



SMART WUE

Impatto ambientale del mais considerando diversi sistemi irrigui

Filippo Vigo, Jacopo Bacenetti

Dipartimento di Scienze e Politiche
Ambientali

Università degli Studi di Milano

filippo.vigo@unimi.it



PSR
2014 2020
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTERADICI



Regione
Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

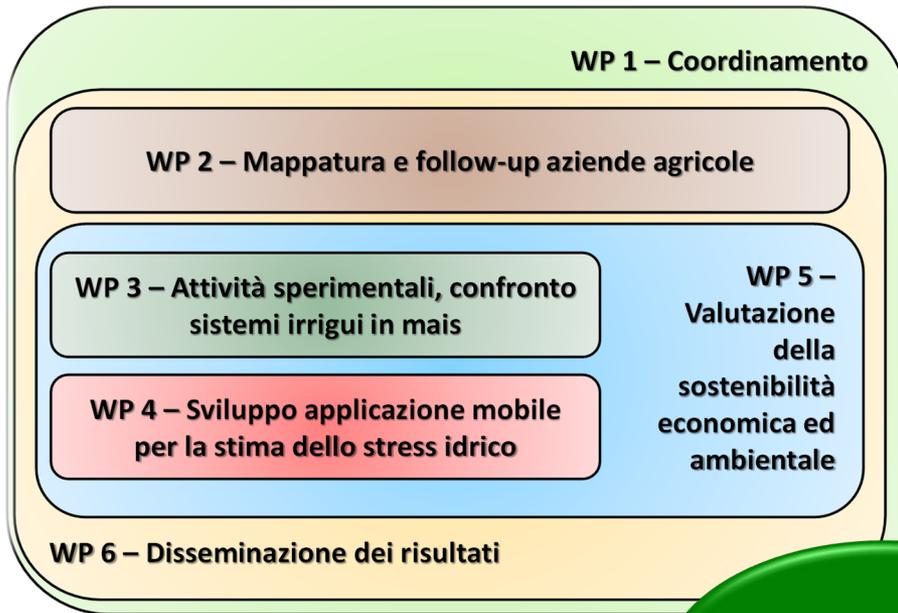
Iniziativa realizzata nell'ambito del progetto SMART WUE, cofinanziato dal FEASR.

Operazione 16.2.01 "Progetti pilota e sviluppo dell'innovazione" del Programma di Sviluppo Rurale 2014 – 2020 della Regione Lombardia.

Capofila del partenariato è Distretto della Filiera Cerealicola Lombarda, realizzato in collaborazione con CO.P.R.A., COMAB, Società Cooperativa Agricola, UNIMI-ESP e Agricola2000.

Autorità di gestione del Programma: Regione Lombardia.

IL PROGETTO IN BREVE



PILLOLE DI LCA

FASI

LCA

È una metodologia utilizzata per valutare il potenziale impatto ambientale di un prodotto, di un processo o di un'attività durante tutto il suo ciclo di vita.

ISO

ISO 14040: Fornisce i principi generali della metodologia LCA.

ISO 14044: Offre le linee guida pratiche per applicare l'LCA.

1

Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione (confini e unità funzionale).

2

Analisi dell'inventario (LCI): finalizzata al reperimento dei dati necessari relativamente a input e output del sistema.

3

Valutazione degli impatti (LCIA): conversione e aggregazione dei dati di inventario in un numero limitato di indici sintetici numerici.

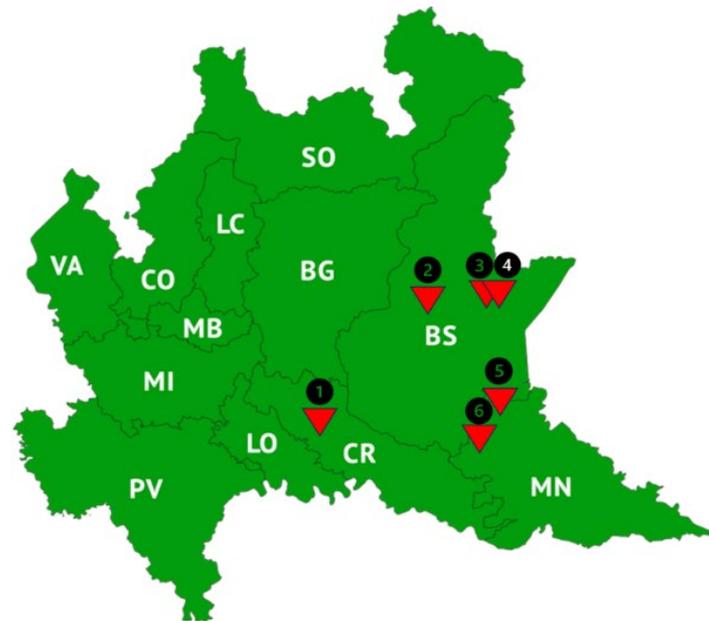
4

Interpretazione dei risultati e definizione di potenziali azioni di miglioramento.

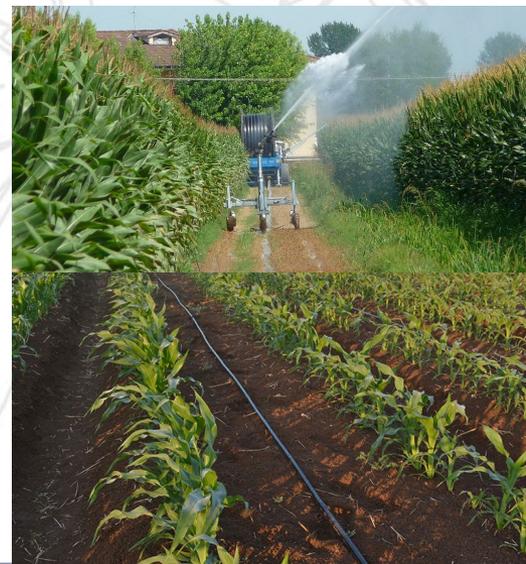


SCOPO

Valutare il potenziale impatto ambientale ed economico della produzione di una tonnellata di prodotto considerando quattro sistemi irrigui differenti, attraverso la valutazione LCA.



1. Az. Agricola Gritti Piergianni, Lograto (BS) → PIVOT
2. La Serenissima Soc. Agricola Coop., Calcinato (BS) → SCORRIMENTO
3. Bellandi Roberto e Adriano, Calcinato (BS) → MICROIRRIGAZIONE
4. Az. Agricola Spagnoli Italo, Castel Goffredo (MN) → MICROIRRIGAZIONE
5. Az. Agricola Casanuova, Asola (MN) → ROTOLONE
6. Cascina Barosi di Rospigliosi, Annicco (CR) → PIVOT



UNITÀ FUNZIONALE, CONFINI DEL SISTEMA e DATI DI INVENTARIO

Unità funzionale:

mass-based FU, 1 ton di prodotto



Confini del sistema:

«from cradle to farm gate»



Dati di inventario:

- **Dati primari:** interviste con questionario (pratiche colturali, quantità dei fattori produttivi ecc.)
- **Dati secondari:** modelli di stima (emissioni di fertilizzanti e concimi, consumo di gasolio e olio di lubrificazione; Databases Ecoinvent®)



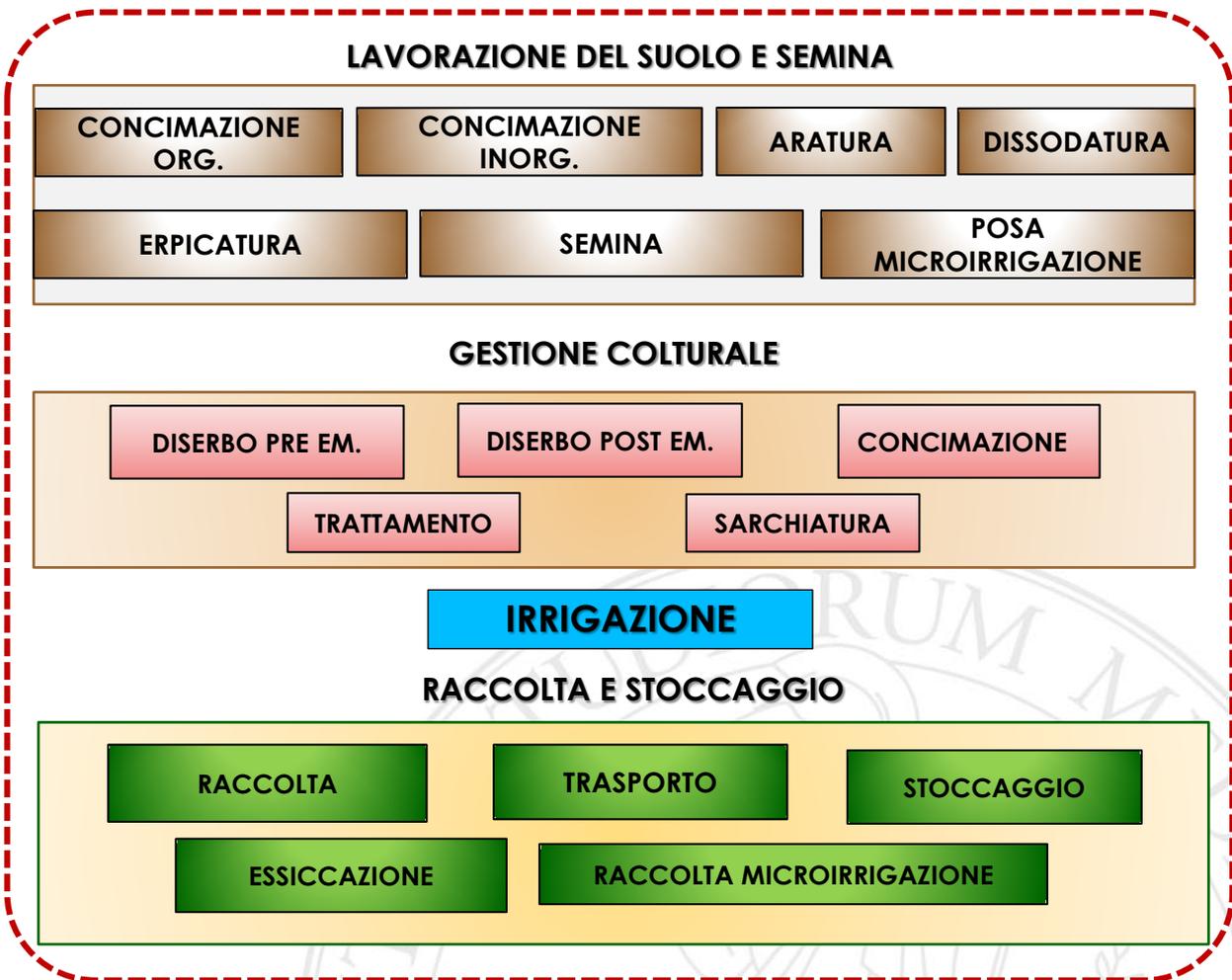
DATI PRIMARI

Interviste dirette agli agricoltori delle sei aziende mediante questionari.



Operazioni colturali, parco macchine, velocità di avanzamento, larghezze di lavoro, consumi gasolio e fattori produttivi, resa.

Input
 Combustibili fossili, lubrificanti, fertilizzanti, concimi, fitofarmaci, sementi, elettricità



EMISSIONI NEL SUOLO, NELL'ACQUA E NELL'ARIA



Metodo irriguo	Prodotto ottenuto	Resa (t/ha)
Pivot	Granella (biologico)	12.42
Scorrimento	Trinciato integrale	46.65
Microirrigazione	Pastone integrale	25.12
Microirrigazione	Pastone di granella	12.05
Rotolone	Pastone integrale	16.09



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO



FILIPPO VIGO
 Università degli Studi di Milano
 DIPT. DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI

DATI DI INVENTARIO – SISTEMI IRRIGUI



Microirrigazione	Azienda	Sistema irriguo	Numero interventi	Macchina - peso a vuoto (kg)	Consumi	Pivot
	1	PIVOT	6	Valley - 7000	EE da fotovoltaico	
	2	SCORRIMENTO	6	Veneroni Pompe 35 cm - 580	Diesel 15 l/h	
	3	MICROIRRIGAZIONE	15	-	EE da fotovoltaico	
	4	MICROIRRIGAZIONE	5	-	Diesel 10 l/h	
Scorrimento	5	ROTOLONE	5	Casella Macchine Agricole	Diesel 17 l/h	Rotolone



DATI SECONDARI: emissioni legate alla fertilizzazione

Sono state stimate le emissioni derivanti dal processo di concimazione mediante il modello di *Brentrup et al. 2000*

LETAME

Quantità e tipologia di sostanza organica e fertilizzanti minerali introdotti nel suolo

- Mese e temperatura media al momento della distribuzione
- Tempo che intercorre tra spandimento e interramento
- Caratteristiche pedologiche terreno
- Precipitazioni estive ed autunnali
- Contenuto di azoto e fosforo nei fertilizzanti organici e minerali



LIQUAME - SEPARATO LIQUIDO da biogas

Azienda	Prot. di azoto kg _{N20} /ha	Nitrato kg _{NO3} /haY	Fosfato kg _{PO4} /haY	Ammoniaca kg _{NH4} /ha
1 - pivot	4.39	595.83	3.34	26.77
2 - scorrimento	10.47	1932.10	5.26	56.38
3 - microirr.	14.00	2721.32	6.78	64.64
4 - microirr.	8.11	1375.34	3.72	64.24
5 - rotolone	7.87	1593.56	4.52	36.05



UREA



VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI



CATEGORIE D'IMPATTO

1. Acidificazione A
2. Cambiamento climatico CC
3. Ecotossicità delle acque dolci FEx
4. Formazione particolato PM
5. Eutrofizzazione marina ME
6. Eutrofizzazione delle acque dolci FE
7. Eutrofizzazione terrestre TE
8. Tossicità umana – cancerogena HT-c
9. Tossicità umana – non cancerogena HT-nc
10. Uso del suolo LU
11. Assottigliamento dello strato d'ozono OD
12. Formazione fotochimica ozono POF
13. Uso delle risorse fossili FRU
14. Uso delle risorse minerali e metalli MMRU
15. Uso dell'acqua WU



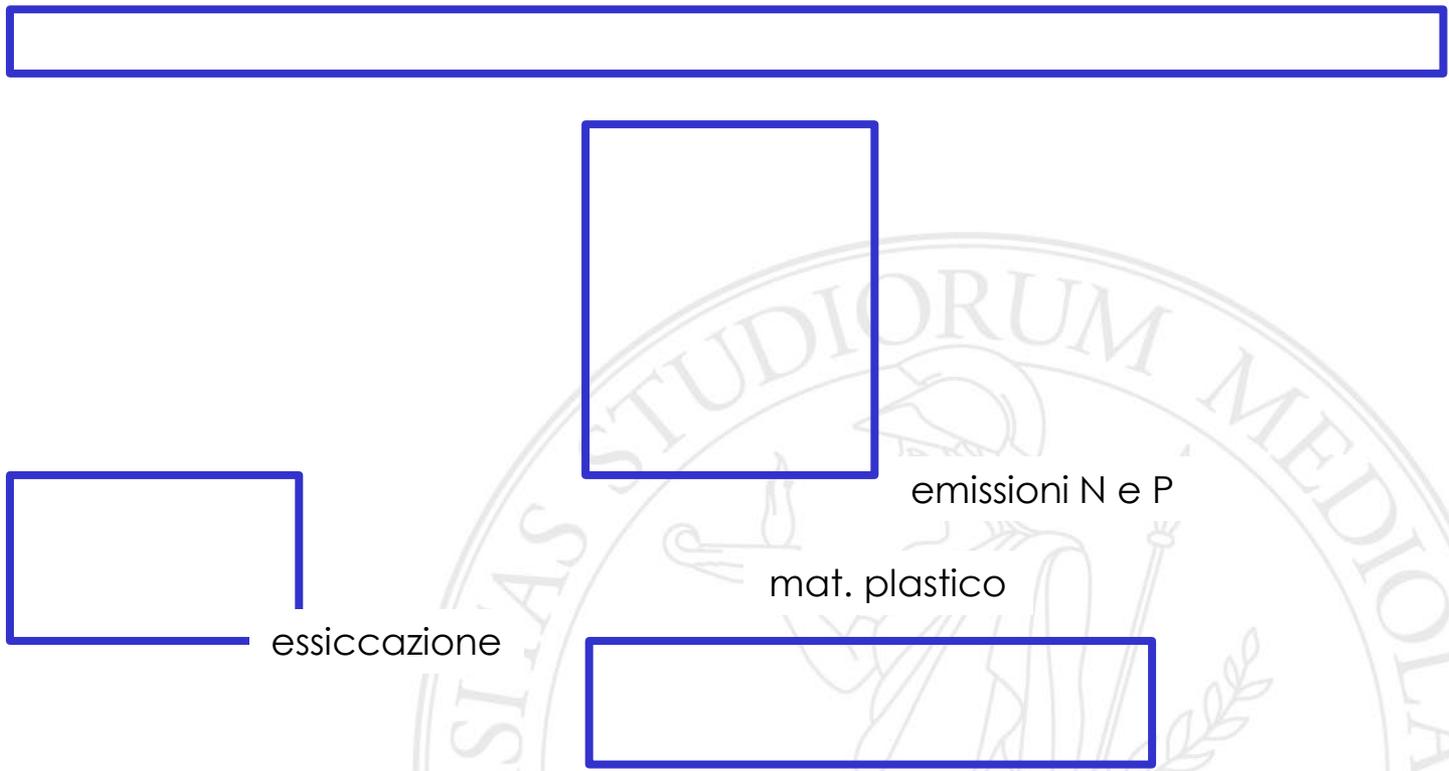
RISULTATI: VALORI ASSOLUTI, TONNELLATA DI PRODOTTO

	Unità di misura	Pivot	Scorrimento	Microirrigazione	Microirrigazione	Rotolone
		Granella Bio	Trinciato int.	Pastone int.	Pastone granella	Pastone int.
Resa	t/ha	12.42	46.65	25.12	12.05	16.09
A	mol H+ eq	8.85	3.94	9.51	18.53	7.55
CC	kg CO2 eq	462.11	114.11	426.96	626.28	278.78
FEx	CTUe	1185.63	335.41	1307.15	2105.43	762.76
PM	disease inc./10 ⁶	54.05	26.87	64.68	128.83	51.14
ME	kg N eq	11.89	I risultati sono influenzati principalmente dalla resa		27.03	22.88
FE	kg P eq	0.14			0.18	0.11
TE	mol N eq	37.92	17.35	38.35	79.65	33.14
HT-c	CTUh/10 ⁶	0.11	0.02	0.27	0.26	0.05
HT-nc	CTUh/10 ⁶	0.53	0.24	10.31	6.94	0.65
LU	Pt	18227.38	156.16	993.53	1196.76	473.46
OD	mg CFC11 eq	58.73	2.39	7.10	12.96	5.97
POF	kg NMVOC eq	2.57	0.33	1.21	2.53	0.91
FRU	MJ	5222.52	659.72	4566.94	6329.12	1811.96
MMRU	g Sb eq	2.72	0.26	9.90	6.44	0.72
WU	m ³ depriv.	8492.55	4265.67	4612.73	9684.91	7047.65

Acidificazione A; Cambiamento climatico CC; Ecotossicità delle acque dolci FEx; Formazione particolato PM; Eutrofizzazione marina ME; Eutrofizzazione delle acque dolci FE; Eutrofizzazione terrestre TE; Tossicità umana – non cancerogena HT-nc; Tossicità umana – cancerogena HT-c; Uso del suolo LU; Assottigliamento strato d'ozono OD; Formazione fotochimica d'ozono POF; Uso delle risorse fossili FRU; Uso delle risorse minerali e metalli MMRU; Uso dell'acqua WU.



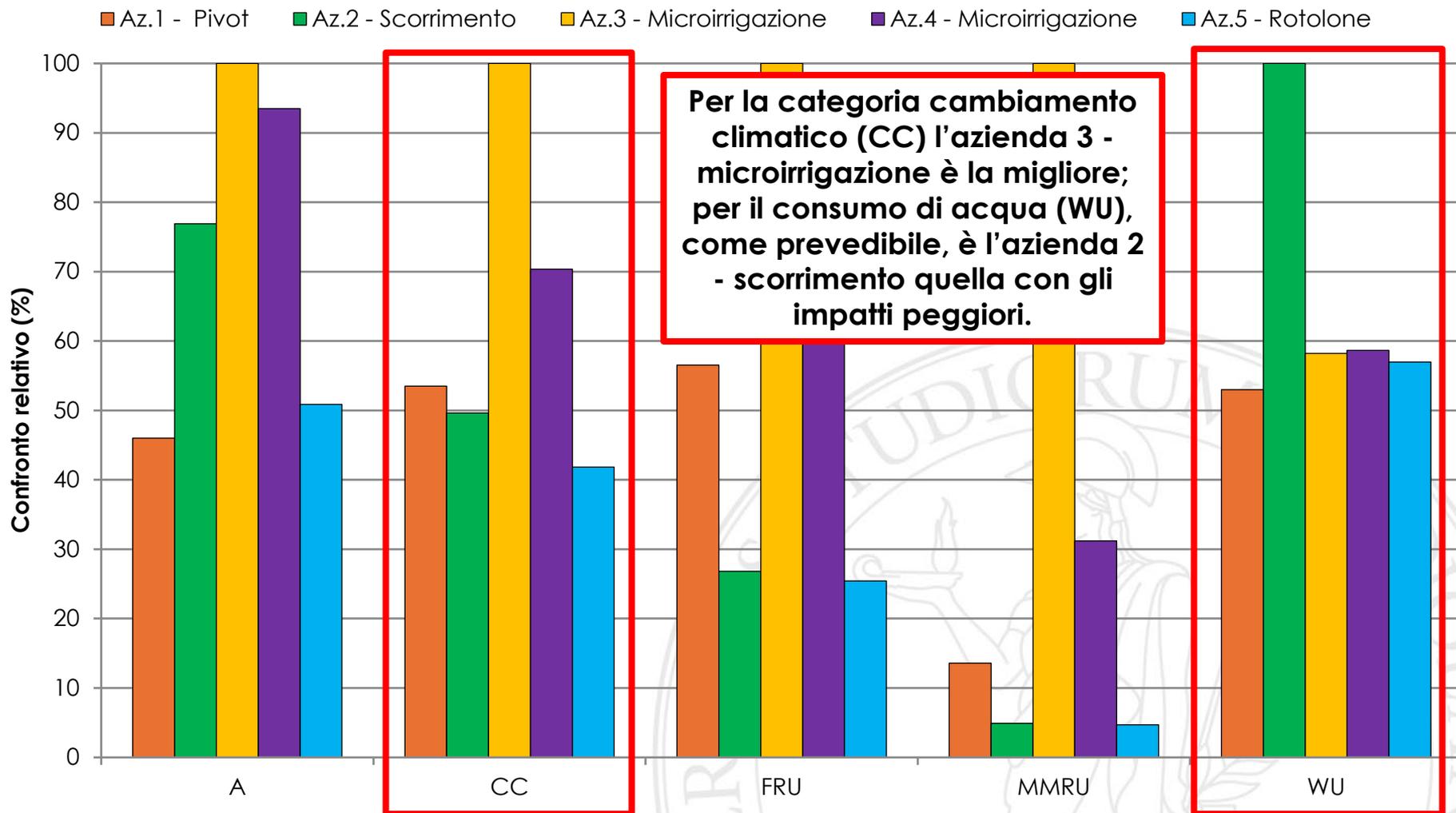
RISULTATI: VALORI ASSOLUTI, ETTARO



Acidificazione A; Cambiamento climatico CC; Ecotossicità delle acque dolci FEx; Formazione particolato PM; Eutrofizzazione marina ME; Eutrofizzazione delle acque dolci FE; Eutrofizzazione terrestre TE; Tossicità umana – non cancerogena HT-nc; Tossicità umana – cancerogena HT-c; Uso del suolo LU; Assottigliamento strato d'ozono OD; Formazione fotochimica d'ozono POF; Uso delle risorse fossili FRU, Uso delle risorse minerali e metalli MMRU; Uso dell'acqua WU.



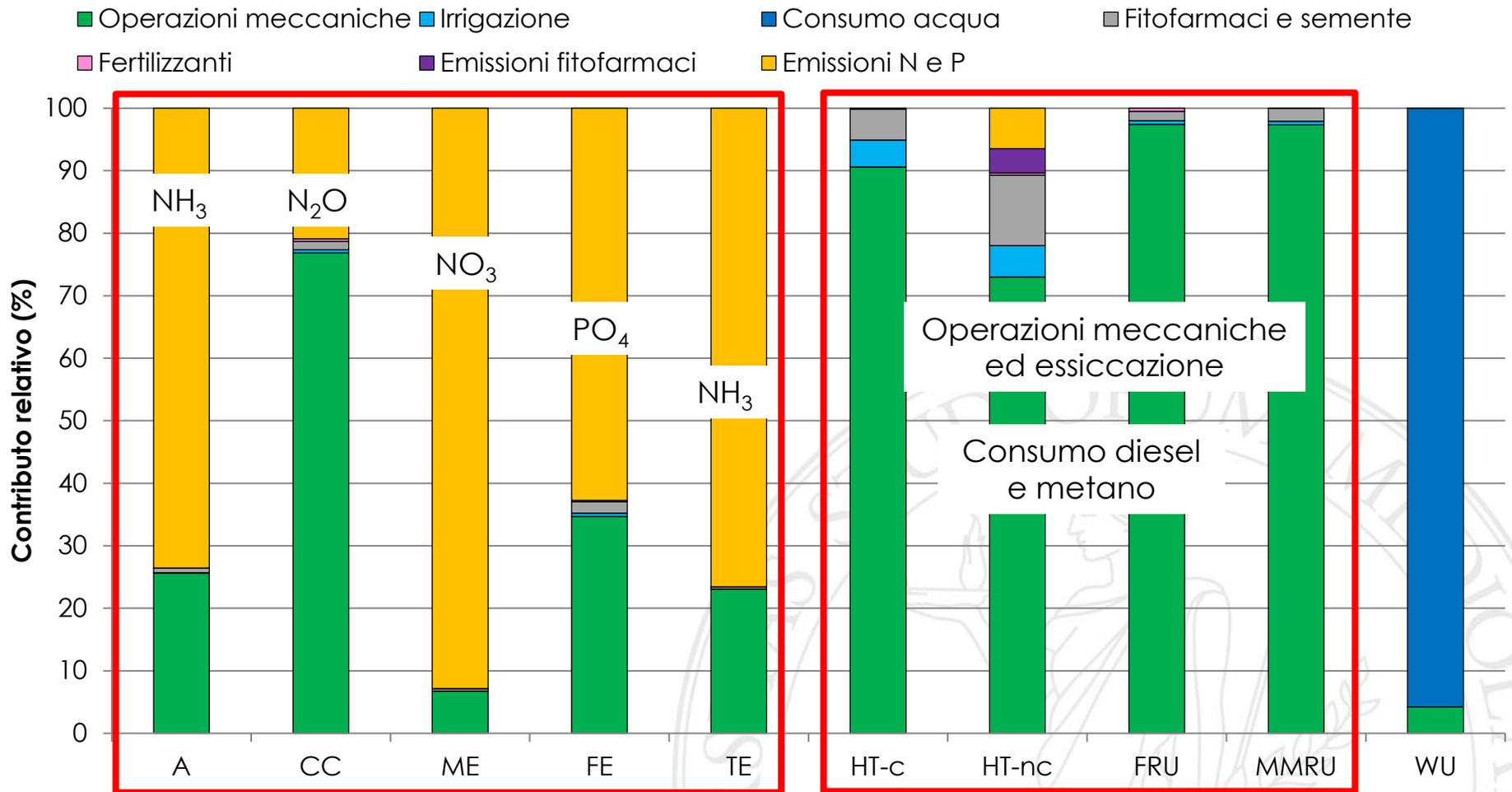
CONFRONTO - UF: ETTARO (ha)



Cambiamento climatico CC; Tossicità umana – non cancerogena HT-nc; Tossicità umana – cancerogena HT-c; Uso del suolo LU; Assottigliamento strato d'ozono OD; Uso delle risorse fossili FRU, Uso delle risorse minerali e metalli MMRU; Uso dell'acqua WU.

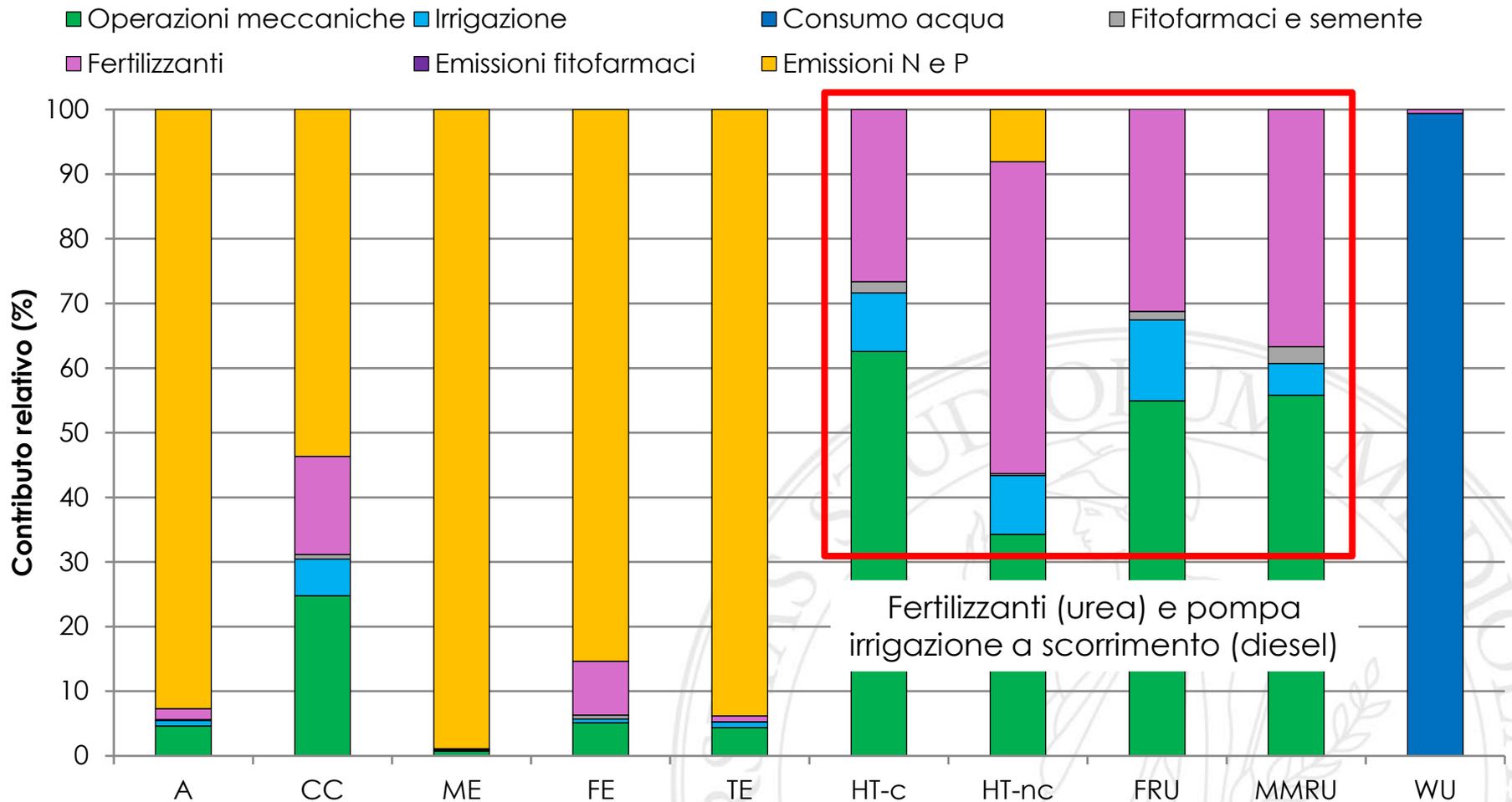


ANALISI DEI CONTRIBUTI, pivot (Az. 1 - granella)



Acidificazione A; Cambiamento climatico CC; Eutrofizzazione marina ME; Eutrofizzazione delle acque dolci FE; Eutrofizzazione terrestre TE; Tossicità umana – non cancerogena HT-nc; Tossicità umana – cancerogena HT-c; Uso delle risorse fossili FRU, Uso delle risorse minerali e metalli MMRU; Uso dell'acqua WU.

ANALISI DEI CONTRIBUTI, scorrimento (Az. 2 - trinciato integrale)

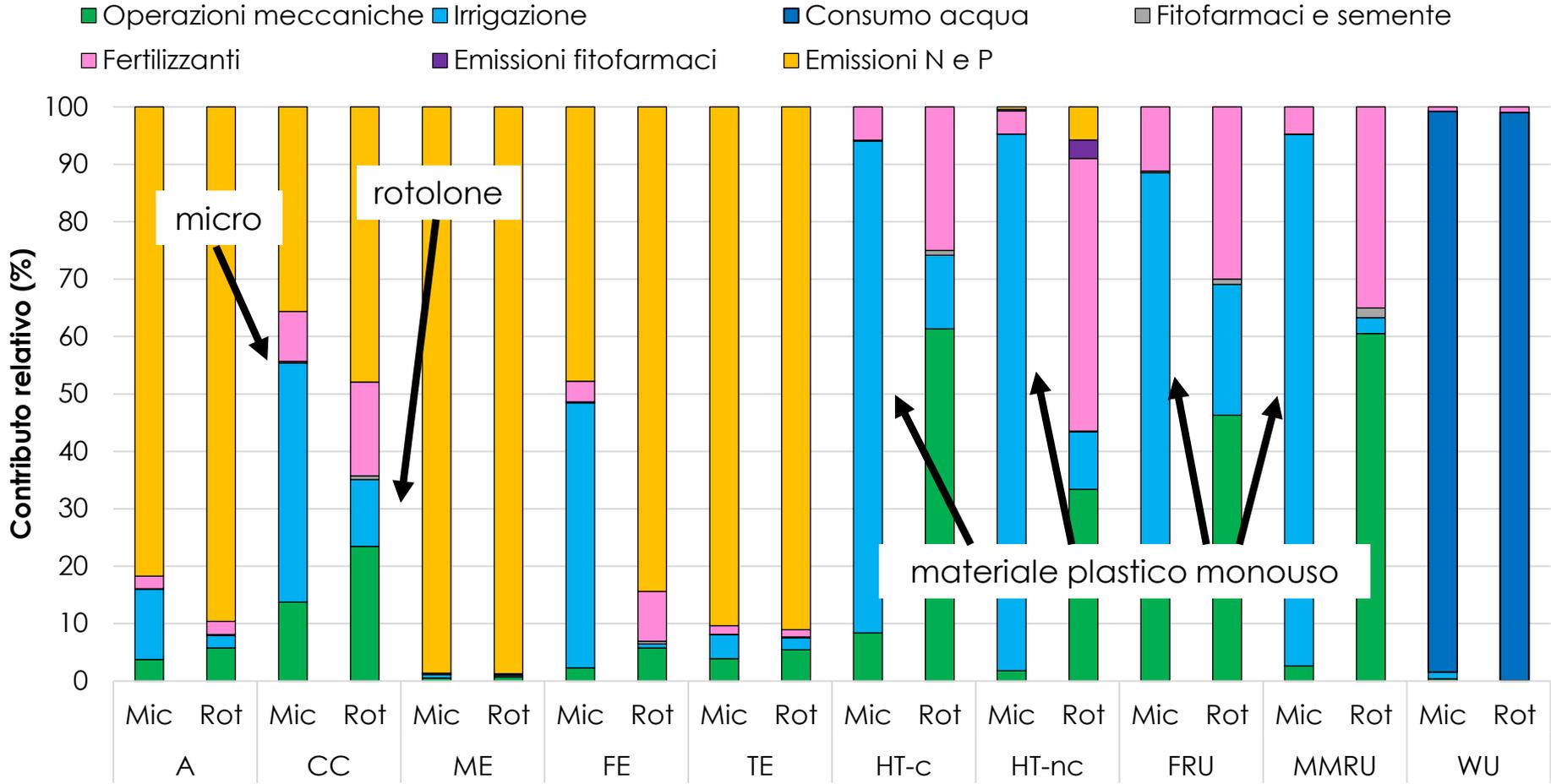


Fertilizzanti (urea) e pompa irrigazione a scorrimento (diesel)

Acidificazione A; Cambiamento climatico CC; Eutrofizzazione marina ME; Eutrofizzazione delle acque dolci FE; Eutrofizzazione terrestre TE; Tossicità umana – non cancerogena HT-nc; Tossicità umana – cancerogena HT-c; Uso delle risorse fossili FRU, Uso delle risorse minerali e metalli MMRU; Uso dell'acqua WU.

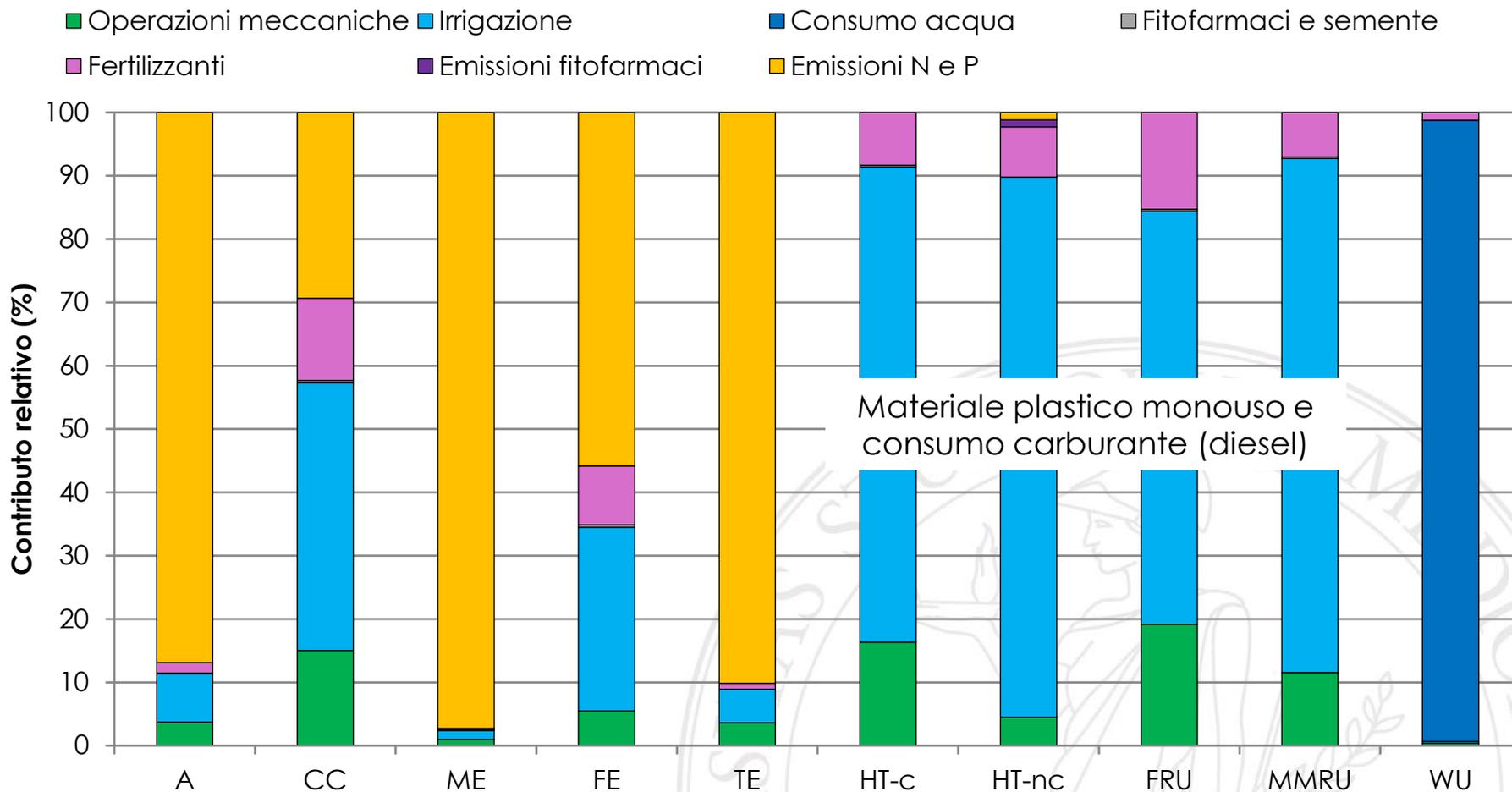


ANALISI DEI CONTRIBUTI, microirrigazione - rotolone (Az.3 e 5 - pastone integrale)



Acidificazione A; Cambiamento climatico CC; Eutrofizzazione marina ME; Eutrofizzazione delle acque dolci FE; Eutrofizzazione terrestre TE; Tossicità umana – non cancerogena HT-nc; Tossicità umana – cancerogena HT-c; Uso delle risorse fossili FRU, Uso delle risorse minerali e metalli MMRU; Uso dell'acqua WU.

ANALISI DEI CONTRIBUTI, microirrigazione (Az. 4 - pastone di granella)



Acidificazione A; Cambiamento climatico CC; Eutrofizzazione marina ME; Eutrofizzazione delle acque dolci FE; Eutrofizzazione terrestre TE; Tossicità umana – non cancerogena HT-nc; Tossicità umana – cancerogena HT-c; Uso delle risorse fossili FRU, Uso delle risorse minerali e metalli MMRU; Uso dell'acqua WU.



VOLUMI IRRIGUI

AZIENDA	Metodo irriguo	Numero interventi 2024	VOLUME IRRIGUO (m ³ /ha)	Numero interventi 2023	VOLUME IRRIGUO (m ³ /ha)
1	Pivot	6	2250	8	2400
2	Scorrimento	6	4404	6	5141
3	Microirrigazione	15	2520	24	1024
4	Microirrigazione	5	2550	5	1250
5	Rotolone	5	2500	3	1500



efficienza irrigua

PIVOT 85%
SCORRIMENTO 55%
MICROIRRIGAZIONE 95%
ROTOLONE 75%



ANALISI ECONOMICA

AZIENDA	Metodo irriguo	Costo meccanizzazione (€/ha)	Costo irrigazione (€/ha)	Costo fattori produttivi (€/ha)	TOTALE (€/ha)
1	Pivot	915.27	184.01	386.01	1485.29
2	Scorrimento	758.95	125.10	795.21	1679.26
3	Microirrigazione	735.50	371.38	637.20	1744.08
4	Microirrigazione	592.14	296.65	901.99	1790.78
5	Rotolone	698.08	394.37	437.40	1529.85

L'analisi economica è stata eseguita seguendo il calcolo dei **COSTI FISSI** e **COSTI VARIABILI**,

- Il costo di **meccanizzazione** comprende tutte le **operazioni culturali** svolte, le trattatrici e le relative macchine operatrici, i consumi, la capacità operativa, la vita utile e la massa, i valori a nuovo e di deprezzamento.

- Il costo dell'**irrigazione** è stato calcolato basandosi sulla capacità operativa, il numero di ripetizioni, il costo dell'impianto, la durata fisica ed economica, i coefficienti di deprezzamento, manutenzioni e spese varie.

- Il costo dei **fattori produttivi** invece comprende il costo del seme, dei trattamenti fitosanitari e dei fertilizzanti minerali.



CONCLUSIONI

Considerando che non è possibile effettuare un confronto diretto tra le aziende per la differenza nel prodotto ottenuto: la **resa** è la causa principale di variazione tra gli impatti ambientali ottenuti;

Non esiste un **metodo di irrigazione migliore** da identificare in tutte le categorie di impatto analizzate, ma il ruolo dell'uso dell'acqua è un fattore dominante nella scelta del metodo di irrigazione migliore.

L'**ottimizzazione dell'efficienza** d'uso delle risorse idriche con l'impiego di metodi con maggior efficienza (microirrigazione > pivot > rotolone > scorrimento) offre una riduzione dei consumi di acqua.





La **microirrigazione** è il metodo con la più alta efficienza nell'uso dell'acqua, ma allo stesso tempo comporta un uso significativo di **plastica monouso**, che influenza anche l'alto costo di impianto.

Allo stesso modo, anche il **pivot** ha un'efficienza medio-alta nell'uso dell'acqua, ma è caratterizzato da un grande impiego di minerali e metalli per la sua costruzione, il costo di impianto distribuito sul lungo periodo (>25 anni) è un fattore da tenere in considerazione.

L'azienda con irrigazione a **scorrimento** mostra i risultati ambientali migliori rispetto alle altre aziende, questo è dovuto all'alta resa di trinciato integrale prodotto e al metodo irriguo che per 14 categorie di impatto su 15 è il migliore. È però da considerare il **grande volume d'acqua**, necessario per gli adacquamenti rispetto ad altri metodo irrigui, che in futuro diventerà sempre più insostenibile.





SMART WUE



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTERADICI
2014 2020



Regione
Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

GRAZIE

filippo.vigo@unimi.it

jacopo.bacenetti@unimi.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO



FILIPPO VIGO

Università degli Studi di Milano
DIPT. DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI