



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE  
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,  
TERRITORIO, AGROENERGIA

## Il Life Cycle Assessment come strumento di scelta



**DiSAA**

DIPARTIMENTO  
di SCIENZE  
AGRARIE e  
AMBIENTALI



Riccardo Guidetti

[riccardo.guidetti@unimi.it](mailto:riccardo.guidetti@unimi.it)

*25 Gennaio 2023*

# In che mondo viviamo?



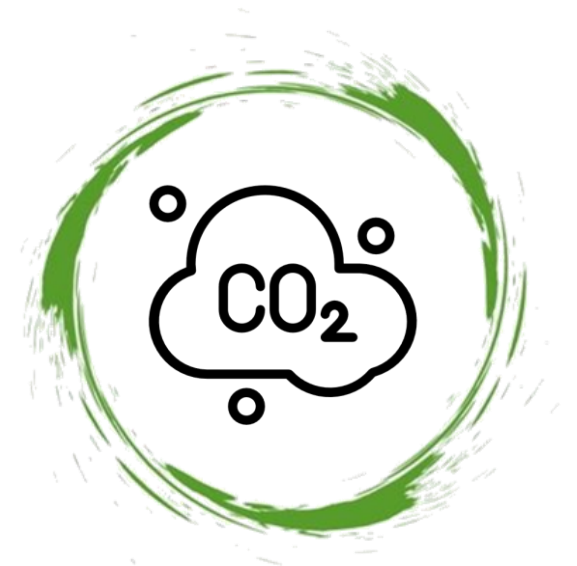
## Popolazione in crescita

Con la popolazione mondiale in crescita di circa 80 milioni all'anno, i 7,7 miliardi di persone sulla Terra saranno probabilmente più vicini ai 10 miliardi entro il 2050.



## Food waste

Nell'UE ogni anno vengono sprecati 8,8 milioni di tonnellate di prodotti alimentari, il che rappresenta una perdita non solo dal punto di vista nutrizionale, ma anche da un'attività di trasformazione eccessiva per trattare i rifiuti.



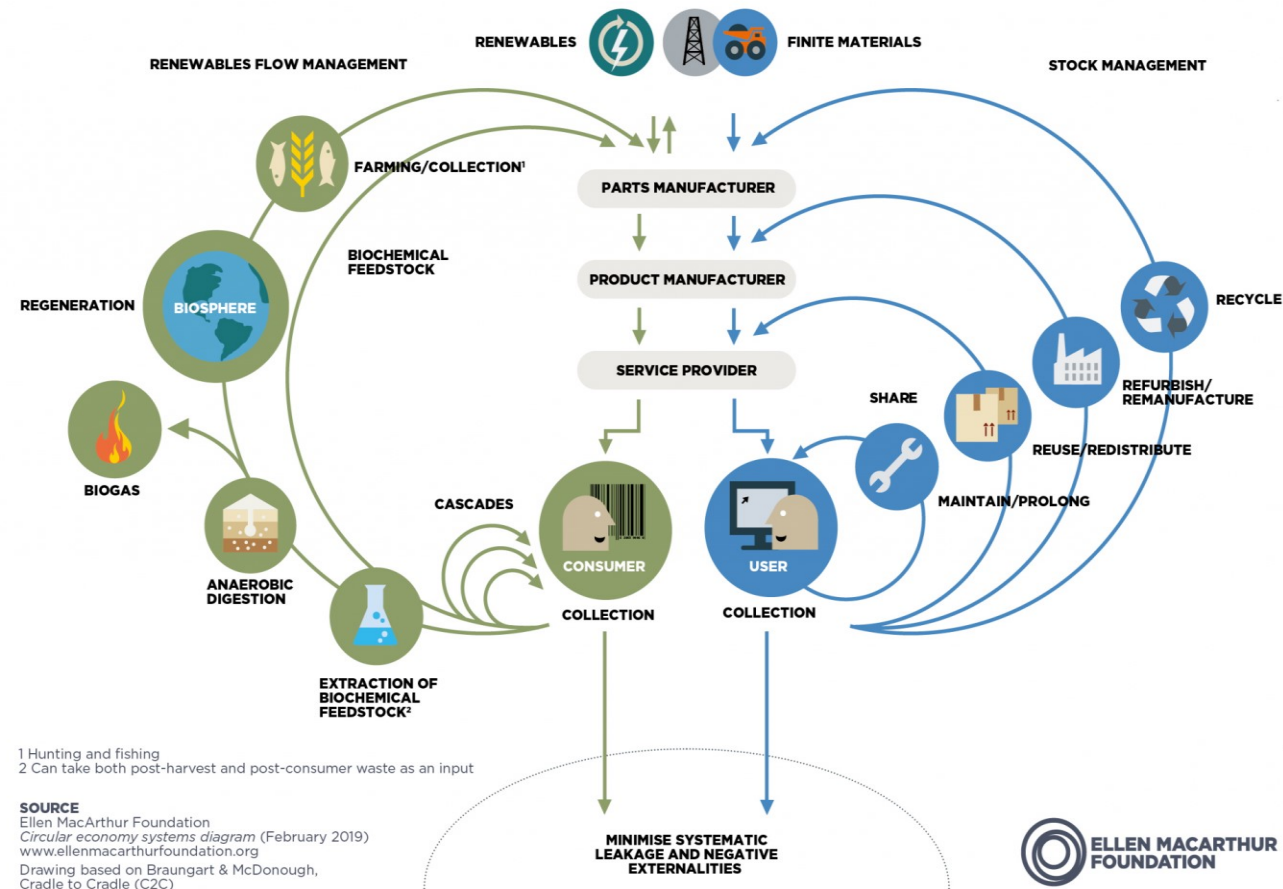
## Inquinamento

La catena di approvvigionamento alimentare diventa un importante contributo all'impatto ambientale mondiale a causa dell'aumento della produzione alimentare, dei cambiamenti nelle abitudini alimentari e dei processi coinvolti nelle catene di produzione alimentare.



# Quali sono le strade per un mondo più sostenibile?

## L'economia circolare



1 Hunting and fishing  
2 Can take both post-harvest and post-consumer waste as an input

**SOURCE**  
Ellen MacArthur Foundation  
*Circular economy systems diagram* (February 2019)  
www.ellenmacarthurfoundation.org  
Drawing based on Braungart & McDonough,  
Cradle to Cradle (C2C)



<https://www.ellenmacarthurfoundation.org>



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE  
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,  
TERRITORIO, AGROENERGIA

Riccardo Guidetti  
riccardo.guidetti@unimi.it

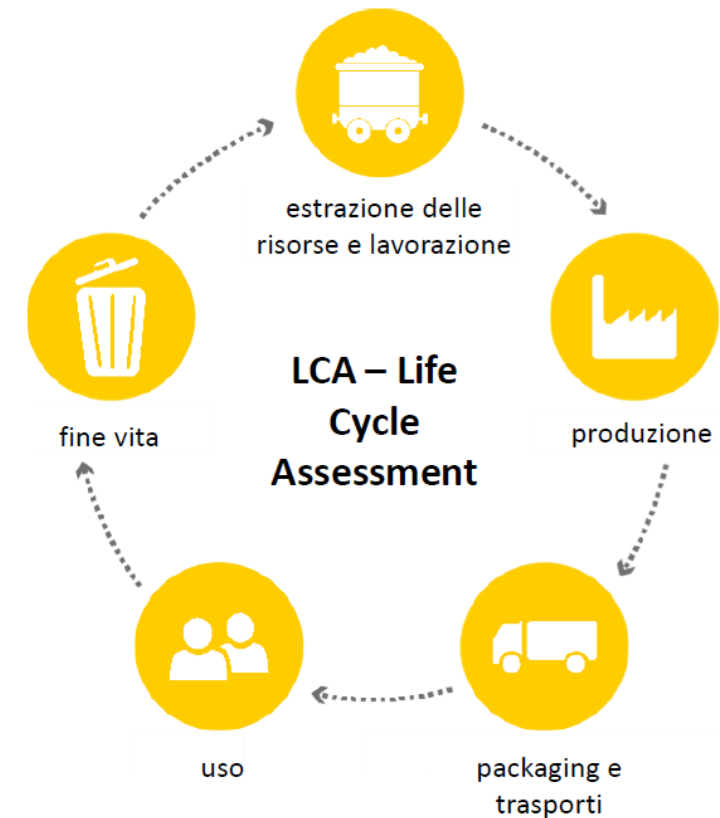
# Quali sono le strade per un mondo più sostenibile?

## L'ecodesign

L'Ecodesign è un modello che coinvolge l'intero ciclo di vita del prodotto in modo che questo rispetti l'ambiente. L'obiettivo è quello di ridurre ai minimi livelli l'impatto negativo che potrebbe avere sull'ecosistema.

Attraverso l'ecodesign si tiene conto di:

- **estrazione e fornitura della materie prime;**
- **produzione;**
- **distribuzione;**
- **utilizzo del prodotto;**
- **fine vita, recupero e riciclaggio del prodotto.**



# Quali sono le strade per un mondo più sostenibile?

## Il Life Cycle Assessment

Metodologia per il calcolo dei carichi ambientali, energetici e dei prodotti rifiuti generati durante il ciclo di vita di un prodotto un processo o un servizio

Permette di calcolare il carico ambientale dall'estrazione delle materie prime fino allo smaltimento finale secondo le basi del life cycle thinking



# Il Life Cycle Assessment come unico strumento per la sostenibilità

## LIFE CYCLE ASSESSMENT – GLI STRUMENTI



UNI EN ISO 14040:2021  
UNI EN ISO 14044:2021



SimaPro



STRUMENTI E SOFTWARE  
DI CALCOLO



BANCHE DATI PER  
L'UTILIZZO DI DATASET



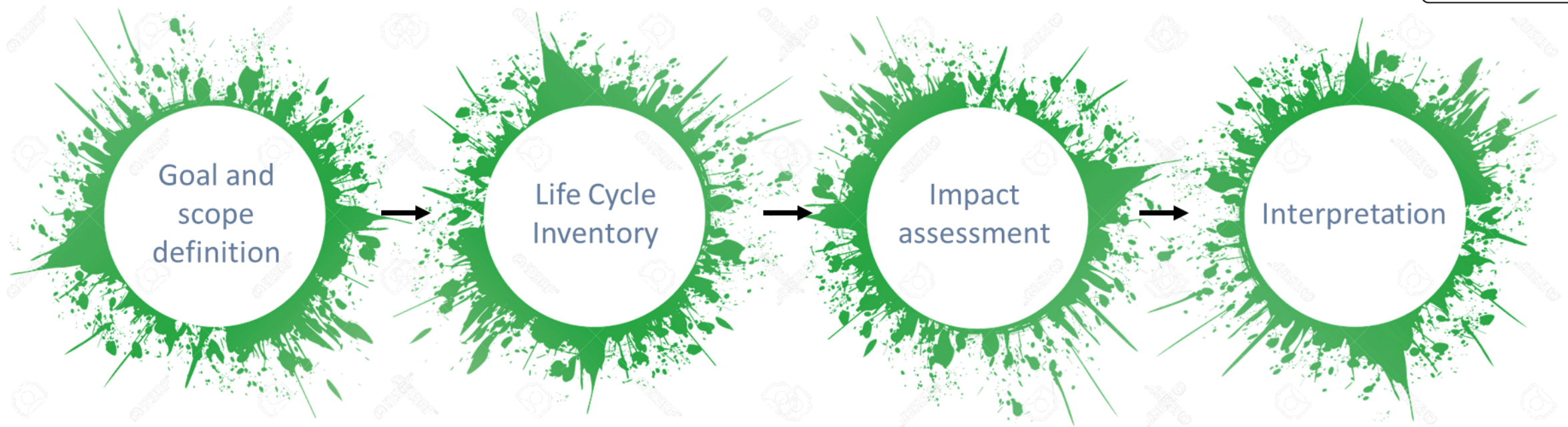
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE  
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,  
TERRITORIO, AGROENERGIA

Riccardo Guidetti  
riccardo.guidetti@unimi.it

# Il Life Cycle Assessment come unico strumento per la sostenibilità



UNI EN ISO 14040:2021  
UNI EN ISO 14044:2021



# Il Life Cycle Assessment come unico strumento per la sostenibilità

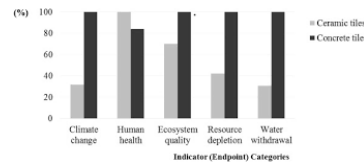
## LIFE CYCLE ASSESSMENT – LE APPLICAZIONI



Studio LCA  
semplificato



Studio LCA  
interno  
completo



Studio LCA  
comparativo



Carbon  
footprint



Water  
footprint



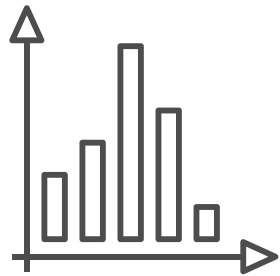
Environmental  
Product  
Declaration



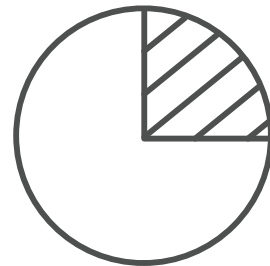


# Il Life Cycle Assessment come unico strumento per la sostenibilità

## LIFE CYCLE ASSESSMENT – A COSA SERVE?



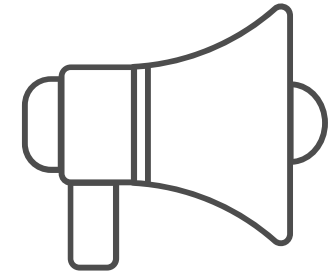
Quantificare  
gli impatti



Riduzione  
degli impatti



Miglioramento  
continuo



Comunicazione  
strategica



# Alcuni casi studio e applicazioni del Life Cycle Assessment

1. Il food waste come fattore da considerare nell'ecodesign
2. L'unità funzionale nutrizionale come aspetto innovativo
3. L'analisi di filiera come approccio di life cycle thinking



# 1. Il food waste come fattore da considerare nell'ecodesign

L'approccio di ecodesign comincia dalle prime fasi dell'LCA



Filiera della carne

Garantire la sicurezza alimentare

Offrire soluzioni sostenibili

Ridurre il food waste



Filiera del packaging



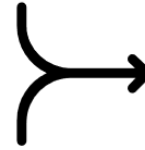
Beyond the eco-design of case-ready beef packaging: The relationship between food waste and shelf-life as a key element in life cycle assessment

Andrea Casson<sup>a</sup>, Valentina Giovanzana<sup>a,4</sup>, Valeria Frigerio<sup>b</sup>, Martina Zambelli<sup>a</sup>, Roberto Beghi<sup>a</sup>, Alessia Pampuri<sup>a</sup>, Alessio Tugnolo<sup>a</sup>, Annachiara Merlini<sup>a</sup>, Lorenzo Colombo<sup>a</sup>, Sara Limbo<sup>b</sup>, Riccardo Guidetti<sup>a</sup>



# Il food waste come fattore da considerare nell'ecodesign

Filiera carne



Filiera packaging



# Il food waste come fattore da considerare nell'ecodesign

## Tipologie di packaging analizzato

L'unità funzionale è stata definita come un'unità di imballaggio che contiene 500 g di carne in relazione alla durata di conservazione prevista per ciascun sistema di imballaggio.



**OVERWRAP**

Vaschetta  
film avvolto  
Atmosfera ambiente



**MAP**

Vaschetta  
film saldato  
Atmosfera modificata



**VACUUM SKIN**

Vaschetta  
film saldato  
Sottovuoto



# Il food waste come fattore da considerare nell'ecodesign

## Tipologie di packaging analizzato



MAP



OVERWRAP



VACUUM SKIN

Packaging	Dimensions (L×W×H) [cm]	Volume [cm <sup>3</sup> ]	Tray structure*	Lid structure*	Pad	Expected Shelf-life (days)
MAP1	18 × 12 × 7,5	1451	PP/EVOH	PE/PP/EVOH/PU/PP	YES	8
MAP2	18 × 12 × 7,5	1451	PP/EVOH	PE/PP/EVOH/PA	YES	8
MAP3	25 × 18 × 5	1443	XPS/EVOH/PE	PE/PP/EVOH/PA	YES	8
MAP4	25 × 18 × 5	1443	XPS/EVOH/PE	PE/PP/EVOH/PU/PET	YES	8
OW	25 × 18 × 5	1443	EPS	PVC	YES	2.5
VS1	19 × 19 × 2	722	PE/EVA/PET	PE/EVA/EVOH	NO	21
VS2	19 × 19 × 2	722	PE/EVA/PP/EVOH	PE/EVA/EVOH	NO	21

\* Where the following acronyms were used: Expanded Polystyrene (EPS); Ethylene vinyl acetate (EVA); Ethylene vinyl alcohol (EVOH); Polyamide (PA); Polyethylene (PE); Polyethylene Terephthalate (PET); Polypropylene (PP); Polyurethane (PU); Polyvinyl chloride (PVC) and Extruded Polystyrene foam (XPS).



# Il food waste come fattore da considerare nell'ecodesign

## Quantificazione del potential food waste



### Shelf-life vs food waste

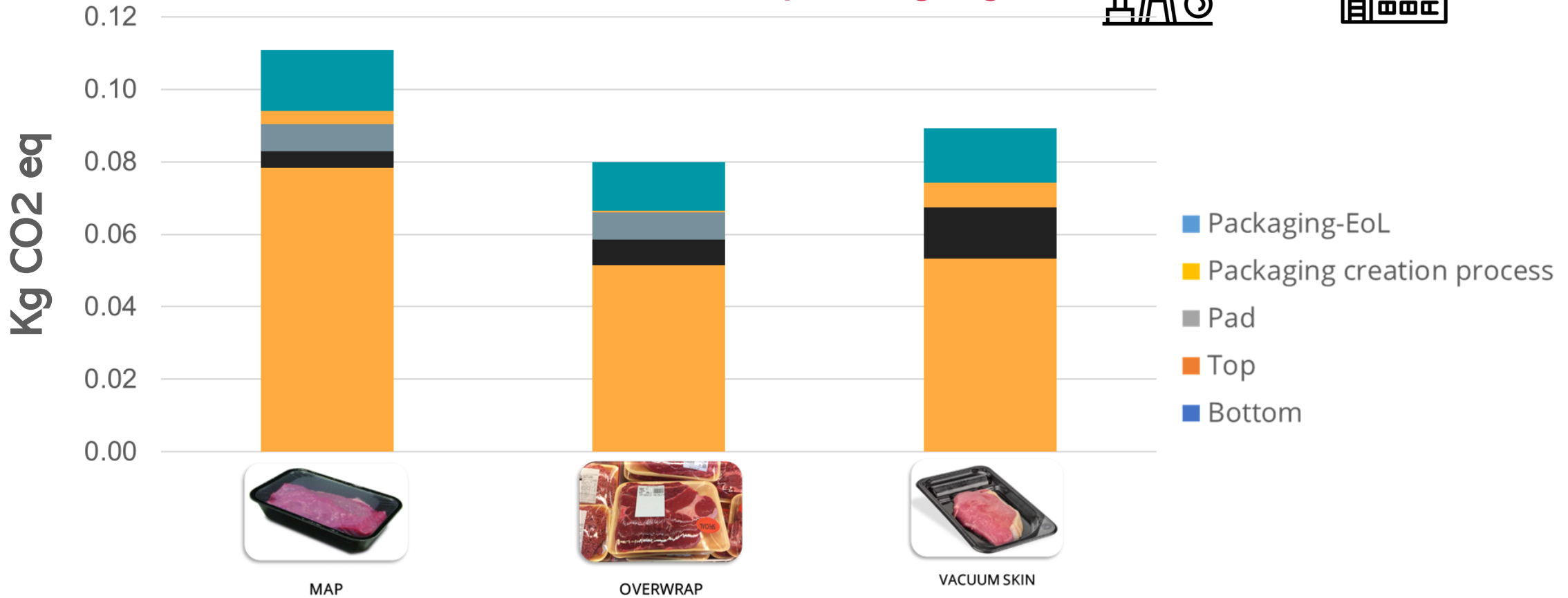
	 OVERWRAP	 MAP	 VACUUM SKIN
Shelf-life	2-3 gg	8 gg	21 gg
Food waste <sup>1,2</sup>	92 g	28.7 g	10.9 g

<sup>1</sup>Mena et al. (2014); <sup>2</sup>Caldeira et al. (2019)



# Il food waste come fattore da considerare nell'ecodesign

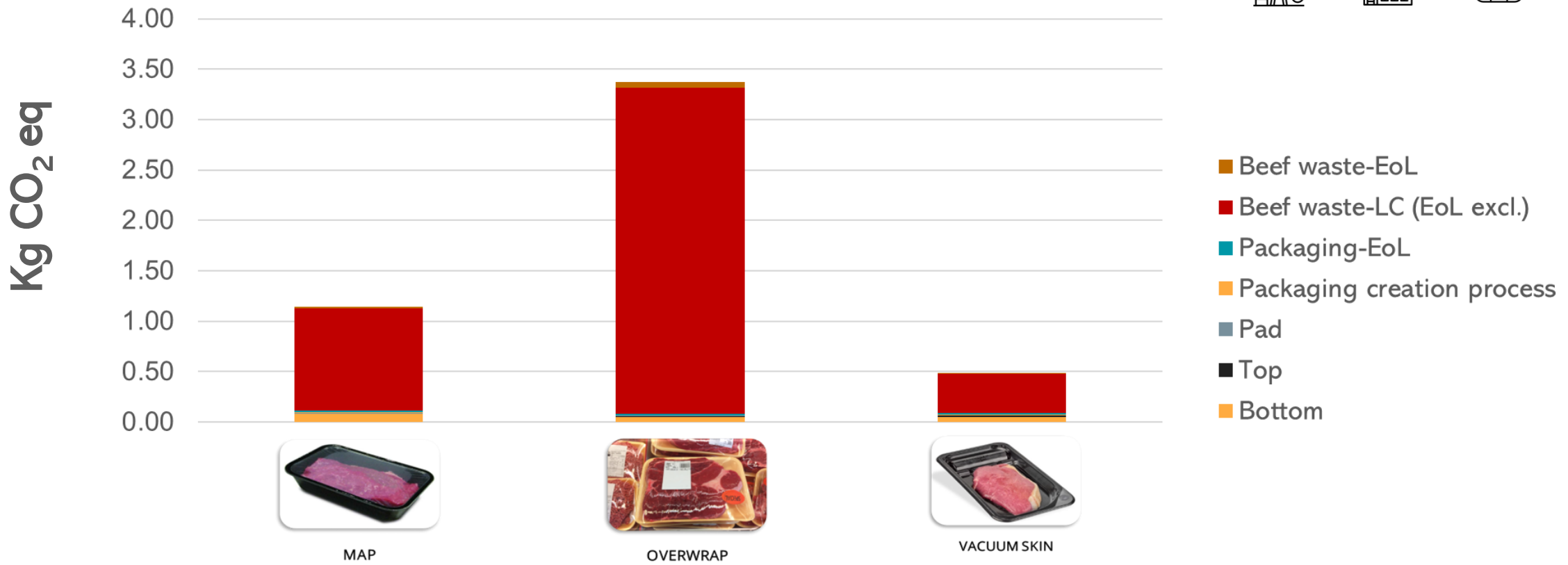
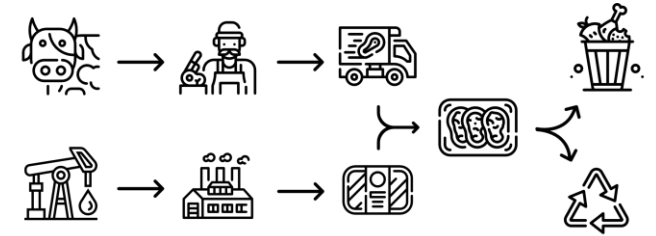
Risultati analizzando solo il sistema packaging





# Il food waste come fattore da considerare nell'ecodesign

Risultati includendo il potential food waste



# Il food waste come fattore da considerare in un approccio di ecodesign

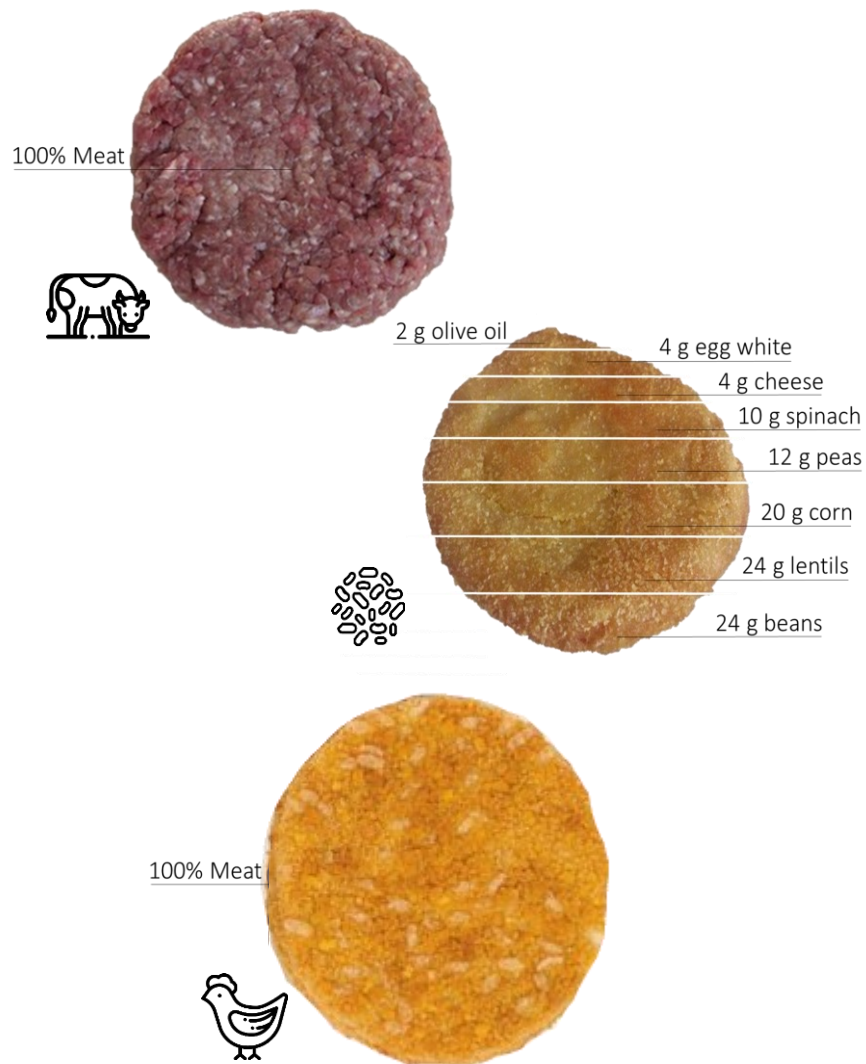
Il modello deve considerare diversi aspetti nell'analisi del ciclo di vita, dal **prodotto** all'**alimento** fino agli **scenari di fine vita**



L'LCA come strumento di **Ecodesign** permette di ottenere nello stesso momento **packaging che impattano meno** con elevate **performance tecniche**



## 2. L'unità funzionale nutrizionale come aspetto innovativo



### Gli obiettivi dello studio

1. Valutazione dell'impatto ambientale di un hamburger vegetale a base di legumi
  2. Confronto con l'impatto ambientale di un hamburger di manzo e di un hamburger di pollo
- ↓
3. Influenza sulla scelta di un prodotto e del suo valore nutrizionale



# L'unità funzionale nutrizionale come aspetto innovativo

## UNITA' FUNZIONALI

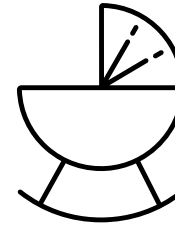
FU commerciale:

		
LEGUMI	MANZO	POLLO
80 g	100 g	100 g

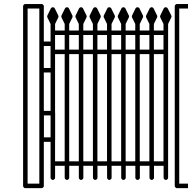
FU  
nutrizionale:

1 g di proteina  
1 g di PDCAAS  
(Protein Digestibility Correct Amino Acid Score)

## CONFINI DI SISTEMA



Dalla culla...  
(fase agricola)



... al cancello  
(prodotto finito  
al cancello  
aziendale)



il trasporto **non** è stato incluso

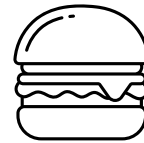


# L'unità funzionale nutrizionale come aspetto innovativo

**DATI  
PRIMARI**



Processo di produzione  
degli hamburger



Le ricette dei tre prodotti e l'energia consumata dai macchinari durante il processo produttivo sono stati forniti da Marratese s.r.l.

**DATI  
SECONDARI**



Produzione delle  
materie prime

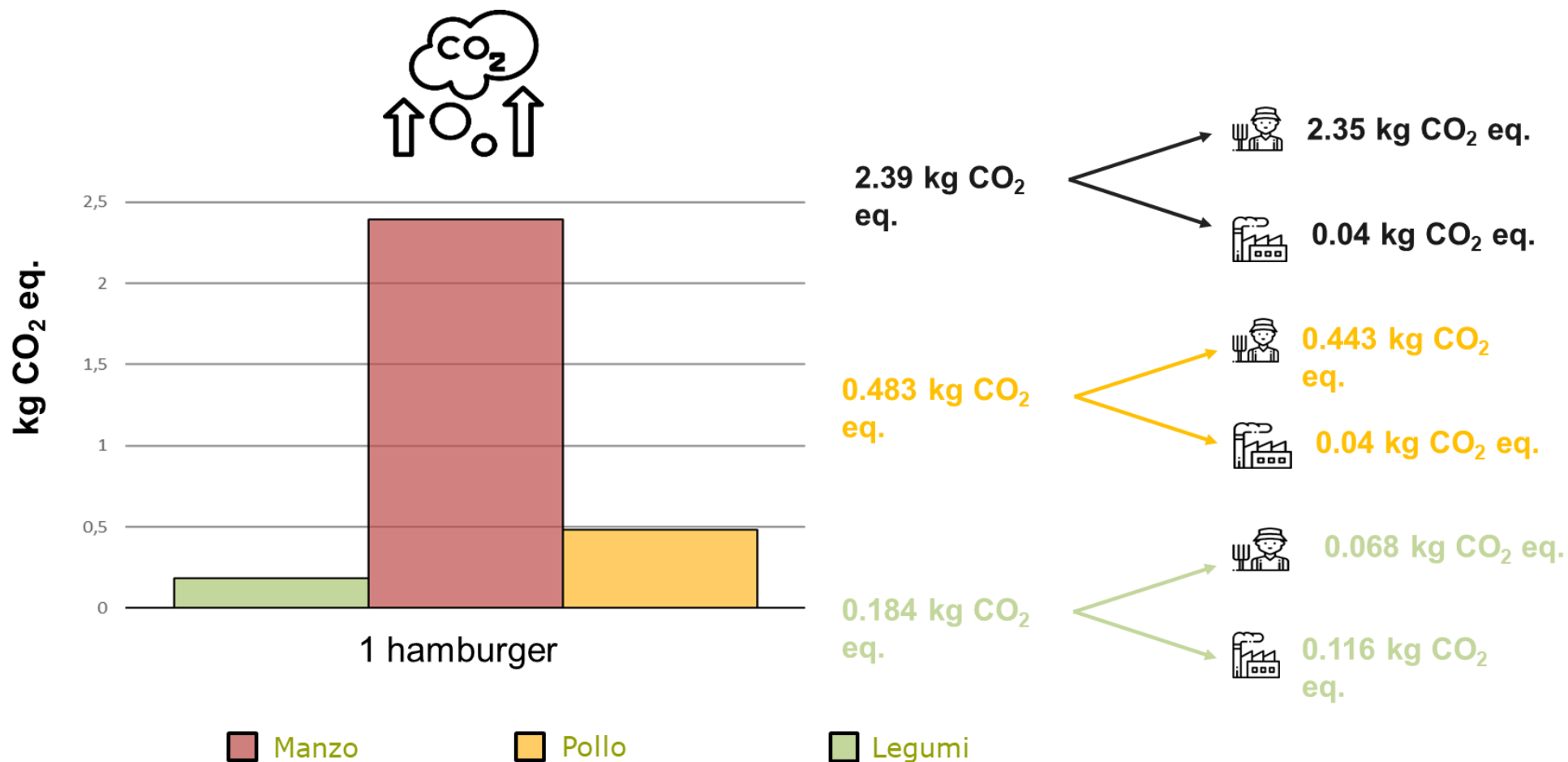


Dati ottenuti dalla letteratura e da database professionali (GaBi professional e Ecoinvent 3.5)



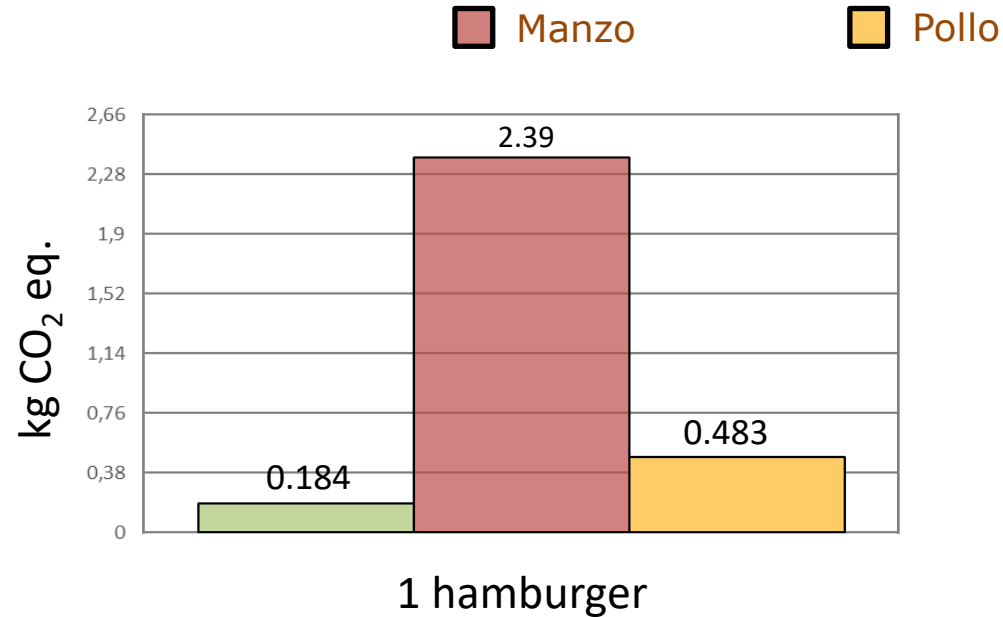
# L'unità funzionale nutrizionale come aspetto innovativo

Risultati analizzando solo il prodotto con unità funzionale commerciale



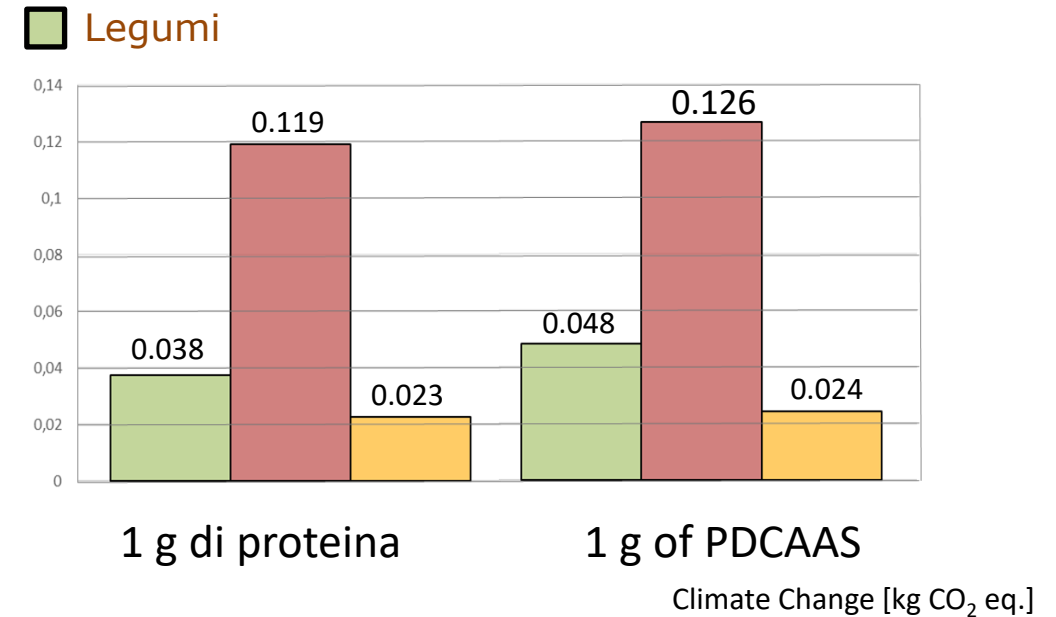
# L'unità funzionale nutrizionale come aspetto innovativo

Risultati analizzando il prodotto con unità funzionale nutrizionale



**ATTENZIONE!**

L'hamburger vegetale ha un contenuto di proteine più basso: 1/5 degli hamburger di carne



**ATTENZIONE!**

L'hamburger vegetale ha una più bassa percentuale di digeribilità: 77% rispetto al 95% degli hamburger di carne

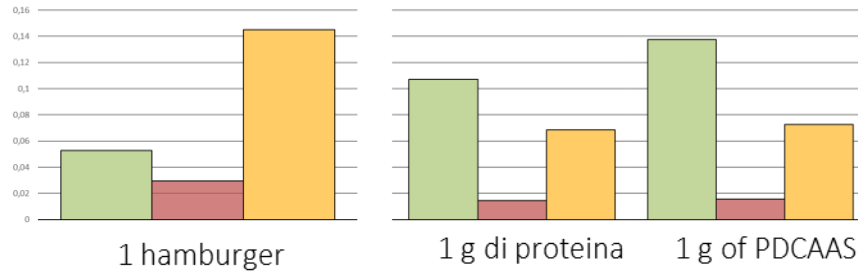


# L'unità funzionale nutrizionale come aspetto innovativo

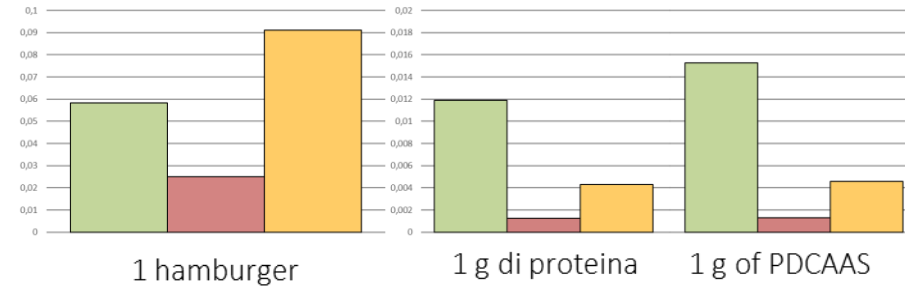
Risultati analizzando il prodotto con unità funzionale nutrizionale



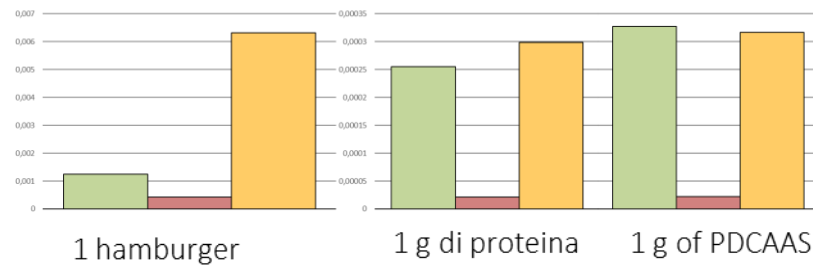
Tossicità umana, No-Cancer  
[kg 1,4-DB eq.]



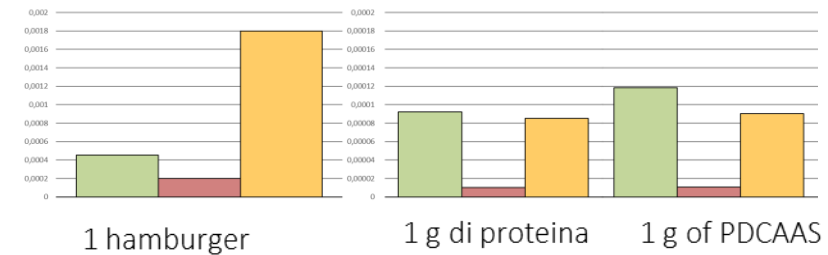
Consumo di fossile [kg oil eq.]



Ecotossicità dell'acqua dolce  
[kg 1,4-DB eq.]



Formazione di ozono,  
Ecosystems [kg NOx eq.]





# L'unità funzionale nutrizionale come aspetto innovativo

## Take home message

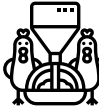
1. Il principale responsabile dell'impatto risulta essere la produzione delle materie prime:



✓ hamburger vegetale: uso di **fertilizzanti** e **pesticidi** e consumo di diesel per le operazioni in campo



✓ hamburger di manzo: **allevamento**



✓ hamburger di pollo: **allevamento intensivo**

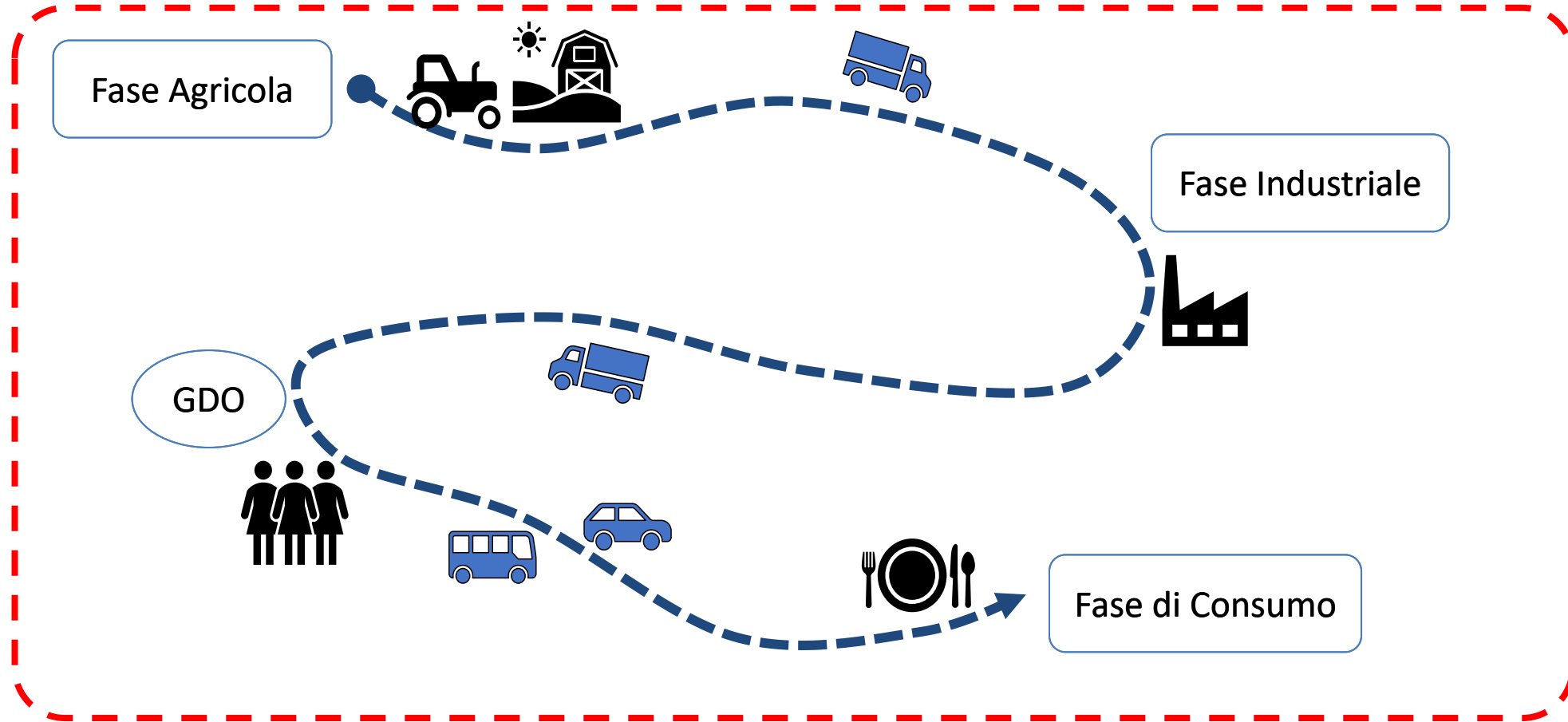
2. L'hamburger a base di legumi è la soluzione con la più piccola impronta carbonica, ma ...

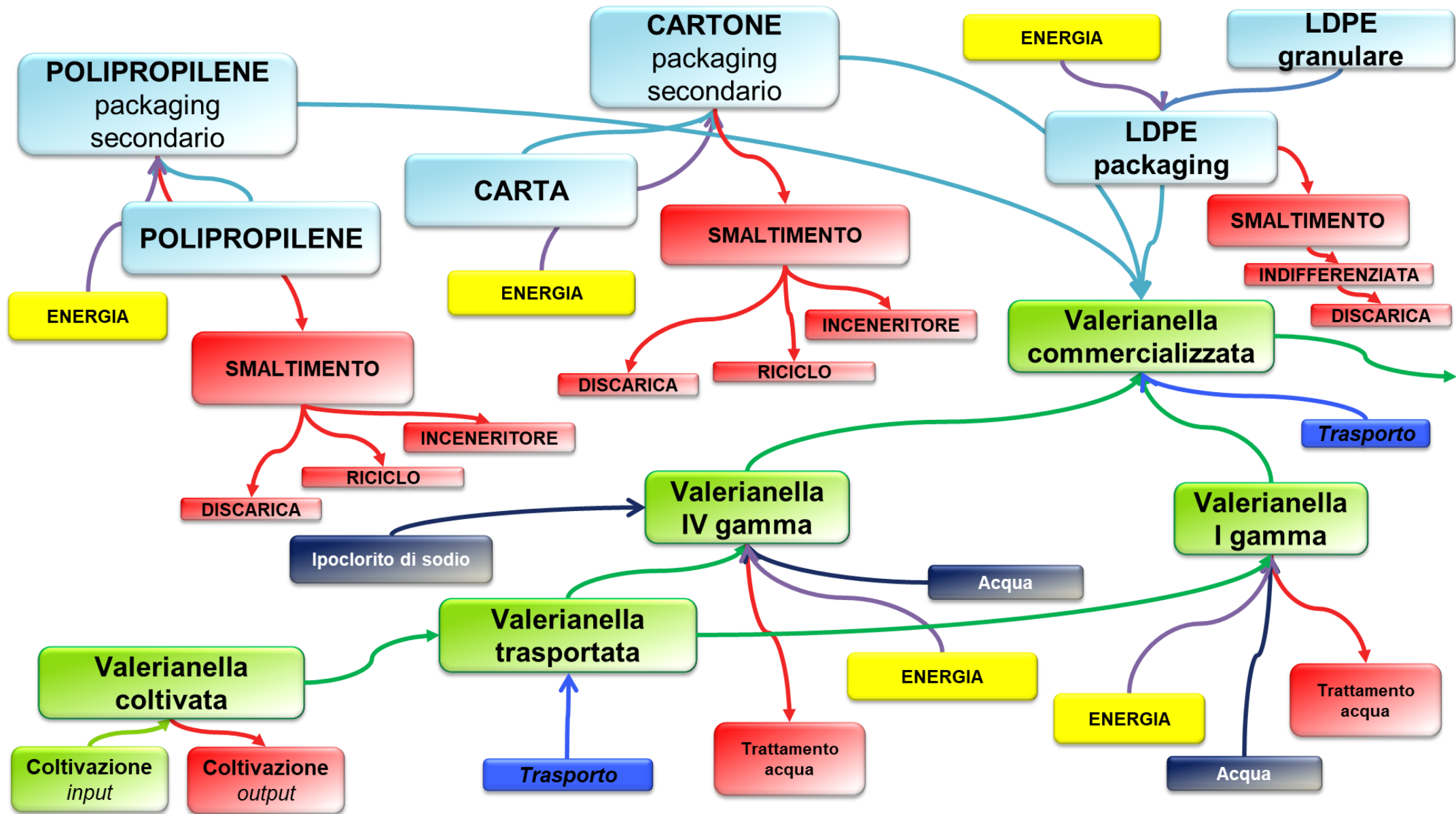
... dal punto di vista nutrizionale prendendo come unità funzionali 1 g di proteine e 1 g di PDCAAS, gli hamburger di carne si sono rilevati la soluzione migliore in quanto caratterizzati da un contenuto di proteine e una % di digeribilità più elevata



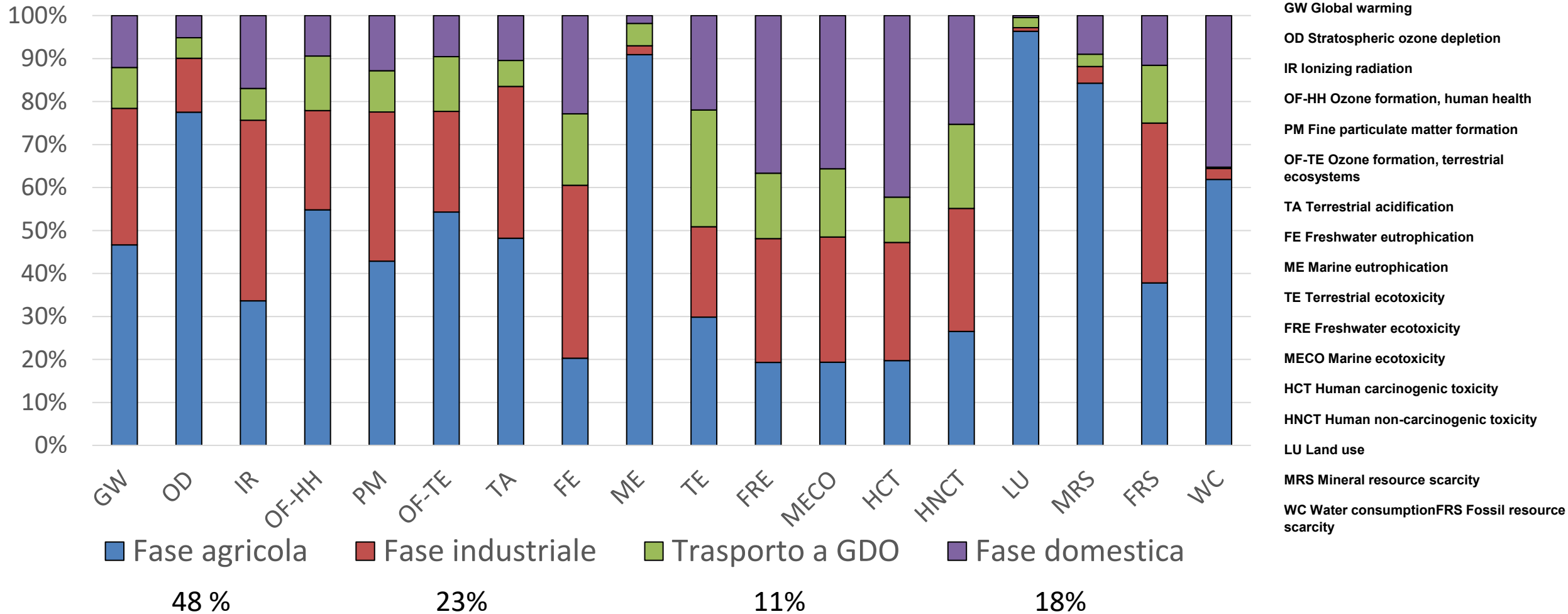
# 3. L'analisi di filiera come approccio di life cycle thinking

Confronto tra prima a quarta gamma con approccio from farm to fork

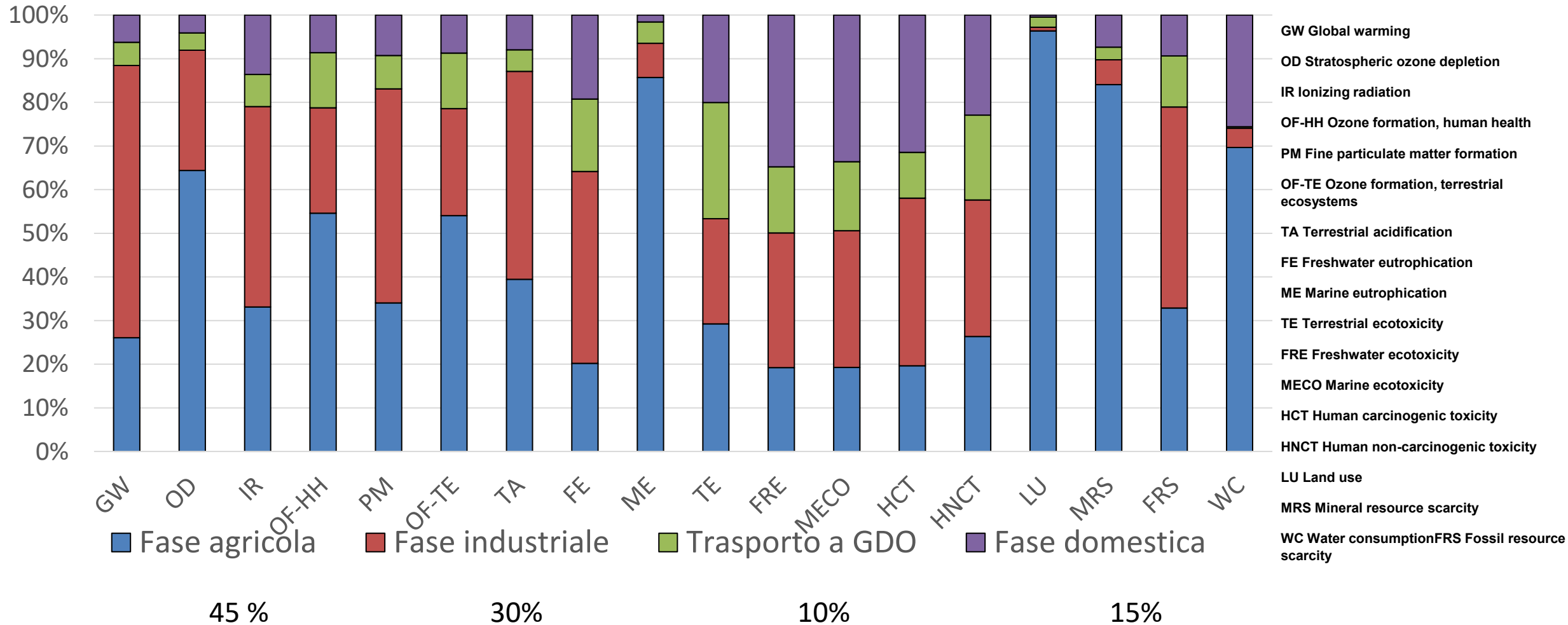




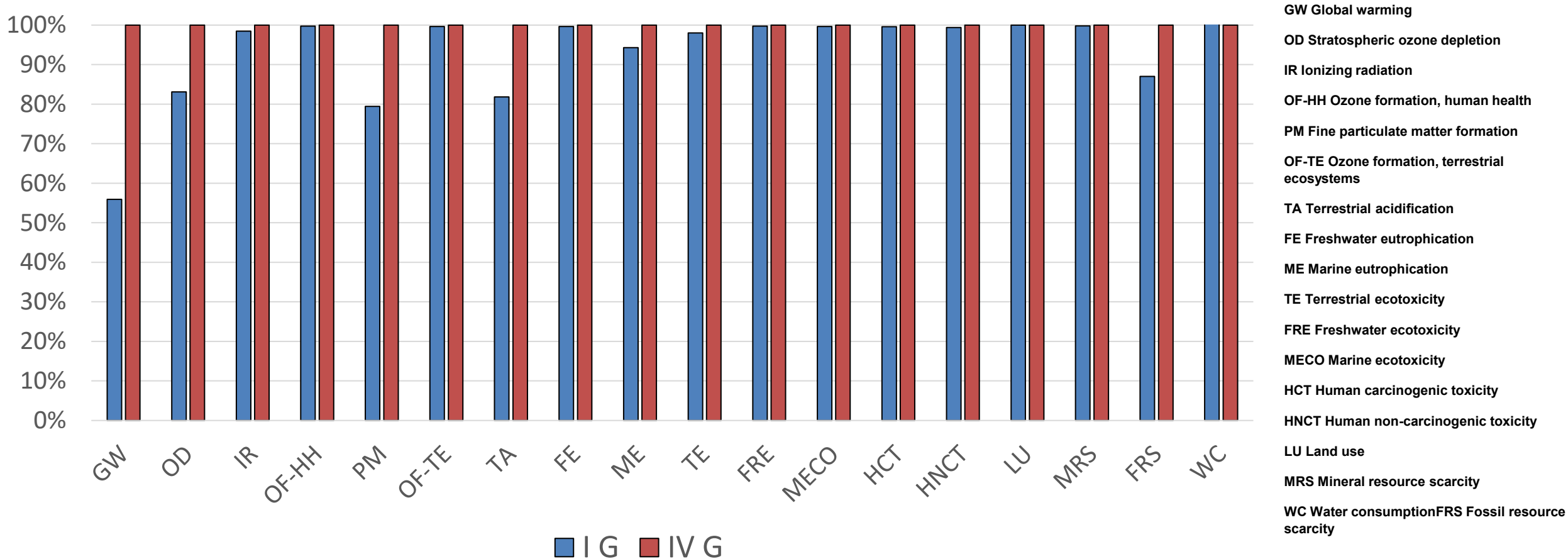
# Analisi dell'impatto ambientale dell'intero ciclo di vita di insalata di I gamma



# Analisi dell'impatto ambientale dell'intero ciclo di vita di insalata di IV gamma



# Confronto tra I e IV gamma



# ...per una busta da 130 g...

			Intera filiera	Consumatore	Consumatore virtuoso	Potenziale risparmio
I gamma	GW	g CO <sub>2</sub> eq	183	22	22	
	WC	litri	40	14	14	
IV gamma	GW	g CO <sub>2</sub> eq	327	20	17	-2%
	WC	litri	36	9	0.3	-25%



1 tazza di caffè

= 21 g CO<sub>2</sub>eq

= 130 litri



3,5 km  
auto diesel

= 327 g CO<sub>2</sub>eq





- **QUESTIONARIO**

50% consuma insalata dopo data di scadenza, maggiori scarti  
Mancanza di fiducia, 60% lavaggio di IV gamma

- **FASE DI CONSUMO**

Analisi delle abitudini del consumatore  
Consumo oltre la scadenza implica maggiori costi ambientali di  
conservazione e scarto, ha un costo ambientale

- **INTERA FILIERA**

L'abitudine del consumatore pesa:  
I gamma **12% GW 35% WC** situazione ideale inalterata  
IV gamma **6% GW 25% WC** situazione ideale **5% GW 1% WC**

**Comportamento più virtuoso del consumatore**  
**Sensibilizzazione del consumatore**





# CONCLUSIONI

La metodologia del Life Cycle Assessment rappresenta ad oggi lo strumento più evoluto per valutare le scelte produttive dal punto di vista ambientale.

Il metodo, seppur normato, presenta alcune zone d'ombra che richiedono professionalità e chiarezza negli obiettivi che si vogliono raggiungere.

Le applicazioni possono essere variegata e contribuiscono a valutare il vero impatto ambientale delle produzioni al fine di ottimizzare le scelte di ecodesign





**GRAZIE A TUTTI PER L'ATTENZIONE!**



Life Cycle Assessment in AgriFood Chains

**Riccardo Guidetti: [riccardo.guidetti@unimi.it](mailto:riccardo.guidetti@unimi.it)**



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE  
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,  
TERRITORIO, AGROENERGIA

Riccardo Guidetti  
[riccardo.guidetti@unimi.it](mailto:riccardo.guidetti@unimi.it)