICO ■ AUMENTO RESE

Simulazioni di mitigazione: impronta di carbonio

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo



Simulazioni di mitigazione: biogas

La **digestione anaerobica**, in particolare, è la tecnica cui può essere attribuita la maggiore potenzialità di mitigazione degli impatti di gas serra, grazie alle sue prerogative di tecnica win-win: riduzione delle emissioni di metano dallo stoccaggio del liquame, riduzione delle emissioni di CO₂ per la sostituzione della energia fossile con energia rinnovabile, aumento della quota di energie rinnovabili.

Con miglioramenti degli indici **EROEI**, **IMSE** e della percentuale di energia rinnovabile (**R%**) prodotta in azienda.



Strategie di mitigazione: 1° esempio

In un'azienda, nel sistema di propulsione del carro trincia-miscelatore è stato recentemente inserito un **dispositivo** per la immissione diretta di **idrogeno** nel motore, al fine di migliorare la combustione e diminuire i consumi. L'idrogeno viene prodotto per **elettrolisi** da un serbatoio di acqua distillata posto nel vano motore. Questo dispositivo dovrebbe garantire un **risparmio di gasolio** stimato nel **10%** circa. Supponendo di dotare tutte le macchine semoventi in dotazione all'azienda con questo dispositivo, si stima una riduzione di **0,01 kg CO₂eq/kg** di latte e una diminuzione del dispendio energetico **da 0,12 MJ/kg** di latte.



Strategie di mitigazione: 2° esempio

«Modello Metabolico»
Prototipo di un modello
diagnostico predittivo

In un altro caso è previsto un cambiamento del sistema di produzione degli alimenti, con la **sostituzione del tradizionale carro trincia-miscelatore** azionato dalla presa di potenza del trattore con un **sistema di miscelazione** autonomo dotato di **motore elettrico**; l'azienda si doterà poi di un **mulino** per la macinazione del mais l'impianto di illuminazione sarà ammodernato con **lampade a LED**.

La sostituzione del carro miscelatore comporta il risparmio di 55 l/d di gasolio mentre si è stimato un maggiore consumo elettrico di circa 160 kWh/d.

Dalla modifica dell'impianto di **illuminazione** con lampade a basso consumo si stima un **risparmio di circa 25.000 kWh/anno**, mentre dalla macinazione in azienda di almeno metà del mais utilizzato nella razione si stima una riduzione dell'impronta di carbonio del 3% circa e una diminuzione dei consumi energetici del 4,5%.

Dall'insieme di questi possibili miglioramenti del ciclo produttivo l'impatto dell'impronta di carbonio per kg di latte si ridurrebbe di **0,01 kg di CO₂eq** per kg di latte, con un impatto energetico ridotto di **0,17 MJ/kg** di latte.



- **L'agricoltura del futuro** dovrà saper coniugare efficienza economica e sostenibilità ambientale, una prerogativa essenziale per garantire la stabilità di un sistema produttivo.
- Si è cercato di costruire un **prototipo di modello diagnostico** per rappresentare la complessità dell'azienda agricola al fine di poter avere indicazioni utili anche alla pianificare i possibili interventi di mitigazione ambientale.
- Il progetto **modello metabolico** è un'**iniziativa pilota**, applicabile a tutte le tipologie di aziende da latte e potrà diventare uno strumento utile per orientare le strategie degli allevatori e le politiche future, con lo scopo di **promuovere uno sviluppo sostenibile** del settore dell'allevamento, attraverso l'innovazione tecnologica e l'utilizzo efficiente delle risorse naturali.



“Modello Metabolico” Prototipo di un modello diagnostico predittivo

Modello Metabolico economico/ambientale come strumento per un futuro sostenibile nelle aziende zootecniche da latte per il Parmigiano Reggiano

- MISURA 1 OPERAZIONI 1.1.01ID Domanda di sostegno: 5005261 – Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E –

Grazie