



Life Cycle Assessment di un processo di coltivazione del frumento



Matteo Fossa





Premesse allo studio

- Per permettere la vita dell'uomo è necessaria l'agricoltura.
- Non tutti gli uomini riescono ad alimentarsi: la responsabilità è del clima che non permette certe coltivazioni o dell'uomo che non vuole organizzarsi per alimentare tutti i suoi fratelli?
- Tuttavia l'agricoltura produce un danno ambientale perché riduce la *biodiversità* e perché immette nell'ambiente *sostanze nocive* per l'uomo e per la salute dell'ambiente.
- Lo studio misura il danno prodotto da una coltivazione integrata di frumento.



Premesse allo studio

- Per permettere la
- Non tutti gli uomini del clima che noi non vuole organizzare
- Tuttavia l'agricoltura la *biodiversità* e per l'uomo e per
- Lo studio misura il danno prodotto da una coltivazione integrata di frumento.

Frumento



ria l'agricoltura.

si: la responsabilità è
ioni o dell'uomo che
suoi fratelli?

orientale perché riduce
ente *sostanze nocive*



Obiettivo e campo di applicazione

- *Obiettivo dello studio* è la valutazione ambientale del danno dovuto alla produzione del frumento.
- *La funzione del sistema* è alimentare.
- Produzione: Azienda agricola di Navicello di Modena.
- **Unità Funzionale: 6090 kg di frumento in 1 ha.** Il modello LCA scelto è quello multi-output dove il prodotto è il frumento e il coprodotto è la paglia.
- **I confini del sistema vanno dalla lavorazione del terreno al conferimento del frumento ai contoterzisti.** La paglia viene interrata durante l'aratura eseguita per la coltivazione della barbabietola.
- Qualità dei dati: I dati sono primari, quando non disponibili sono stati usati dati secondari ottenuti dalle banche dati Ecoinvent v3 e LCA_databaseUNIMORE.
- Metodi di valutazione: IMPACT 2002+ modificato, ReCiPe, EPS 2000.



Emissioni dei principi attivi presenti nei fitofarmaci

Metodo Mackay per il calcolo della fugacità

CAPACITA' DI FUGACITA'

Emissioni in aria

$$Z1 = 1/(R \cdot T)$$

Emissioni in acqua

$$Z2 = 1/H$$

Emissioni nel suolo

$$Z3 = \frac{Z2 \cdot \rho \cdot K_{oc} \cdot \phi_3}{1000}$$

Emissioni nei sedimenti

$$Z4 = \frac{Z2 \cdot \rho \cdot K_{oc} \cdot \phi_4}{1000}$$

Emissioni nei sedimenti sospesi

$$Z5 = \frac{Z2 \cdot \rho \cdot K_{oc} \cdot \phi_5}{1000}$$

Emissioni nel biota

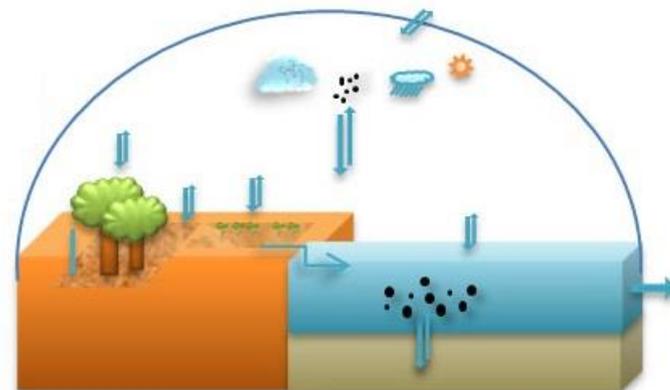
$$Z6 = \frac{Z2 \cdot \rho \cdot K_{ow} \cdot L}{1000}$$

rappresenta la tendenza di una molecola a "fuggire" dal proprio compartimento per andare verso un compartimento ambientale
FUGACITA'
 $f = \frac{n_{\text{moli } i}}{\sum Z_i \cdot V_i}$ è più affine.

$$n_{\text{moli } i} = Z_i \cdot V_i \cdot f$$

Frazione molare $i =$

$$\frac{n_{\text{moli } i}}{n_{\text{moli tot}}}$$





I metalli pesanti in acqua e suolo

mercurio, cromo, rame, piombo, cadmio, zinco e nichel

Emissioni in acqua: lisciviazione ed erosione

Ecoinvent

$$M_{\text{leach } i} = m_{\text{leach } i} * A_i$$

i: Hg, Cr, Cu, Pb, Cd, Zn, Ni

$$M_{\text{erosion } i} = c_{\text{tot } i} * B * a * f_{\text{erosion}} * A_i$$

$$A_i = M_{\text{agro } i} / (M_{\text{agro } i} + M_{\text{deposition}})$$

$M_{\text{agro } i}$ = input tot dei metalli pesanti da produzione agricola (fertilizzanti+semi+pesticidi)

$M_{\text{deposition}}$ = input tot dei metalli pesanti immessi da deposizione atmosferica

Emissioni nel suolo: deposizione atm e fertilizzati, pesticidi, semi

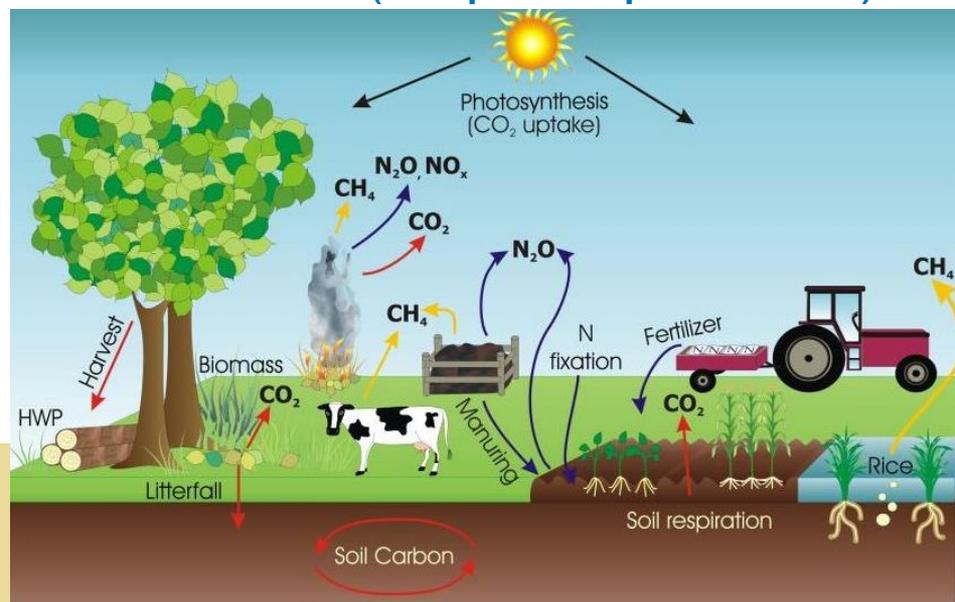
- $\Sigma \text{ inputs }_i$ = input nel suolo (fertilizzati, pesticidi, semi e deposizione)
- $\Sigma \text{ outputs}_i$ = output dal suolo (biomassa esportata, lisciviazione ed erosione)

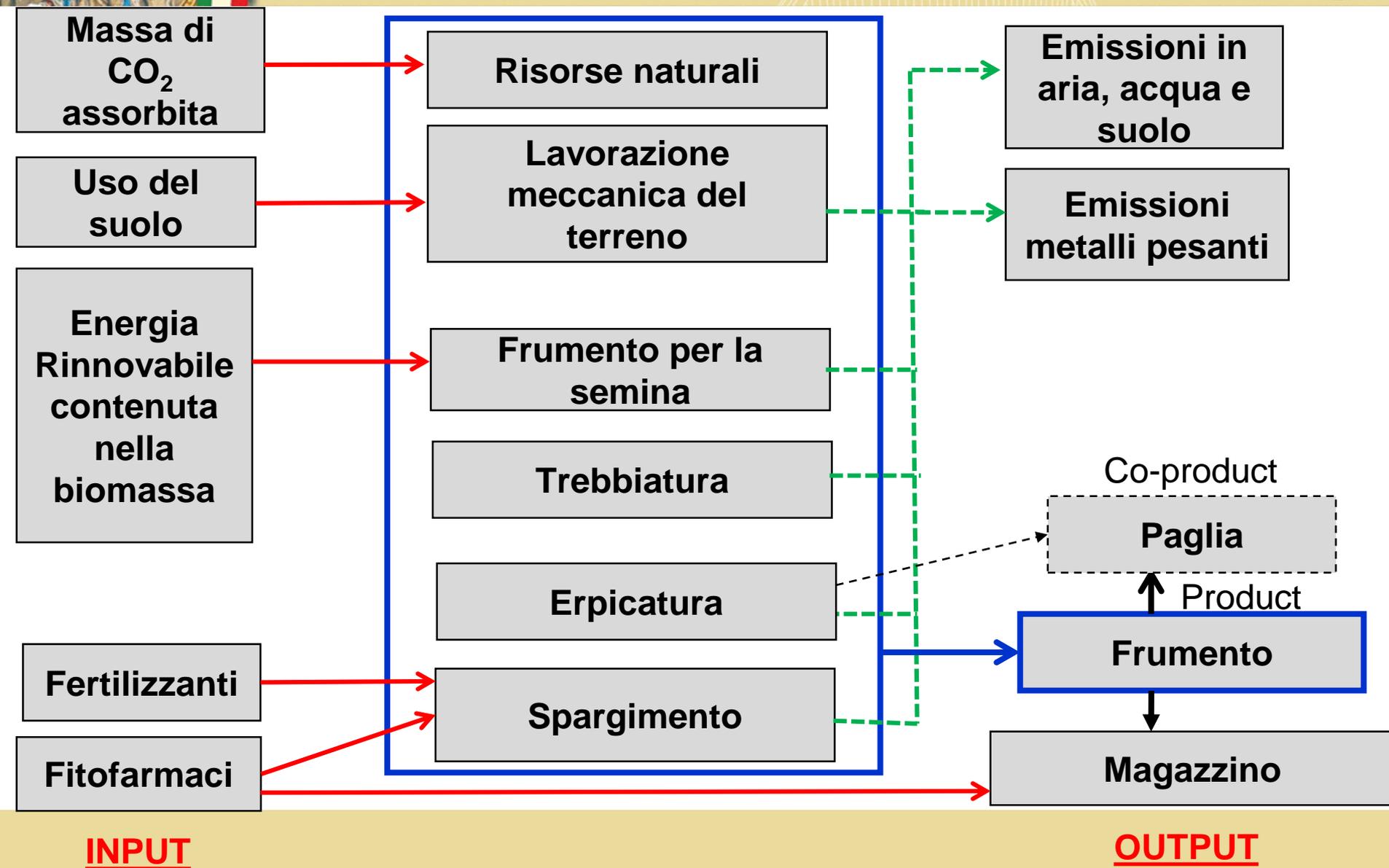
$$M_{\text{soil } i} = (\Sigma \text{ inputs }_i - \Sigma \text{ outputs}_i) * A_i$$



Emissioni in acqua e in aria provenienti dai *Ecoinvent* fertilizzanti

- $NH3_S = 17/14 * (-9.5 + 19.4 TAN + 1.1SD_m) * (0.0214 S + 0.358) * A_s$ (aria)
- $NH3_M = 17/14 * (0.787 TAN * M + 0.757) * 0.75 * A_M$ (aria)
- $P_{gw} = P * F$ (acqua falde)
- $P_{ro} = P_{rol} * F_{ro}$ (acqua superficiale)
- $P_{er} = 10000 * S_{er} * P_{cs} * F_r * F_{erv}$ (acqua superficiale)
- $N_2O = 44/28 * (0.0125(N_{acv} - 17/14 * NH_3 + N_{cr} + 0.6N_{bf}) + 0.01 * 14/17 * N_{H_3} + 0.025 * 14/62 * NO_3^-)$ (aria)
- $NO_x = 0.21 * N_2O$ (aria)
- $CO_2 \text{ fossil} = 1570g / kg \text{ Urea}$ (aria)

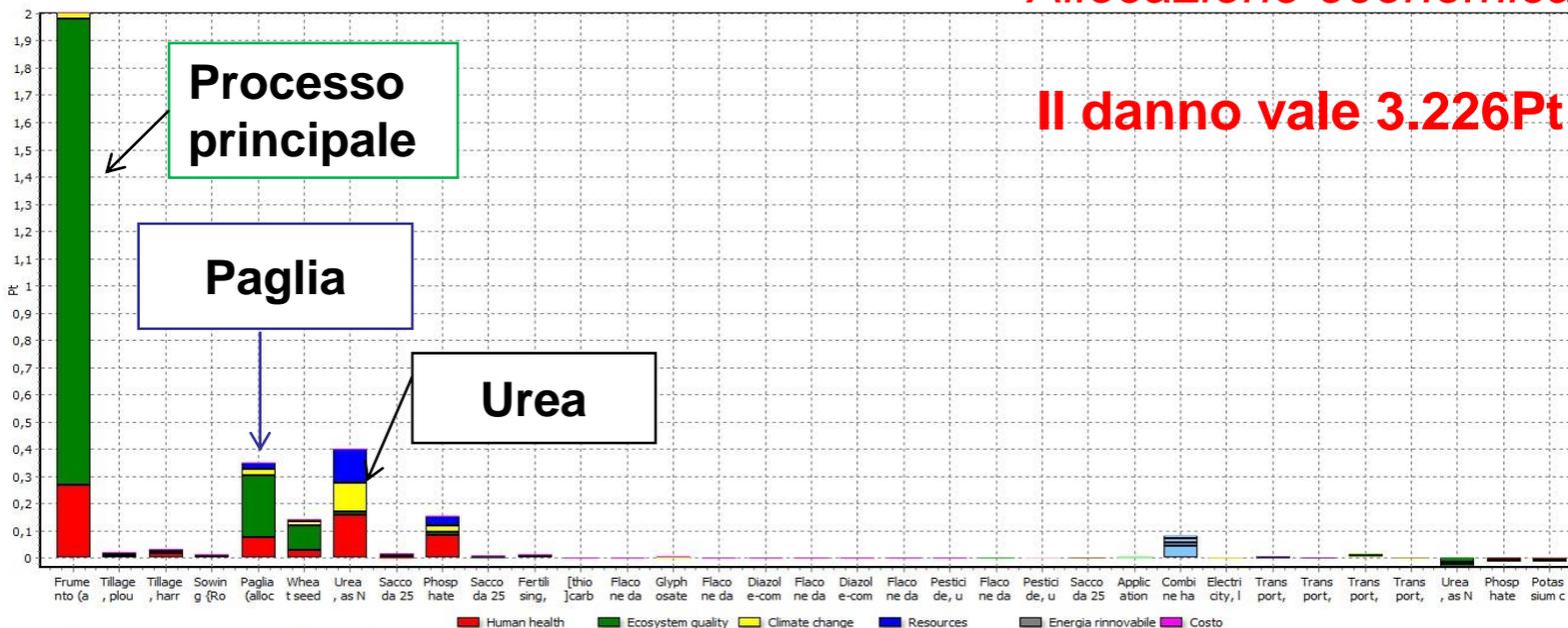






La valutazione del danno della coltivazione del frumento

Allocazione economica

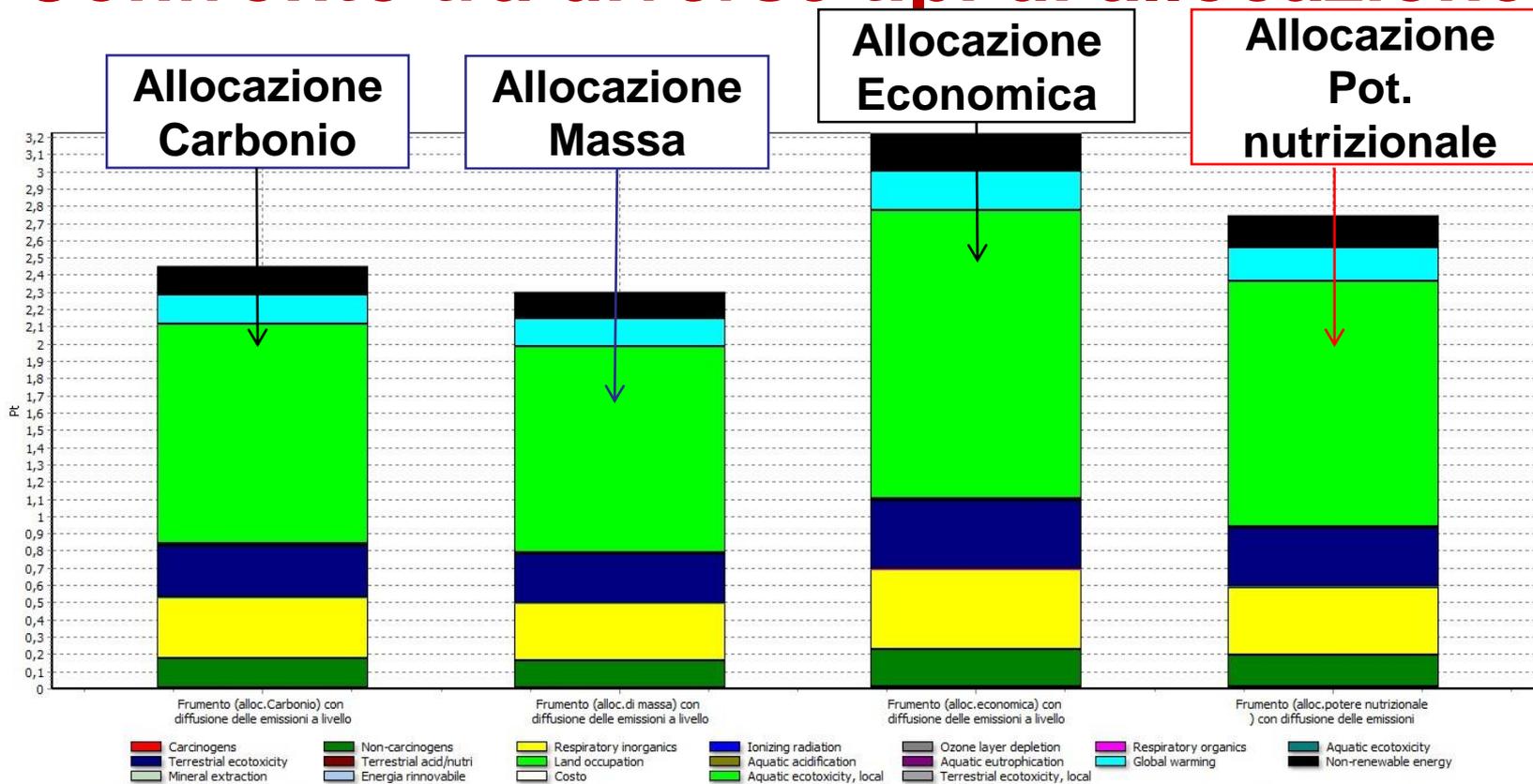


Il processo che produce il danno massimo è il processo stesso (emissioni e risorse dirette) per il 62.1%.

Danno	Categorie di danno	Sostanze
21.54%	Human health	Particulates <2.5µm in aria e Cadmium nel suolo
64.5%	Ecosystem quality	Transformation, to arable, non-irrigated
7.07%	Climate change	Dinitrogen monoxide
6.89%	Resources	Oil, crude



Confronto tra diverse tipi di allocazione

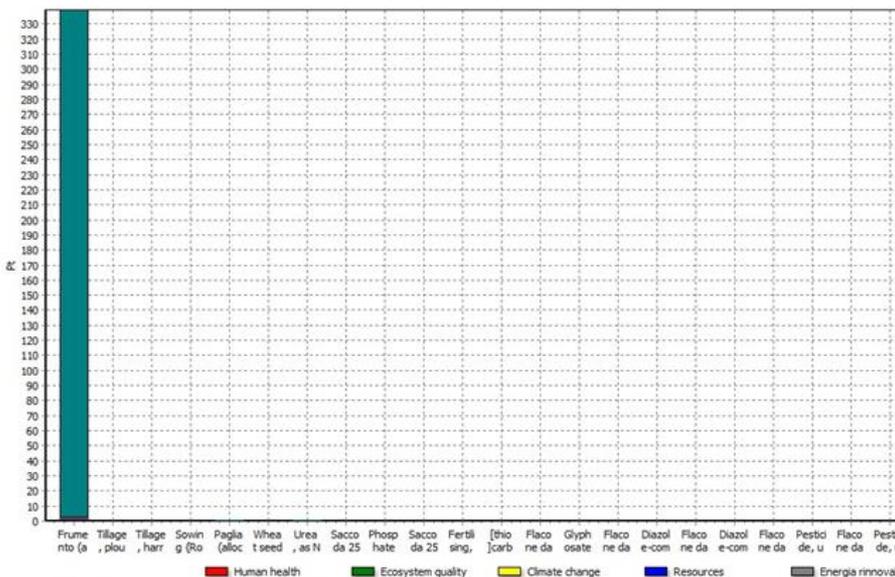


Comparing 6090 kg 'Frumento (alloc. Carbonio) con diffusione delle emissioni a livello continentale', 6090 kg 'Frumento (alloc. di massa) con diffusione delle emissioni a livello continentale', 6090 kg 'Frumento (alloc. economica) con diffusione delle emissioni a livello continentale' and 6090 kg 'Fr. Method: IMPACT 2002+060514 (da 080513) 091014 L.U.local V2.10 / IMPACT 2002+ / Single score

Il valore medio è prossimo all'allocazione con potere nutrizionale (2.75 Pt)



Il processo del frumento con l'emissione di *pirimicarb* con diffusione locale



Analysing 6090 kg Frumento (alloc.economica) con diffusione delle emissioni a livello locale;
Method: IMPACT 2002+060514 (da 080513) 091014.L.U.local V2.10 / IMPACT 2002+ / Single score

Metodo Mackay

Calcolo della concentrazione dell'emissione su superficie europea: C_E

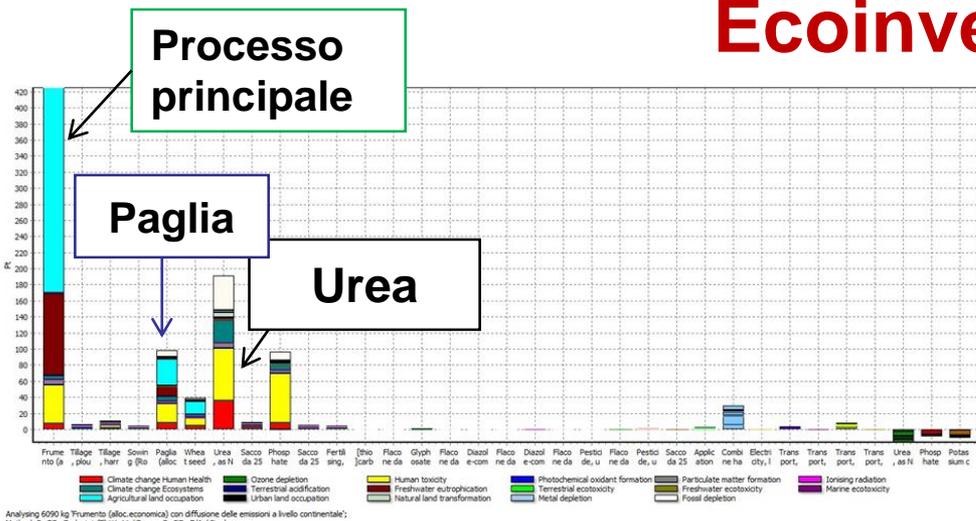
Calcolo della concentrazione dell'emissione nell'Unità di mondo del metodo Mackay (1km^2): C_L

$$FC_{\text{local}} = FC_{\text{IMPACT2002+}} / C_E * C_L$$

- Il danno dovuto all'emissione locale di *pirimicarb* in **Ecosystem quality, local** vale 337.42 Pt.
- Nella diffusione continentale il *pirimicarb* in **Ecosystem quality** di $4.49\text{E}-3$ Pt.



Il calcolo con ReCiPe e il confronto con la banca dati Ecoinvent v3

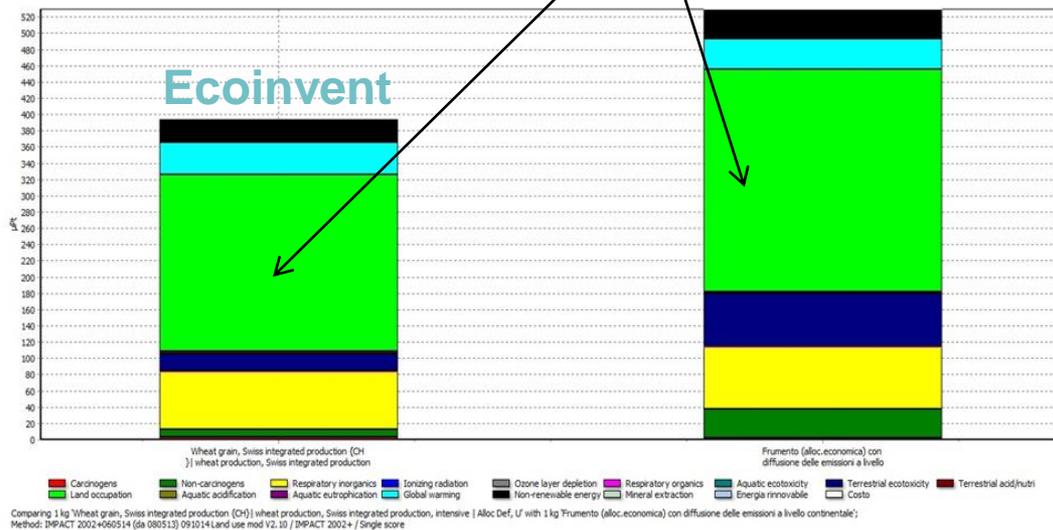


Il calcolo con ReCiPe endpoint E/A
Risultati simili a quelli di IMPACT 2002+

Land occupation

Il confronto con Ecoinvent

La differenza massima si ha nella categoria **Land occupation** a causa della produzione minore di frumento nella coltivazione di Modena rispetto quelle medie rappresentate dalla banca dati di Ecoinvent





I costi esterni e i costi interni della coltivazione del frumento

Metodo	Human health [ELU] €]	Ecosystem production capacity [ELU]	Abiotic stock resource [ELU]	Biodiversity [ELU]	Climate change €]	Totale €]
			Resources €]	Ecosystem quality €]		
EPS 2000	728,66	-5,6319	2417,6	25,905	/	3166,5
IMPACT 2002+	153,48	/	702,96	130,84	17,647	1004,9
Costo interno						1653,4



Considerazioni conclusive

- Il danno dovuto al frumento dipende soprattutto dalle emissioni dei fertilizzanti e dai fitofarmaci e riguarda in particolare **Ecosystem quality** e **Human Health**.
- L'**allocazione economica** fornisce il danno massimo mentre quella di massa il danno minimo. L'allocazione in base al potere nutrizionale presenta il danno medio.
- Il pirimicarb produce un danno di **337.42 Pt** con una diffusione locale e un impatto di **4.5E-3 Pt** considerando una diffusione continentale.
- Dal confronto con un processo di banca dati che considera la produzione integrata e intensiva, si trova che questa produce un danno inferiore del **25.44%** a quello del processo creato con il presente studio e che le differenze maggiori si hanno nella categoria **Land occupation** a causa della produzione minore di frumento nella coltivazione di Modena.
- Il costo interno vale **1653.44€** ed è circa la metà del costo esterno secondo EPS e una volta e mezzo il costo esterno secondo IMPACT 2002+.



Grazie per l'attenzione

