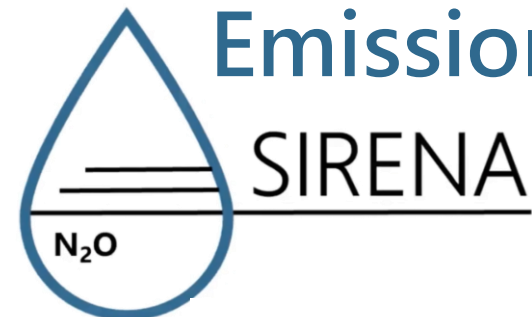


Sistemi Irrigui per la Riduzione delle Emissioni di N₂O in Atmosfera



Sviluppo Rurale
Lombardia
2023 - 2027

La piattaforma IrriLab: sensoristica, protocolli operativi per la gestione delle irrigazioni, DSS.

Prof.ssa Arianna Facchi, Prof. Daniele Masseroni - DiSAA - UNIMI

Giornata dimostrativa in campo

21 luglio 2026, Cascina Baciocca – Cornaredo (MI)



Finanziato
dall'Unione europea



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



Regione
Lombardia

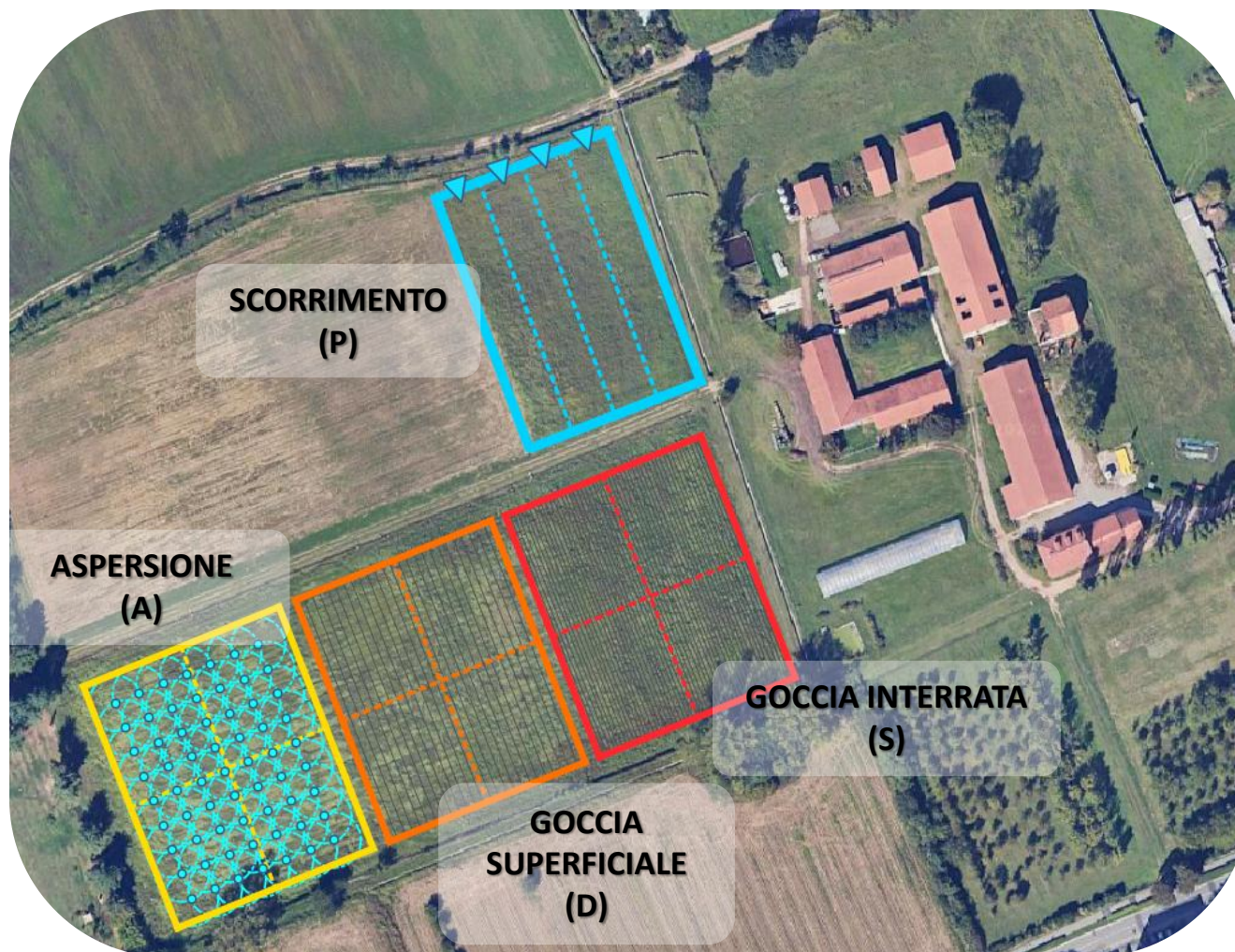
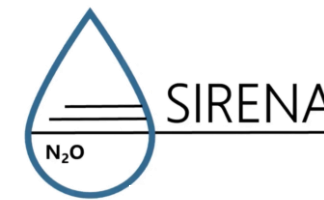


DiSAA
DIPARTIMENTO
di SCIENZE
AGRICOLE e
AMBIENTALI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

La piattaforma IrriLab



La piattaforma **UniMi IrriLab** si trova nell'**azienda agricola didattico-sperimentale Baciocca** dell'Università degli Studi di Milano, in Cornaredo (MI).

Quattro differenti metodi irrigui, per irrigazione gravitazionale e in pressione, sono stati implementati in parcelle di circa 0,6 ha.

- Irrigazione per **scorrimento (P)**
- Irrigazione a **goccia superficiale (D)**
- Irrigazione a **goccia interrata (S)**
- Irrigazione per **aspersione (A)**

Ciascuna parcella è ulteriormente suddivisa in 4 **sotto-parcelle** (repliche) che possono essere irrigate in **modo indipendente** tramite elettrovalvole e paratoie governabili da remoto.

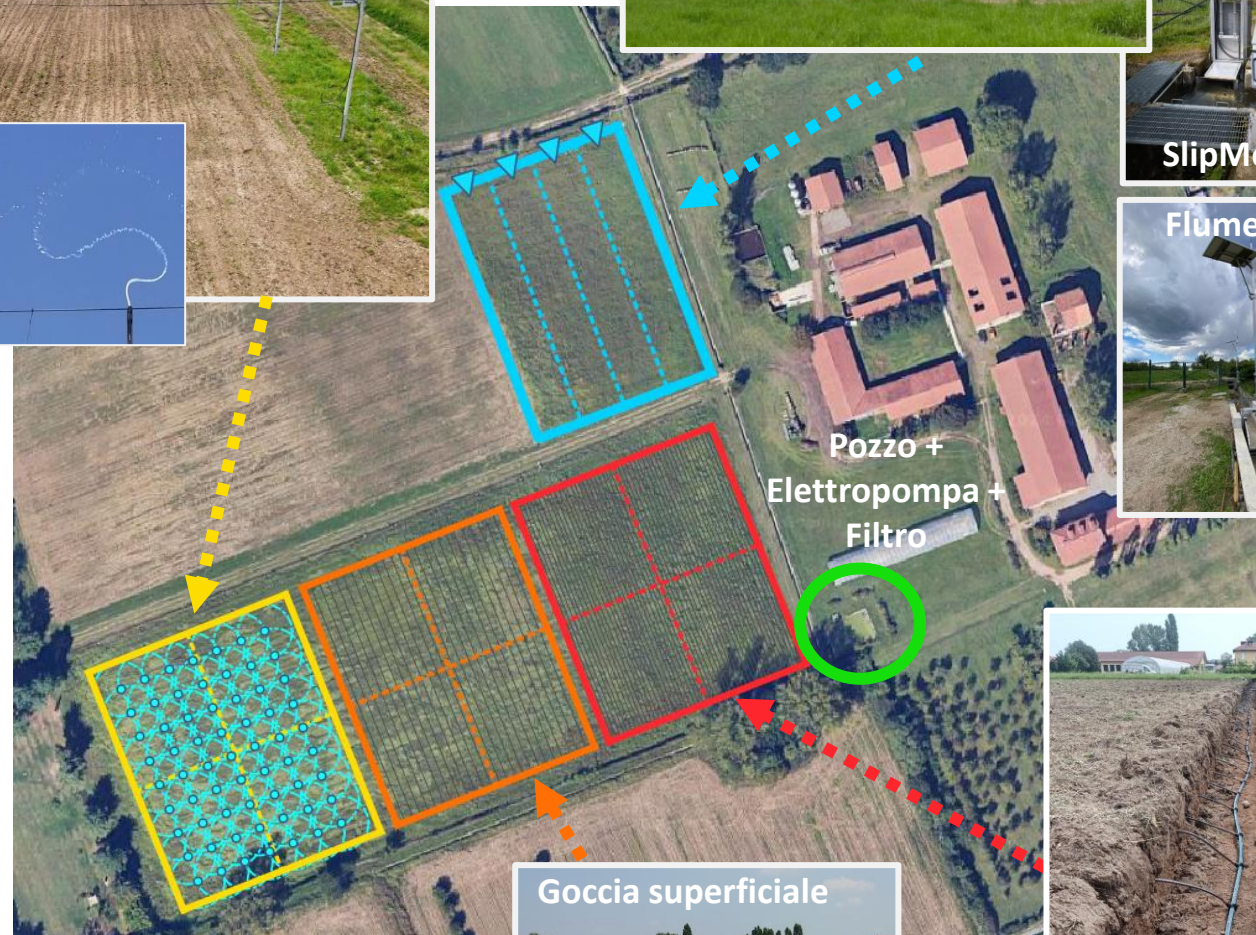
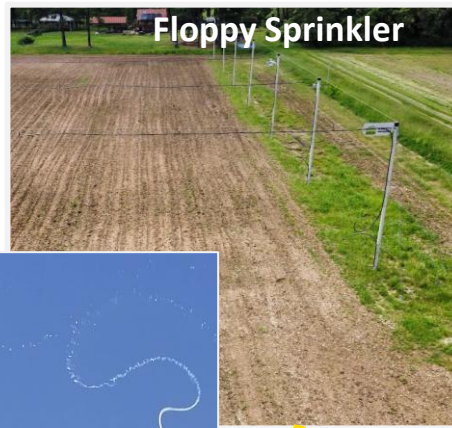
Layout impianti

DETTAGLI DEGLI IMPIANTI IN PRESSIONE

Metodo	Distanza erogatori [m]	Portata erogatori [l/h]	Distanza linee [m]	Intensità di applicazione [mm/h]
Goccia interrata (D)	0.5	1.6	0.7	4.6
Goccia superficiale (S)	0.3	1.05	1.4	2.5
Floppy sprinkler (A)	12	730	12	5.1

DETTAGLI DEL SISTEMA IRRIGUO A SCORRIMENTO

Tipo di porta	Misurazione portata		Misura livello		
	Tecnica	Accuratezza [%]	Metodo	Risoluzione [mm]	Accuratezza [mm]
FlumeGate	Da variabili di livello e posizione	±5.0	Ultrasuoni	0.1	0.5
SlipMeter	Ultrasuoni	±2.5	Ultrasuoni	0.1	0.5
BayDrive	-	-	-	-	-

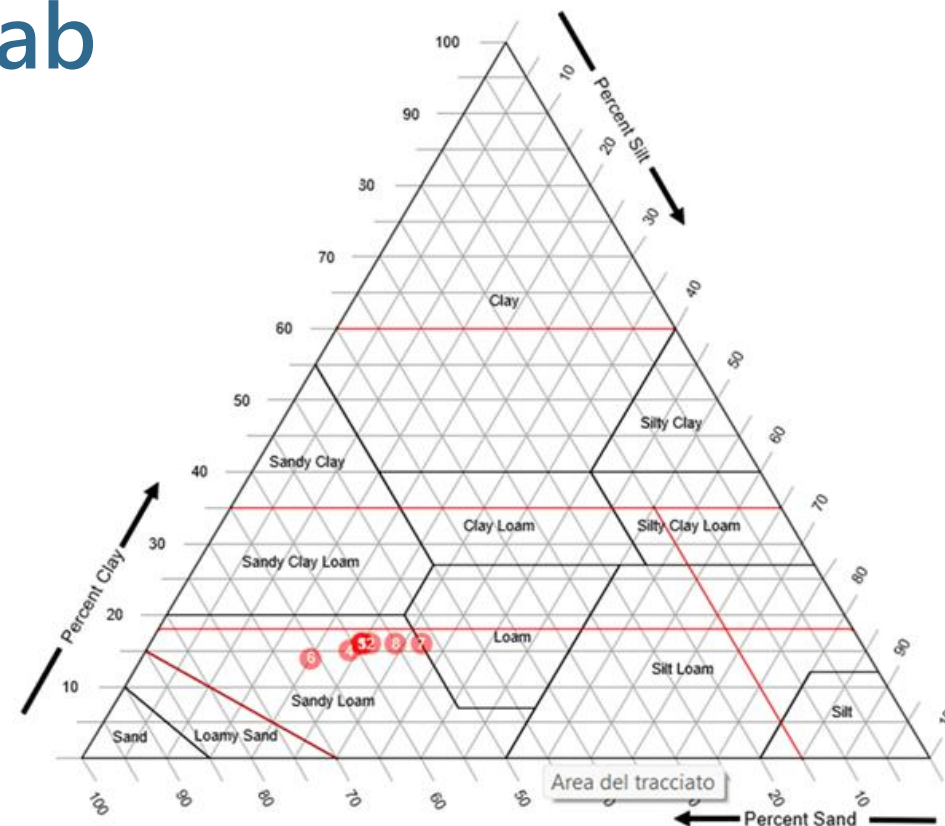


Il suolo nella piattaforma IrriLab



Il **suolo** della piattaforma è stato caratterizzato dall'**apertura di 5 profili** con **prelievo di campioni** fino a 1,5 m di profondità.

Inoltre, nelle diverse sotto-parcelle, sono stati prelevati **campioni mediante trivella** per caratterizzare l'orizzonte con maggiore densità di radici (primi 50 cm).



Il suolo è risultato sostanzialmente omogeneo e di tessitura **franco-sabbiosa**, ma caratterizzato da una grande variabilità dello **scheletro** (22-46% nei primi 50 cm).

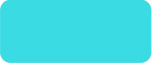
All'inizio della sperimentazione, nell'orizzonte agrario:

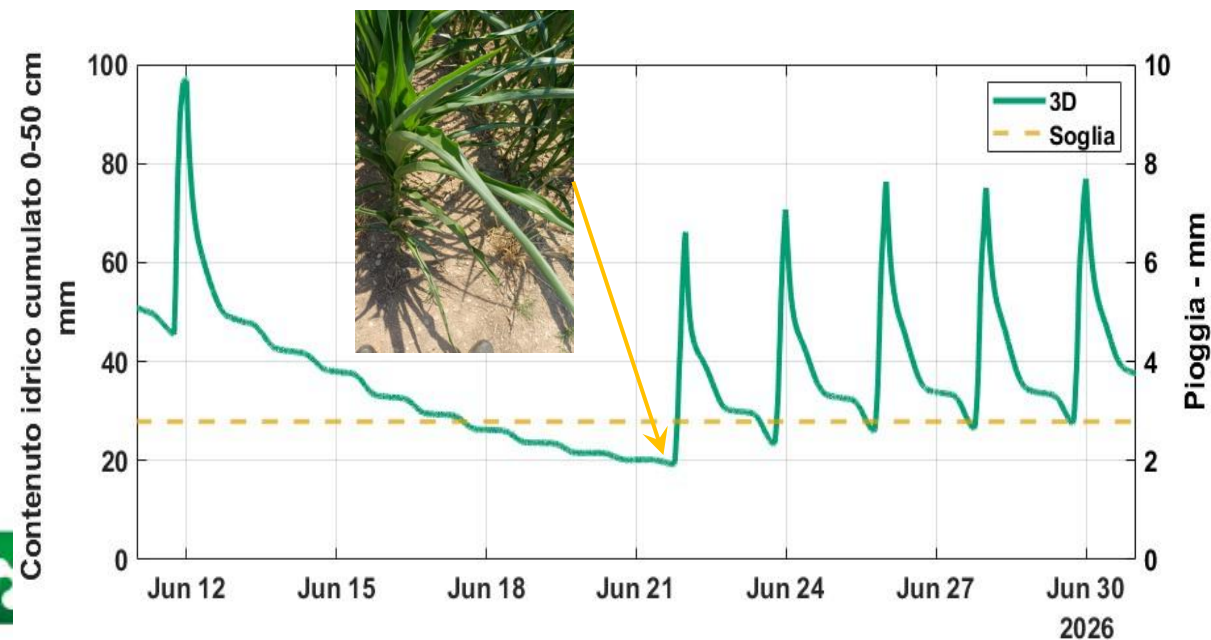
CO = 1.7%, Not = 0.15%, C/N = 10,8, CSC = 14,5.

Disegno sperimentale 2026



Per il progetto SIRENA, le **sotto-parcelle** relative ai **4 metodi irrigui** sono **gestite in 2 modi**:

-  **Due sotto-parcelle** con turni e altezze irrigua fisse (**TIME-BASED**)
-  **Due sotto-parcelle** con turni fissi ma con irrigazione che scatta se l'umidità dei primi 50 cm di suolo è inferiore ad una certa soglia (**SENSOR-BASED**)



Finanziato
dall'Unione europea



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



Strumentazione per il monitoraggio installata



- In 2 sotto-parcelle per ogni metodo irriguo si sono installate **sonde di umidità multilivello con sensori ogni 10 cm (5-85 cm, Sentek)**



- Nelle 4 sotto-parcelle per **scorrimento**, a 2/3 del campo, sono installati sensori di livello (Smart Front Sensor, Rubicon)



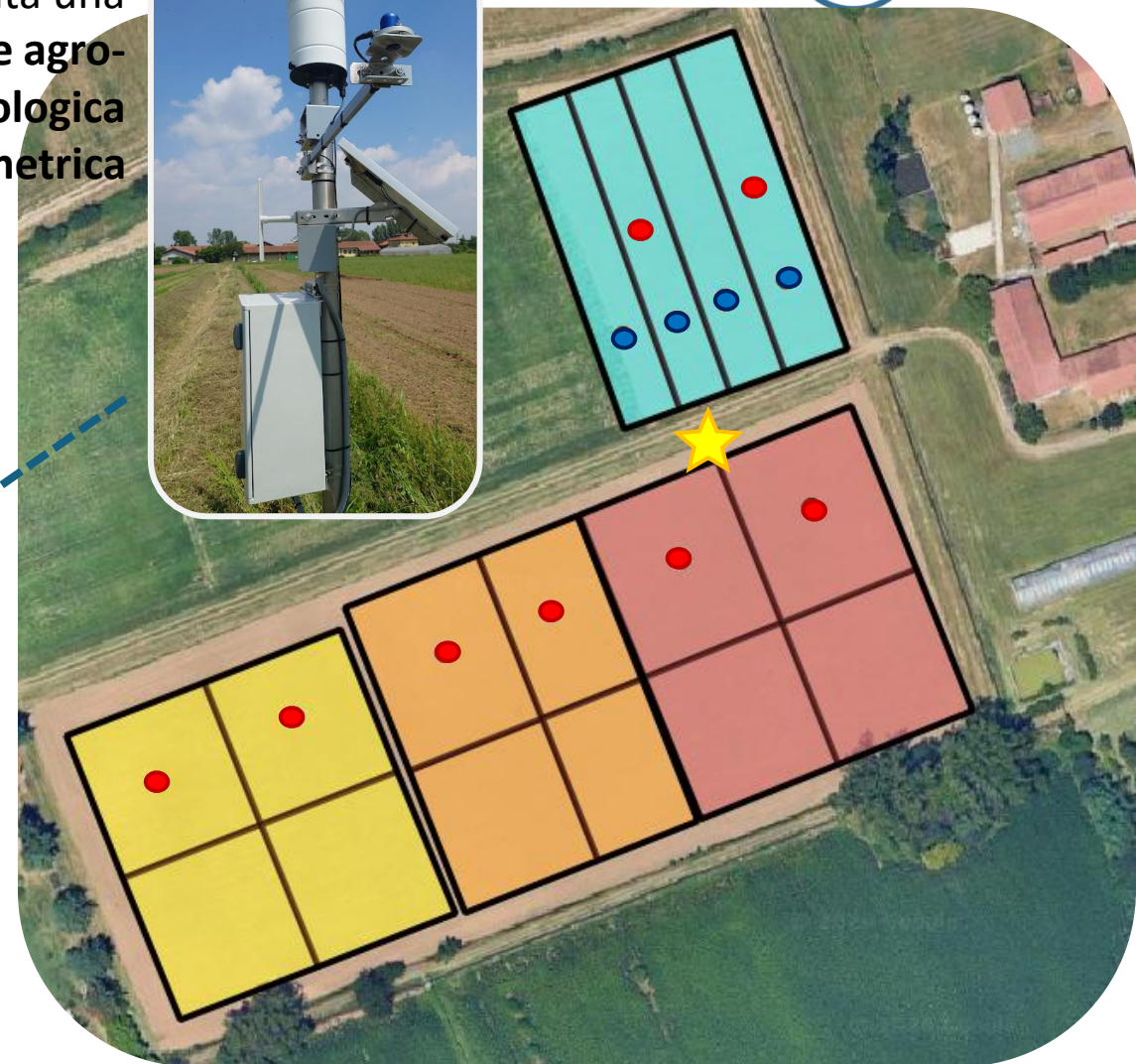
- ★ È installata una **stazione agro-meteorologica multiparametrica**



I dati sono immagazzinati e processati in datalogger **CR1000x** (Campbell Scientific) e **Rubicon**, inviati a database accessibili da remoto.



I datalogger **alimentano i sensori e gestiscono l'automazione dell'irrigazione**, aprendo e chiudendo le elettrovalvole e paratoie.



Finanziato
dall'Unione europea



PSR
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



Regione
Lombardia



DiSAA
DIPARTIMENTO
di SCIENZE
AGRICOLE e
AMBIENTALI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

Operazioni colturali 2026



03/10/25
SEMINA COVER CROP

Triticale



30/03/2026
TERMINAZIONE COVER CROP

09/04/2026
ARATURA E MINIMA LAVORAZIONE

Profondità di lavorazione:

- **40 cm aratura**
- **30 cm minima lavorazione**



10/04/2026
SEMINA E DISERBO

- Varietà: **DKC 6731** (FAO600)
- Investimento: **8.2 piante/m2** (70 x 17.5 cm)

Diserbo con Adengo



21/05/2026
CONCIMAZIONE E DISERBO

Urea 500 kg/ha
230 unità di azoto

Diserbo con Principal
mais + Laudis



17/04/2026
CONCIMAZIONE

NPK 15:15:15
(36.7 kg/ha di N)



Finanziato
dall'Unione europea



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



Regione
Lombardia



DiSAA
DIPARTIMENTO
di SCIENZE
AGRICOLE e
AMBIENTALI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

Monitoraggio

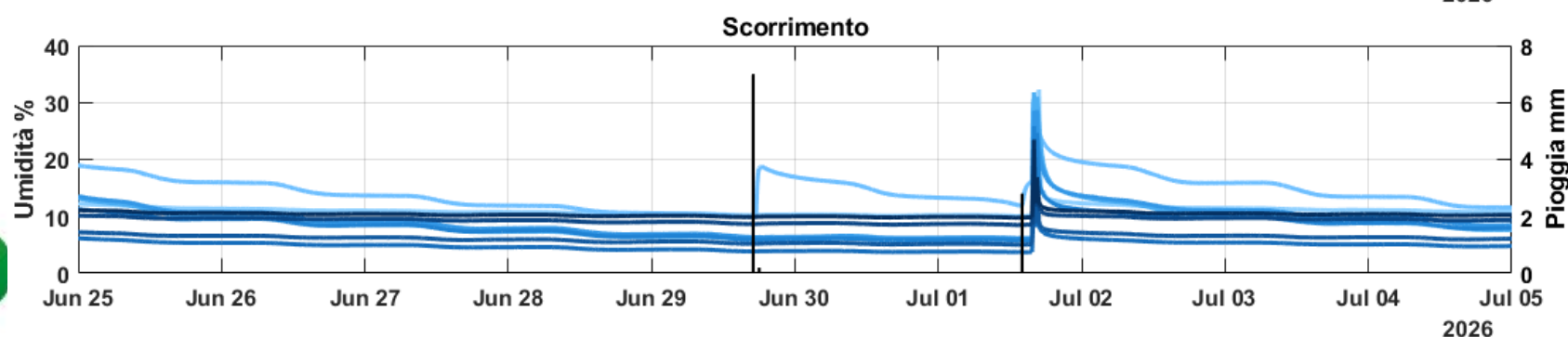
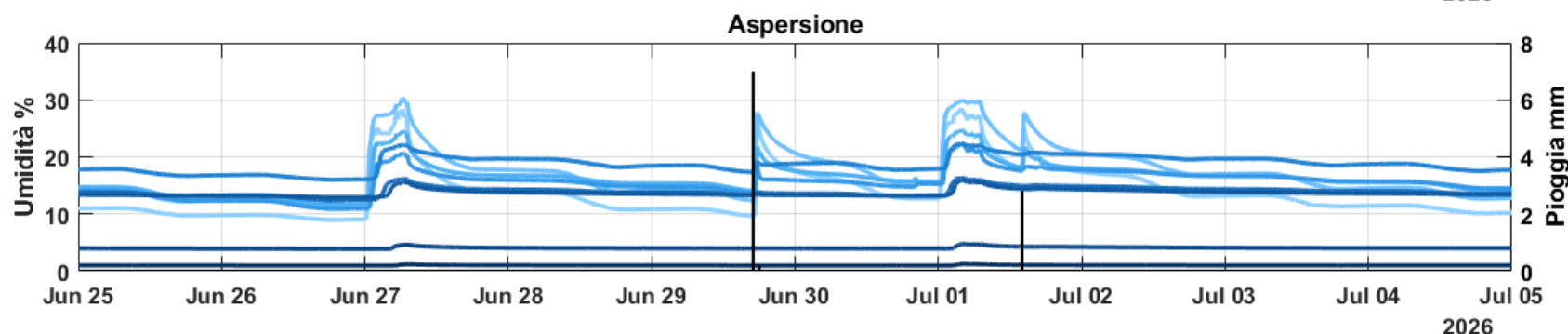
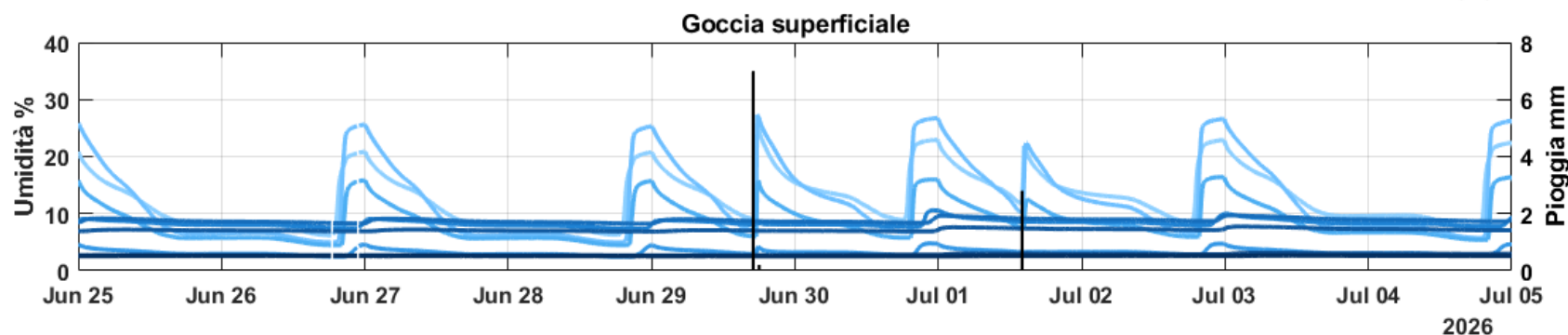
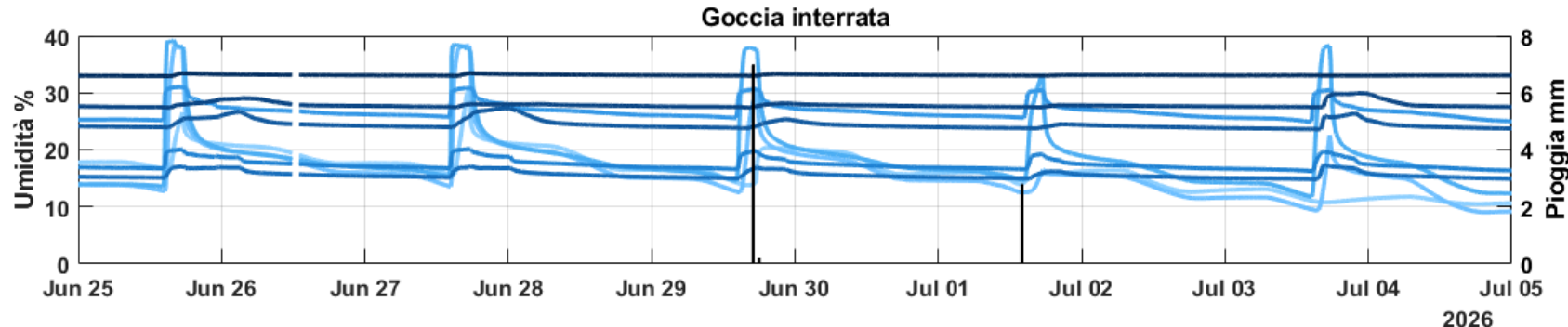


Stato idrico del suolo

Le sonde **Sentek** installate nelle sotto-parcelle a diverso metodo e gestione irrigua permettono l'analisi delle **dinamiche di infiltrazione e movimento dell'acqua** nel suolo.

L'irrigazione è fornita con **turni di**:

- 4 giorni per l'aspersione (A)
- 2 giorni per la microirrigazione (S, D)
- 7 giorni per lo scorrimento (P), con salto del turno o riduzione dell'apporto in caso di pioggia.



Finanziato
dall'Unione europea



Monitoraggio



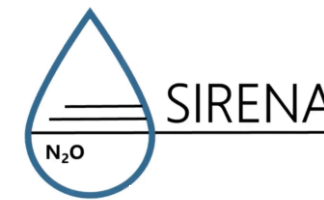
Stato fisiologico della coltura

Nei punti di monitoraggio dell'umidità del suolo sono effettuate campagne periodiche di monitoraggio dello **stato fisiologico**.

Da terra...



- **Potenziale fogliare** (Camera a pressione di Scholander)
- **LAI** (Ceptometro LP-80 – Accupar)
- **Altezza** (metro rigido)



...e da remoto



Drone DJI Matrice 350 RTK, equipaggiato con sensori **multispettrale, RGB e Termico**.

Vengono calcolati **indici**:

- di vigore: **NDVI, NDRE, EVI2...**
- di stress idrico: **CWSI**

Monitoraggio



Emissione di gas clima-alteranti

In **una** sotto-parcella **TIME-BASED** per ogni metodo irriguo sono state installate **camere** per la misura di **N₂O**, che vengono campionate regolarmente durante la stagione colturale.

I risultati permetteranno di indagare come variano le **emissioni di N₂O** in funzione dei **metodi irrigui**.

 **Relazione Dott. Pelissetti**



Monitoraggio



Qualità del suolo

A fine stagione, nelle parcelle TIME-BASED selezionate per la misura di N_2O verranno prelevati campioni di suolo per la determinazione della **respirazione microbica**, uno degli indicatori più utilizzati per la **qualità biologica**.

Contestualmente, verranno effettuate **analisi metagenomiche** per caratterizzare la **comunità microbica** (batteri, funghi, protozoi...) e valutare l'**abbondanza relativa** delle sue componenti.



Quantità e qualità della produzione (trinciato di mais)

Al termine della stagione, verrà **quantificata la produzione** di ciascuna sotto-parcella (tramite trincia con sistema di pesatura)



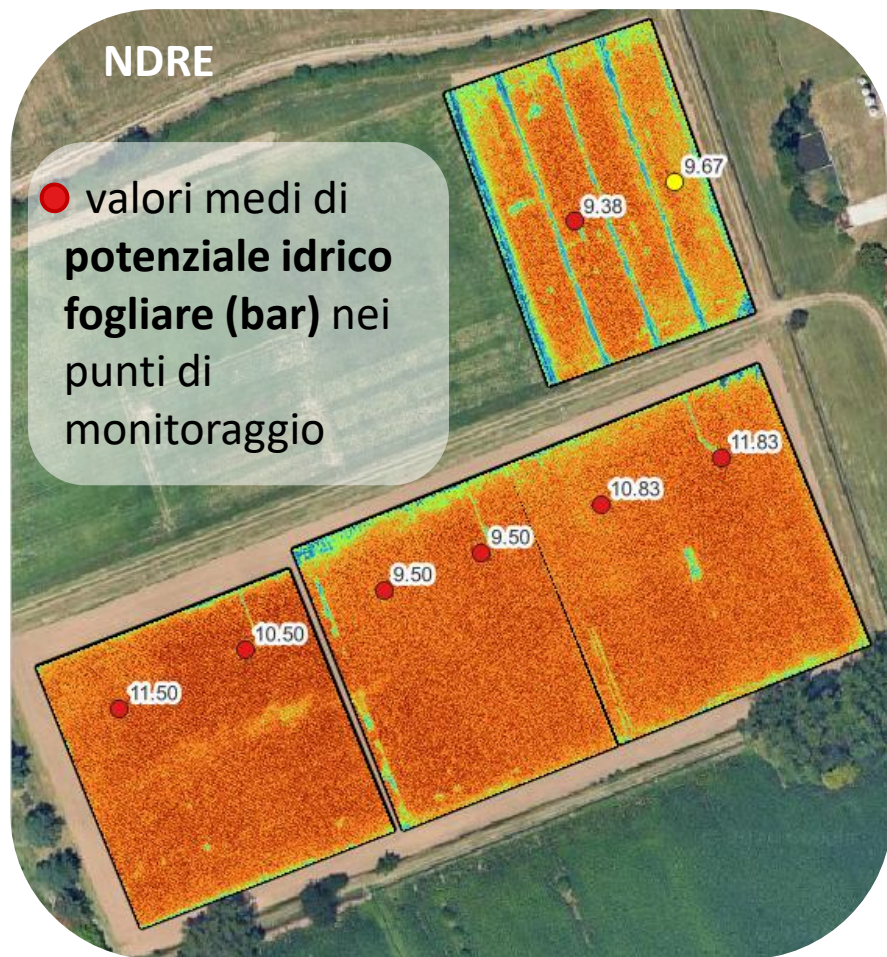
Verranno prelevati campioni per l'**analisi della qualità del trinciato**:

- Sostanza secca
- Ceneri
- Proteina grezza
- Grassi grezzi
- Fibra NDF
- Fibra ADF
- Lignina ADL
- Amido
- Digeribilità della fibra NDF

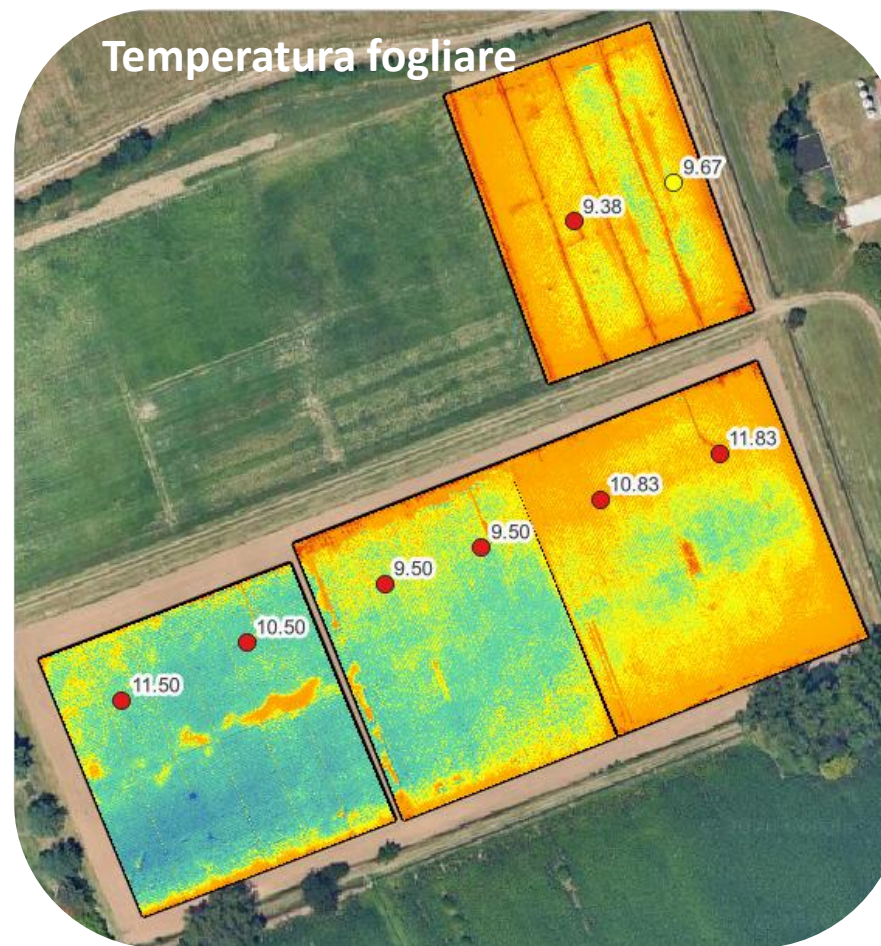
Primi risultati 2026 – in progress



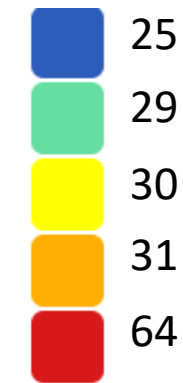
Mappe di NDRE e di temperature del 6 luglio 2026 + valori di potenziale fogliare



NDRE
[-]



T
[° C]



Finanziato
dall'Unione europea



PSR
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



Regione
Lombardia



DiSAA
DIPARTIMENTO
di SCIENZE
AGRICOLE e
AMBIENTALI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

Risultati attesi de SIRENA (→ WORKSHOP FINALE!)



- Confronto tra 4 metodi irrigui per il mais, considerando: utilizzi irrigui (volumi e frazionamento nella stagione), stato fisiologico del mais, quantità e qualità della produzione, fertilità e qualità del suolo, emissioni di N_2O .
- Confronto tra gli utilizzi irrigui dei 4 metodi irrigui nel caso di gestione TIME-BASED e SENSOR-BASED.
- Costruzione di un *dataset* utile per calibrare/validare DSS per consentire una gestione irrigua ottimizzata del mais nel caso dei 4 metodi.



Finanziato
dall'Unione europea



PSR **LOMBARDIA**
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



Regione
Lombardia



DiSAA
DIPARTIMENTO
di SCIENZE
AGRICOLE e
AMBIENTALI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

Alcuni risultati delle annate precedenti – metodi in pressione



Stato idrico del suolo e irrigazione 2024

STATO IDRICO DEL SUOLO sotto parcelle TIME-BASED

S → L'irrigazione incrementa l'umidità a 40 cm di profondità; la risalita verso la superficie è limitata dalle caratteristiche del suolo.

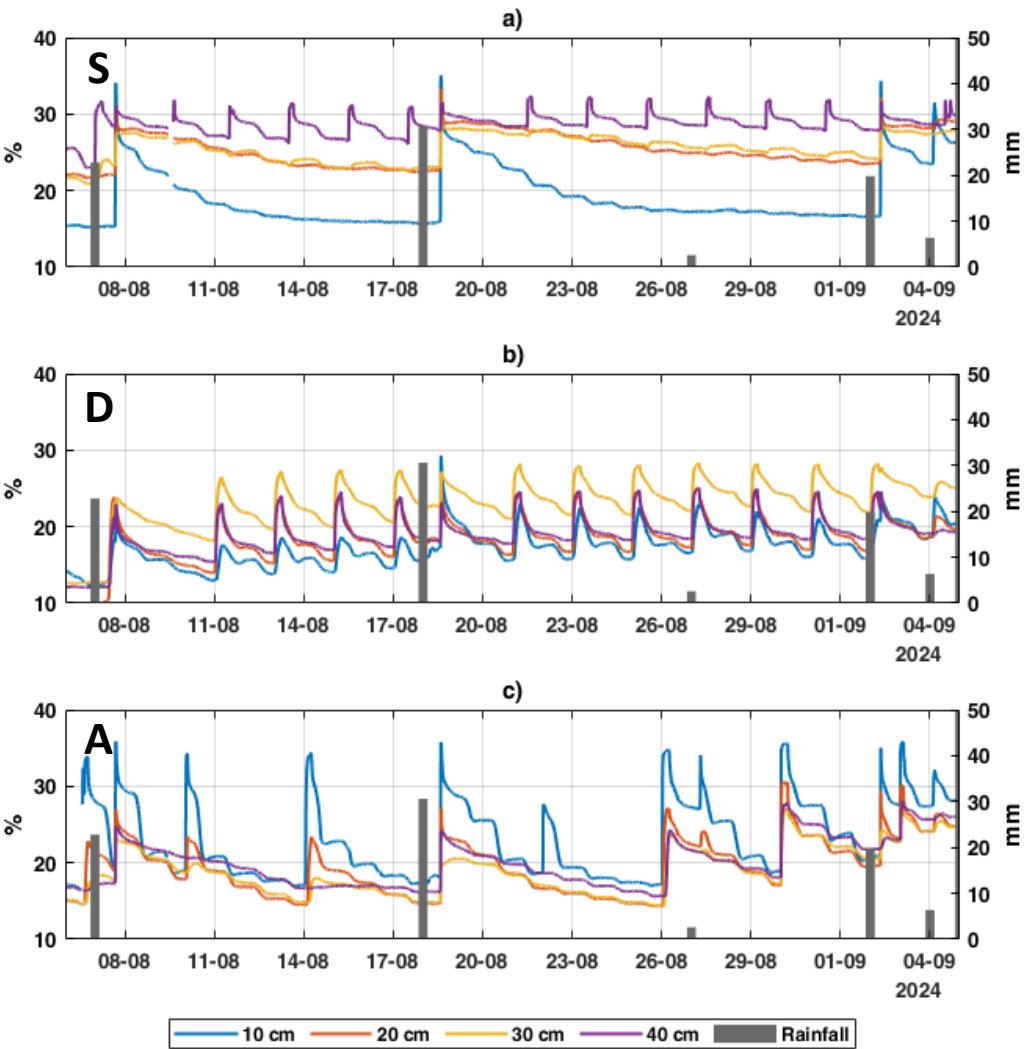
D → L'irrigazione raggiunge la profondità di 40 cm, ma l'umidità osservata (stto in superficie) è influenzata dalla posizione del sensore rispetto ai gocciolatori.

A → L'irrigazione raggiunge la profondità di 40 cm in modo uniforme. L'umidità superficiale raggiunge valori più elevati rispetto agli altri metodi.

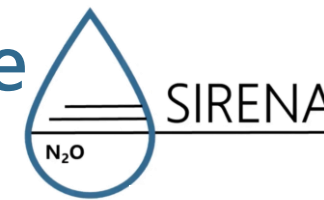
IRRIGAZIONE sotto-parcelle TIME-BASED seguendo le indicazioni date dagli installatori

Gestione irrigua	Irrigazione totale [mm]	N. di eventi irrigui	Altezza [mm]
Goccia interrata - S	328.4	23	13.8
Goccia superficiale - D	326.0	21	15.0
Aspersione - A	330.7	12	30.6

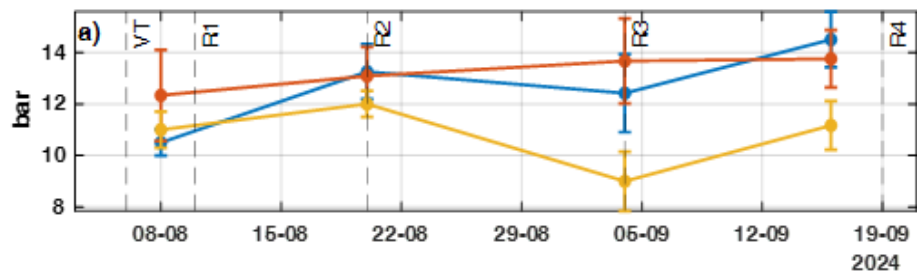
Differenze irrilevanti



Alcuni risultati delle annate precedenti – metodi in pressione

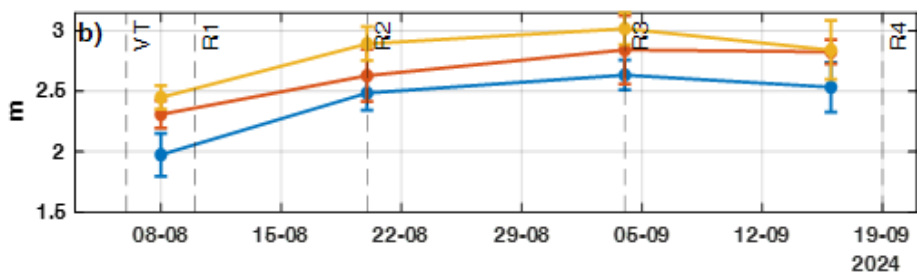


Stato fisiologico e resa della coltura 2024



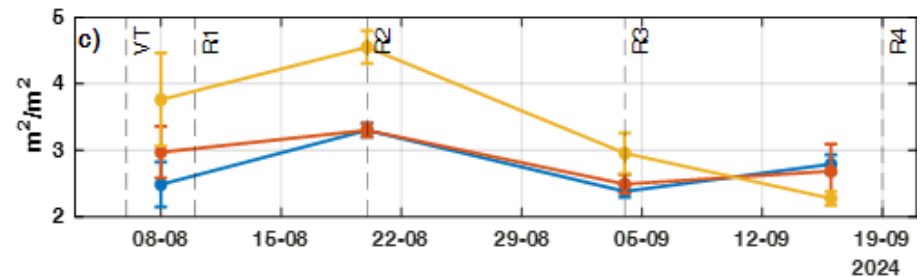
Potenziale idrico fogliare

S e **D** mostrano andamenti simili. **A** mostra in genere potenziali più bassi (meno stress), anche se le differenze sono significative solo a settembre.



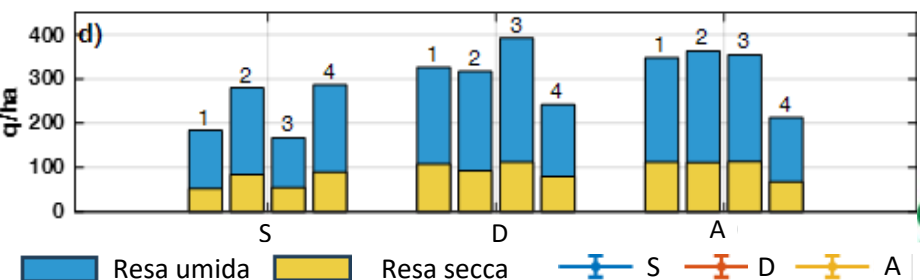
Altezza colturale

Le differenze tra **S** e **A** sono sempre significative (**A** piante più alte, **S** piante più basse). Tra **S** e **D** le differenze sono significative solo a settembre.



LAI

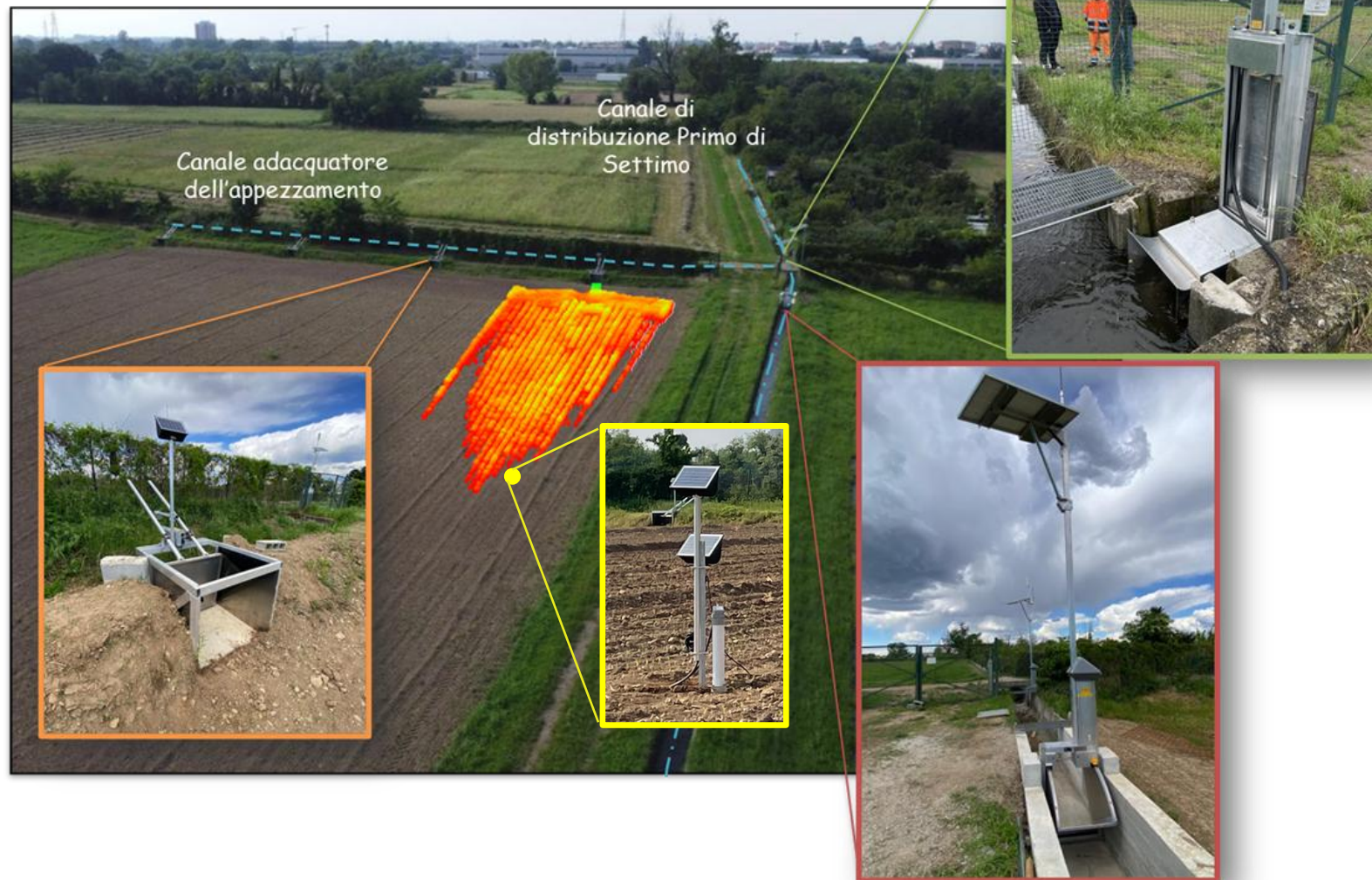
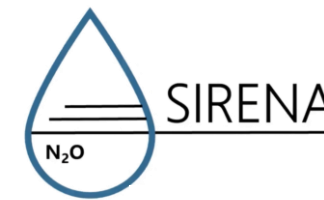
S e **D** hanno un comportamento analogo, mentre **A** mostra valori più elevati nella prima metà della stagione, che poi si riducono (allettamento).



Produzione: quantità e qualità

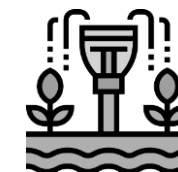
Non si sono osservate differenze significative di resa tra i metodi irrigui e di qualità della produzione per la maggior parte dei parametri (non mostrati)

Alcuni risultati delle annate precedenti – scorrimento



Pilastri dell'irrigazione a scorrimento di precisione

Aumento della flessibilità nelle consegne



Miglioramento delle sistemazioni degli appezzamenti (livellazione, separazione in settori etc.)



Controllo accurato dei tempi degli adacquamenti



Finanziato
dall'Unione europea



PSR
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



Regione
Lombardia

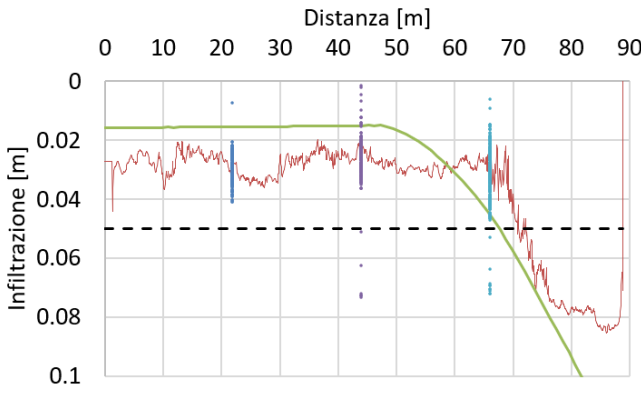
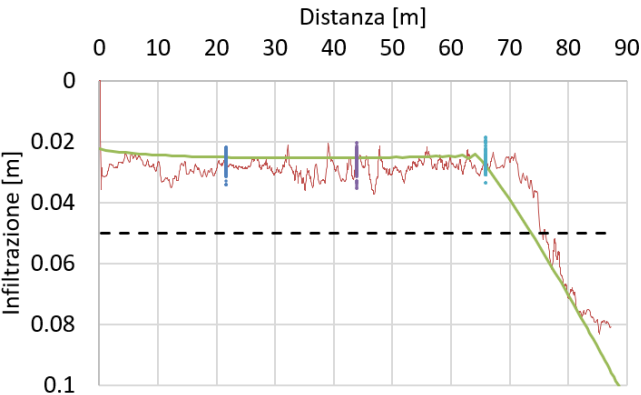
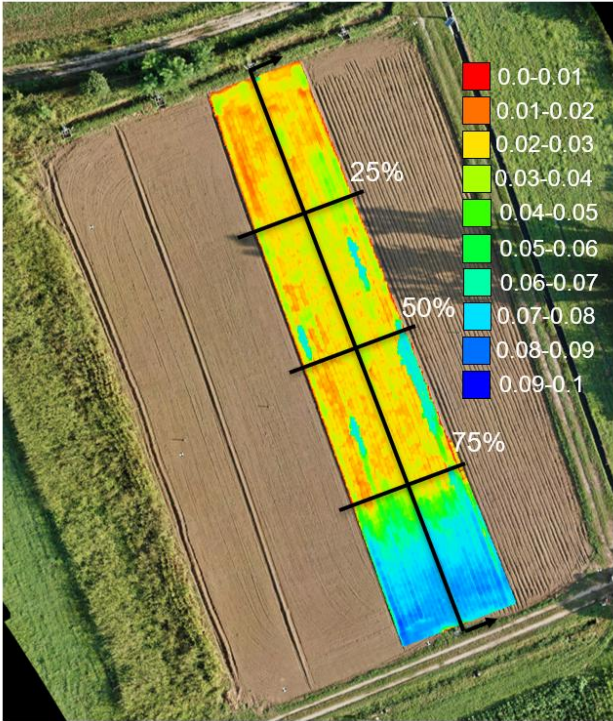
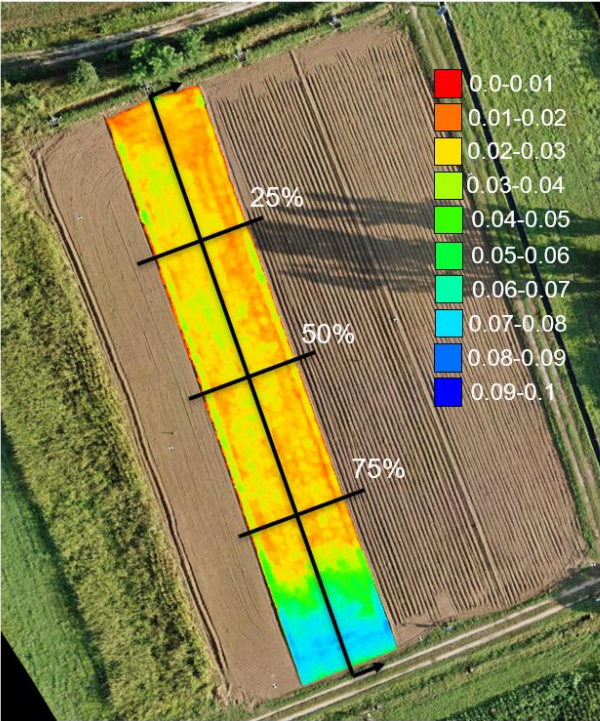


DiSAA
DIPARTIMENTO
di SCIENZE
AGRICOLE e
AMBIENTALI

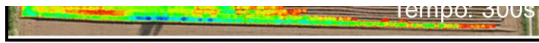
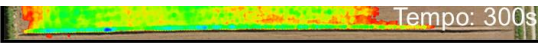


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

Alcuni risultati delle annate precedenti – scorrimento



— WinSRFR — Irrisurf2D - - - Target ● 25% ● 50% ● 75%



DIPARTIMENTO
di SCIENZE
AGRICOLE e
AMBIENTALI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



Finanziato
dall'Unione europea

Grazie per l'attenzione!

