

**Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A)  
Università di Catania**

# **Gestione sostenibile delle risorse idriche in agricoltura: ricerche in agrumicoltura**

**Prof.ssa Simona Consoli**  
[simona.consoli@unict.it](mailto:simona.consoli@unict.it)

**Catania, 5 Maggio 2026**

# SICCITÀ IN SICILIA: UN CONTESTO CRITICO



## Precipitazioni medie regionali annue

**2023**    **~550 mm**

–27% vs *media storica*  
(750 mm, 1980–2022)

**2024**    **<500 mm**

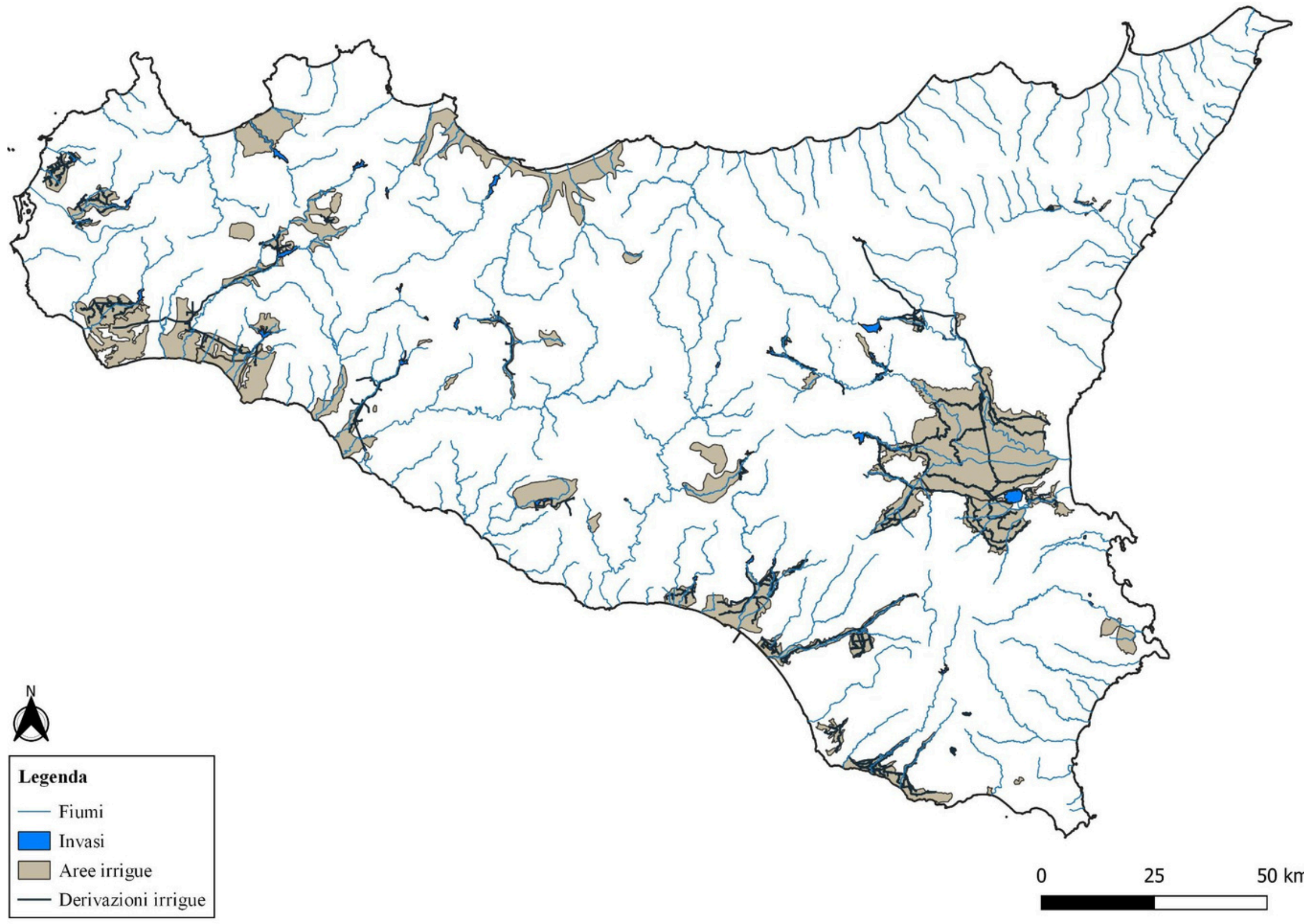
–29% vs *media climatica*  
(704 mm, 1991–2020)

**2025**    **~678 mm**

–4% vs *media climatica*  
(704 mm, 1991–2020)

**Il 2023 è stato il 4° anno consecutivo con piogge sotto la media storica · Il 2024 ha segnato il picco critico del deficit idrico**

# DISPONIBILITÀ IDRICA DEGLI INVASI IN SICILIA



## Principali invasi monitorati

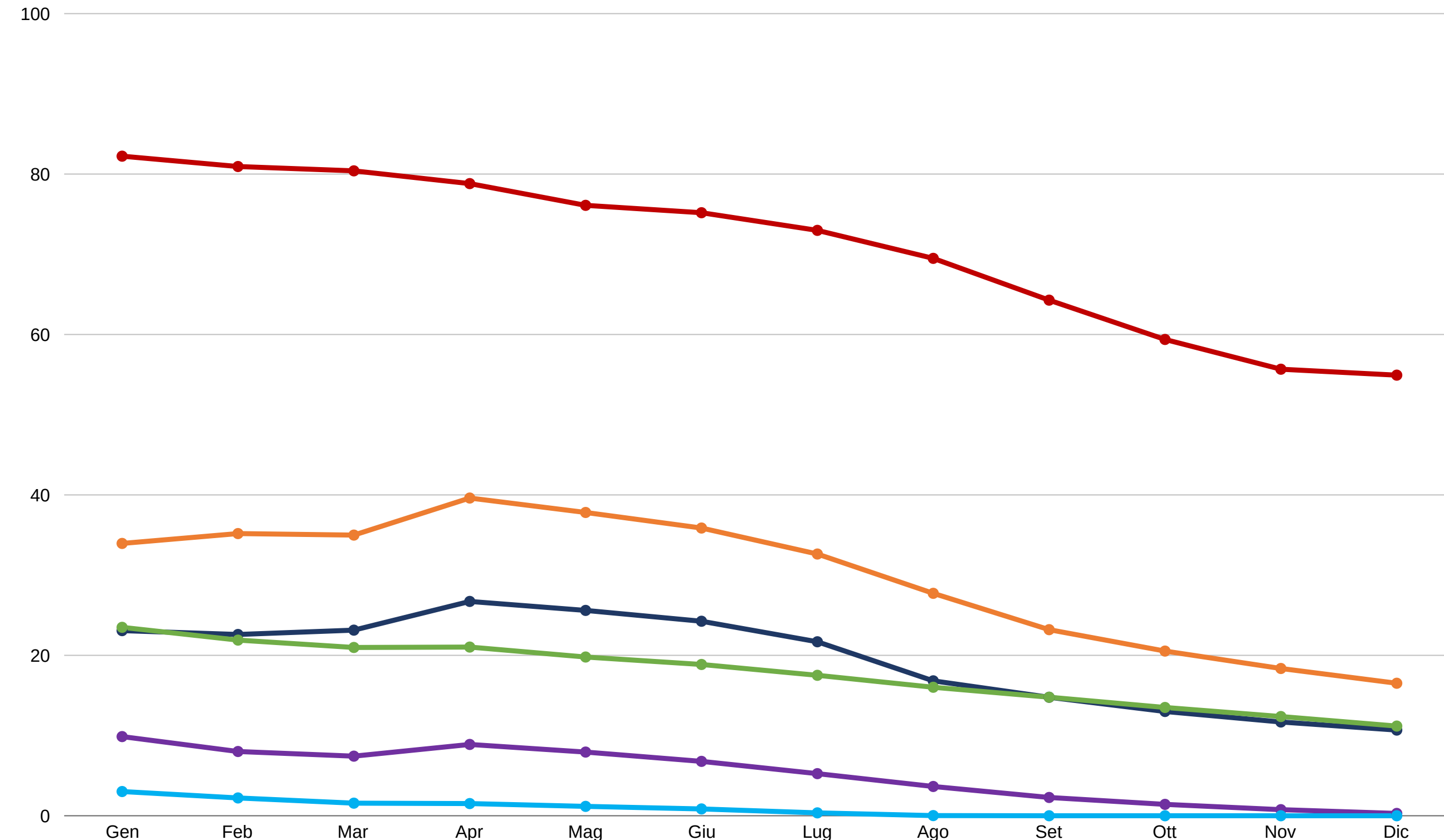
Invaso	Cap. tot.
Lentini	250 Mmc
Garcia (M. Franc.)	59 Mmc
Poma	74 Mmc
Rosamarina	69 Mmc
Don Sturzo (Ogliast.)	51 Mmc
Ancipa	29 Mmc
Pozzillo	50 Mmc
Fanaco	22 Mmc
Santa Rosalia	33 Mmc
Arancio	33 Mmc
Castello	32 Mmc
Nicoletti	30 Mmc

*L'Autorità di Bacino monitora oltre 30 invasi artificiali su tutta l'isola*

# VOLUMI INVASATI NEGLI INVASI SICILIANI —

## 2024

● Garcia ● Lentini ● Roma ● Rosamarina ● Andapa ● Fanaco — *selezione principali invasi*



### CRITICITÀ 2024

⚠ Ancipa: da 9,87 a 0,29 Mmc a dicembre. Quasi completamente vuoto

⚠ Fanaco: completamente svuotato (0,00 Mmc) da agosto a dicembre

⚠ Garcia: -54% rispetto a gennaio (23,1 → 10,7 Mmc)

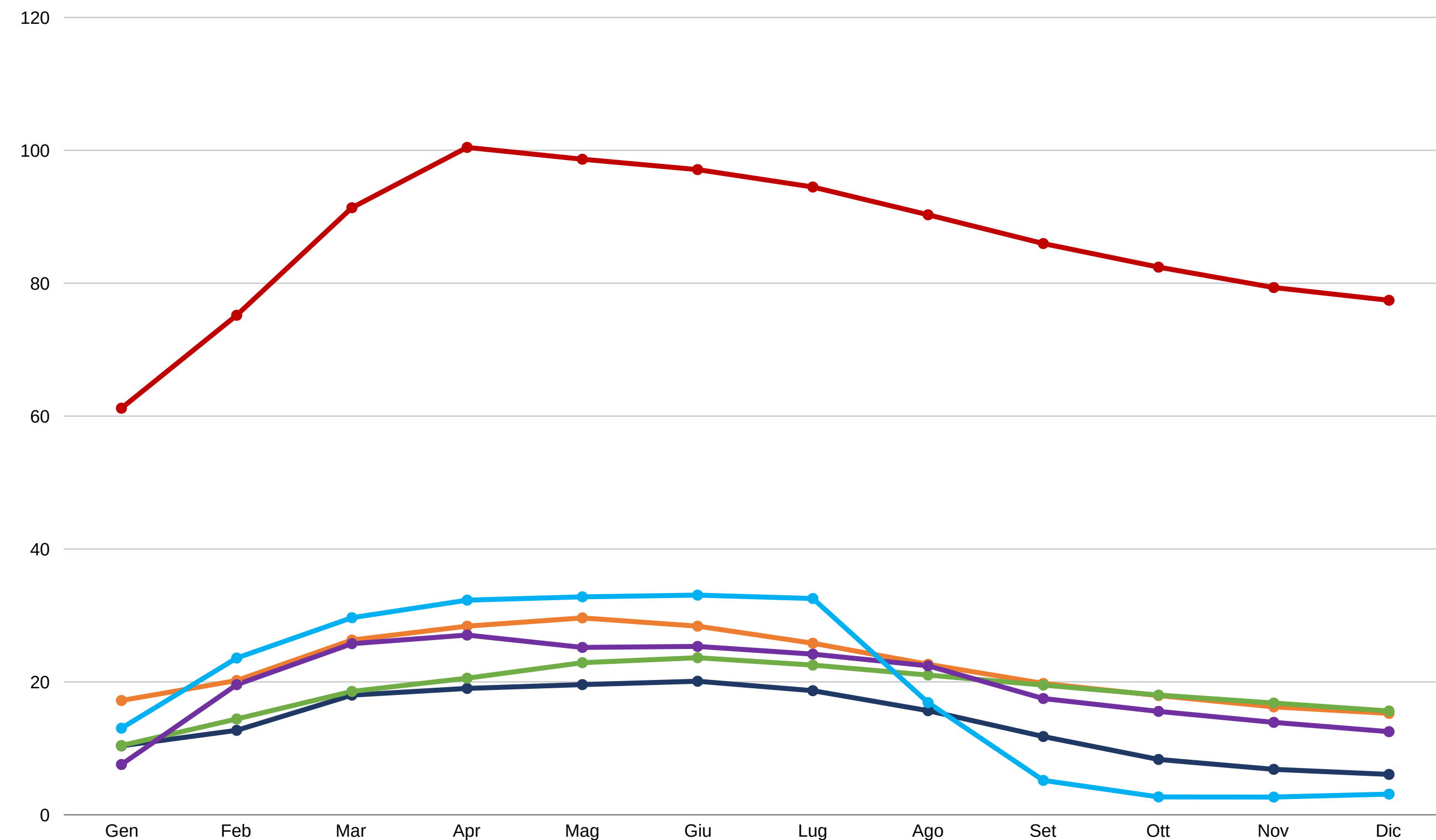
▶ Lentini: -33% (82,2 → 54,9 Mmc). Trend negativo continuo per tutto l'anno

▶ Monitoraggio settimanale attivato dall'Autorità di Bacino per la situazione di emergenza

# VOLUMI INVASATI NEGLI INVASI SICILIANI —

## 2025

● Garcia ● Lentini ● Roma ● Rosamarina ● Anzica ● Pozzillo — *selezione principali invasi*



### SEGNALI DI RECUPERO

✓ Ancipa: recupero straordinario feb–mag, da 7,6 a 27,1 Mmc (+257%)

✓ Pozzillo: ricarica primaverile fino a 33,1 Mmc (mag); crollo estivo

✓ Lentini: primavera ottima (100 Mmc), fine anno ancora su valori dignitosi (77 Mmc)

⚠ Garcia: parte già molto basso (10,4 Mmc gen) e scende a 6,1 Mmc a dicembre — rimane critico

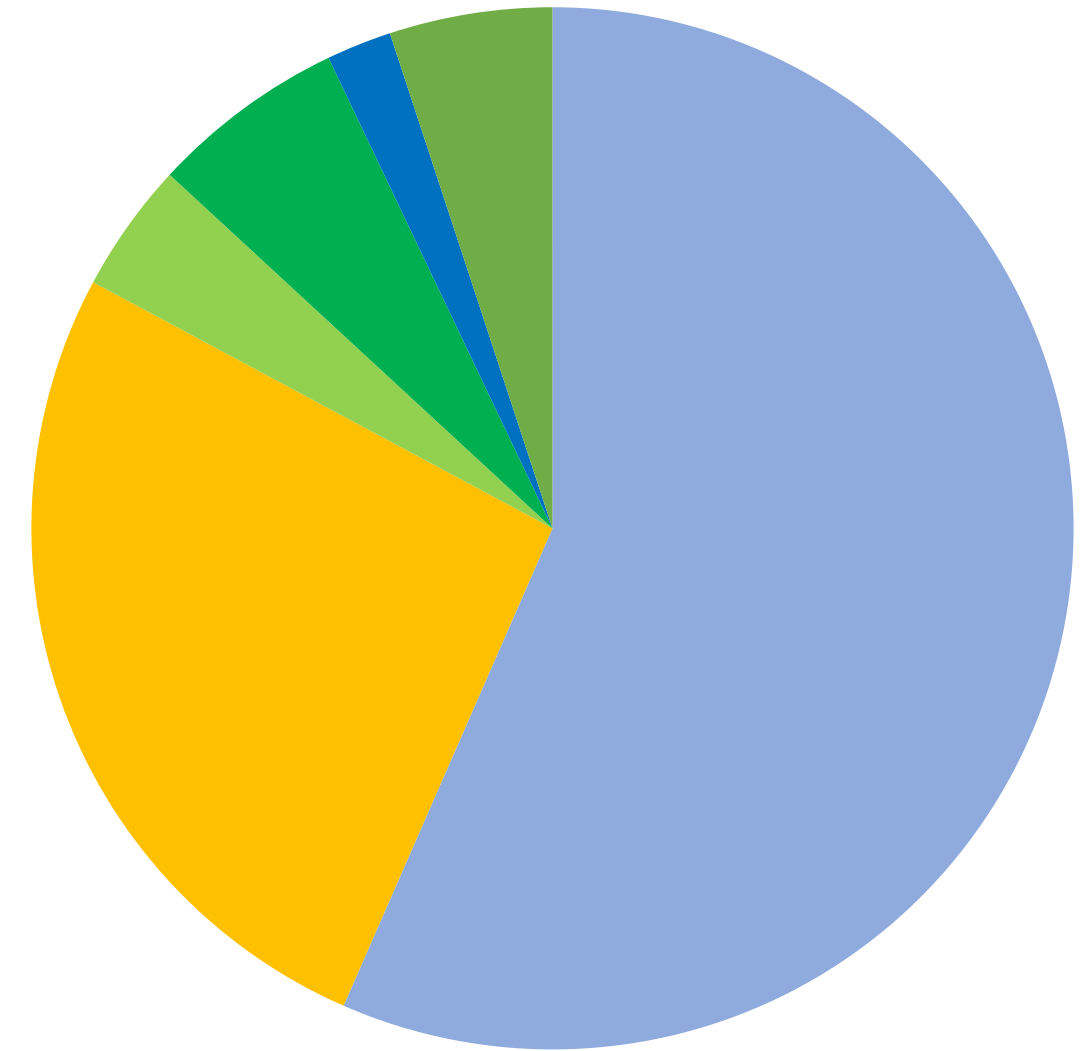
⚠ Distribuzione temporale non ottimale: piogge concentrate in inverno, stress in estate

# CAMBIAMENTO CLIMATICO E AGRICOLTURA: L'IRRIGAZIONE DELLE COLTURE AGRUMICOLE

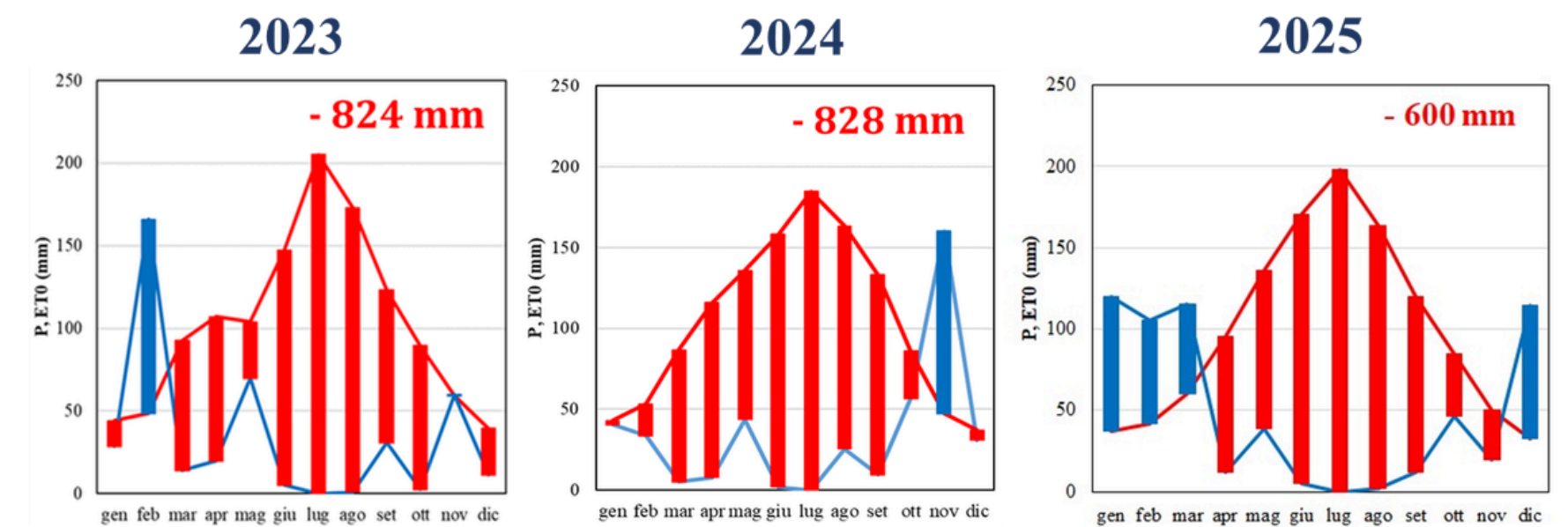
Sicilia Calabria Basilicata Puglia  
Campania Sardegna

L'agrumicoltura è una realtà importante nell'agricoltura nel sud Italia con circa 145,000 ha in produzione (fonte: Istat)

Produzione agrumicola



Le zone vocate all'agrumicoltura sono caratterizzate da regimi pluviometrici non sufficienti a soddisfare il fabbisogno idrico degli agrumi.



\*stazione SIAS di Catania

# IL RISPARMIO IDRICO IN AGRICOLTURA E L'EFFICIENZA D'USO DELL'ACQUA



# METODI IRRIGUI: LA MICROIRRIGAZIONE

- La **microirrigazione** consente la distribuzione dell' acqua e delle soluzioni nutritive in piccole quantità e con maggiore frequenza, mantenendo il livello di umidità ideale della zona radicale, consentendo un'irrigazione precisa per ogni tipo di pianta con ridotto consumo di acqua ed energia
- Possibilità d'impiego di gocciolatori **Ultra Low Drip Irrigation (ULDI)**

	Metodo irriguo	Efficienza potenziale (%)
Metodi gravitazionali	• Sommersione totale o parziale	< 25
	• Scorrimento	40-50
	• Infiltrazione laterale da solchi	55-60
Metodi in pressione	• Aspersione	70-85
	• Microirrigazione	
	▪ con spruzzatori (statici o rotanti sempre fuoriterra)	85
	▪ con gocciolatori (fuori terra o interrati)	90

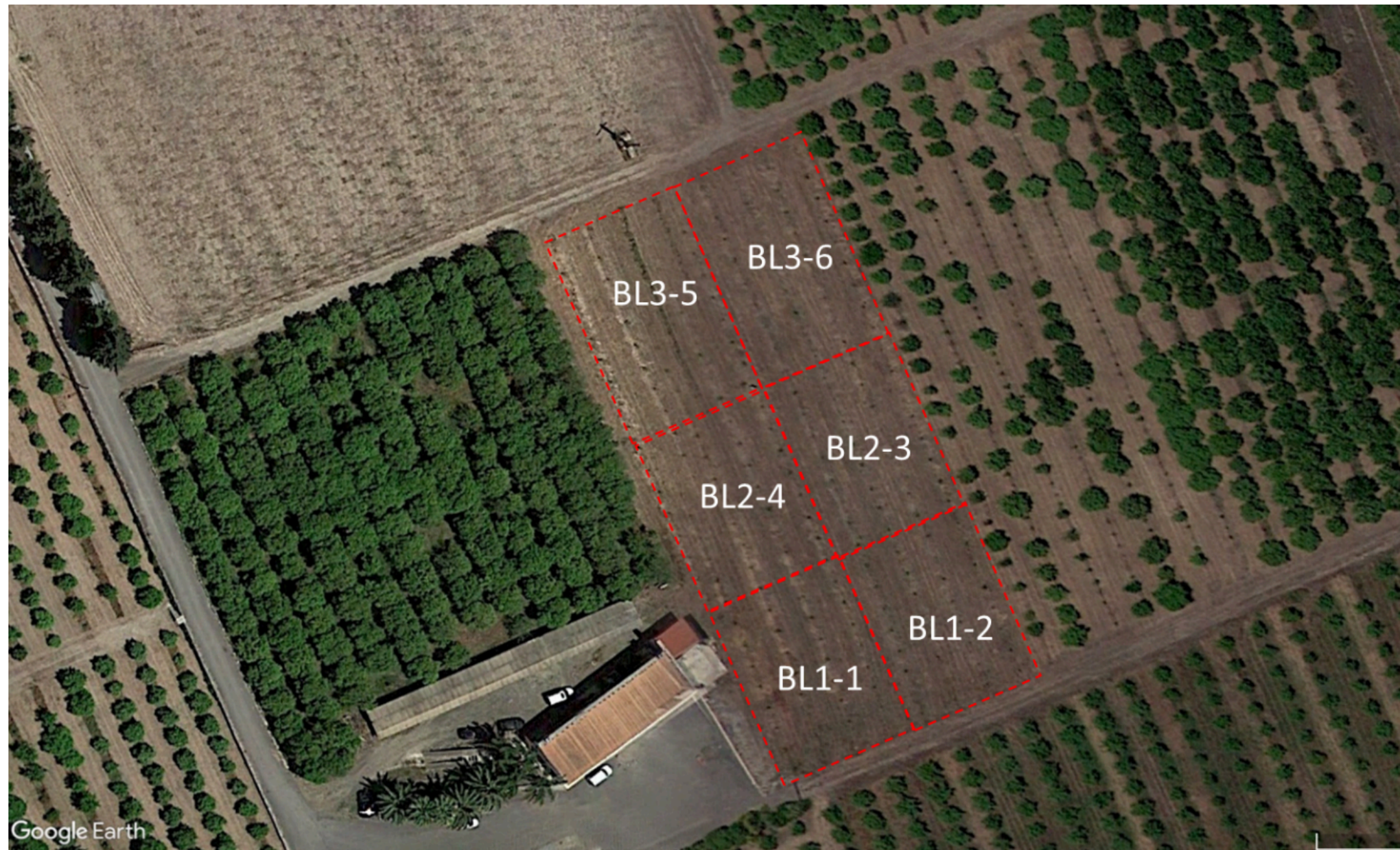


## Caratteristiche e benefici della micro-irrigazione:

- Alta frequenza dei turni irrigui
- Incremento produttivo e qualitativo
- Riduzione del costo energetico
- Riduzione degli attacchi fungini
- Consente di distribuire in modo eccellente i nutrienti
- Facilita il controllo e la gestione



# CAMPO SPERIMENTALE PALAZZELLI - «APP10»

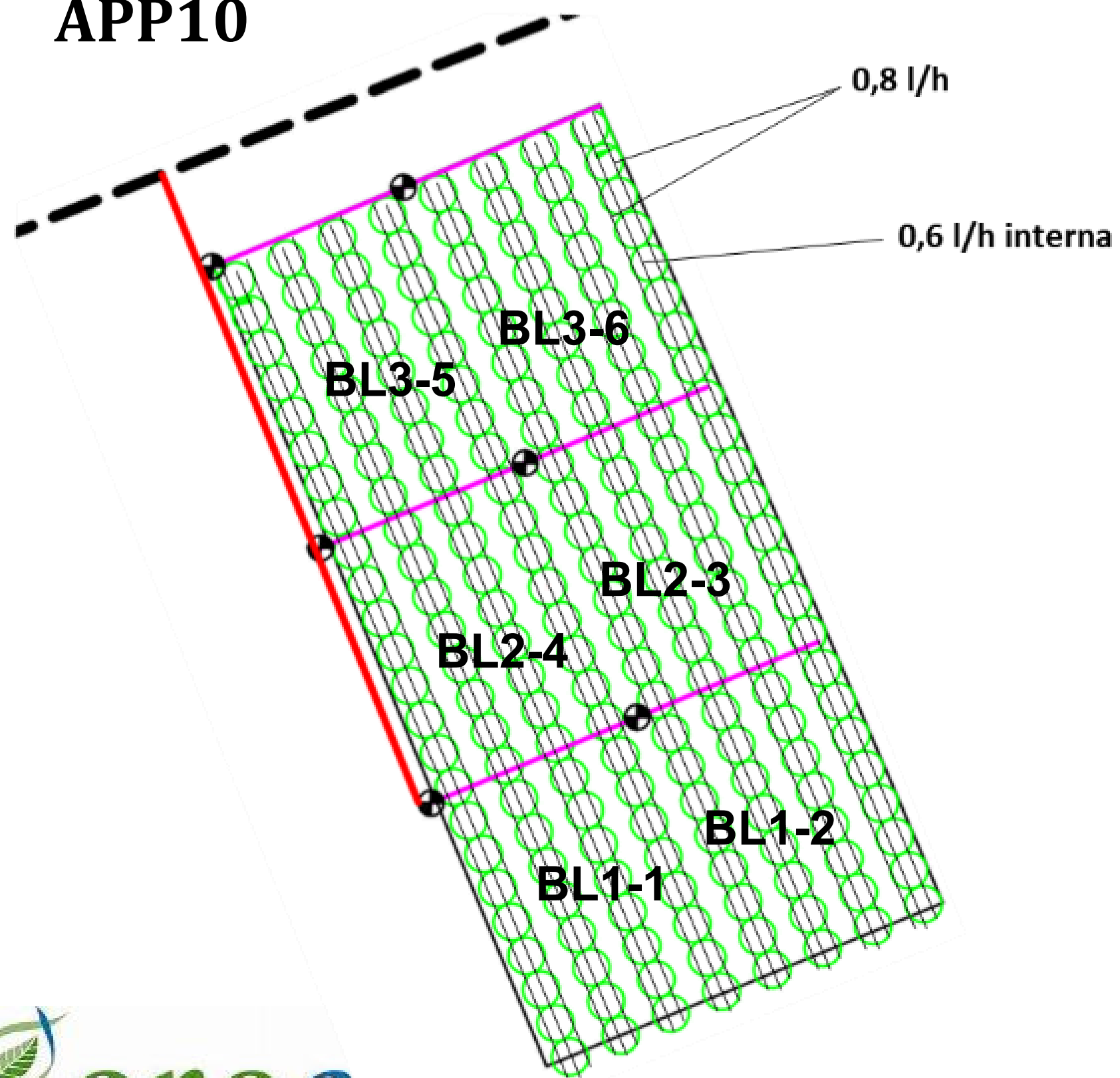


## Caratteristiche principali

- Area: 0.48 ha
- 6 settori indipendenti
- 150 piante di agrumi
- Diversi genotipi, inclusi:
  - Tarocco Meli NL C 8158 innestato su Carrizo citrange e su M5761.
  - Tarocco TDV innestato su Carrizo citrange e su FAO 30591.
- **Campo test ULDI**

# Ultra low drip irrigation: scheme

APP10



## Test *Ultra Low Drip Irrigation*

P5: Ø = 16 mm;

PORTATA < 1 l/h

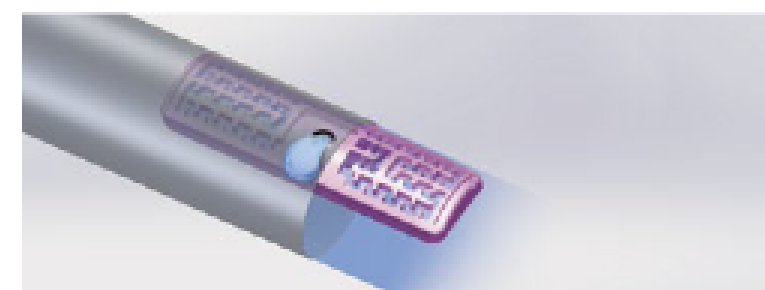
PRESSIONE < 1 bar;

Distanza gocciolatori = **50 cm**

6 settori irrigui:

- Due ali esterne con portata di 0.8 L/h per gocciolatore.
- Un'ala interna con portata di 0.6 L/h per gocciolatore

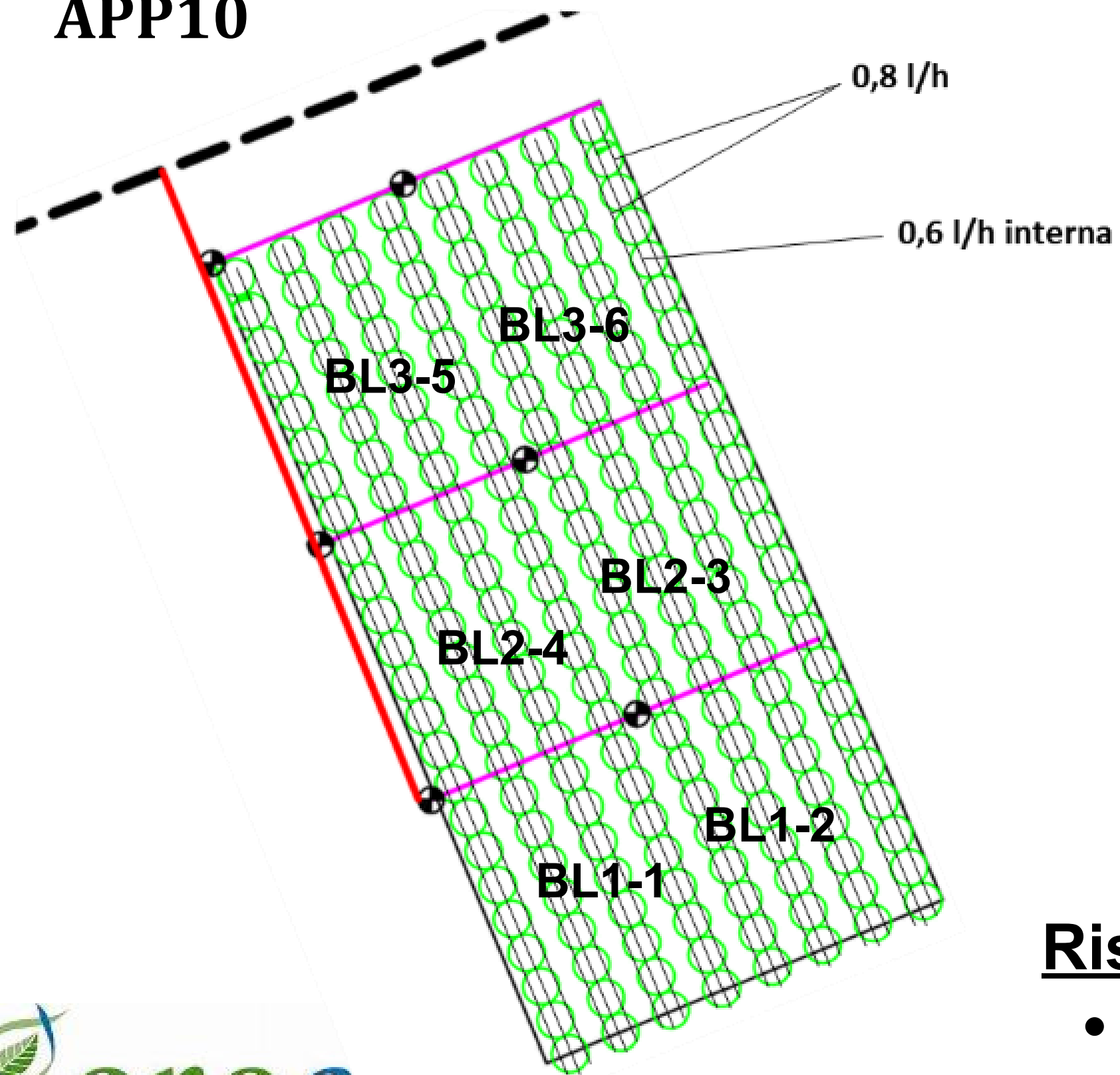
**P5™**



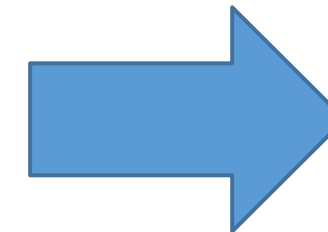
Portata nominale lph a 1,0 bar	Filtraggio consigliato	Colore	Relazione pressione (bar) /portata (lph)					
			0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	2,0
1,10	120 mesh		0,80	0,92	1,11	1,22	1,40	1,60
1,50	120 mesh		1,00	1,20	1,50	1,69	1,90	2,20
2,10	120 mesh		1,50	1,75	2,09	2,34	2,68	3,10
2,80	120 mesh		1,99	2,32	2,76	3,01	3,35	3,88
3,80	100 mesh		2,73	3,20	3,81	4,15	4,60	5,30

# Ultra low drip irrigation: performance

APP10



Dripper types	Block	Measured flow rate (l/h)	Theoretical flow rate (l/h)	Difference (%)
0.6 l/h	BL1-1	0.63	0.60	5%
	BL1-2	0.70	0.60	17%
	BL2-3	0.66	0.60	10%
	BL2-4	0.60	0.60	0%
	BL3-5	0.66	0.60	10%
	BL3-6	0.72	0.60	19%
	<b>Tot</b>		<b>0.66</b>	<b>0.60</b>
0.8 l/h	BL1-1	0.79	0.80	-2%
	BL1-2	0.81	0.80	1%
	BL2-3	0.80	0.80	-1%
	BL2-4	0.79	0.80	-1%
	BL3-5	0.81	0.80	1%
	BL3-6	0.80	0.80	0%
	<b>Tot</b>		<b>0.80</b>	<b>0.80</b>



**UE = 98%**  
**RD = -4%**

## Risultati:

- Ottima uniformità di erogazione dell'impianto e distribuzione alla scala di campo

# METODI IRRIGUI: LA SUBIRRIGAZIONE

Nella sub-irrigazione l'impianto a goccia è posizionato al di sotto della superficie del terreno; consente una efficiente somministrazione di acqua e nutrienti in essa disciolti alle colture.

## **Benefici della subirrigazione:**

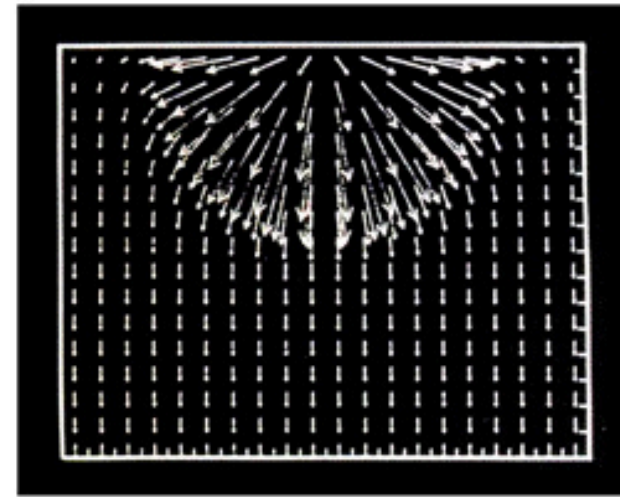
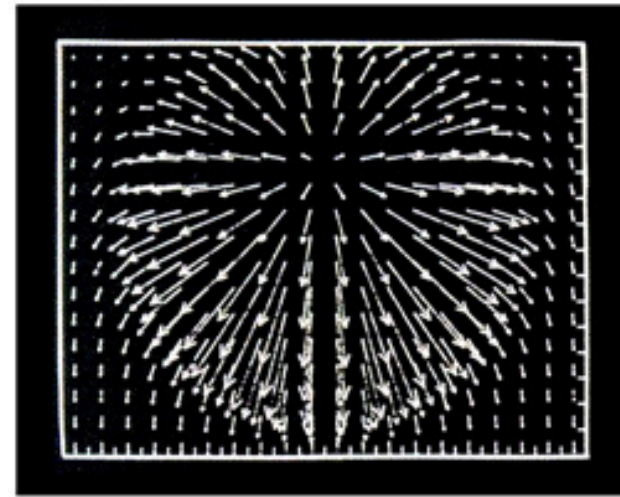
- assenza di ostacoli alle macchine;
- facilita le operazioni colturali;
- riduzione delle fitopatologie;
- assenza di atti vandalici;
- miglioramento estetico del frutteto;
- maggior durata dell'impianto;
- controllo delle erbe infestanti;
- esalta la fertirrigazione, localizzando la soluzione nutritiva presso gli apparati radicali;
- risparmio idrico.



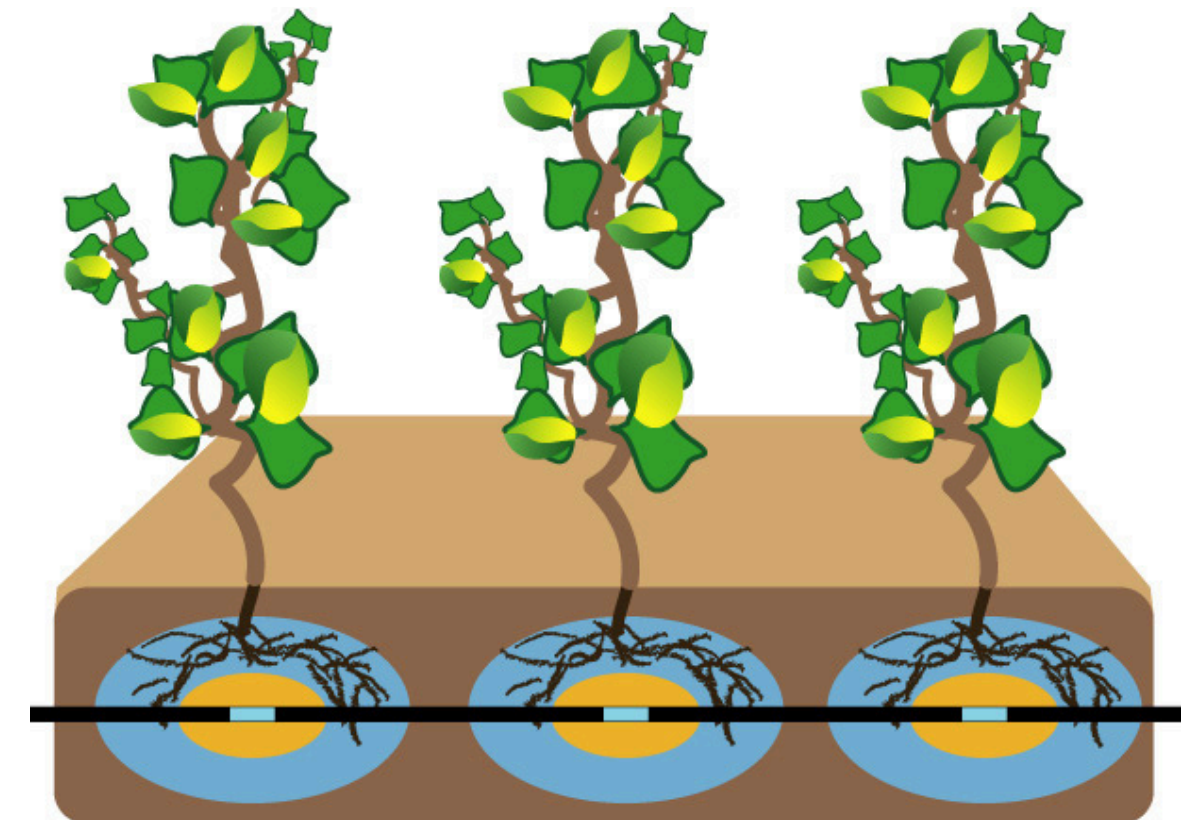
**irritec**<sup>®</sup>  
*don't wait for rain*<sup>®</sup>

# METODI IRRIGUI: LA SUBIRRIGAZIONE

Nella subirrigazione il volume di terreno bagnato intorno al punto di erogazione assume una forma sferica con un aumento di circa il 46% a parità di acqua erogata rispetto all'irrigazione a goccia superficiale.



**Radici???**  
**Protezione ROOTGUARD®**



# CAMPO SPERIMENTALE PALAZZELLI - «APP11»



## Caratteristiche principali

- Area: 1 ha
- 24 settori irrigui
- Diversi genotipi, inclusi:
  - Portainnesti: Carrizo citrange, FAO 30576, FAO 30591, M5762, UFR-4, US812, e altri;
  - Cultivar e ibridi sperimentali: B11R3T24, B11R5T25, N40R1T18, N40R3T25, AMB + CZO, TDV su FAO30584, ecc;
  - Sementali e accessioni sperimentali: Semenzale C35, WGFT, 63-199-49, M4159A, M4379, ecc;
- **Campo test ULDI in subirrigazione**

## APP11

### Test *Ultra Low Drip Irrigation*

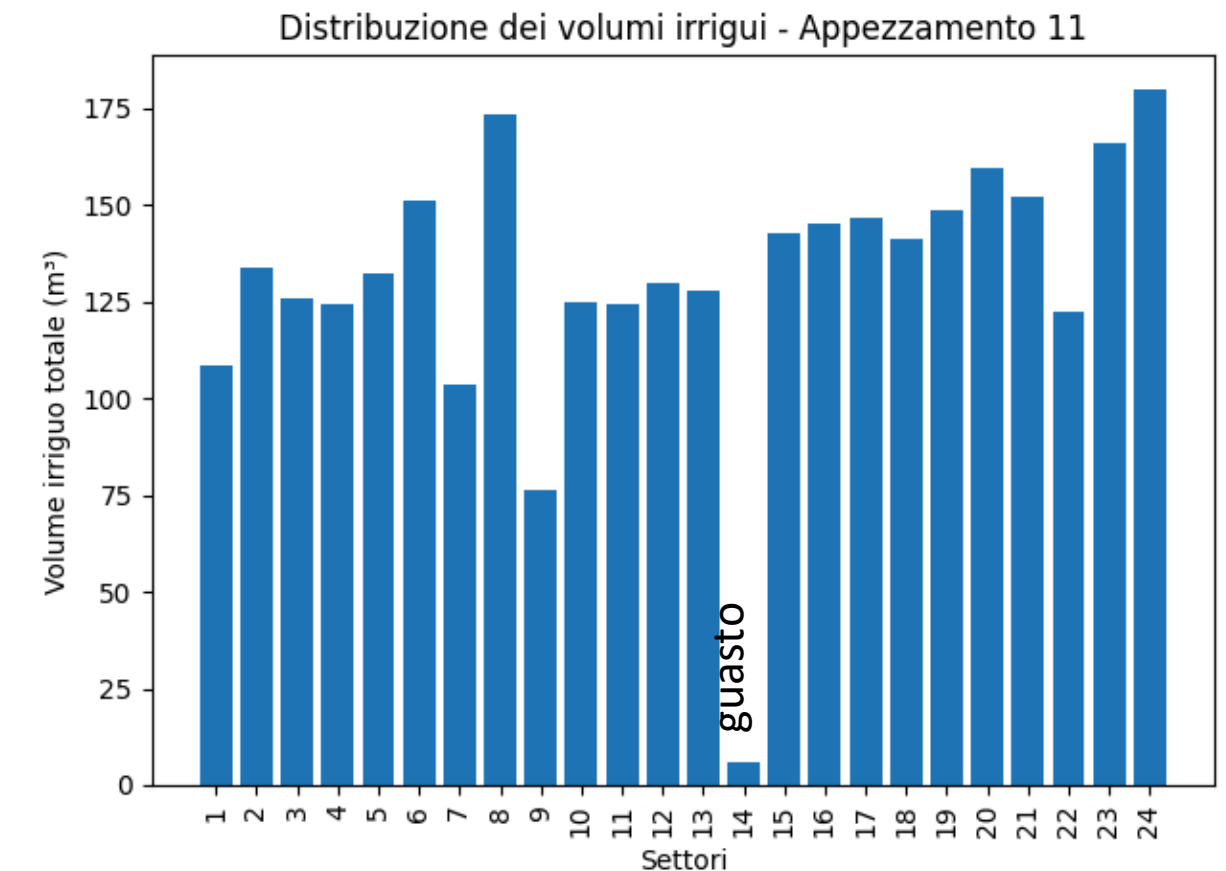
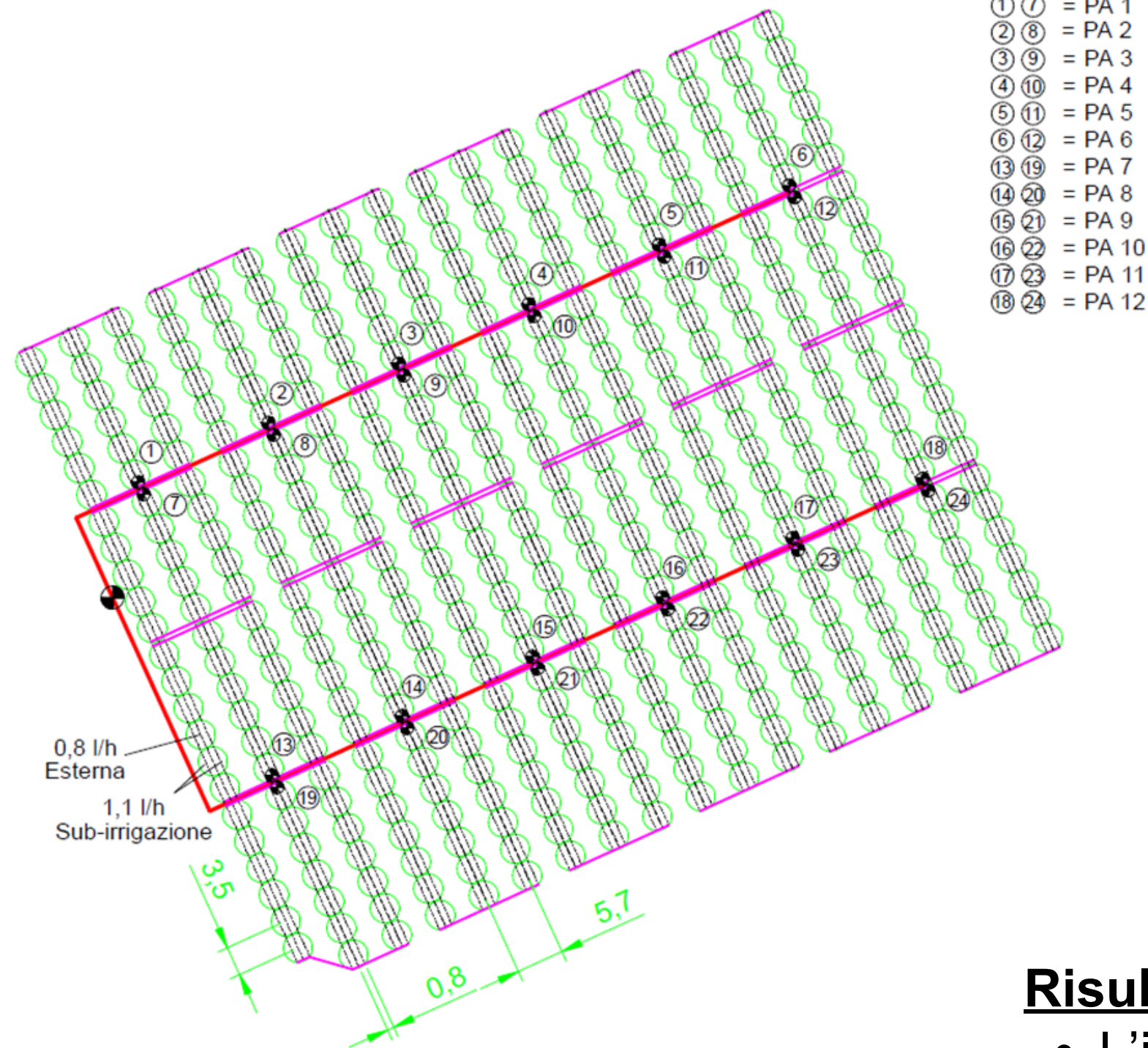
P5:  $\varnothing = 16$  mm;

PORTATA = 0.8 - 1.1 l/h

PRESSIONE < 1 bar;

Distanza gocciolatori = **40 cm**

**12 principi attivi antiradice**



### Risultati preliminari:

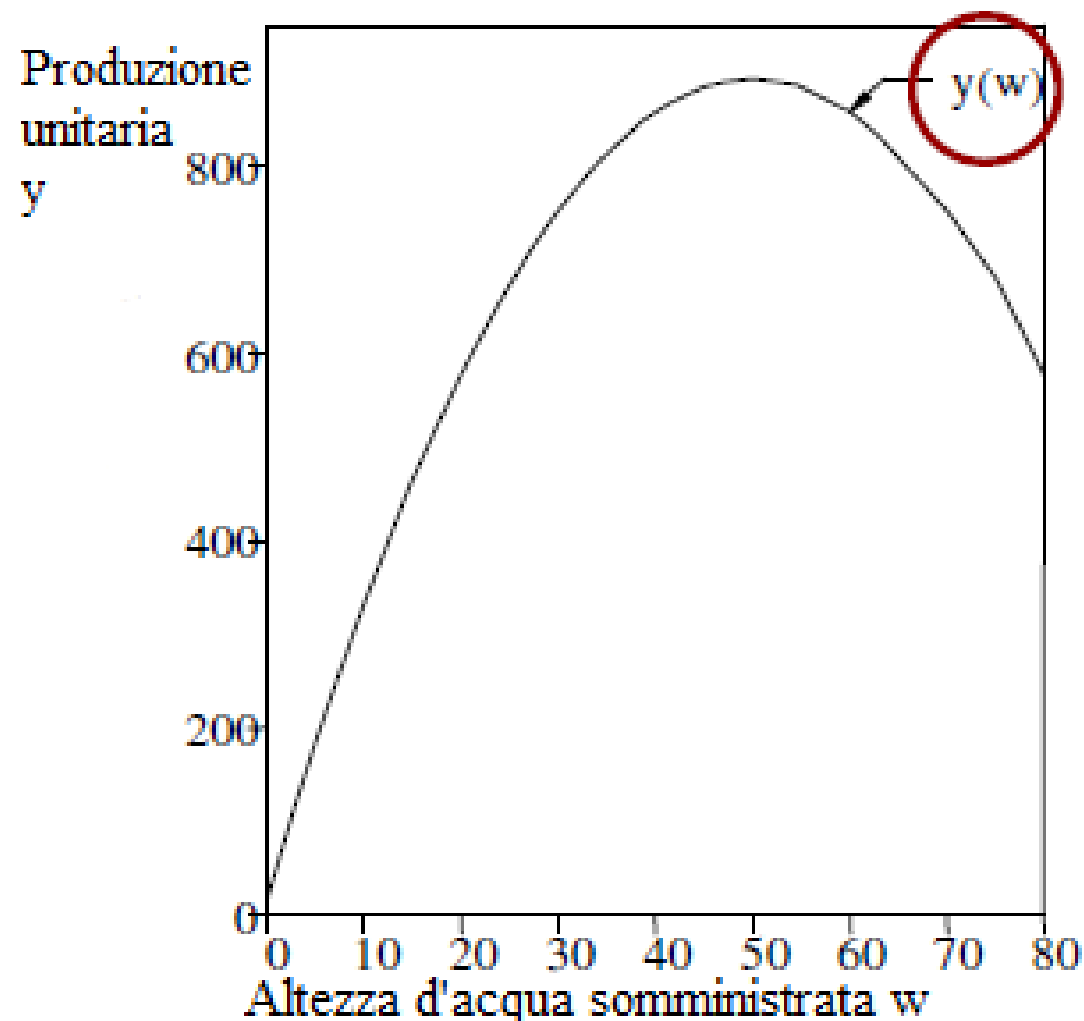
- L'integrazione tra sub-irrigazione e irrigazione superficiale ausiliaria ha supportato l'attecchimento delle piante giovani
- Variabilità dei volumi irrigui tra settori: necessità di strumenti di supporto alla gestione irrigua

# STRATEGIE IRRIGUE: L'IRRIGAZIONE DEFICITARIA

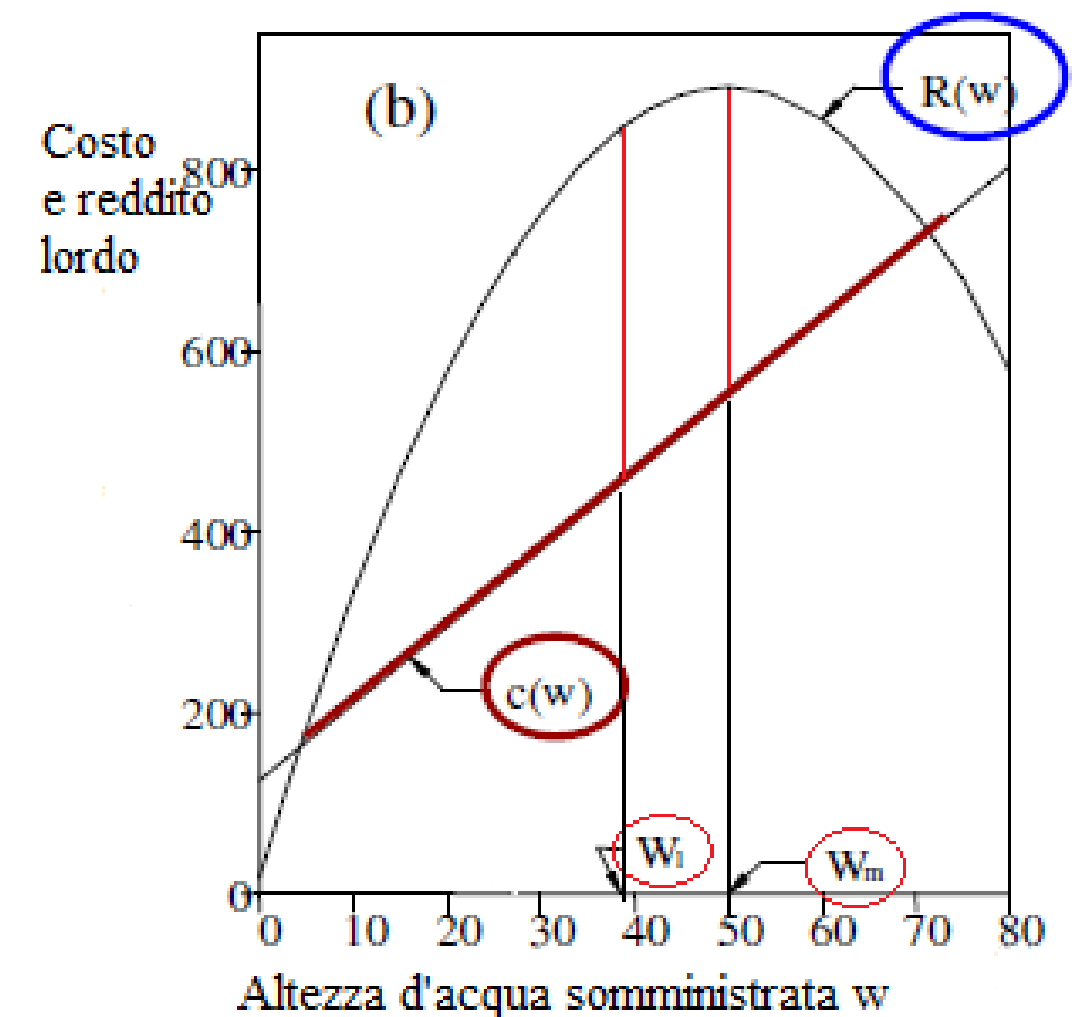
L'irrigazione deficitaria (ID) consiste nell'applicazione di volumi irrigui ridotti rispetto a quelli che garantiscono la massima produzione, consentendo una riduzione dei costi di esercizio e conseguenti incrementi del beneficio netto e della produttività dell'acqua (WP, resa per unità di acqua utilizzata) (Fererres e Soriano, 2007).

L'attuazione di tecniche di irrigazione deficitaria permette di:

1. Aumentare l'efficienza d'uso d'acqua;
2. Ridurre i costi dei consumi idrici ed energetici massimizzando i benefici economici; e
3. Mantenere produzioni adeguate



Funzione di produzione



Funzioni di costo e ricavo

# STRATEGIE IRRIGUE: L'IRRIGAZIONE DEFICITARIA

**Deficit Irrigation DI**

Regulated Deficit Irrigation RDI

Partial root zone drying PRD

Deficit costante in tutte le fasi fenologiche

- massimizzare i **profitti** a discapito della massima **produzione**
  - riduzione dei volumi di adacquamento

# STRATEGIE IRRIGUE: L'IRRIGAZIONE DEFICITARIA

Deficit Irrigation DI

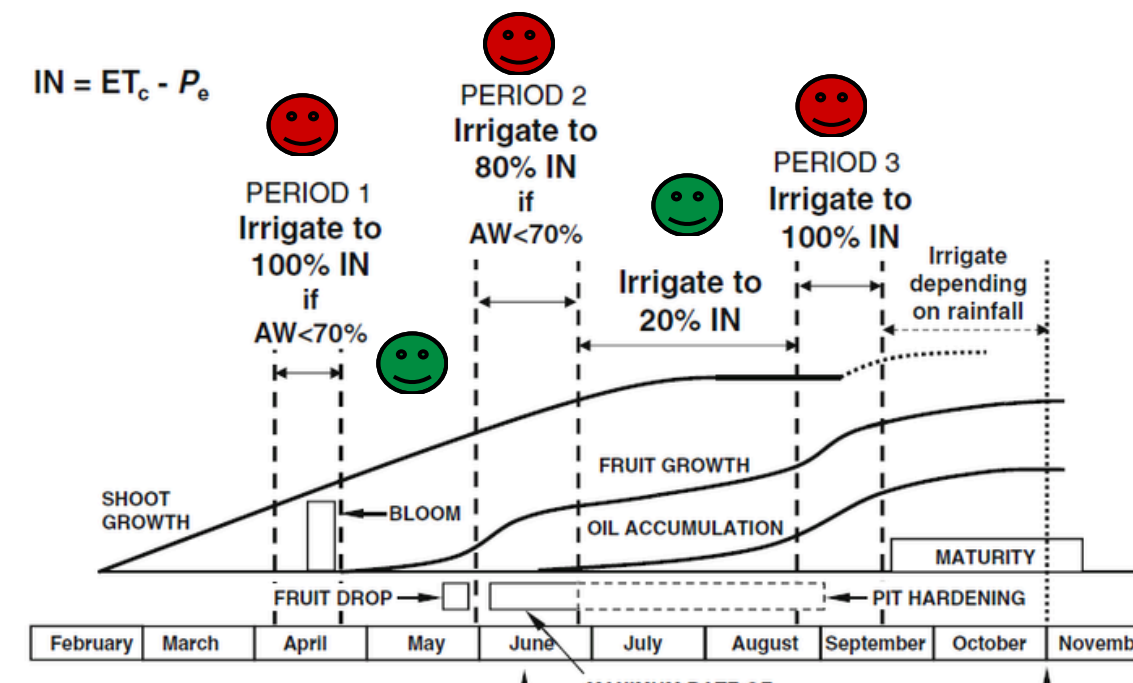
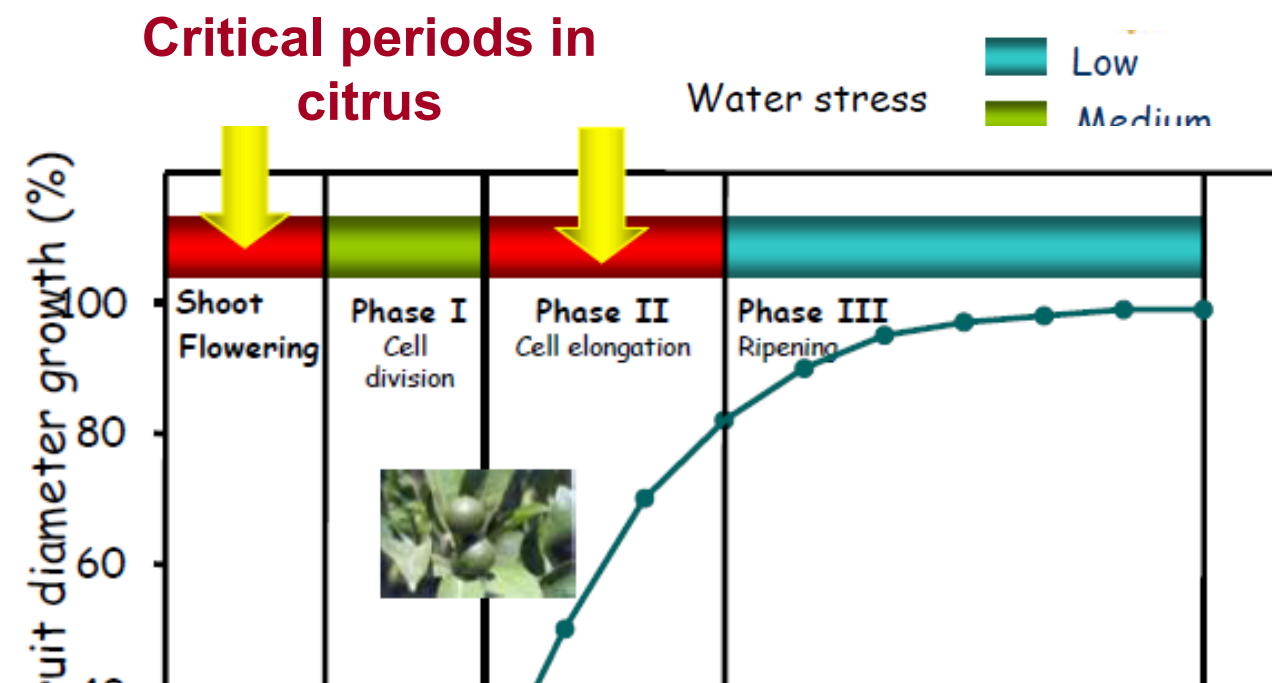
Regulated Deficit Irrigation RDI

Partial root zone drying PRD

Deficit variabile per alcune fasi fenologiche

**vantaggi:** controllo dello sviluppo vegetativo, equilibrio tra fase vegetativa e fase produttiva, incremento dell'efficienza d'uso dell'acqua

**svantaggi:** monitoraggio del contenuto idrico del suolo e fisiologia della pianta



Fernández et al. (2013)

# STRATEGIE IRRIGUE: L'IRRIGAZIONE DEFICITARIA

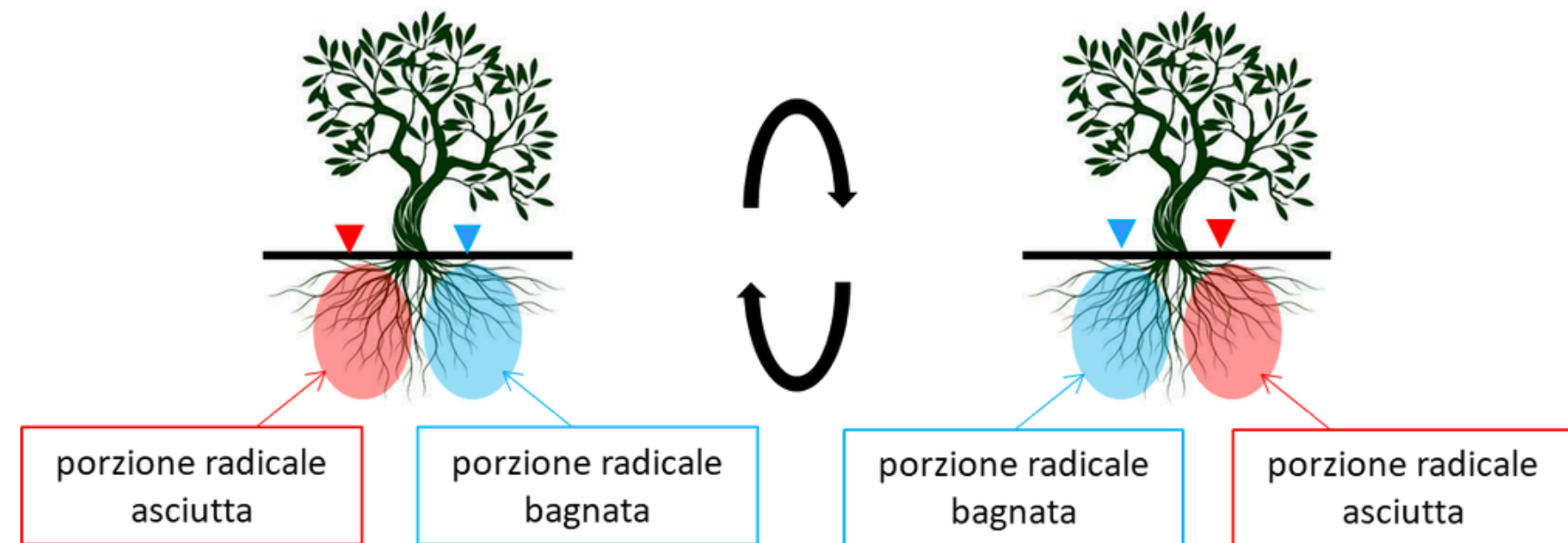
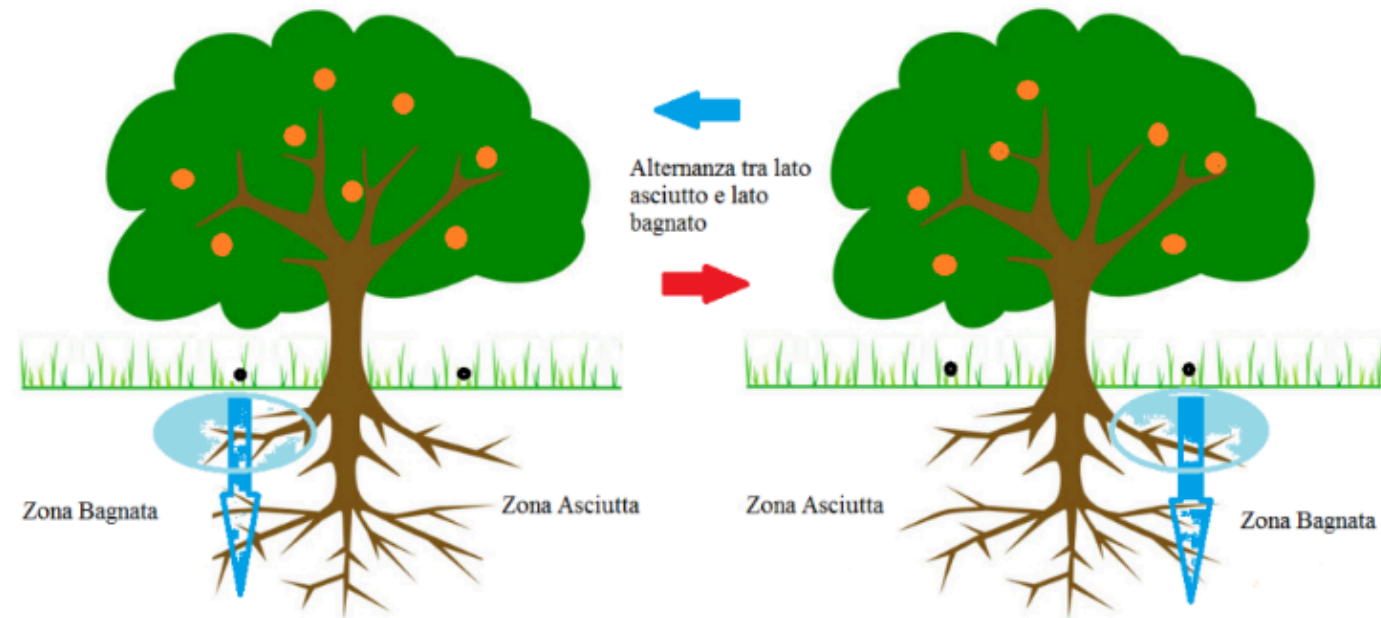
Deficit Irrigation DI

Regulated Deficit Irrigation RDI

Partial root zone drying PRD

Consiste nell'**alternanza della somministrazione dei volumi irrigui su due porzioni distinte dell'apparato radicale**, al fine di creare una zona umida contrapposta ad una zona asciutta.

Attuazione di meccanismi ormonali e bio-chimici da parte delle piante



# CASI STUDIO: APPLICAZIONE DI TECNICHE E STRATEGIE IRRIGUE INNOVATIVE IN AGRUMETI

Europ. J. Agronomy 82 (2017) 190–202

Contents lists available at ScienceDirect

European Journal of Agronomy

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/eja](http://www.elsevier.com/locate/eja)



Partial root-zone drying irrigation in orange orchards: Effects on water use and crop production characteristics

S. Consoli<sup>a,\*</sup>, F. Stagno<sup>a,b</sup>, D. Vanella<sup>a</sup>, J. Boaga<sup>c</sup>, G. Cassiani<sup>c</sup>, G. Roccuzzo<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia, 100–95123 Catania, Italy  
<sup>b</sup> Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, (CREA), Corso Savoia 190, 95024 Acireale, Italy  
<sup>c</sup> Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Padova, Via G. Gradonigo, 6–35131 Padova, Italy



Agricultural Water Management 247 (2021) 106734

Contents lists available at ScienceDirect

Agricultural Water Management

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/agwat](http://www.elsevier.com/locate/agwat)



Adaptation of citrus orchards to deficit irrigation strategies

Daniela Saitta<sup>a</sup>, Simona Consoli<sup>a</sup>, Filippo Ferlito<sup>b</sup>, Biagio Torrisi<sup>b</sup>, Maria Allegra<sup>b</sup>, Giuseppe Longo-Minnolo<sup>c,\*</sup>, Juan Miguel Ramírez-Cuesta<sup>d</sup>, Daniela Vanella<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia, 100, Catania 95123, Italy  
<sup>b</sup> Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia, 190, Acireale, CT 95024, Italy  
<sup>c</sup> International Doctorate in Agricultural, Food and Environmental Science Di3A University of Catania, Catania 95124, Italy  
<sup>d</sup> Dpto. Riego, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), P.O. Box 164, Murcia 30100, Spain



Journal of Hydrology 556 (2018) 310–324

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hydrology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jhydrol](http://www.elsevier.com/locate/jhydrol)



Research papers

Use of small scale electrical resistivity tomography to identify soil-root interactions during deficit irrigation

D. Vanella<sup>a,\*</sup>, G. Cassiani<sup>b</sup>, L. Busato<sup>b</sup>, J. Boaga<sup>b</sup>, S. Barbagallo<sup>a</sup>, A. Binley<sup>c</sup>, S. Consoli<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione, Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia, 100, 95123 Catania, Italy  
<sup>b</sup> Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Padova, Via Gradonigo, 6, 35131 Padova, Italy  
<sup>c</sup> Lancaster Environment Centre, Lancaster University, Lancaster LA1 4YQ, UK



Journal of Agricultural Engineering 2021; volume LII:1193

Long-term monitoring of deficit irrigation regimes on citrus orchards in Sicily

Daniela Vanella,<sup>1</sup> Filippo Ferlito,<sup>2</sup> Biagio Torrisi,<sup>2</sup> Alessio Giuffrida,<sup>2</sup> Salvatore Pappalardo,<sup>1</sup> Daniela Saitta,<sup>1</sup> Giuseppe Longo-Minnolo,<sup>3</sup> Simona Consoli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agriculture, Food and Environment (Di3A), University of Catania, Catania; <sup>2</sup> Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Olive, Fruit and Citrus crops, Acireale (CT); <sup>3</sup> International Doctorate in Agricultural, Food and Environmental Science Di3A, University of Catania, Catania, Italy

Agricultural Water Management 132 (2014) 60–68

Contents lists available at ScienceDirect

Agricultural Water Management

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/agwat](http://www.elsevier.com/locate/agwat)



Sustainable management of limited water resources in a young orange orchard

S. Consoli<sup>a,\*</sup>, F. Stagno<sup>a</sup>, G. Roccuzzo<sup>b</sup>, G.L. Cirelli<sup>a</sup>, F. Intrigliolo<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agroalimentari e Ambientali (DiGeSA), Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia, 100, 95123 Catania, Italy  
<sup>b</sup> Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Centro di ricerca per l'Agrumicoltura e le Colture Mediterranee (CRA-ACM), Corso Savoia 190, 95024 Acireale, Italy



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



Effects of organic mulching and regulated deficit irrigation on crop water status, soil and yield features in an orange orchard under Mediterranean climate

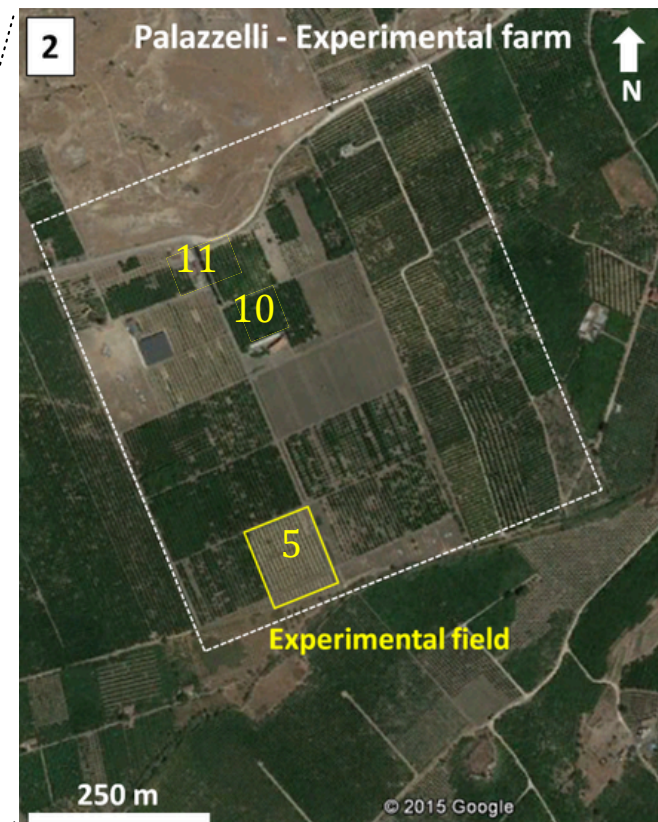
D. Vanella<sup>a</sup>, S. Guarrera<sup>b,\*</sup>, F. Ferlito<sup>c</sup>, G. Longo-Minnolo<sup>a</sup>, M. Milani<sup>a</sup>, G. Pappalardo<sup>a</sup>, E. Nicolosi<sup>a</sup>, A.G. Giuffrida<sup>a</sup>, B. Torrisi<sup>c</sup>, G. Las Casas<sup>c</sup>, S. Consoli<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia, 100, Catania 95123, Italy  
<sup>b</sup> Ph.D. Scholar, International Doctorate in Agricultural, Food and Environmental Science—Di3A—University of Catania, Catania 95124, Italy  
<sup>c</sup> Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia, 190, Acireale, CT 95024, Italy



# CASI STUDIO: APPLICAZIONE DI TECNICHE E STRATEGIE IRRIGUE INNOVATIVE IN AGRUMETI

**2009 - oggi**



## **APP5 (20 anni)**



*Citrus sinensis* (L.)  
Osbeck) cv  
'Tarocco Sciara'  
on Citrange  
carrizo rootstock  
[*Poncirus*  
*trifoliata* (L.) Raf.  
× *C. sinensis* (L.)  
Osbeck]

## **APP10 (4 anni) and APP11 (3 anni)**

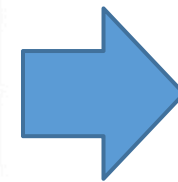
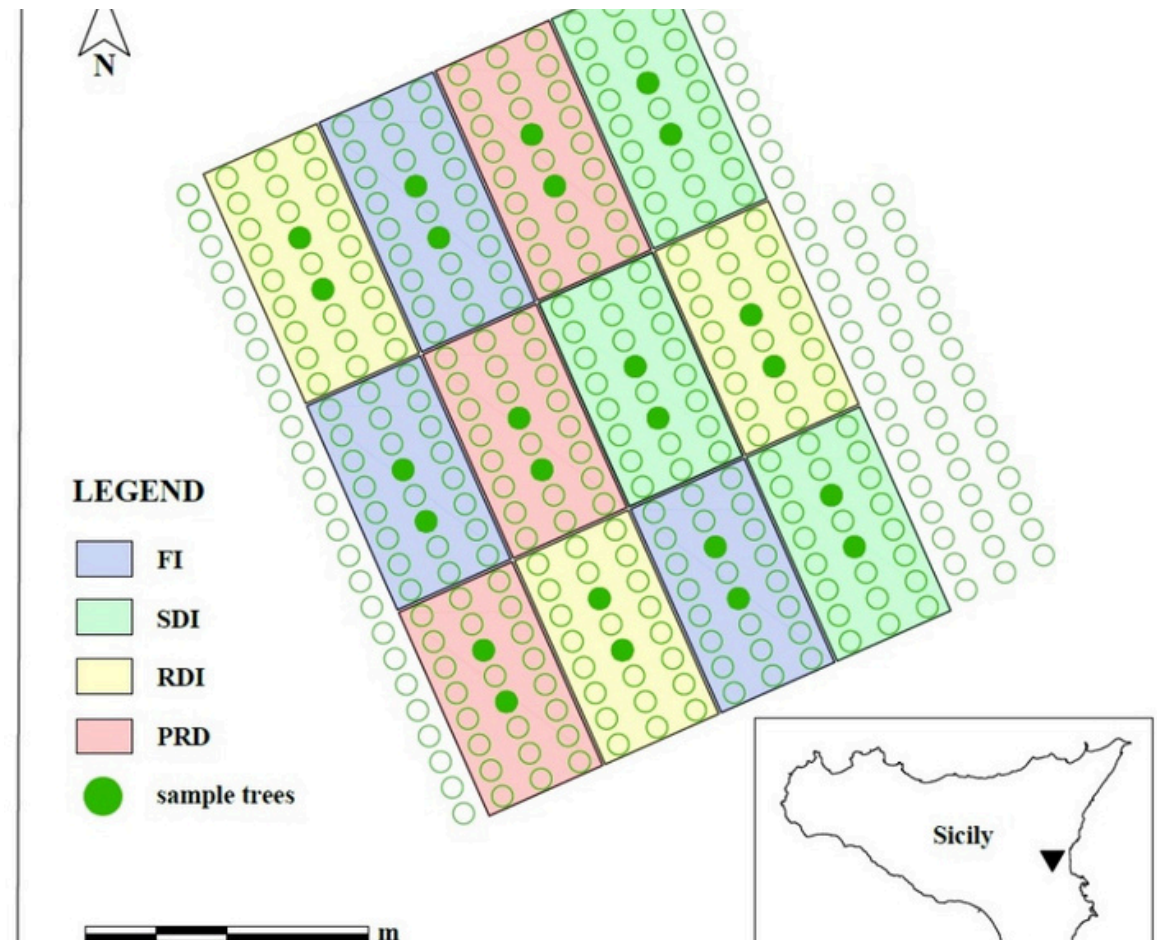


Multiple variety/rootstock combinations supplied  
by ULDI also in subirrigation



# CASI STUDIO: APPLICAZIONE DI TECNICHE E STRATEGIE IRRIGUE INNOVATIVE IN AGRUMETI

## APP. 5 – STRATEGIE IRRIGUE DEFICITARIE



### VOLUMI EROGATI

Year	FI (mm)	SDI (mm)	RDI (mm)	PRD (mm)	ET <sub>0</sub> (mm)	P (mm)
2011	182	150 (17.6%)*	158 (13.2%)*	108 (40.6%)*	700	80
2012	261	210 (19.4%)*	207 (20.6%)*	161 (38.3%)*	900	40
2013	259	215 (17.0%)*	154 (40.5%)*	109 (57.9%)*	703	68
2014	266	240 (10.1%)*	232 (12.7%)*	111 (58.5%)*	730	61
2015	279	204 (26.8%)*	174 (37.6%)*	158 (43.4%)*	697	100
2016	279	213 (24.0%)*	198 (29.0%)*	155 (45.0%)*	723	100
2017	209	158 (24.0%)*	163 (22.0%)*	125 (40.0%)*	783	37
2018	312	248 (20.6%)*	211 (32.4%)*	150 (51.9%)*	596	93
2019	302	250 (17.2%)*	226 (25.2%)*	142 (53.0%)*	636	115
	287	216 (24.7%)*	215 (25.1%)*	138 (51.9%)*	540	23
	180	150 (16.7%)*	131 (27.2%)*	110 (38.9%)*	564	0
	252	208 (17.5%)*	219 (13.1%)*	163 (35.3%)*	579	45
	213	193 (9.4%)*	162 (23.9%)*	126 (40.8%)*	493	16
	246	233 (5.0%)*	199 (19.0%)*	134 (46.0%)*	572	25

FI = controllo (100% dei fabbisogni idrici colturali, ETc)

SDI = *sustained deficit irrigation* (75% ETc) in sub-irrigazione

RDI = *regulated deficit irrigation* (50-100% ETc) (fase II e III) – maturazione dei frutti

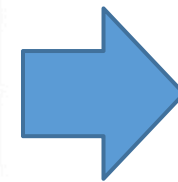
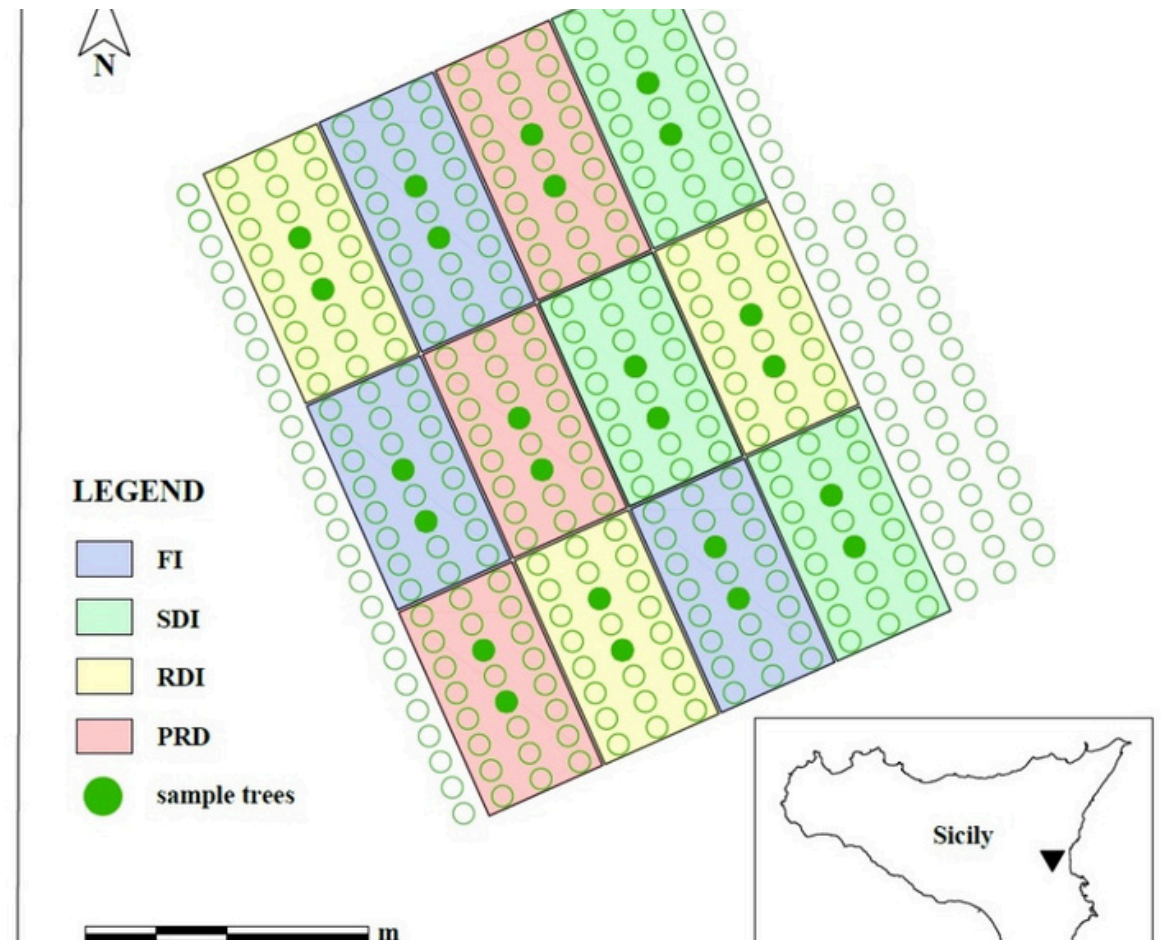
PRD = *partial root -zone drying* (50% ETc)

\* Risparmio idrico (%) definito come  $[1 - (\text{irrigazione in SDI, RDI or PRD} / \text{irrigazione in FI})] \times 100$

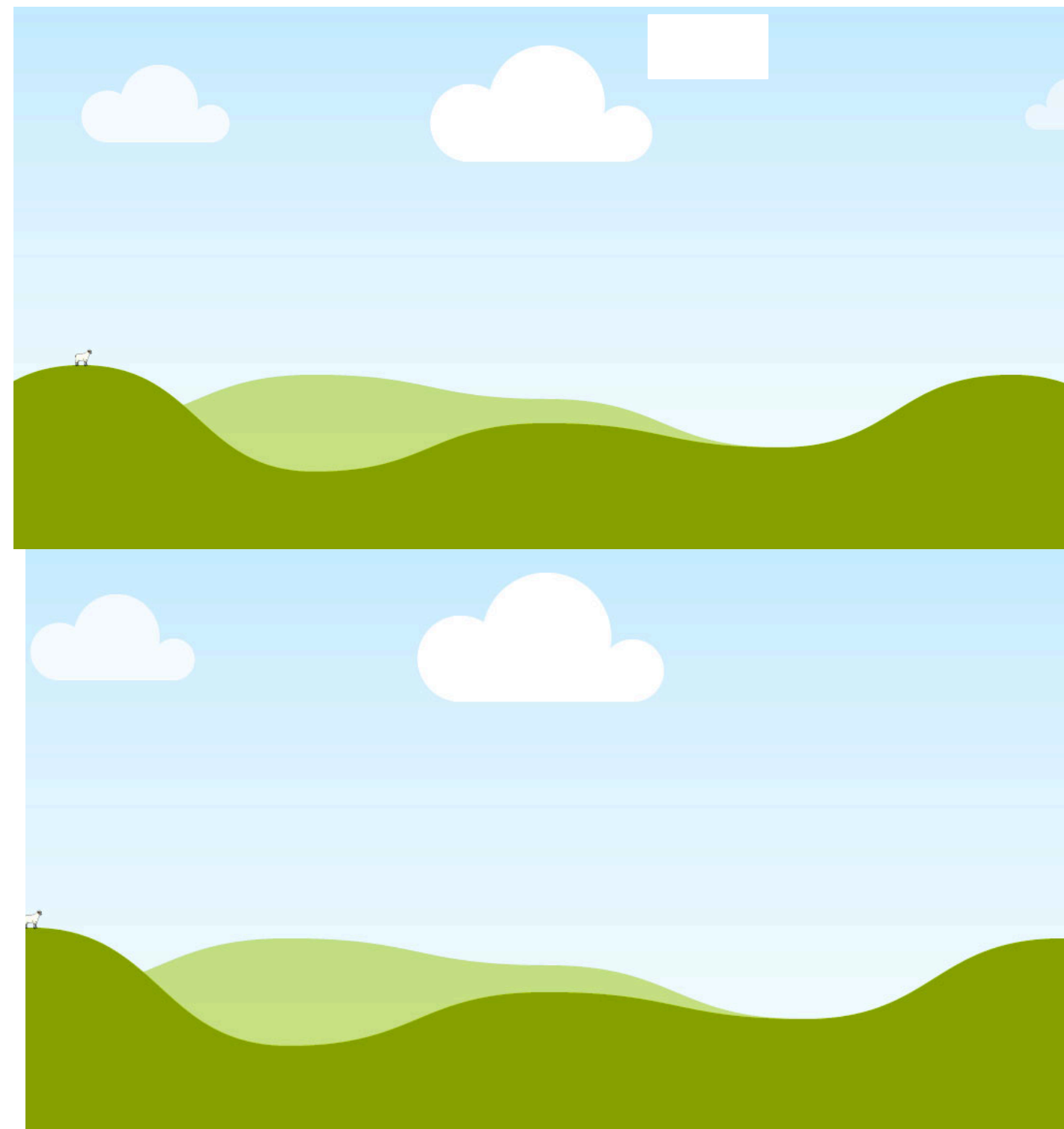
**Risparmio idrico del 20 al 50% con le strategie**

# CASI STUDIO: APPLICAZIONE DI TECNICHE E STRATEGIE IRRIGUE INNOVATIVE IN AGRUMETI

## APP. 5 – STRATEGIE IRRIGUE DEFICITARIE



### PRODUZIONE



**Nessuna  
differenza  
significativa tra i  
trattamenti in  
termini di  
produzione**

FI = controllo (100% dei fabbisogni idrici colturali, ETc)

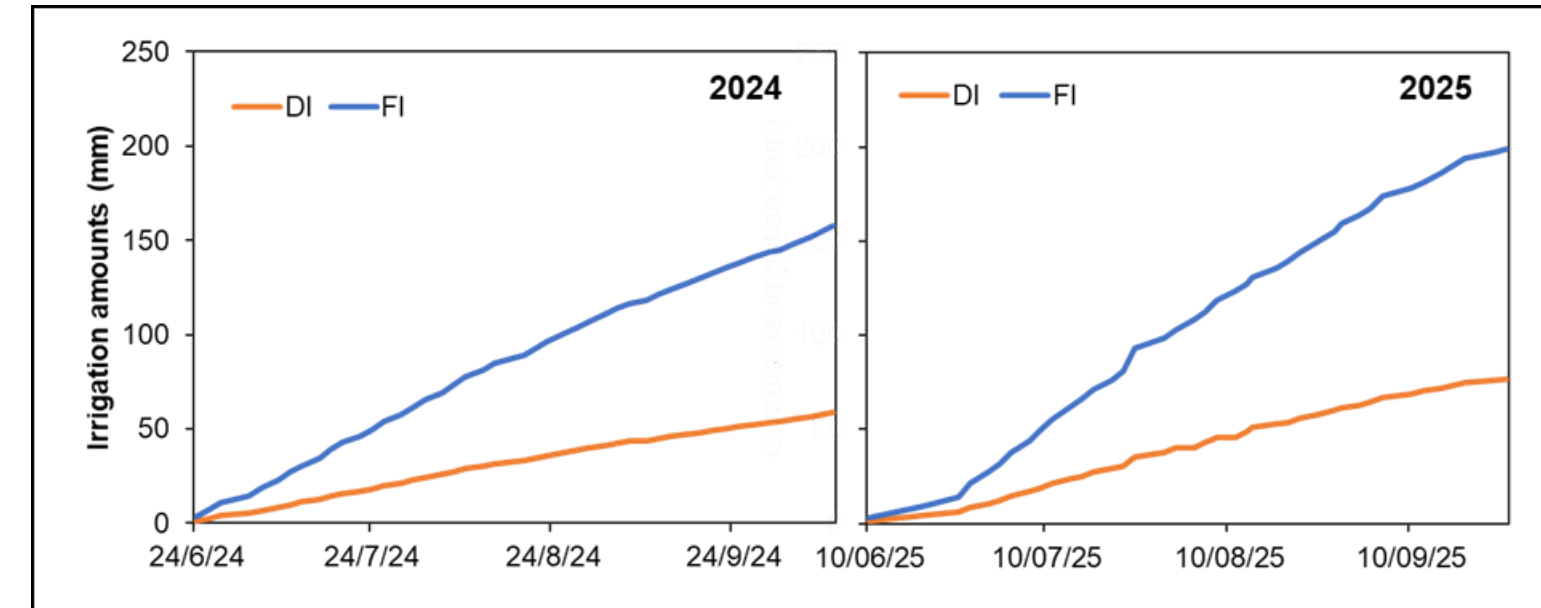
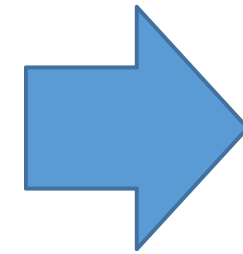
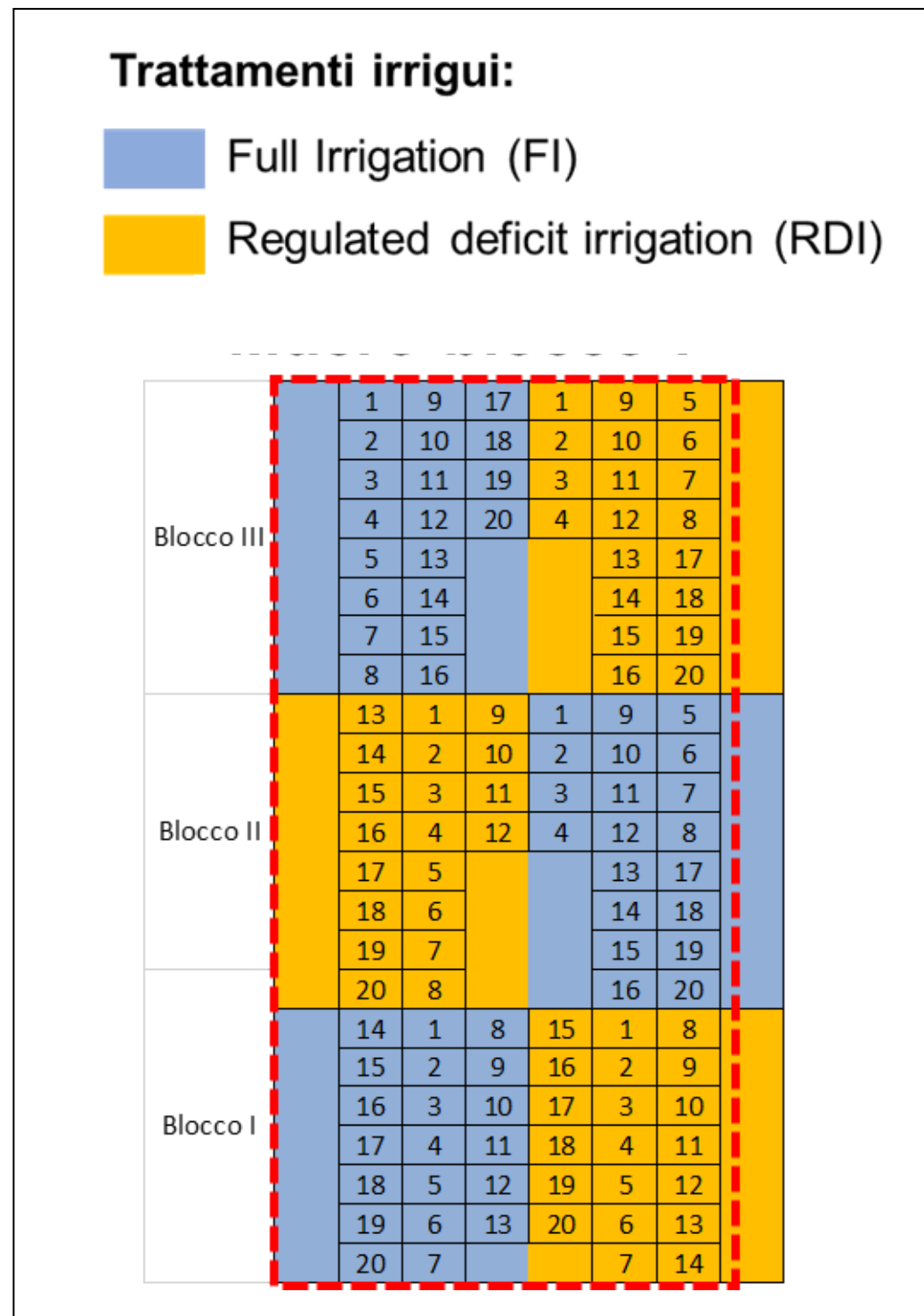
SDI = *sustained deficit irrigation* (75% ETc) in sub-irrigazione

RDI = *regulated deficit irrigation* (50-100% ETc) (fase II e III) – maturazione dei frutti

PRD = *partial root -zone drying* (50% ETc)

# CASI STUDIO: APPLICAZIONE DI TECNICHE E STRATEGIE IRRIGUE INNOVATIVE IN AGRUMETI

## APP. 10 – STRATEGIE IRRIGUE DEFICITARIE



Strategia irrigua	2024	2025	Risparmio idrico (%)
	157	199	63
	58	77	

**Risparmio idrico del 63% con la strategia deficitaria**

# STRATEGIE DI CONSERVAZIONE DEL SUOLO

**Mulching organico:** strato pacciamante attraverso l'impiego di materiale residuo della potatura e della vegetazione spontanea

## Vantaggi:

- Riduzione delle perdite d'acqua per evaporazione
- Controllo delle infestanti
- Apporto di sostanza organica
- Utilizzo di materiale di scarto



# CASI STUDIO: APPLICAZIONE DI STRATEGIE IRRIGUE E DI GESTIONE DEL SUOLO INNOVATIVE IN AGRUMETI

**Preparazione del mulching organico (2021- 2022) = specie infestanti + residui da potatura)**



# CASI STUDIO: APPLICAZIONE DI STRATEGIE IRRIGUE E DI GESTIONE DEL SUOLO INNOVATIVE IN AGRUMETI

Campi sperimentali «Palazzelli» - APP.11

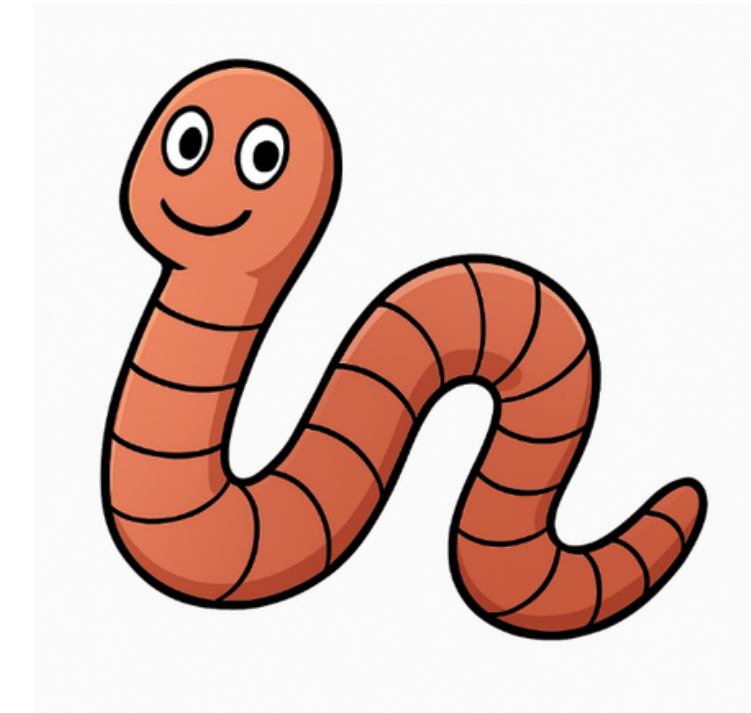
## Vermicompost come ammendante organico sostenibile

### **Cos'è?**

Fertilizzante organico di alta qualità prodotto dalla digestione di materiali organici (es. letame bovino e ovino) da parte dei lombrichi. Ricco di nutrienti prontamente disponibili, enzimi, acidi umici e fitormoni naturali.

### **Benefici attesi**

- Migliora la struttura fisica e chimica del suolo
- Aumenta la biodiversità microbica e l'attività biologica del suolo
- Rafforza la simbiosi suolo-pianta, favorendo l'assorbimento dei nutrienti e la resistenza agli stress
- Strumento chiave per sistemi agricoli sostenibili e biologici



# CASI STUDIO: APPLICAZIONE DI STRATEGIE IRRIGUE E DI GESTIONE DEL SUOLO INNOVATIVE IN AGRUMETI

## Campi sperimentali «Palazzelli» - APP.11

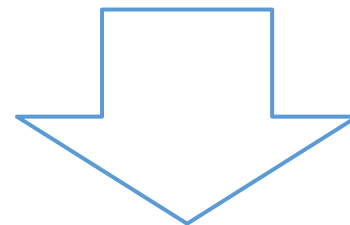
- Prove su giovani piante di arancio Lane Late innestate su portinnesti A+VOLK e WGFT (anno 2025)
- Composizione del vermicompost: ~2% N totale, rapporto C/N = 15 → mineralizzazione graduale
- Dose di applicazione: 5–6 kg per pianta per intervento, ripetuto 2 volte/anno (post-raccolta e ripresa vegetativa)
- Distribuzione sotto la proiezione della chioma (≈50 cm dal tronco) e leggera incorporazione (5–10 cm di profondità)
- Caratterizzazione del suolo prima e dopo l'applicazione (in corso)



# I METODI DI MONITORAGGIO DEL *CONTINUUM* SUOLO-PIANTA-ATMOSFERA

L'identificazione dei processi di scambio di massa ed energia che avvengono nel *continuum* suolo-pianta-atmosfera (SPA) presenta interessanti spunti di ricerca e può contribuire alla definizione di criteri per il risparmio idrico. Tra i metodi utilizzati per misurare e/o stimare le relazioni che si instaurano nel *continuum* SPA vi sono:

- Metodi basati sulla determinazione dello **stato idrico della pianta**
- Metodi basati sul monitoraggio dello **stato idrico del terreno**
- Metodi basati sulla misura / stima dei **fabbisogni idrici colturali**

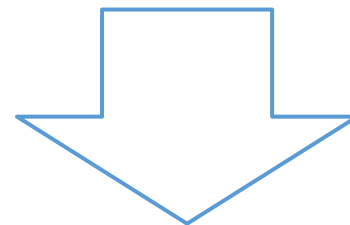


**DEFINIZIONE DI CRITERI PER IL RISPARMIO IDRICO CHE SONO ALLA  
BASE DELLA CORRETTA APPLICAZIONE DELLE STRATEGIE  
IRRIGUE IN MANIERA SOSTENIBILE**

# I METODI DI MONITORAGGIO DEL *CONTINUUM* SUOLO-PIANTA-ATMOSFERA

L'identificazione dei processi di scambio di massa ed energia che avvengono nel *continuum* suolo-pianta-atmosfera (SPA) presenta interessanti spunti di ricerca e può contribuire alla definizione di criteri per il risparmio idrico. Tra i metodi utilizzati per misurare e/o stimare le relazioni che si instaurano nel *continuum* SPA vi sono:

- Metodi basati sulla determinazione dello **stato idrico della pianta**
- Metodi basati sul monitoraggio dello **stato idrico del terreno**
- Metodi basati sulla misura / stima dei **fabbisogni idrici colturali**

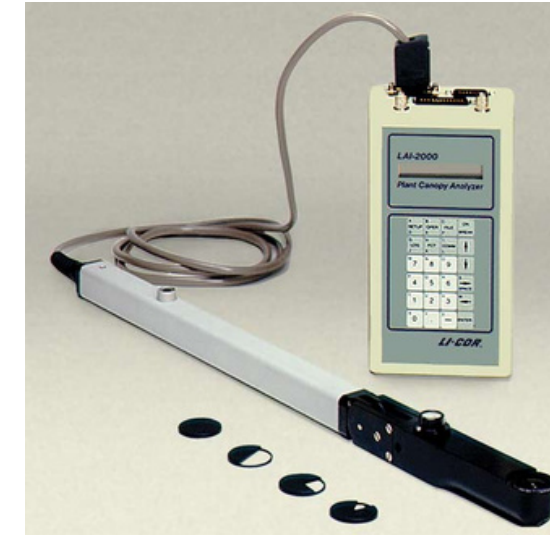


**DEFINIZIONE DI CRITERI PER IL RISPARMIO IDRICO CHE SONO ALLA  
BASE DELLA CORRETTA APPLICAZIONE DELLE STRATEGIE  
IRRIGUE IN MANIERA SOSTENIBILE**

# DETERMINAZIONE DELLO STATO IDRICO DELLA PIANTA

## Monitoraggio eco-fisiologico:

- potenziale xilematico ( $\Psi_{stem}$ , MPa)
- conduttanza stomatica ( $g_s$ ,  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
- temperatura della chioma ( $^{\circ}\text{C}$ )
- indice di area fogliare (LAI,  $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ )
- radiazione fotosinteticamente attiva (PAR,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
- flussi di traspirazione a livello di singola pianta ( $\text{mm h}^{-1}$ )



## Principali limitazioni:

- Misurazioni puntuali, lunghe e laboriose
- Elevato numero di campioni
- Variabilità tra i campioni all'interno della medesima unità sperimentale



 **Possibile alternativa: tecniche di telerilevamento**

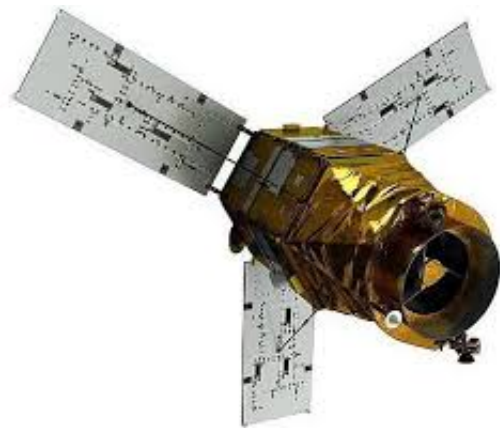
# IL TELERILEVAMENTO: TIPOLOGIE

In base al tipo di segnale rilevato:

- **Telerilevamento ottico:** rileva la radiazione riflessa nel visibile e nel vicino infrarosso (VIS-NIR)
- **Telerilevamento termico:** rileva la radiazione emessa nell'infrarosso termico (TIR)

In base alla distanza dal target:

- **Telerilevamento a distanza (*Remote sensing*):** utilizza sensori montati su piattaforme satellitari o aeree
- **Telerilevamento prossimale (*Proximal sensing*):** utilizza sensori prossimi alla superficie da indagare



# CASI STUDIO: APPLICAZIONI DI *PROXIMAL SENSING* PER LA DETERMINAZIONE DELLO STATO IDRICO DI AGRUMETI

Agricultural Water Management 288 (2023) 108489



Contents lists available at ScienceDirect

Agricultural Water Management

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/agwat](http://www.elsevier.com/locate/agwat)



Performance evaluation of a low-cost thermal camera for citrus water status estimation

S. Pappalardo<sup>a</sup>, S. Consoli<sup>a</sup>, G. Longo-Minnolo<sup>a,\*</sup>, D. Vanella<sup>a</sup>, D. Longo<sup>a</sup>, S. Guarrera<sup>a</sup>, A. D'Emilio<sup>a</sup>, J.M. Ramírez-Cuesta<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia, 100, Catania 95123, Italy

<sup>b</sup> Department of Ecology, Desertification Research Centre (CIDE-CSIC-UV-GV), Moncada, 46113 Valencia, Spain

Computers and Electronics in Agriculture 222 (2024) 109098



Contents lists available at ScienceDirect

Computers and Electronics in Agriculture

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/compag](http://www.elsevier.com/locate/compag)



Original papers

Delineating citrus management zones using spatial interpolation and UAV-based multispectral approaches

Giuseppe Longo-Minnolo<sup>a</sup>, Simona Consoli<sup>a</sup>, Daniela Vanella<sup>a,\*</sup>, Salvatore Pappalardo<sup>a</sup>, Serena Guarrera<sup>b</sup>, Giuseppe Manetto<sup>a</sup>, Emanuele Cerruto<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia, 100, Catania 95123, Italy

<sup>b</sup> Agricultural, Food and Environmental Science, Di3A, University of Catania, Catania, 95124, Italy



Article

Using Low-Cost Proximal Sensing Sensors for Detecting the Water Status of Deficit-Irrigated Orange Orchards in Mediterranean Climatic Conditions

Sabrina Toscano<sup>1</sup>, Simona Consoli<sup>1</sup>, Giuseppe Longo-Minnolo<sup>1,\*</sup>, Serena Guarrera<sup>1</sup>, Alberto Continella<sup>1</sup>, Giulia Modica<sup>1</sup>, Alessandra Gentile<sup>1</sup>, Giuseppina Las Casas<sup>2</sup>, Salvatore Barbagallo<sup>1</sup> and Daniela Vanella<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia, 100, 95123 Catania, Italy

<sup>2</sup> Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e L'Analisi Dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia, 190, 95024 Acireale, Italy

\* Correspondence: [giuseppe.longominno@unict.it](mailto:giuseppe.longominno@unict.it)

Appraising the stem water potential of citrus orchards from UAV-based multispectral imagery

Giuseppe Longo-Minnolo  
Department of Agriculture, Food and Environment (Di3A)  
University of Catania  
Catania, Italy  
[giuseppe.longominno@phd.unict.it](mailto:giuseppe.longominno@phd.unict.it)

Simona Consoli  
Department of Agriculture, Food and Environment (Di3A)  
University of Catania  
Catania, Italy  
[simona.consoli@unict.it](mailto:simona.consoli@unict.it)

Daniela Vanella  
Department of Agriculture, Food and Environment (Di3A)  
University of Catania  
Catania, Italy  
[daniela.vanella@unict.it](mailto:daniela.vanella@unict.it)

Serena Guarrera  
Department of Agriculture, Food and Environment (Di3A),  
University of Catania,  
Catania, Italy  
[serena.guarrera@phd.unict.it](mailto:serena.guarrera@phd.unict.it)

Giuseppe Manetto  
Department of Agriculture, Food and Environment (Di3A)  
University of Catania  
Catania, Italy  
[giuseppe.manetto@unict.it](mailto:giuseppe.manetto@unict.it)

Emanuele Cerruto  
Department of Agriculture, Food and Environment (Di3A)  
University of Catania  
Catania, Italy  
[emanuele.cerruto@unict.it](mailto:emanuele.cerruto@unict.it)

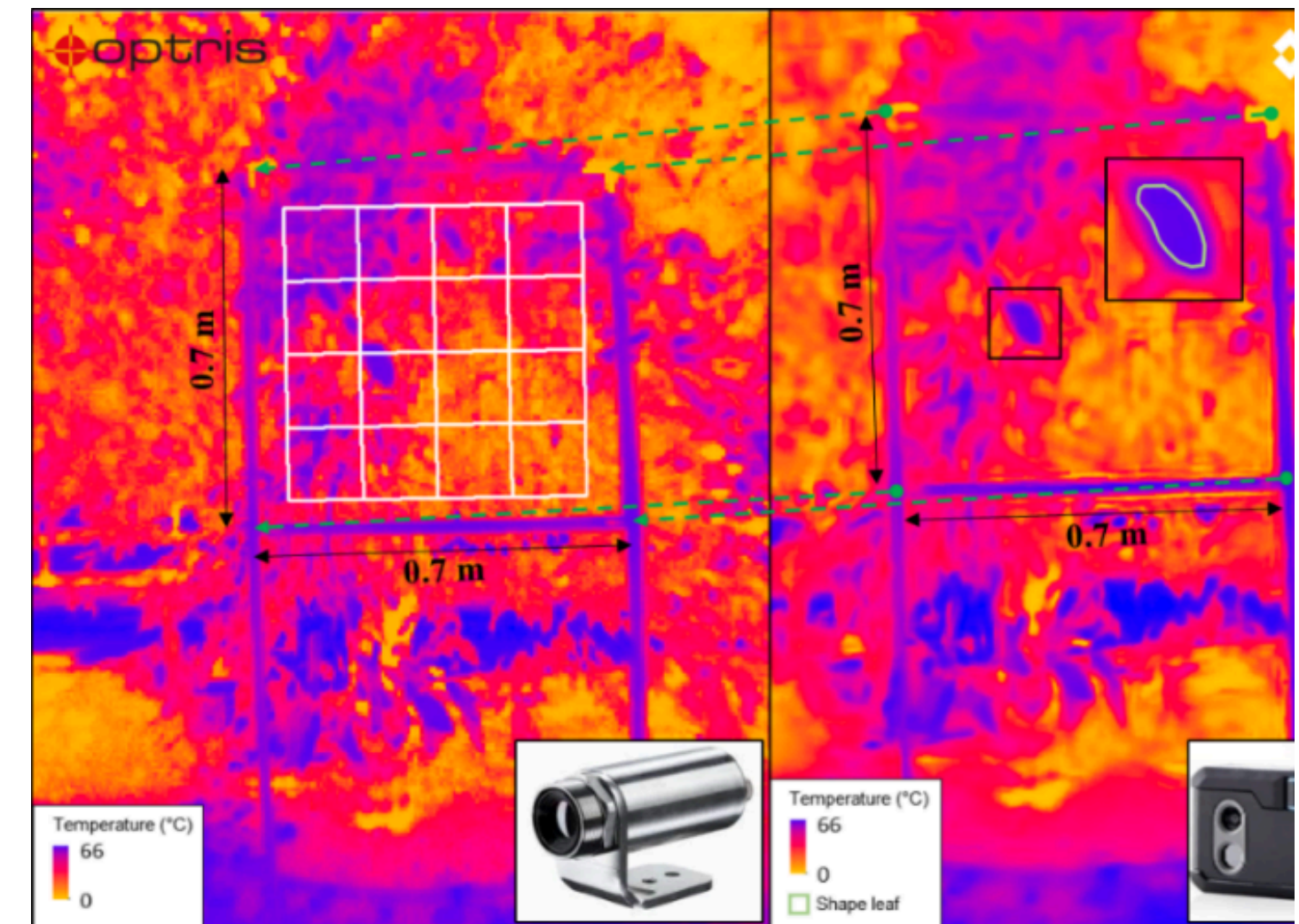


# Valutazione di sensori termici low-cost per la determinazione dello stato idrico di agrumeti

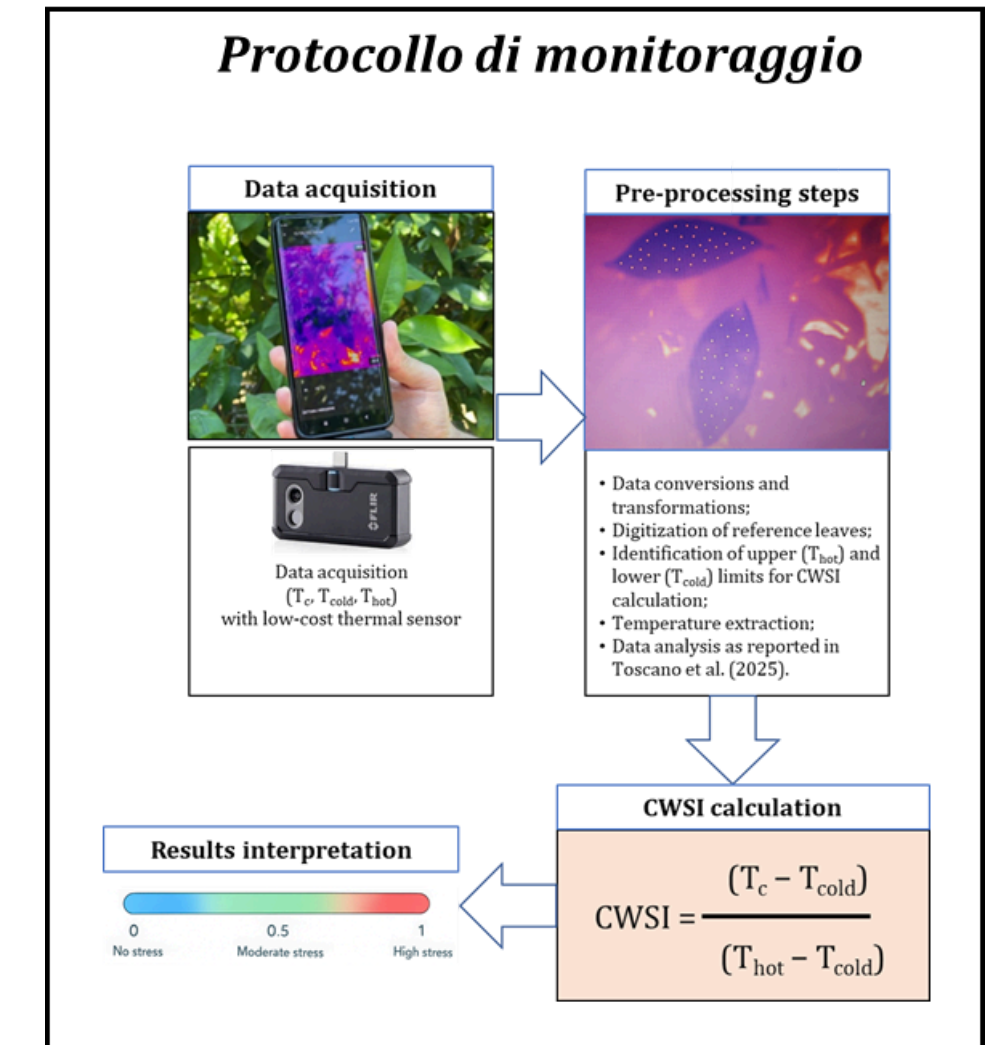
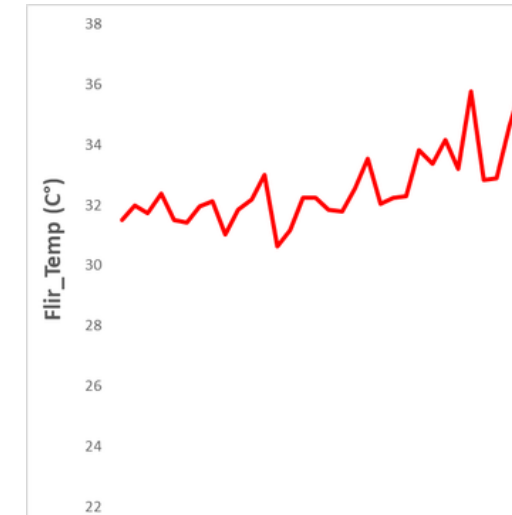
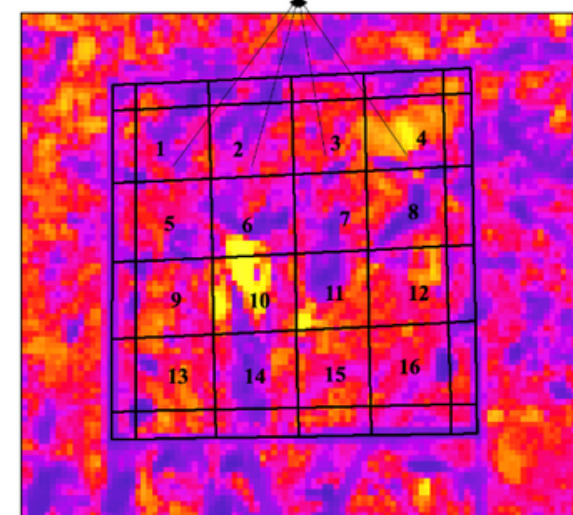
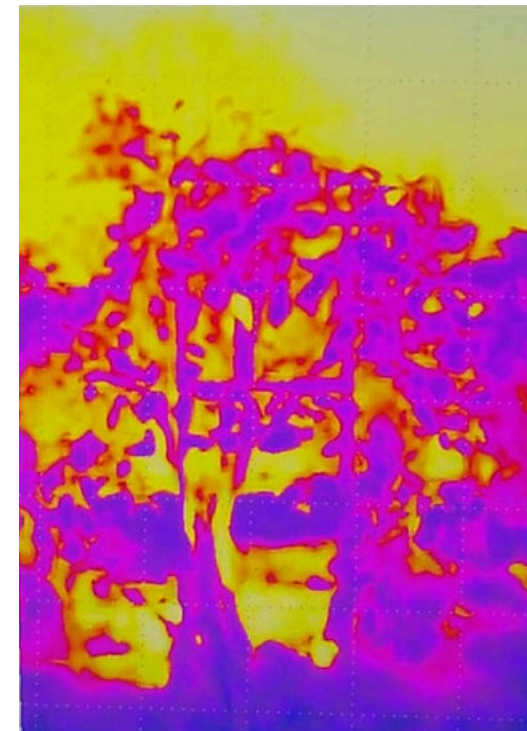
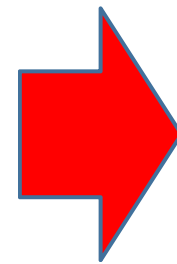
**Obiettivo:** valutare la *performance* della camera termica «Flir One Pro» nel determinare lo stato idrico degli agrumi



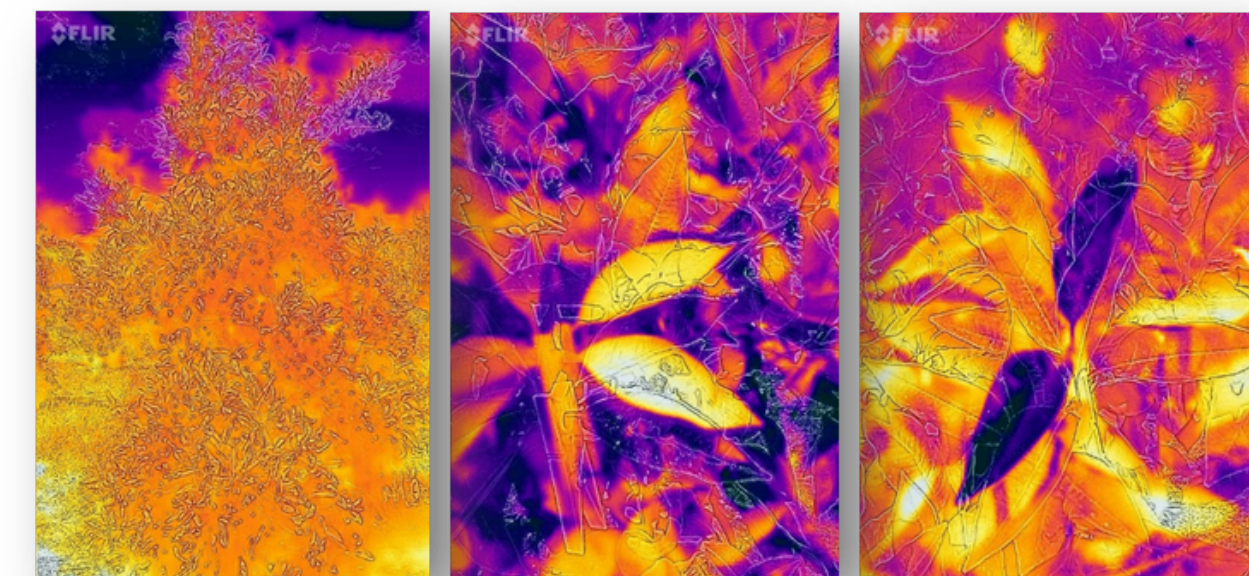
Caratteristiche	FLIR ONE PRO	OPTRIS Xi 400
Risoluzione termica	160x120	640x480
Intervallo di temperatura	-20°C - 120°C	-20°C - 900°C
Accuratezza	±3°C	±2°C
Field of View	55° x 43°	72° x 52°
Prezzo	≈400€	≈4000€



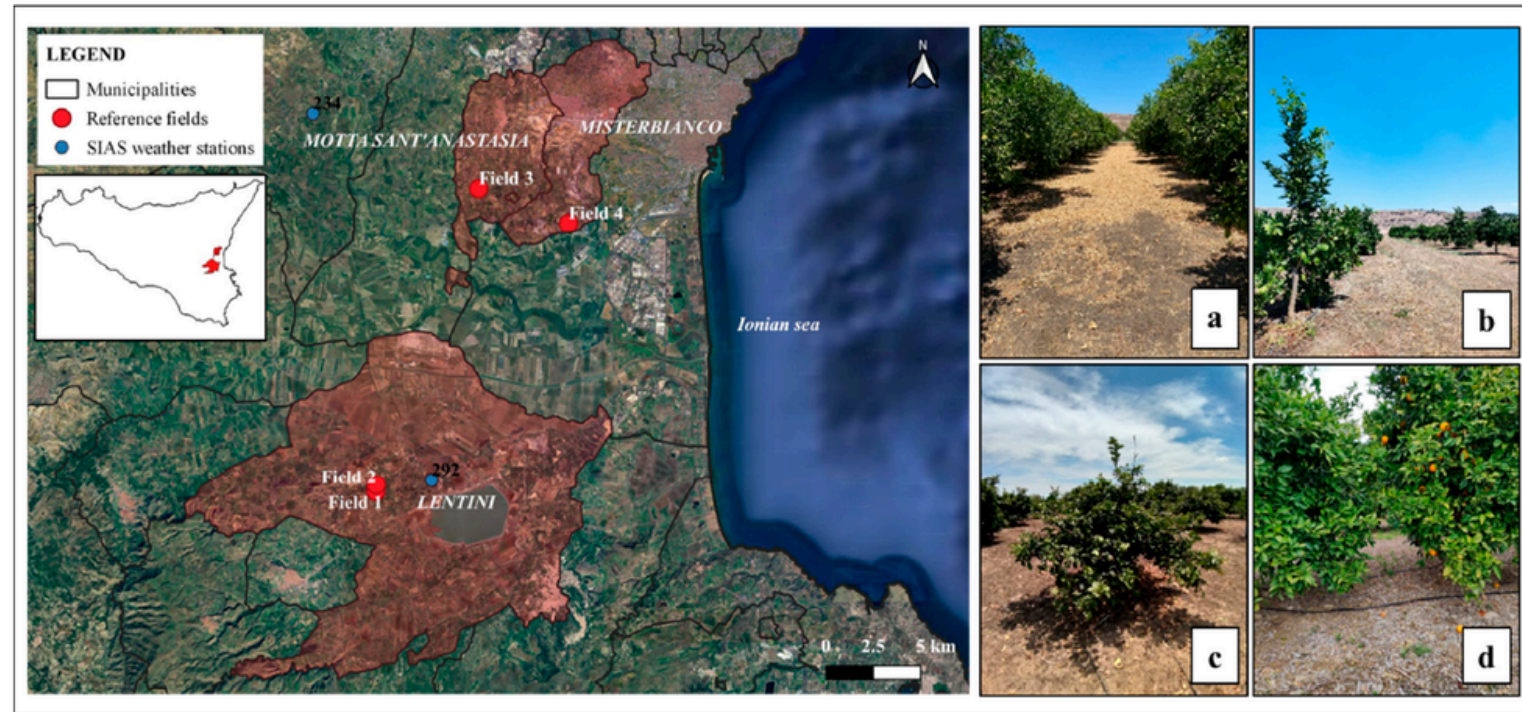
# Valutazione di sensori termici low-cost per la determinazione dello stato idrico di agrumeti



**Risultati:** buona affidabilità e accuratezza del sensore FLIR One Pro nel determinare la temperatura e l'indice di stress idrico (CWSI)

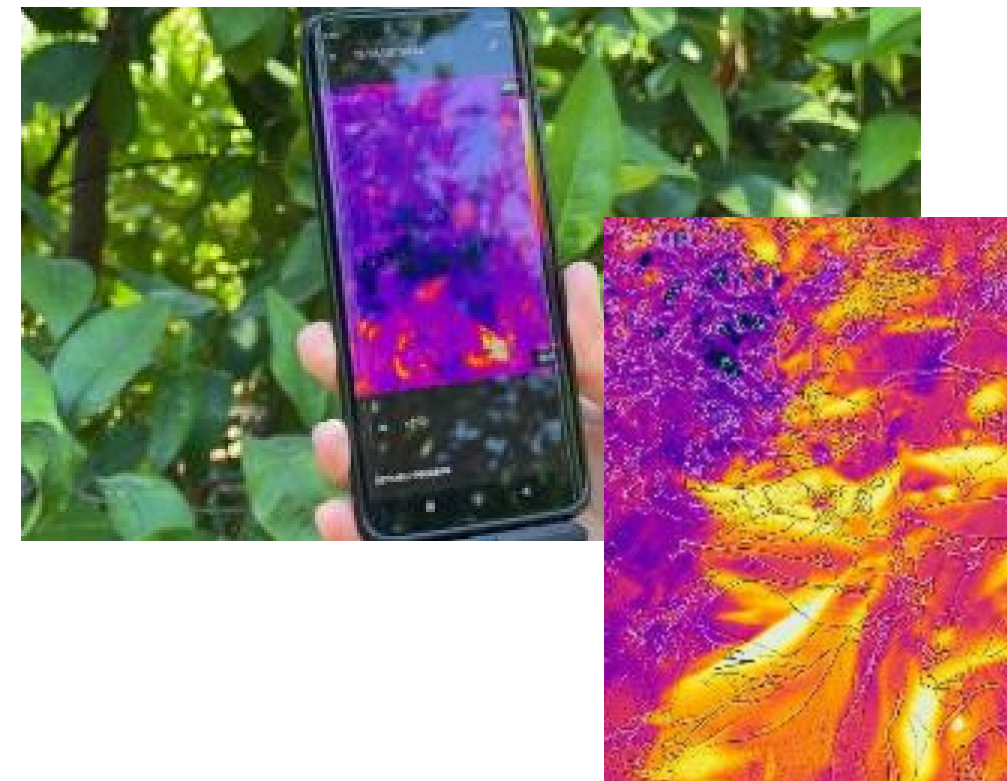


# Utilizzo di sensori termici e ottici low-cost per la determinazione dello stato idrico di agrumeti

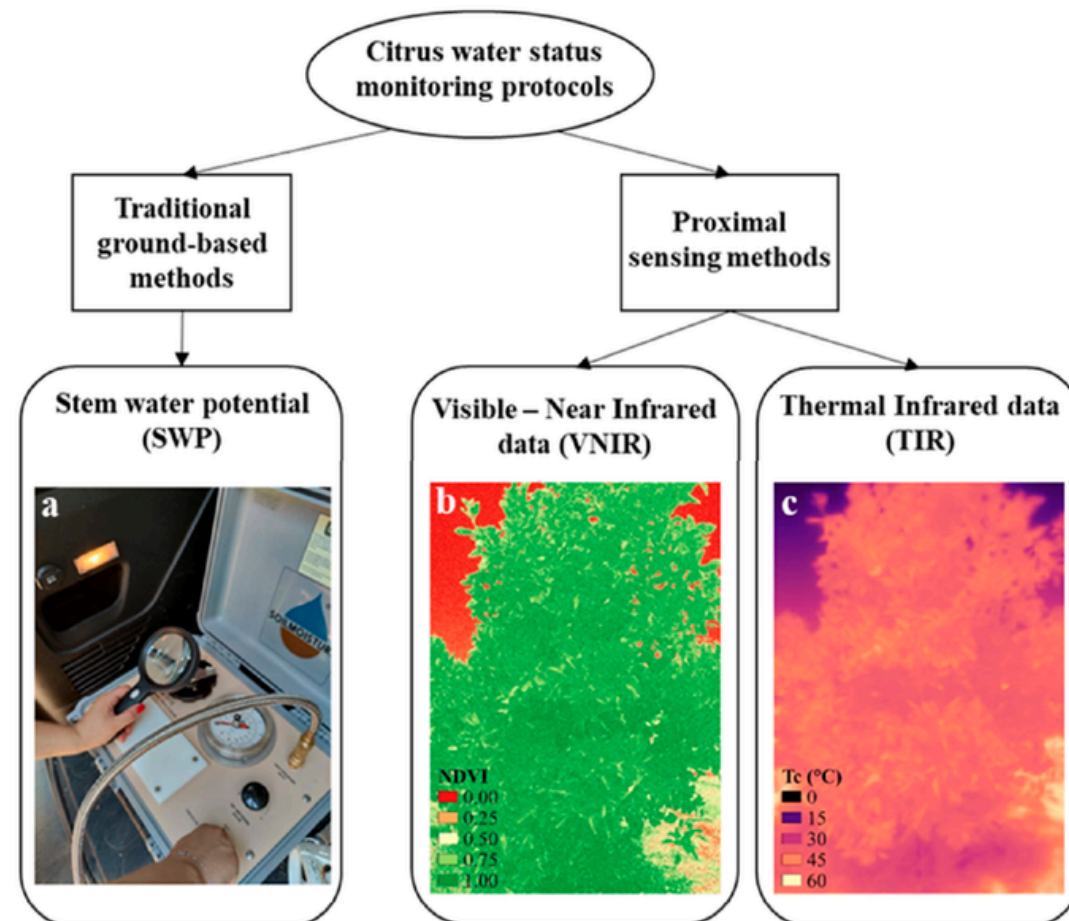
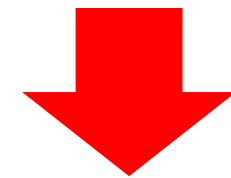


**Obiettivo:** Valutare l'efficacia di sensori prossimali a basso costo (ottici e termici) per stimare lo stato idrico in diversi agrumeti irrigati a pieno regime o in deficit idrico

## FLIR One Pro



## MAPIR Survey3



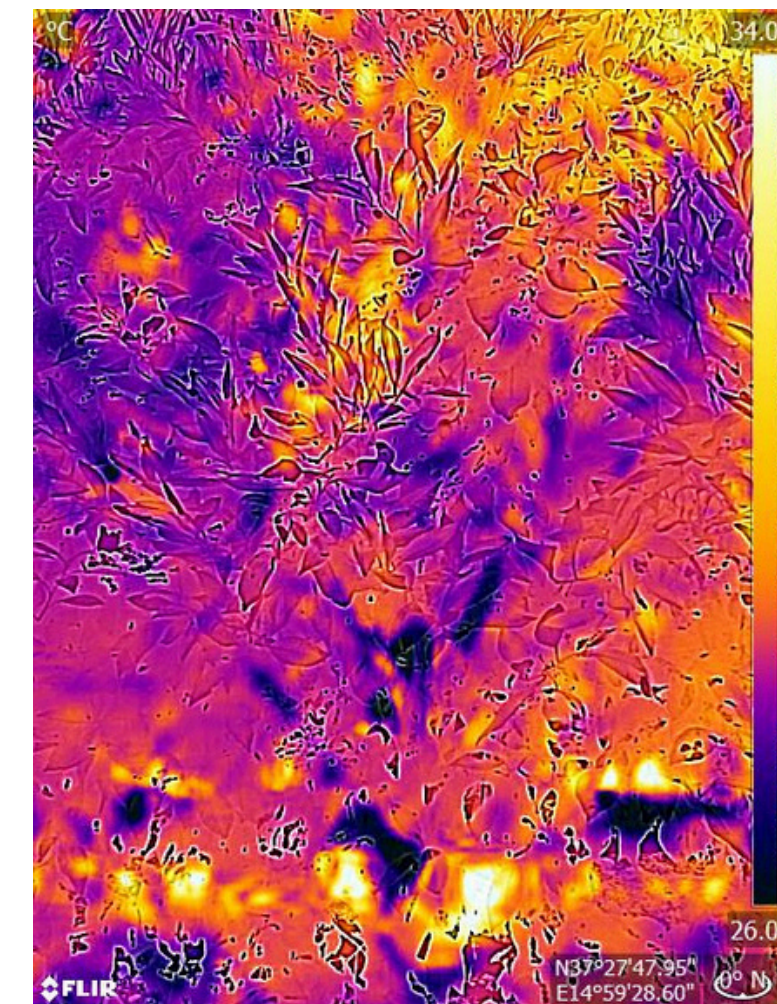
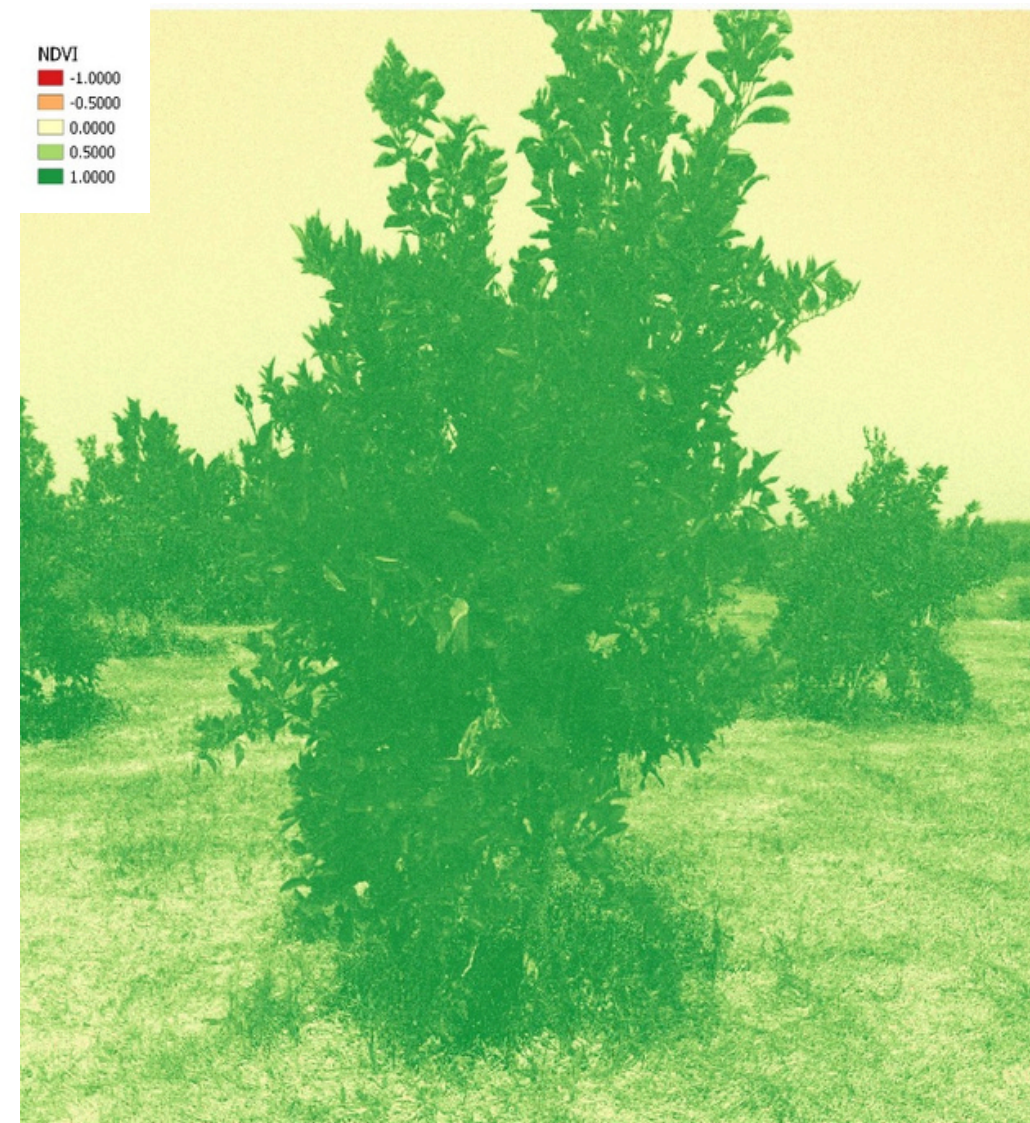
Parameter	Flir One Pro
Optical resolution	640x480
Object temperature range	-20C° to 400C°
Spectral range	8-14 μm
Accuracy	± 3 °C
Field Of View (FOV)	55° x 43°
Emissivity setting	0.60-0.95
Acquisition software	FLIR One (App for smartphone)
Price (currently)	~ 450 \$

Parameter	Mapir Survey3 RGN
Optical resolution	4000x3000
Object temperature range	Red (660nm) + Green ( 550nm)+ NIR (850nm)
Aperture	f2.8
Field Of View (FOV)	87° x 70°
ISO setting	50, 100, 200, 400, 800, 1600, Auto
Acquisition software	Mapir Camera Control (PC Windows)
Price (currently)	~ 400 \$

# Utilizzo di sensori termici e ottici low-cost per la determinazione dello stato idrico di agrumeti

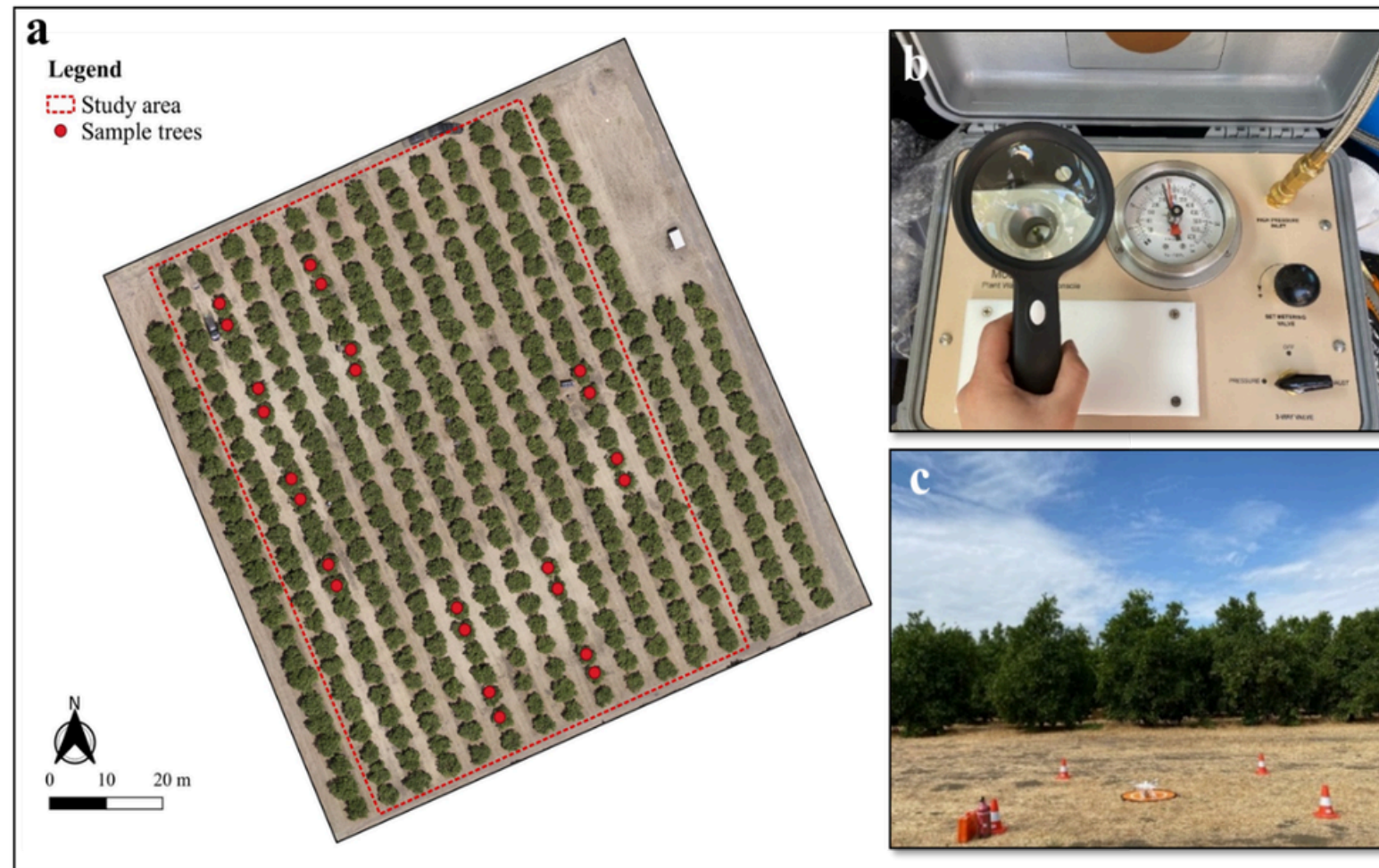
## Risultati:

- Gli indici rilevati con tecniche di proximal sensing sono un modo rapido e pratico per valutare e stimare lo stato delle colture
- Risparmio di lavoro, tempo e integrità delle colture rispetto ai metodi convenzionali (Potenziale xilematico, conduttanza stomatica, ecc...)
- Con i sensori smart si ottengono risultati soddisfacenti in sostituzione delle telecamere ad alta risoluzione, per via:
  - Prezzo inferiore
  - Interfaccia utente più semplice
  - Migliore feedback per le aziende.



# Utilizzo di droni per la delimitazione di zone di gestione idrica degli agrumeti

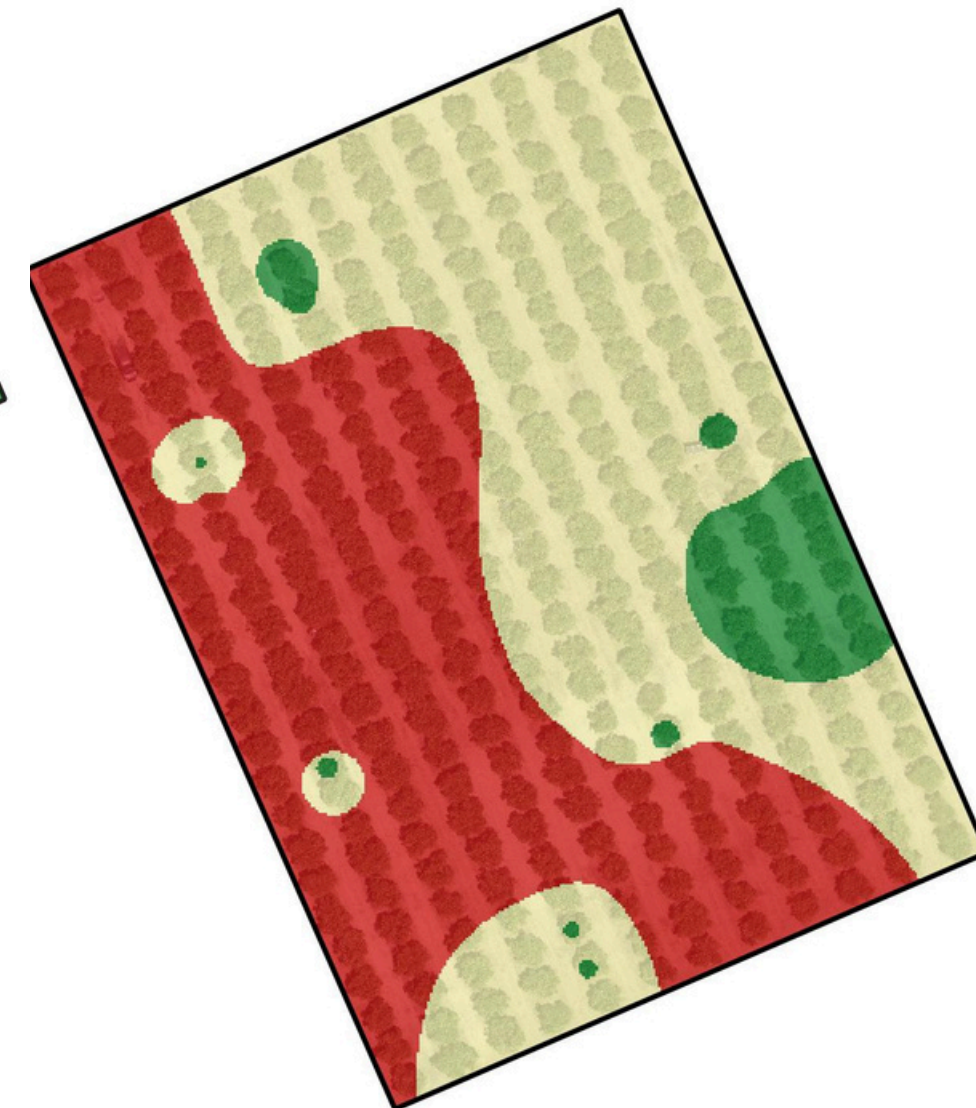
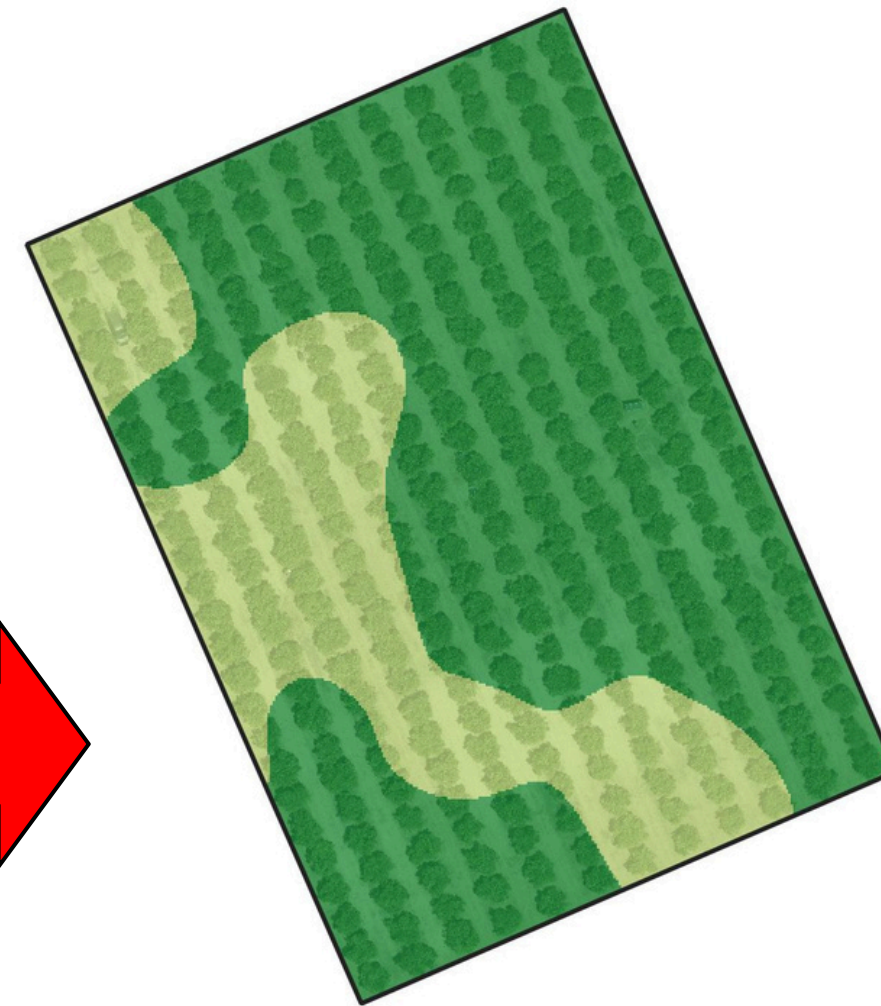
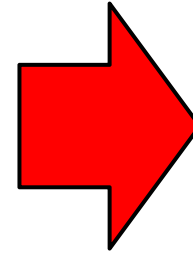
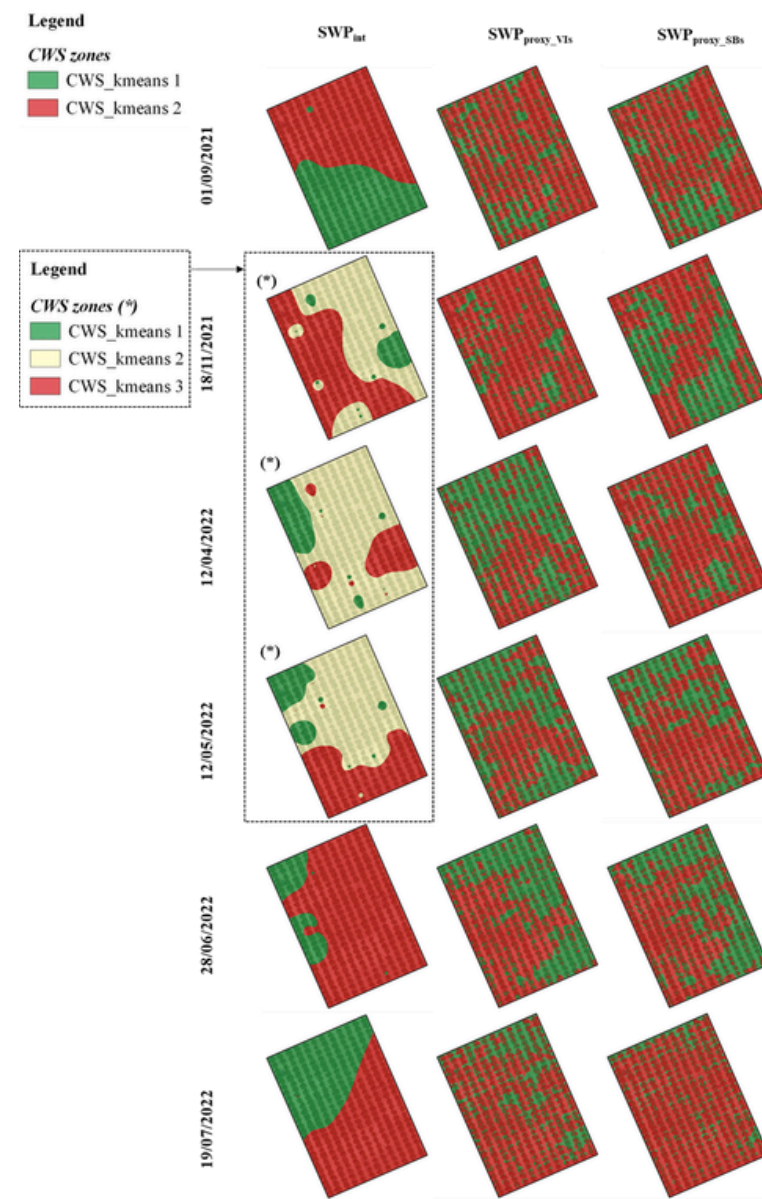
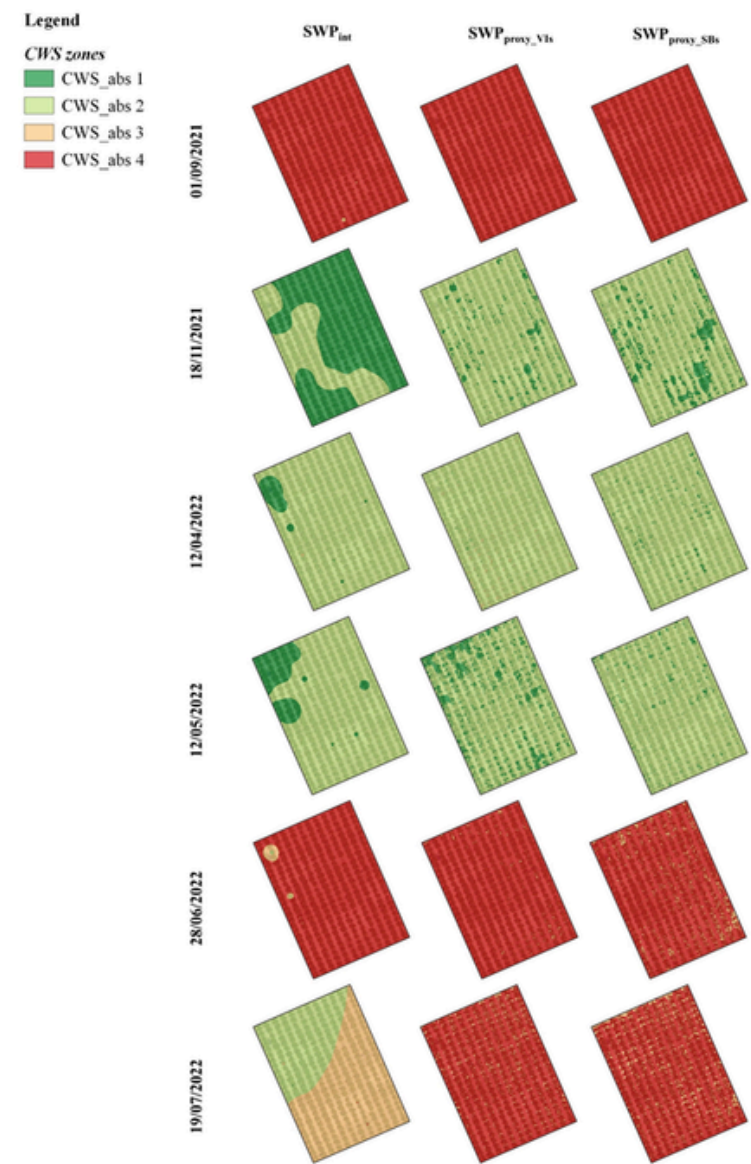
**Obiettivo:** utilizzare immagini multispettrali rilevate da drone per la determinazione dello stato idrico di agrumeti e la delimitazione di zone omogenee di gestione



# Utilizzo di droni per la delimitazione di zone di gestione idrica degli agrumeti

## Risultati:

- Stima dello **stato idrico** degli agrumi mediante la **combinazione delle diverse bande spettrali**
- Delineazione efficace di **zone omogenee** di gestione utilizzando **soglie su base scientifica o statistica**

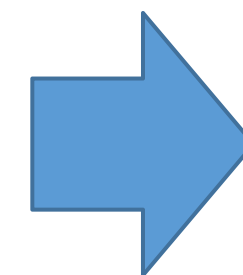
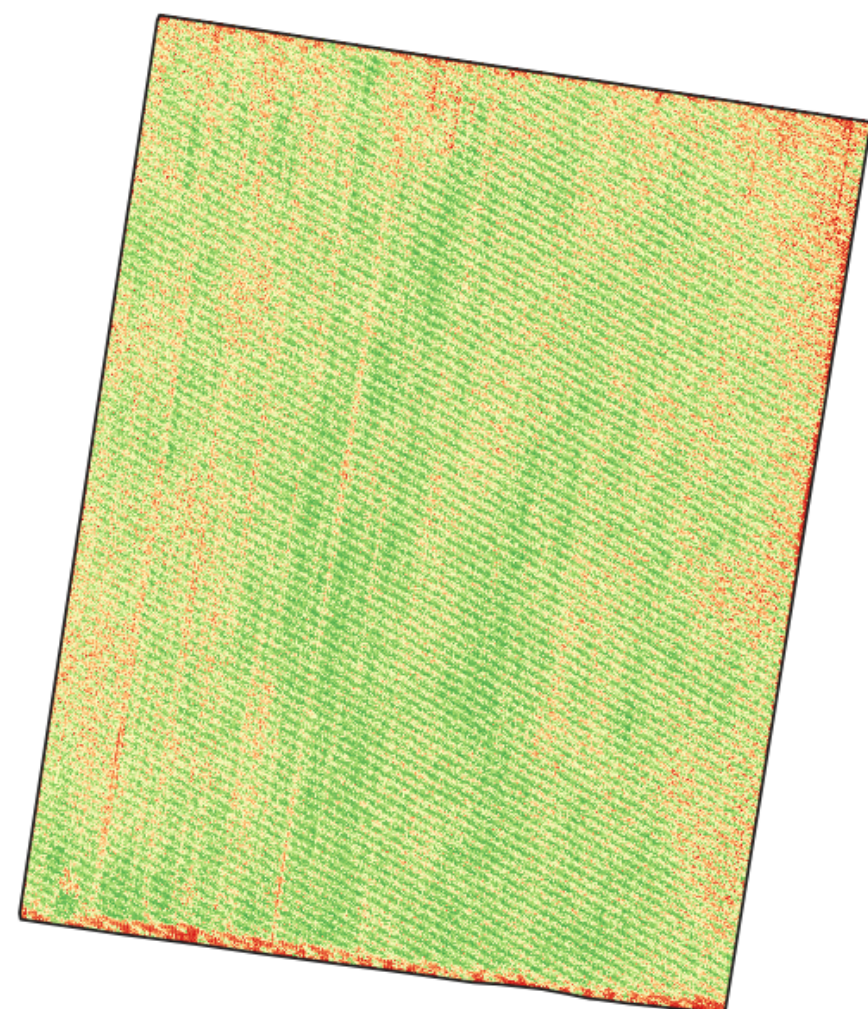


# Utilizzo di droni per la delimitazione di zone di gestione idrica degli agrumeti



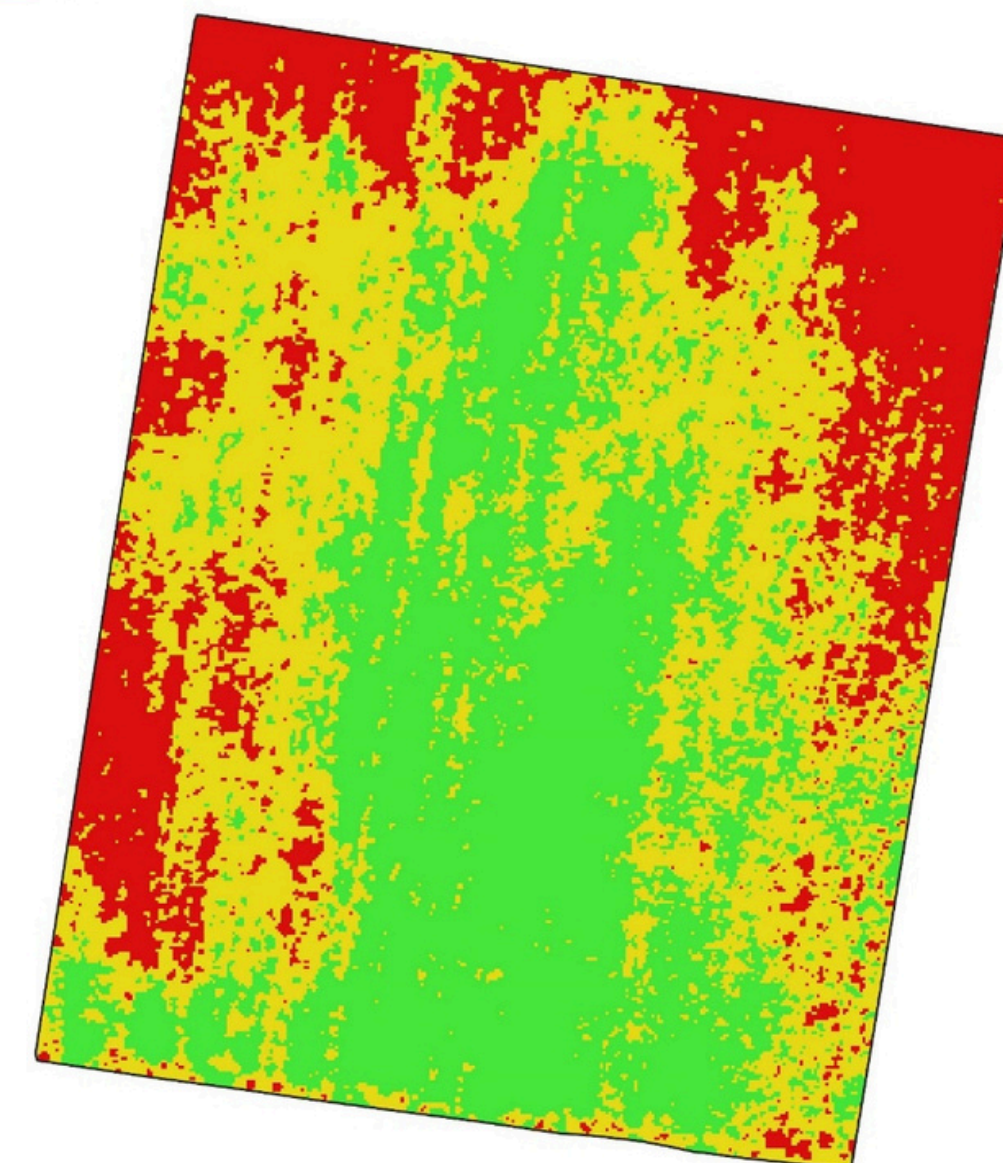
**Obiettivo:** sviluppare un protocollo innovativo da drone mediante la combinazione di dati multispettrali e dati termici per la delimitazione di zone omogenee di gestione

**Indici di temperatura**



LEGENDA  
Zone di gestione  
Zona 1  
Zona 2  
Zona 3

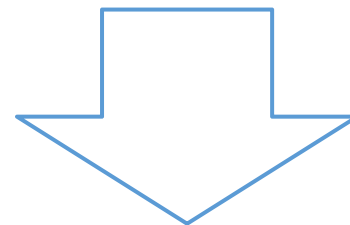
**Mappa di gestione**



# I METODI DI MONITORAGGIO DEL *CONTINUUM* SUOLO-PIANTA-ATMOSFERA

L'identificazione dei processi di scambio di massa ed energia che avvengono nel *continuum* suolo-pianta-atmosfera (SPA) presenta interessanti spunti di ricerca e può contribuire alla definizione di criteri per il risparmio idrico. Tra i metodi utilizzati per misurare e/o stimare le relazioni che si instaurano nel *continuum* SPA vi sono:

- Metodi basati sulla determinazione dello **stato idrico della pianta**
- Metodi basati sul monitoraggio dello **stato idrico del terreno**
- Metodi basati sulla misura / stima dei **fabbisogni idrici colturali**

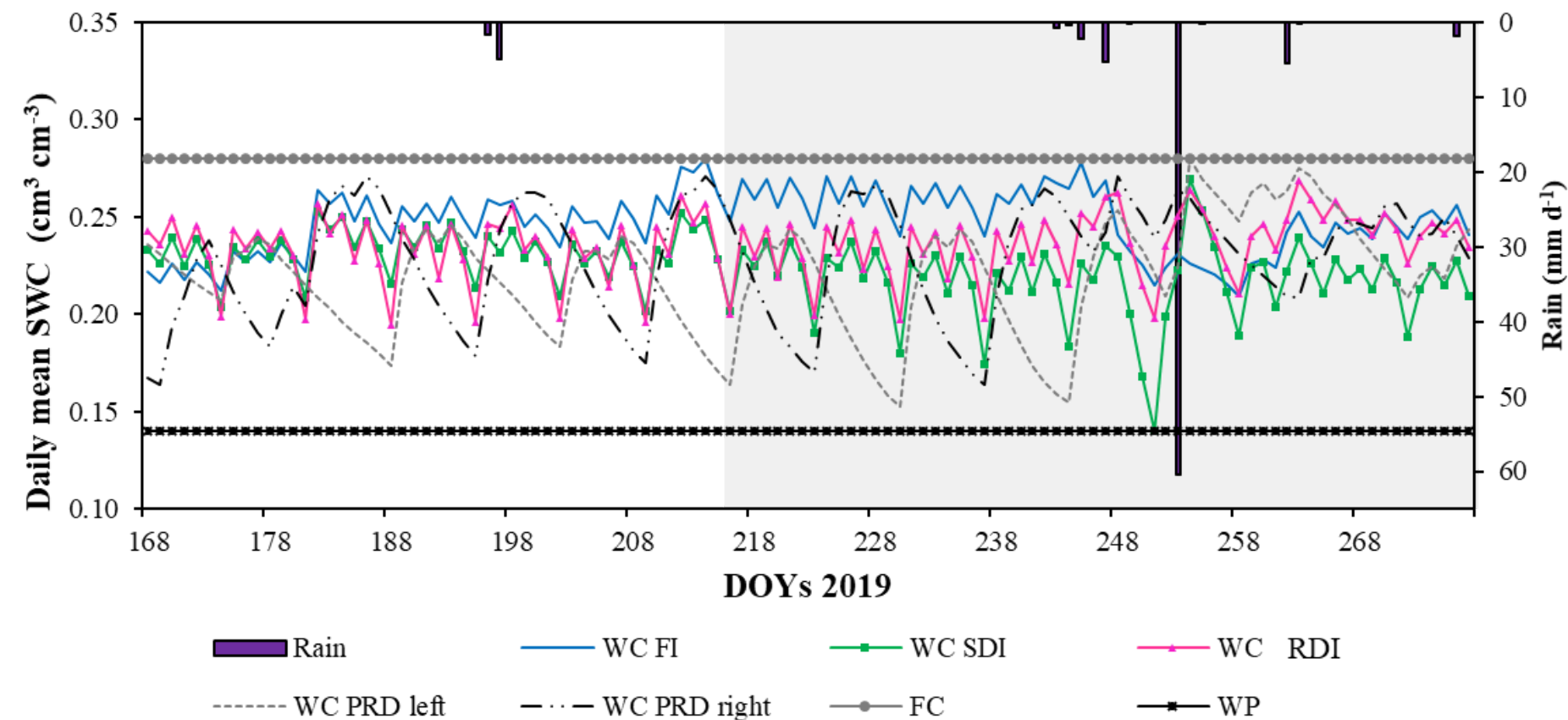


**DEFINIZIONE DI CRITERI PER IL RISPARMIO IDRICO CHE SONO ALLA  
BASE DELLA CORRETTA APPLICAZIONE DELLE STRATEGIE  
IRRIGUE IN MANIERA SOSTENIBILE**

# DETERMINAZIONE DELLO STATO IDRICO DEL SUOLO

## I metodi indiretti per la stima del contenuto idrico del terreno basati sull'utilizzo di sensori

### Sensori TDR e FDR



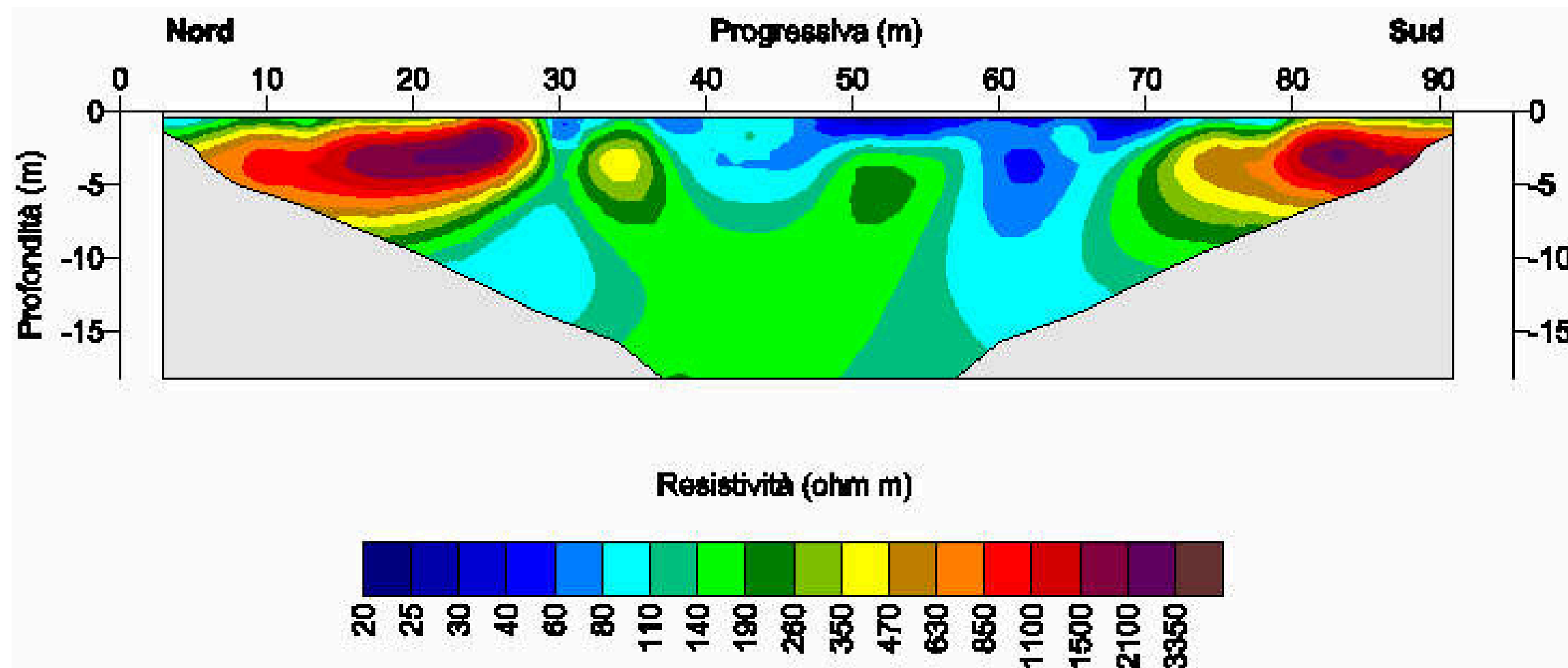
sonde FDR 5TE Decagon Device, con risoluzione di  $0.0008 \text{ m}^3/\text{m}^3$  ed accuratezza di  $\pm 0.03 \text{ m}^3/\text{m}^3$

# DETERMINAZIONE DELLO STATO IDRICO DEL SUOLO

## La tomografia di resistività elettrica (ERT)

### Vantaggi:

- Mettere in relazione le modifiche dell'ER in diverse condizioni di stato (incluso il contenuto idrico del suolo e la salinità)
- Fornire grande copertura laterale e profondità di indagine



### Limitazioni:

- Essere sensibile alle eterogeneità superficiali
- Perdere risoluzione con profondità

# CASI STUDIO: ERT PER L'IRRIGAZIONE DI PRECISIONE IN AGRUMETI

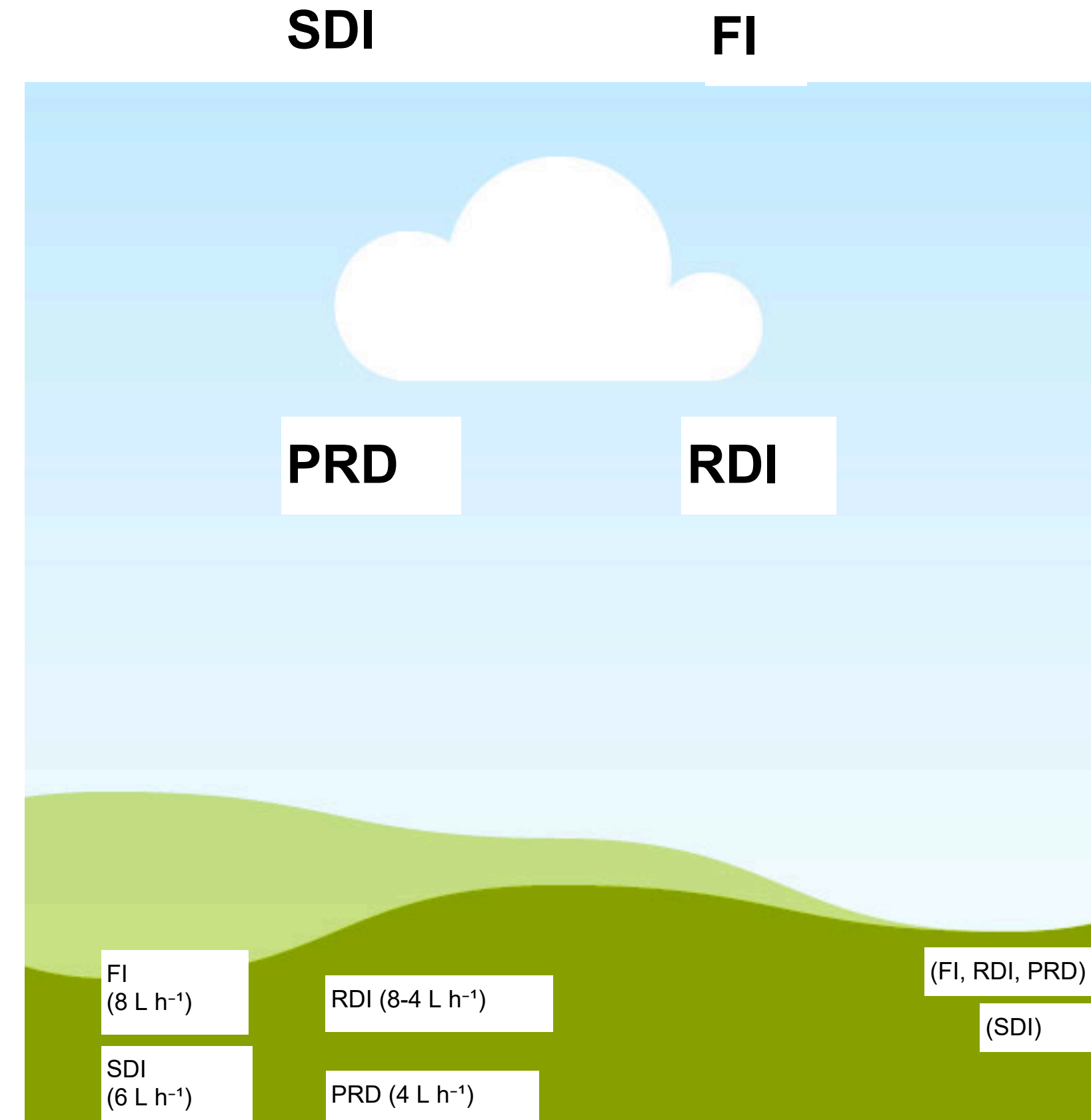
Le indagini ERT sono state condotte in *time-lapse* presso un aranceto caratterizzato da diverse strategie di micro-irrigazione

FI = irrigazione piena

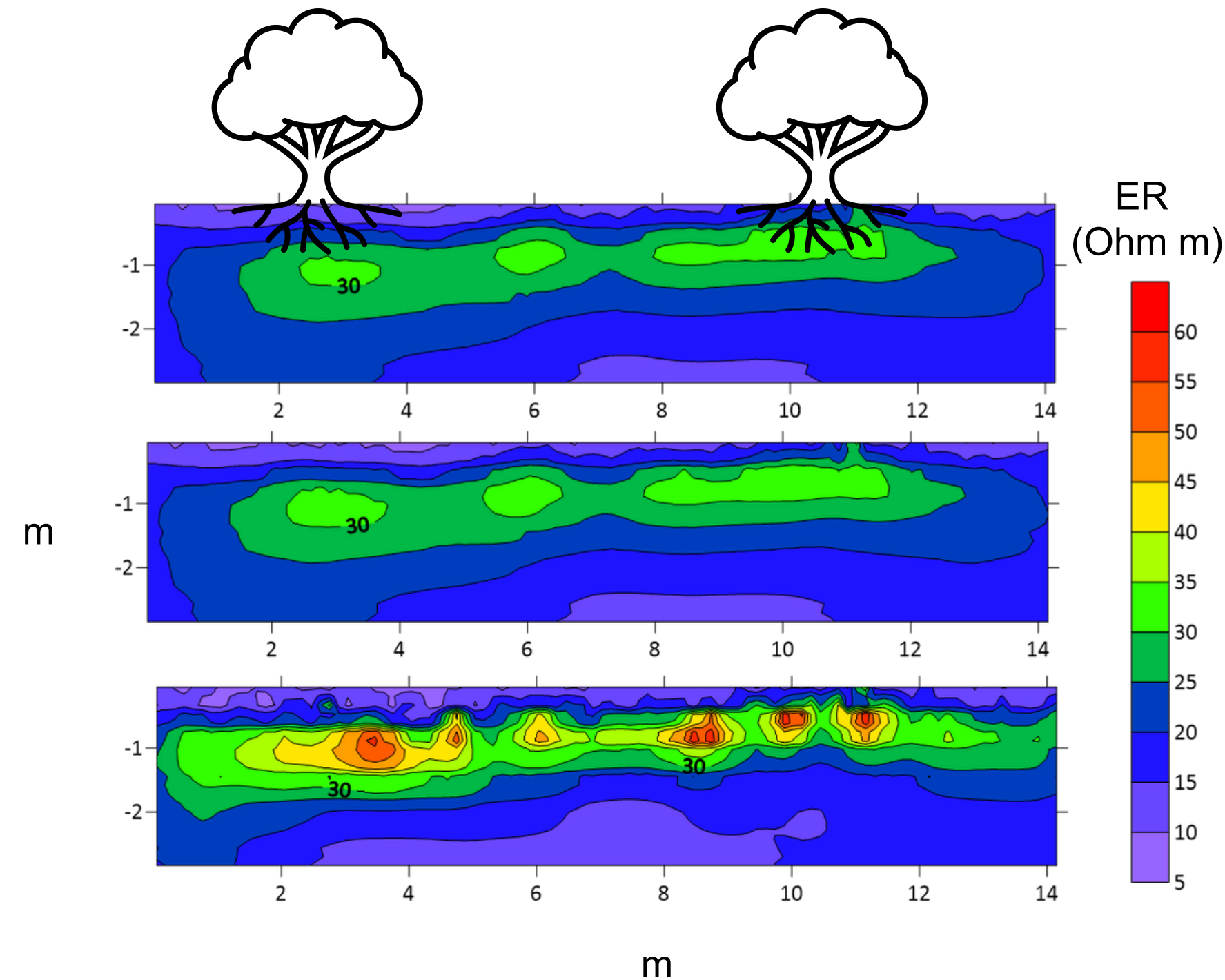
SDI = irrigazione deficitaria sostenuta

RDI = irrigazione deficitaria regolata

PRD = disseccamento parziale delle radici



## Monitoraggio geofisico delle interazioni suolo-acqua-radice



Acquisizioni di tomografia di resistività elettrica (ERT) in time-lapse durante evento irriguo presso APP 10 (ULDI)

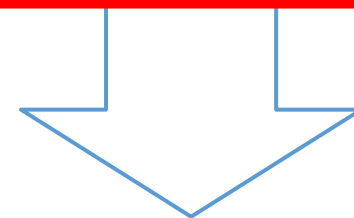
ERT dataset	Ora inizio misura	Ora fine misura
A	11.30	11.50
B	12.00	12.20
C	12.50	13.10

Incremento valori di resistività elettrica nel tempo legato alla maggiore tasso di traspirazione in confronto all'apporto irriguo

# I METODI DI MONITORAGGIO DEL *CONTINUUM* SUOLO-PIANTA-ATMOSFERA

L'identificazione dei processi di scambio di massa ed energia che avvengono nel *continuum* suolo-pianta-atmosfera (SPA) presenta interessanti spunti di ricerca e può contribuire alla definizione di criteri per il risparmio idrico. Tra i metodi utilizzati per misurare e/o stimare le relazioni che si instaurano nel *continuum* SPA vi sono:

- Metodi basati sulla determinazione dello **stato idrico della pianta**
- Metodi basati sul monitoraggio dello **stato idrico del terreno**
- Metodi basati sulla misura / stima dei **fabbisogni idrici colturali**



**DEFINIZIONE DI CRITERI PER IL RISPARMIO IDRICO CHE SONO ALLA  
BASE DELLA CORRETTA APPLICAZIONE DELLE STRATEGIE  
IRRIGUE IN MANIERA SOSTENIBILE**

# DETERMINAZIONE DEI FABBISOGNI IDRICI COLTURALI

## METODI DI MISURA



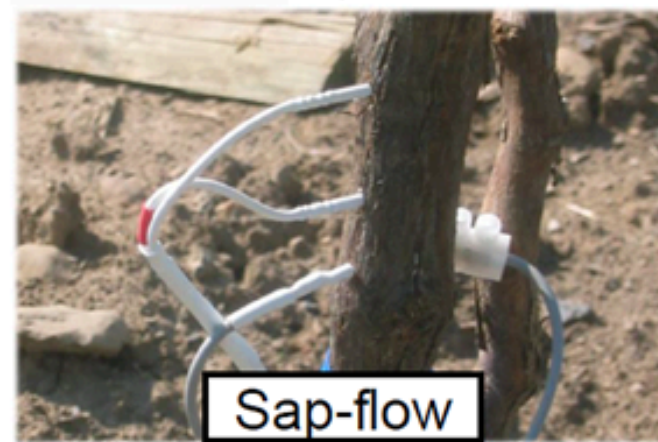
Scintillometro



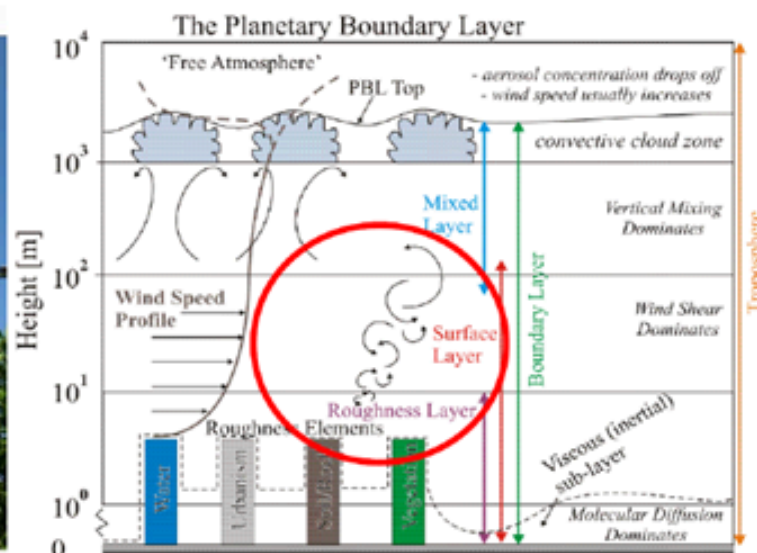
Lisimetro



Eddy Covariance



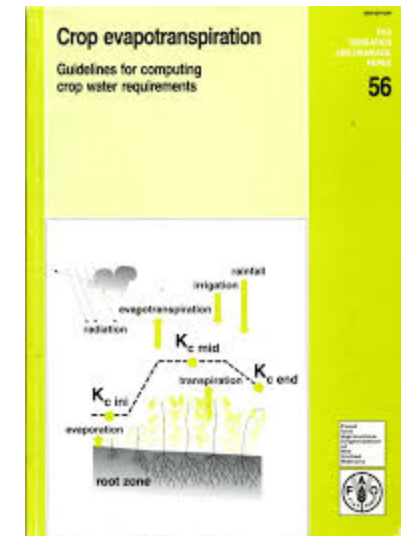
Sap-flow



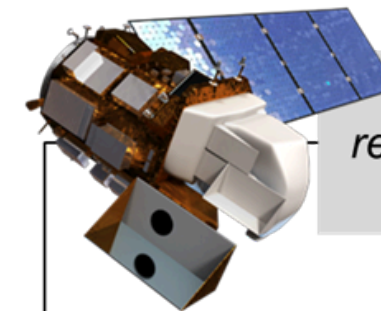
## METODI DI STIMA

Metodo FAO Penman-Monteith

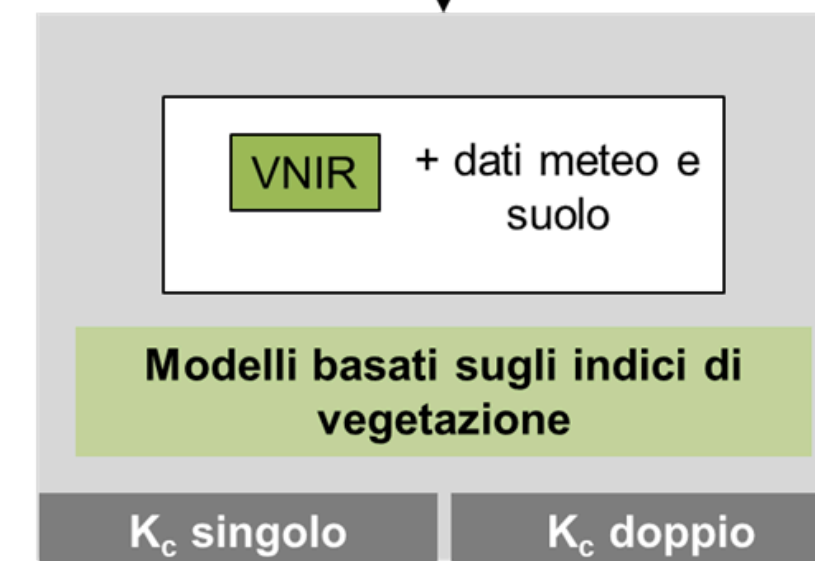
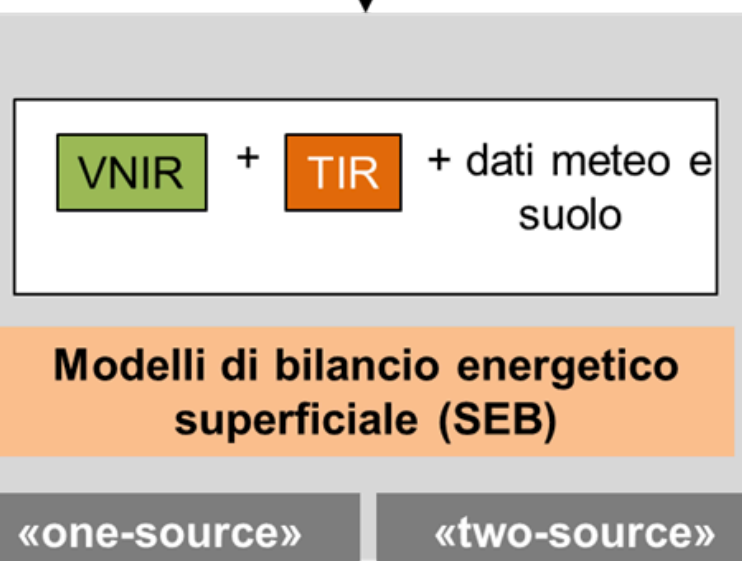
$$ET_c = ET_0 * K_c$$



Modelli basati sul telerilevamento



Dati da remote/proximal sensing




# Casi studio: stima dei fabbisogni idrici di un agrumeto mediante metodi basati sul telerilevamento

## Confronto tra ET stimata da modelli spazialmente distribuiti e flussi di ET misurati con EC

**Modelli SEB 1S e 2S**

**Modelli basati su VI**

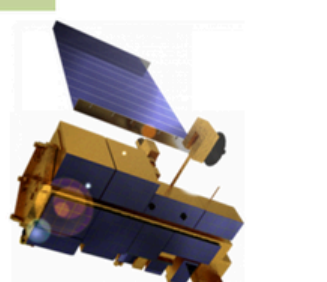


**Sensori Operational Land Imager (OLI) e Thermal Infrared Sensor (TIRS) a bordo della piattaforma satellitare Landsat 8**

TIR

VNIR

100 m    30 m



**Sensore ASTER a bordo della piattaforma satellitare Terra (EOS AM-1)**

TIR

VNIR

90 m    15 m

**Modelli basati su VI**



**Sensore WorldView-2 a bordo dell'omonima piattaforma satellitare**

VNIR

2 m

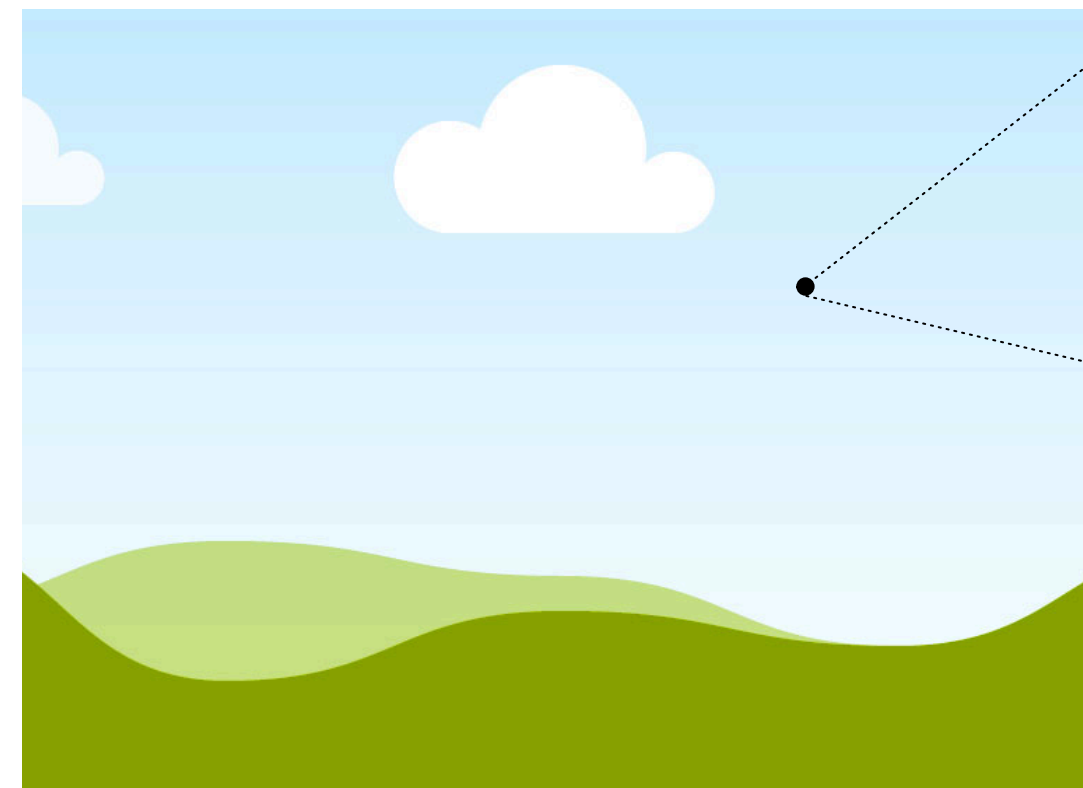
	Modelli SEB	Modelli basati su VI
😊	Sensibili all'identificazione degli effetti dello stress idrico a risoluzioni spaziali meno	disponibili ad elevate risoluzioni
	richiedono l'identificazione dei pixel "caldi" e "freddi"	richiedono l'implementazione del bilancio idrico del suolo
😞		richiedono l'implementazione del bilancio idrico del suolo

Vanella & Consoli (2018)

Consoli & Vanella (2014a)

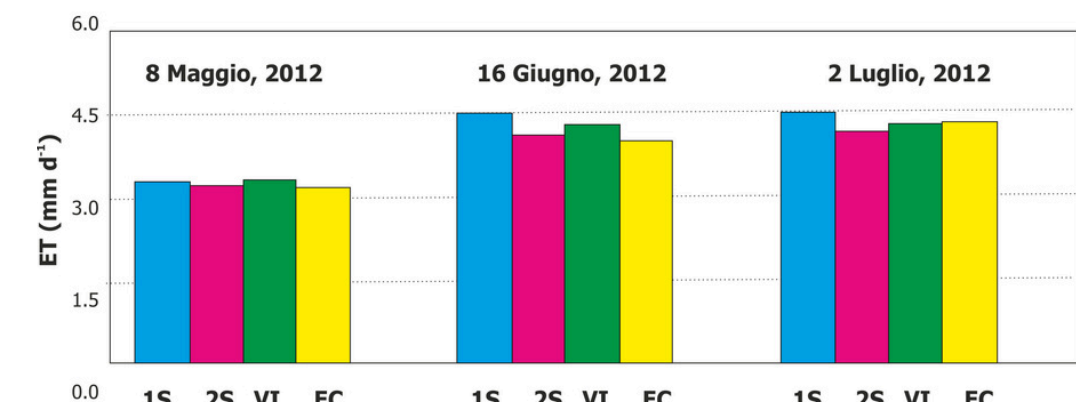
Consoli & Vanella (2014b)

Necessità di dati ancillari!





Misure dirette dei flussi energetici superficiali da EC



# MONITORAGGIO DEGLI USI IRRIGUI



- Direttiva Quadro delle Acque (2000/60/EC )



- Decreto ministeriale 31/07/2015 (Mipaaf)

14-9-2015	GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA	Serie generale - n. 213
<b>MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI</b>		Decreta:
DECRETO 31 luglio 2015.		Art. 1.
Approvazione delle linee guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle <b>modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo.</b>		1. Sono approvate le Linee guida, allegate al presente decreto, per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo, secondo quanto disposto dall'Accordo di Partenariato 2014-2020 - Sezione II - Punto 6.1.4.
<b>IL MINISTRO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI</b>		Art. 2.
Vista la direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;		1. Le modalità di quantificazione dei volumi idrici impiegati dagli utilizzatori finali per l'uso irriguo sono regolate con atto delle Regioni e delle Province autonome nel rispetto dei criteri omogenei definiti dalle Linee guida di cui all'art. 1.
Visto il decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, di attuazione, tra l'altro, della direttiva 2000/60/CE, recante norme in materia ambientale e successive modificazioni;		Art. 3.
Visto il Regolamento (UE) n. 1303/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013 recante disposizioni comuni sul Fondo europeo di sviluppo regionale, sul Fondo sociale europeo, sul Fondo di coesione, sul Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale e sul Fondo europeo per gli affari marittimi e la pesca e disposizioni generali sul Fondo europeo di sviluppo regionale, sul Fondo sociale europeo, sul Fondo di coesione e sul Fondo europeo per gli affari marittimi e la pesca, e che abroga il regolamento (CE) n. 1083/2006 del Consiglio;		1. È istituito presso il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali un tavolo permanente, coordinato dal Capo del Dipartimento delle politiche europee e internazionali e dello sviluppo rurale, o da un suo delegato, cui partecipano il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, le Regioni e Province autonome, le Autorità di distretto idrografico, il CREA, l'ANBI (Associazione nazionale bonifiche e irrigazioni), l'ISTAT e le Associazioni di categoria agricole, con l'incarico di monitorare le attività indicate nelle Linee guida anche con riferimento alla raccolta e gestione dei <b>dati sui volumi irrigui, nonché di proporre ulteriori documenti tesi ad uniformare i metodi di stima.</b>
Visto il Regolamento (UE) n. 1305/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013 sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo		Il presente decreto entra in vigore il giorno successivo a quello della sua pubblicazione nella <i>Gazzetta Ufficiale</i> della Repubblica italiana.

**mipaaf**  
ministero delle politiche  
agricole alimentari e forestali

 **Obbligo delle regioni di quantificare aree e volumi irrigui**

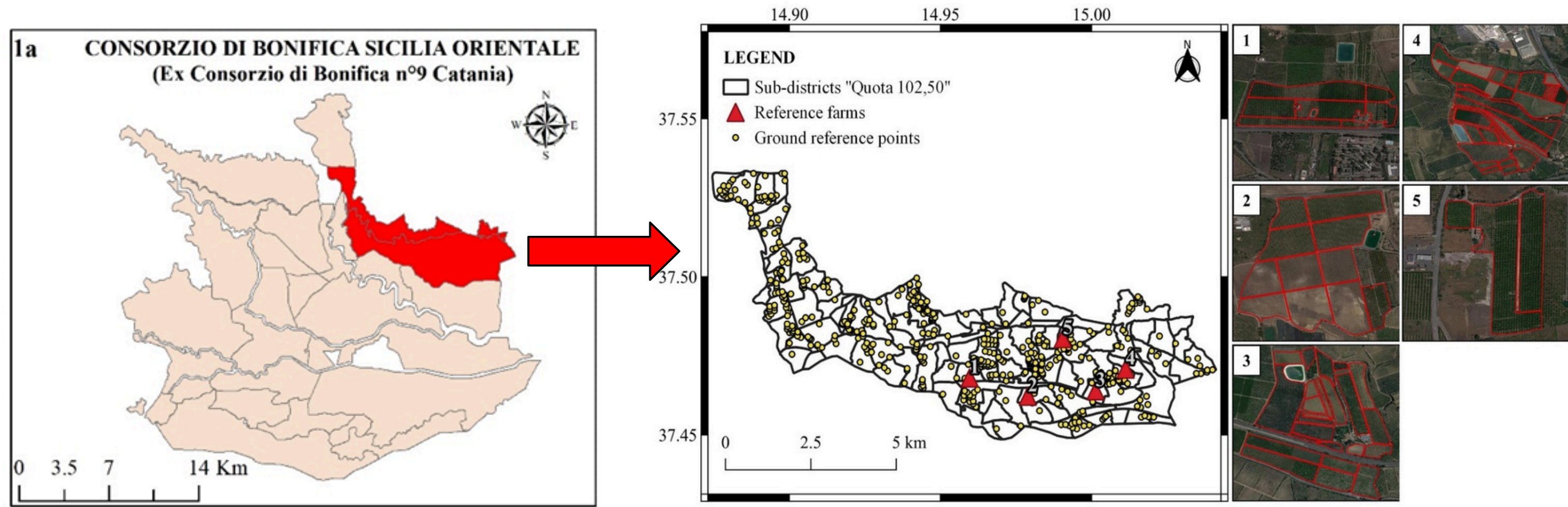


**L'uso del telerilevamento satellitare è riconosciuto come unica metodologia applicabile a larga scala dalla Direzione Generale per l'Ambiente della Commissione Europea**

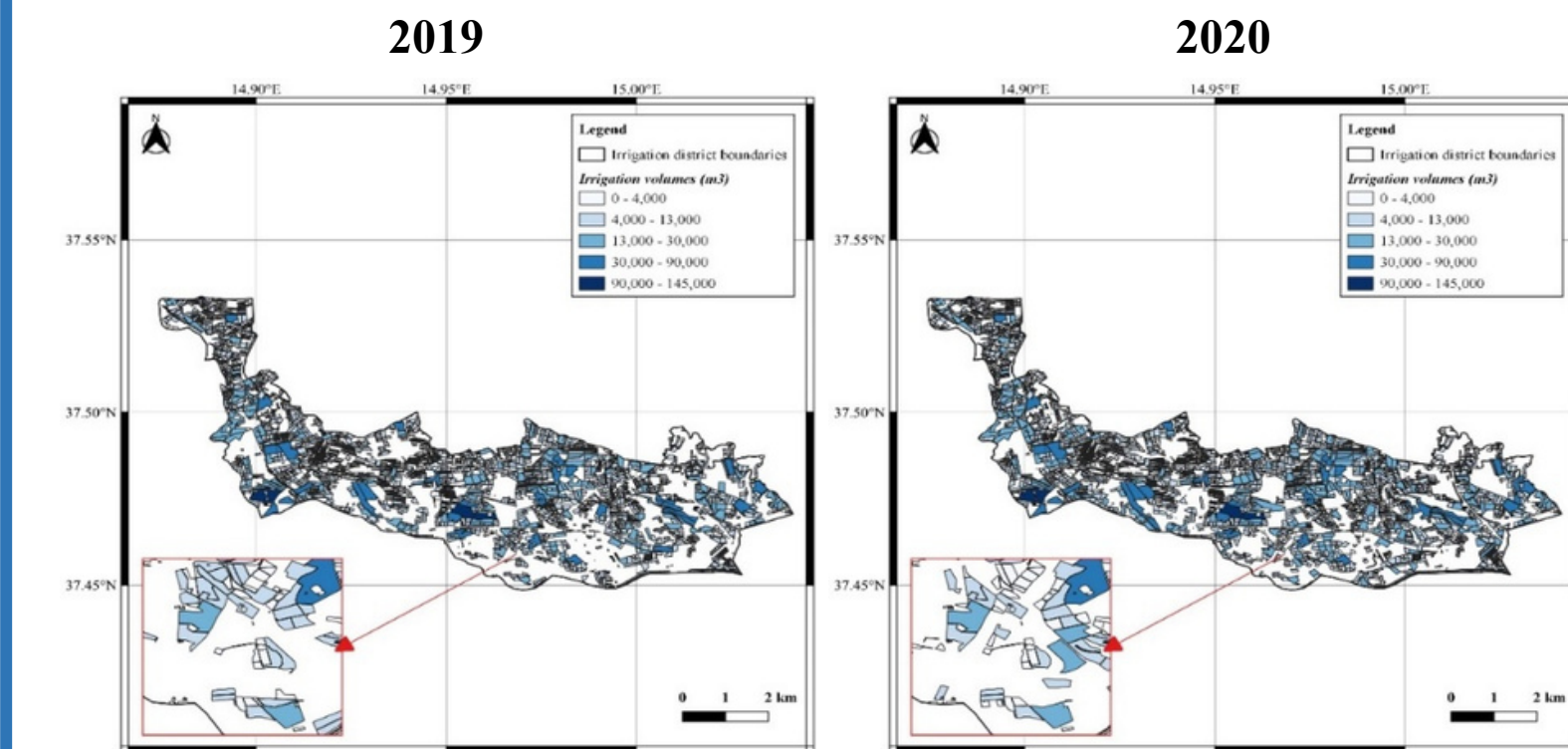
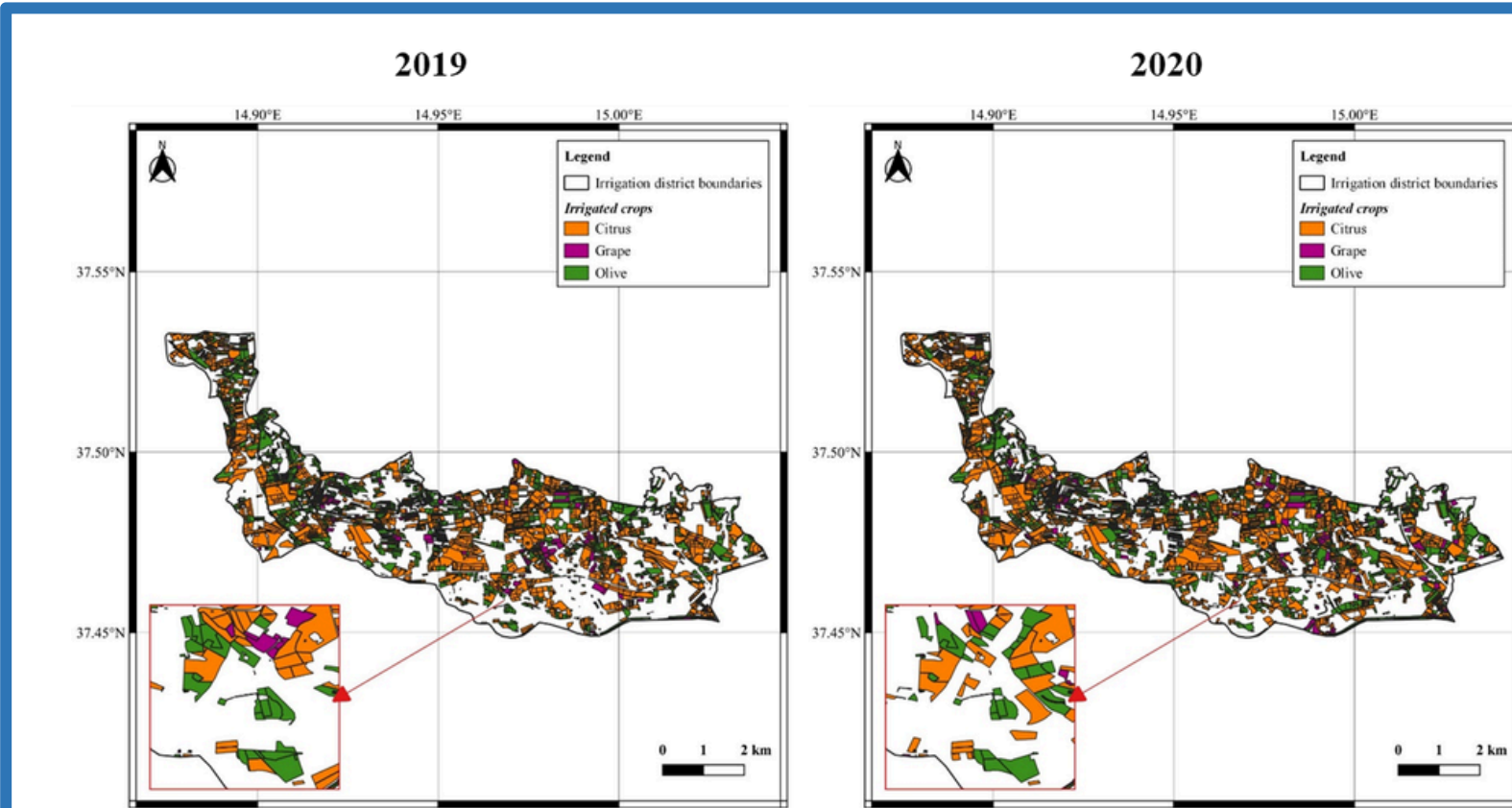


# Casi studio: monitoraggio degli usi irrigui mediante l'utilizzo di dati satellitari e dati di rianalisi climatica

**Obiettivo:** fornire un approccio metodologico basato sull'uso combinato di tecniche di telerilevamento (RS), modelli agro-idrologici e fonti meteorologiche alternative, al fine di supportare le autorità di gestione delle risorse idriche nella pianificazione e nel monitoraggio degli usi irrigui nell'ambito della Direttiva Quadro sulle Acque (WFD).



## Risultati:



### Aree irrigue stimate versus aree irrigue dichiarate

		Irrigated surface (ha)		
		<i>Estimated</i>	<i>Declared</i>	<b>Absolut error</b>
2019	Citrus	1459.87	2126.89	667.02
	Grape	126.62	42.61	84.01
	Olive	868.37	80.05	788.32
	<b>Total</b>	<b>2454.86</b>	<b>2249.55</b>	<b>205.31</b>
2020	Citrus	1646.97	2136.70	489.73
	Grape	144.09	41.31	102.78
	Olive	912.87	74.32	838.55
	<b>Total</b>	<b>2703.93</b>	<b>2252.34</b>	<b>451.59</b>

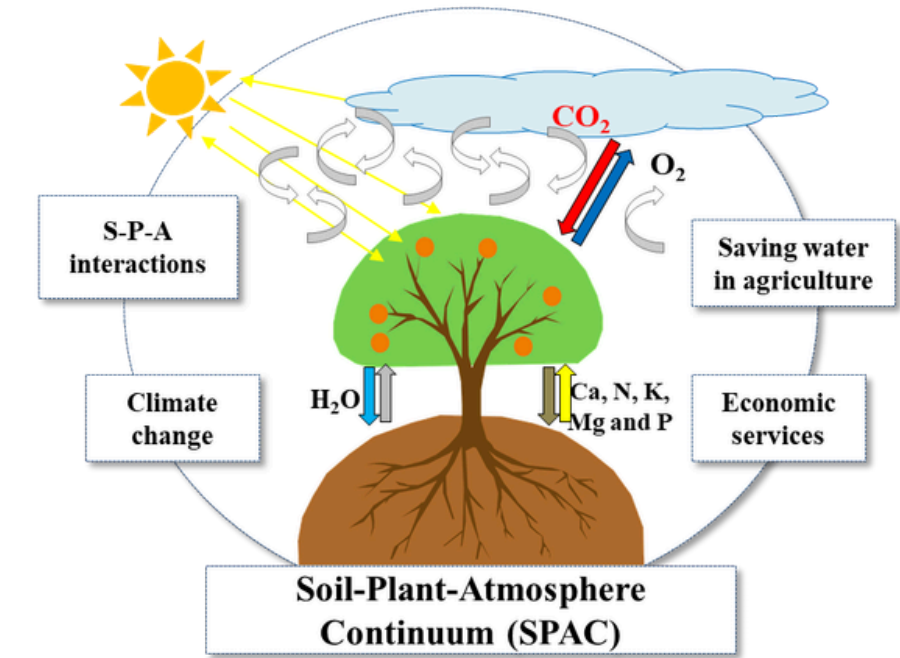
### Volumi irrigui stimati versus volumi irrigui dichiarati

		Irrigation volumes ( $10^6 m^3$ )		
		<i>Estimated</i>	<i>Declared</i>	<b>Absolut error</b>
2019	Citrus	5.98	1.13	4.85
	Grape	0.37	0.02	0.35
	Olive	2.54	0.05	2.49
	<b>Total</b>	<b>8.88</b>	<b>1.20</b>	<b>7.69</b>
2020	Citrus	9.51	1.11	8.39
	Grape	0.45	0.02	0.43
	Olive	3.50	0.04	3.46
	<b>Total</b>	<b>13.46</b>	<b>1.17</b>	<b>12.28</b>



# CONCLUSIONI

I processi di scambio di massa ed energia nel sistema SPA necessitano di essere monitorati attraverso tecniche quanto più affidabili, sostenibili, e «comprensibili».



L'integrazione tra Ricerca Industriale e Sviluppo Sperimentale ha consentito di:

- identificare importanti soluzioni tecnologiche e,
- sviluppare strategie innovative a supporto della gestione sostenibile delle risorse idriche in agricoltura



**Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A)  
Università di Catania**

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

**Prof.ssa Simona Consoli**  
[simona.consoli@unict.it](mailto:simona.consoli@unict.it)

**Catania, 5 Maggio 2026**