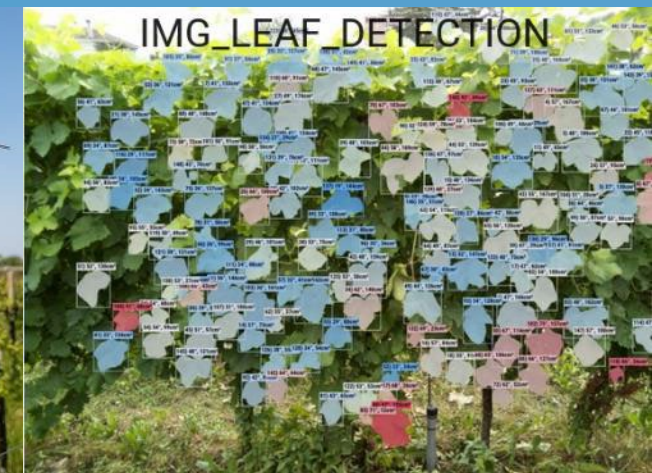
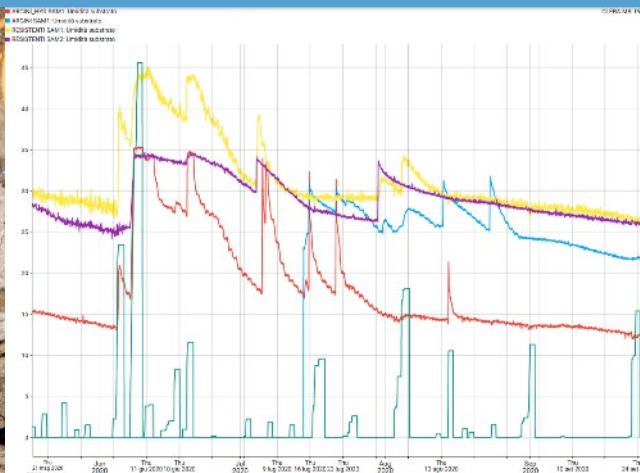


# IRRIVISION

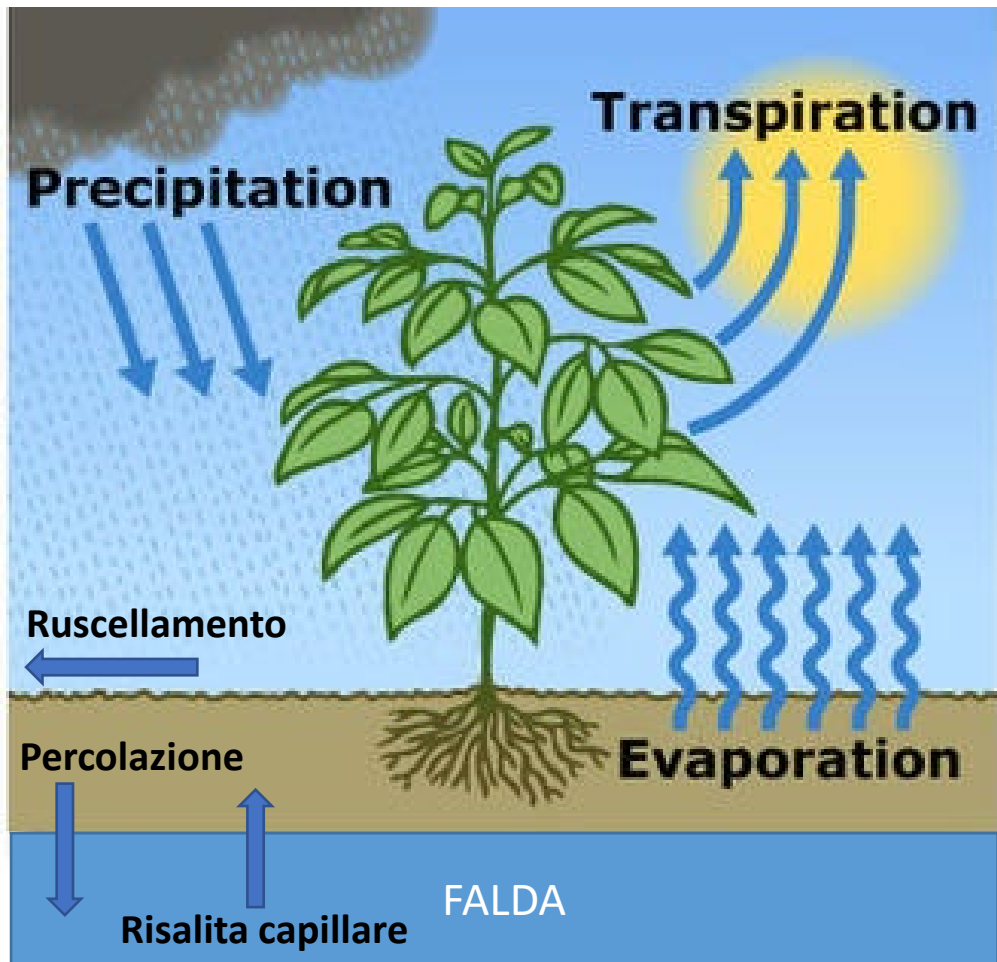
## L'innovazione tecnologica: sensoristica e visione artificiale

**Denise Vicino – CET Electronics**

**19 Dicembre 2022**



# Scopo: stimare il fabbisogno idrico delle piante



## APPORTO D'ACQUA

- Precipitazioni      Stazioni meteo/previsioni
- Falda      Fattore ambientale
- IRRIGAZIONE

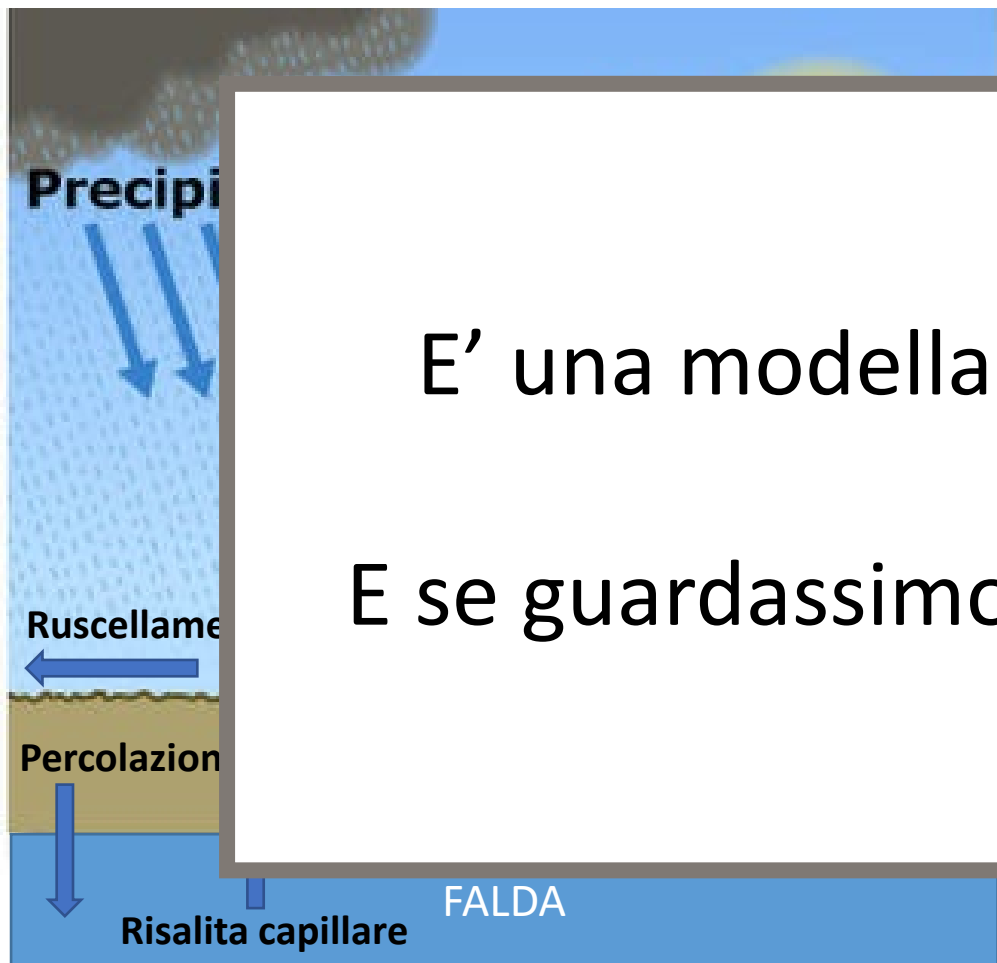


## PERDITA D'ACQUA

- **Evapotraspirazione:** acqua traspirata dalle piante + evaporata dal terreno;      Modelli + stazioni meteo + sensori suolo + fattori ambientali
- Percolazione/ ruscellamento      Fattori ambientali + modelli?

# Scopo: stimare il fabbisogno idrico delle piante

## APPORTO D'ACQUA



E' una modellazione molto complessa!!  
E se guardassimo direttamente alla pianta?

o/previsioni

e ambientale



Modelli +  
zioni meteo +  
nsori suolo +  
ori ambientali

Percolazione/  
ruscellamento

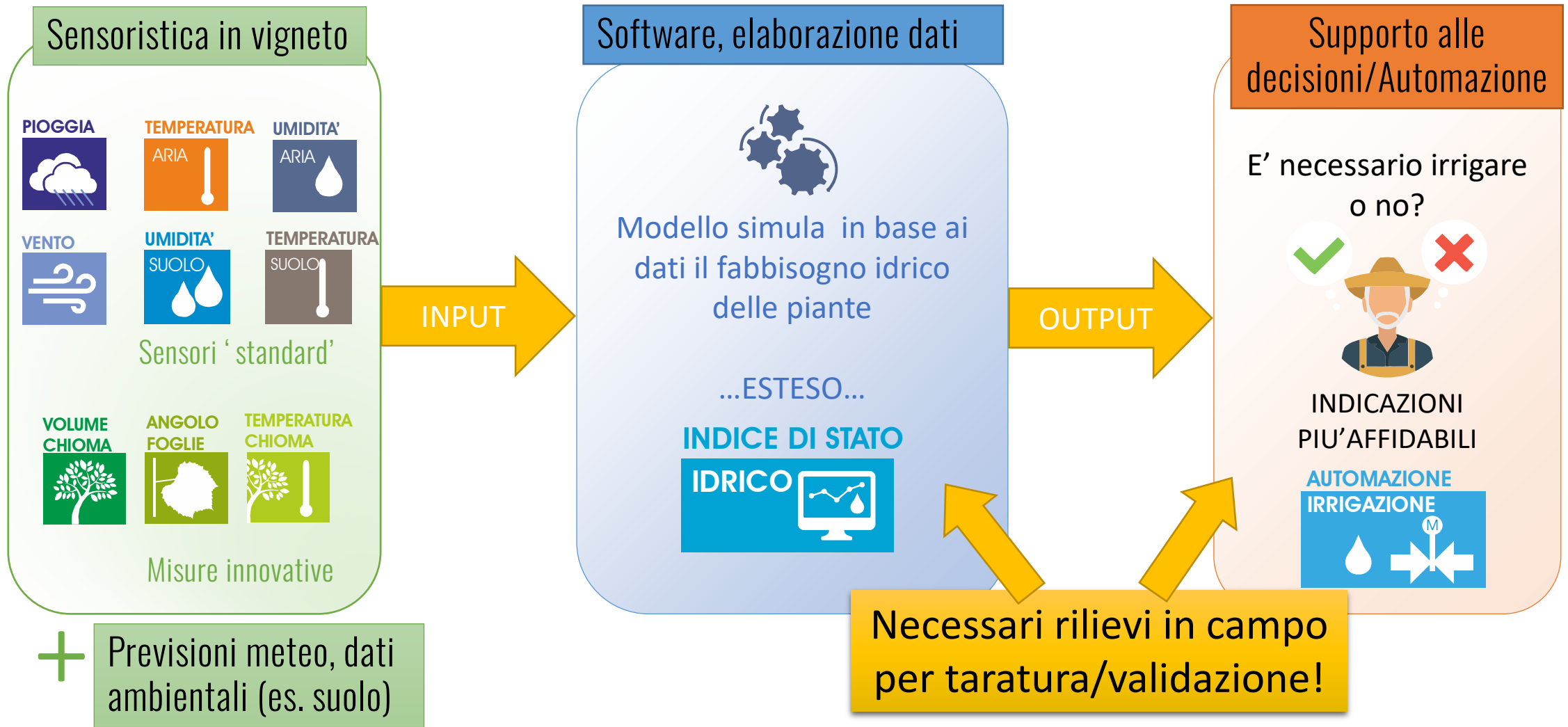
Fattori ambientali + modelli?

# Sviluppare un sistema di «irrigazione intelligente»: versione standard





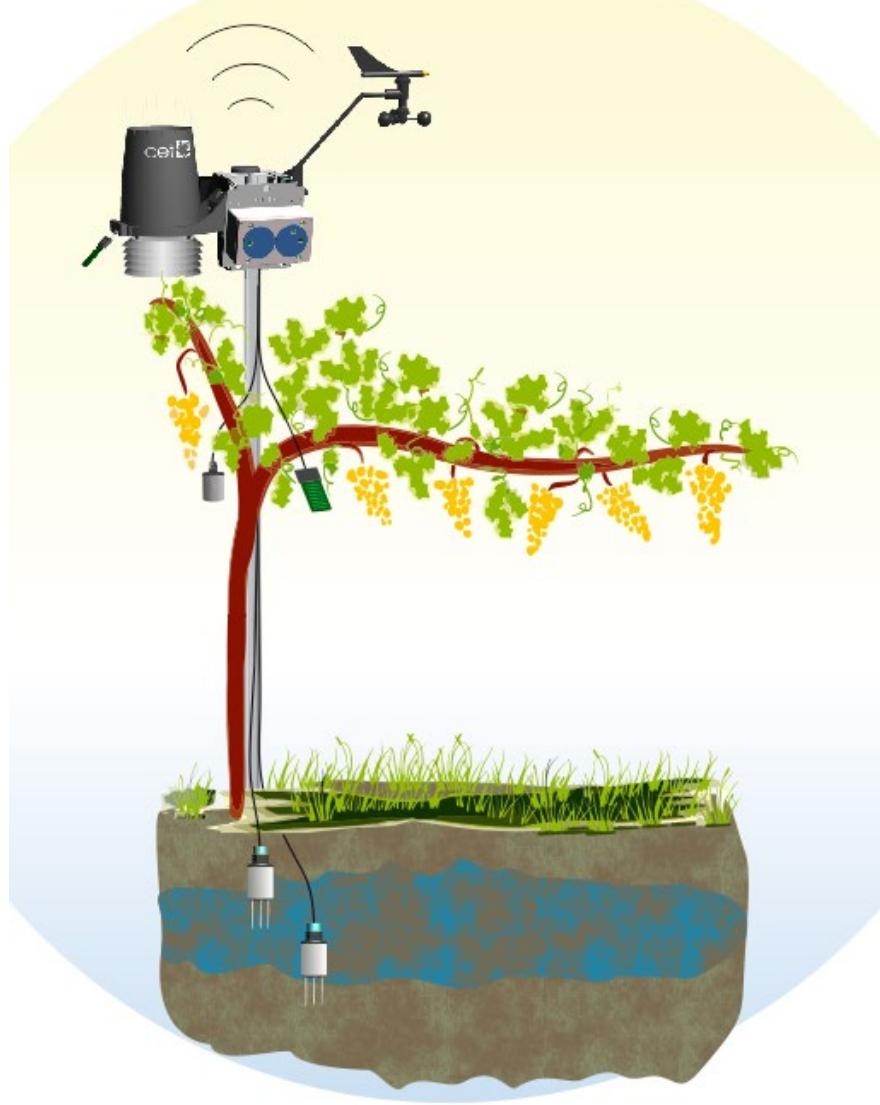
# Sviluppare un sistema di «irrigazione intelligente»: IRRIVISION



+ Previsioni meteo, dati ambientali (es. suolo)

Necessari rilievi in campo per taratura/validazione!

# Ricapitolando: allestimento sensoristica



# Stazione meteo standard



Misure:

- Pioggia
- Direzione e intensità del vento
- Temperatura e umidità dell'aria
- Bagnatura fogliare
- Radiazione solare

$$ET_A = k_c \cdot k_s \cdot ET_0$$

**Evapotraspirazione potenziale**  
**Equazione di Penman-Monteith (FAO)**

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u)}$$

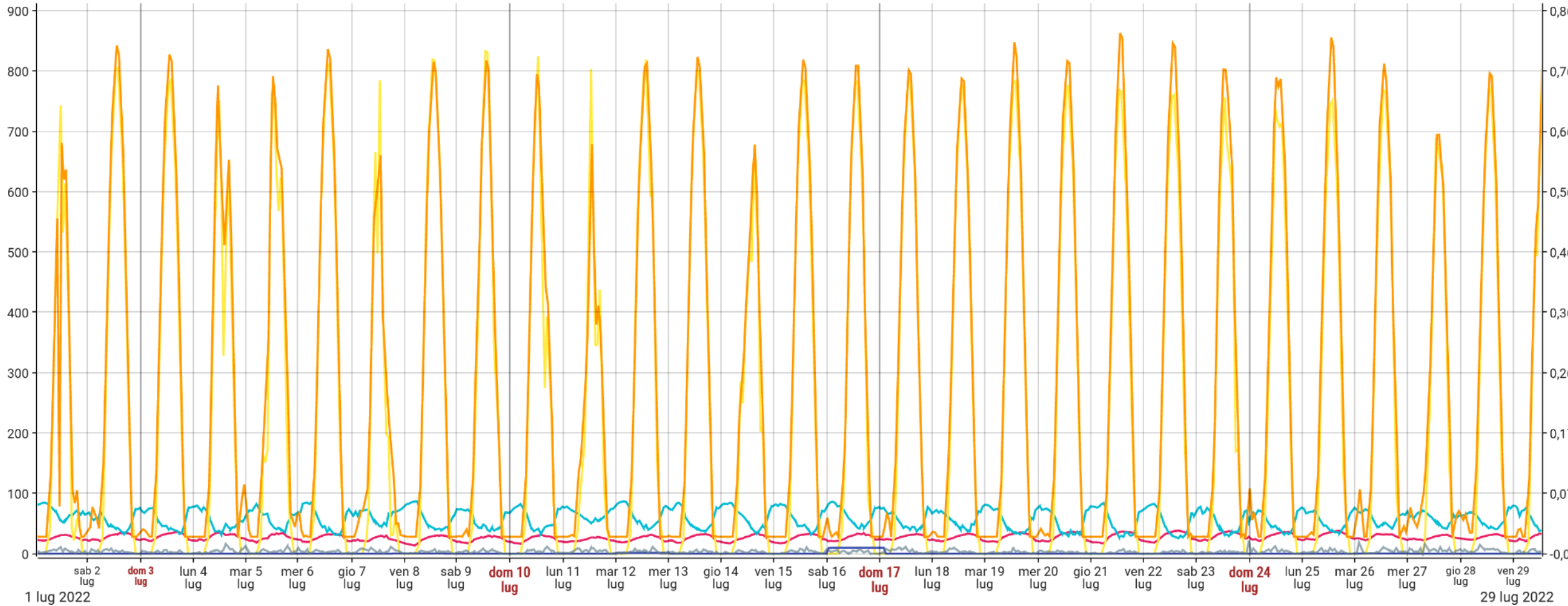


# Stazione meteo standard

- WS1 - Temperatura dell'aria
- WS1 - Umidità dell'aria
- WS1 - Radiazione solare media
- WS1 - Pioggia persistente accumulata
- WS1 - Velocità media del vento

**Az. Martinet - 2022**

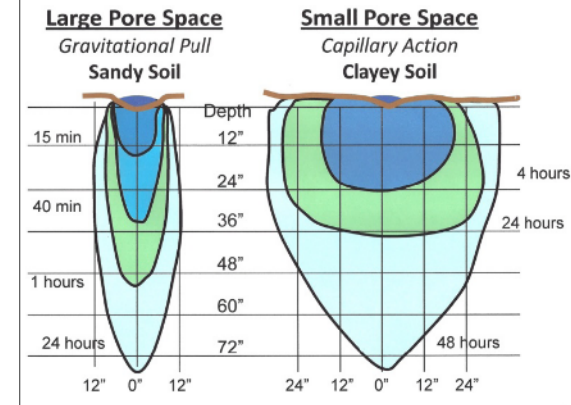
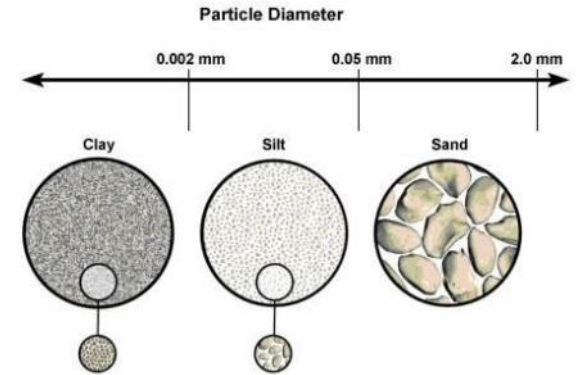
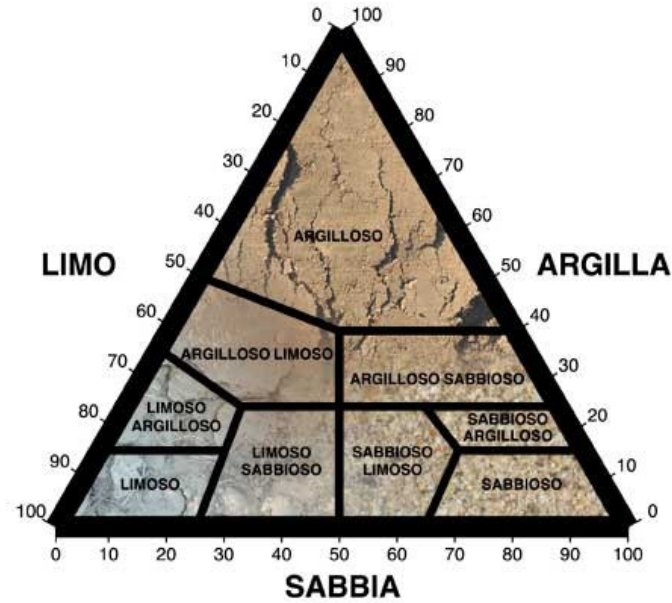
WS1 - Evapotraspirazione di riferimento



# Sensori di umidità volumetrica del suolo



## Tessitura del suolo:



$$ET_A = k_c \cdot k_s \cdot ET_0$$



# Sensori di umidità volumetrica del suolo

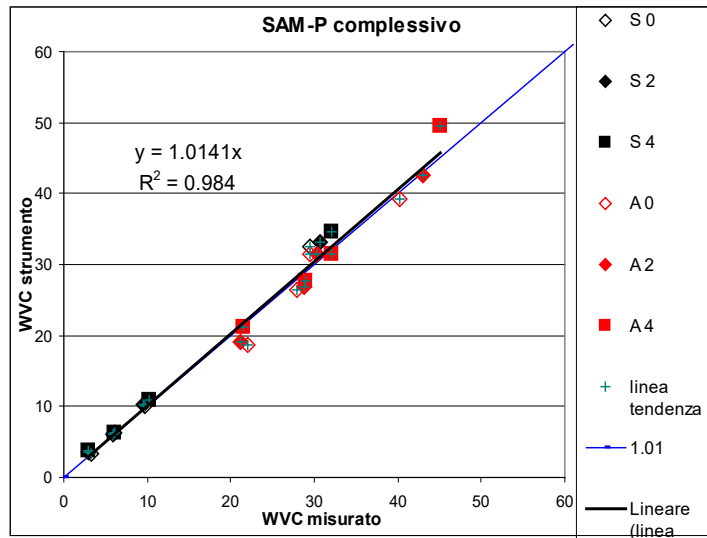
## SAM – VOLUMETRIC MOISTURE SENSOR



SAM - Testato da



UNIVERSITÀ DI PISA



## Sensore di umidità volumetrica «SAM»:

- Non influenzato dalla salinità (e dai fertilizzanti)
- Distingue Conducibilità Elettrica da contenuto volumetrico d'acqua.
- Ampio range di funzionamento (0-80%)
- Il dato va interpretato in funzione del tipo di suolo (tessitura)
- Calibrato per diversi tipi di substrato
- Misure puntuali nel terreno (affette da disomogeneità locali: sassi, spazi d'aria, gocciolatori)



# Nuovo sensore per mediare la misura su una lunghezza maggiore



SAM WIRE: adatto a terreni ricchi di scheletro, con molte disomogeneità locali



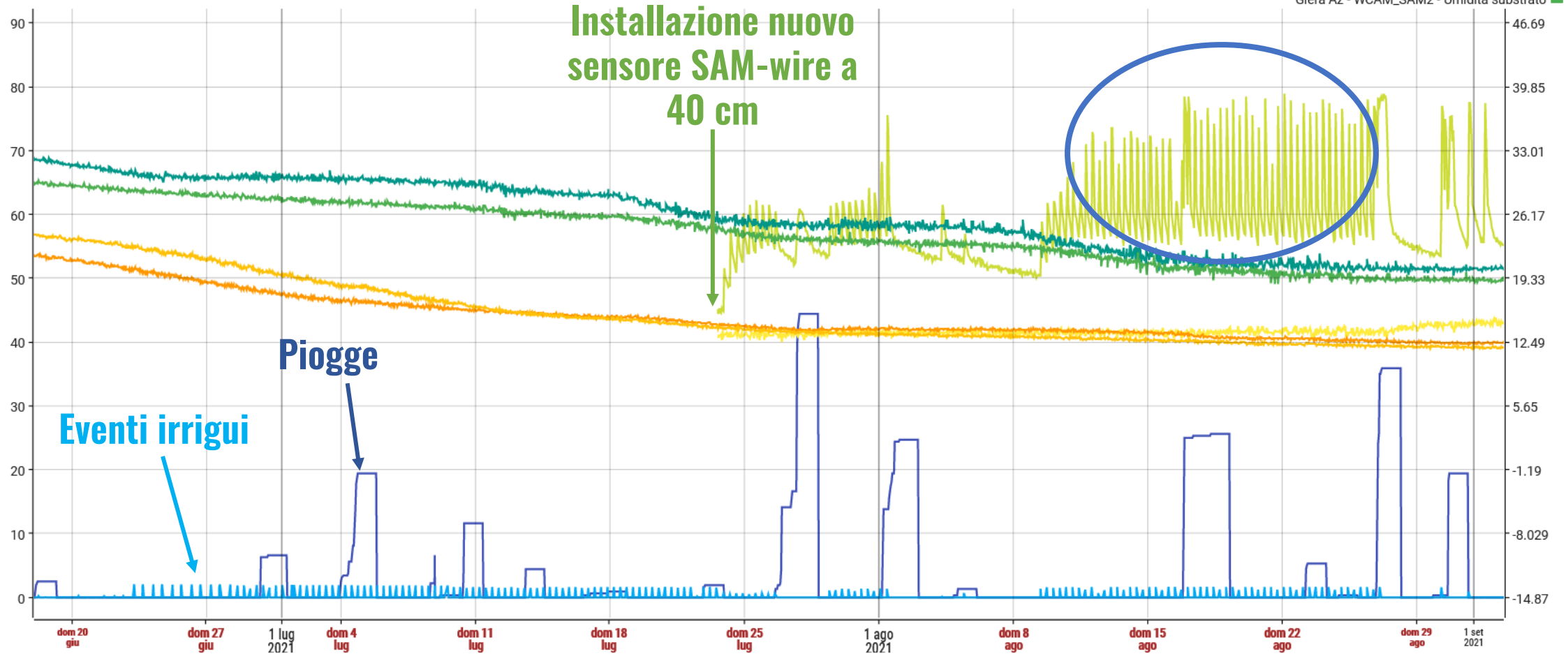


# Sensori di umidità volumetrica: due tesi a confronto

■ WS1 - Pioggia persistente accumulata  
■ Irri Glera - Pressione acqua

## Az. Le Rive - 2021

■ Glera Az - SAM-Wire - Umidità substrato  
■ Glera Ir - SAM-Wire - Umidità substrato  
■ Glera Ir - WCAM\_SAM1 - Umidità substrato  
■ Glera Ir - WCAM\_SAM2 - Umidità substrato  
■ Glera Az - WCAM\_SAM1 - Umidità substrato  
■ Glera Az - WCAM\_SAM2 - Umidità substrato



# WCAM2: stereo camera per la visione della chioma

- Ricostruzione 3D della chioma
- Riconoscimento automatico della chioma e singole foglie
- Misure termografiche a bassa risoluzione
- Protezione automatica delle ottiche

<https://drive.google.com/file/d/11NKPNMye78FLbYaafih2KasvIHr8PZKn/view?usp=sharing>



cel  WCAM2  
www.cel-electronics.com  
PATENTED



# WCAM2: La visione 3D della chioma

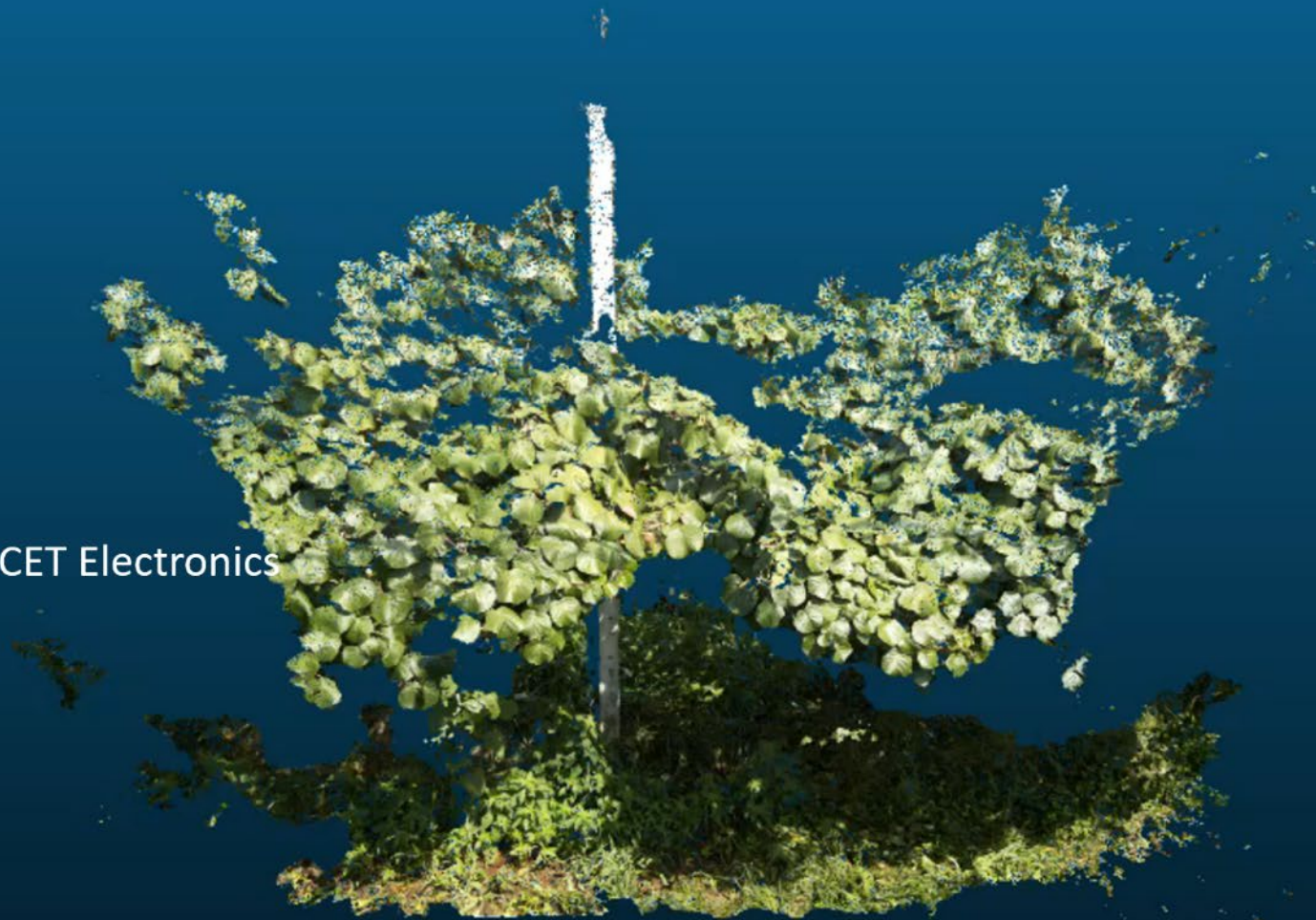


© Copyright CET Electronics

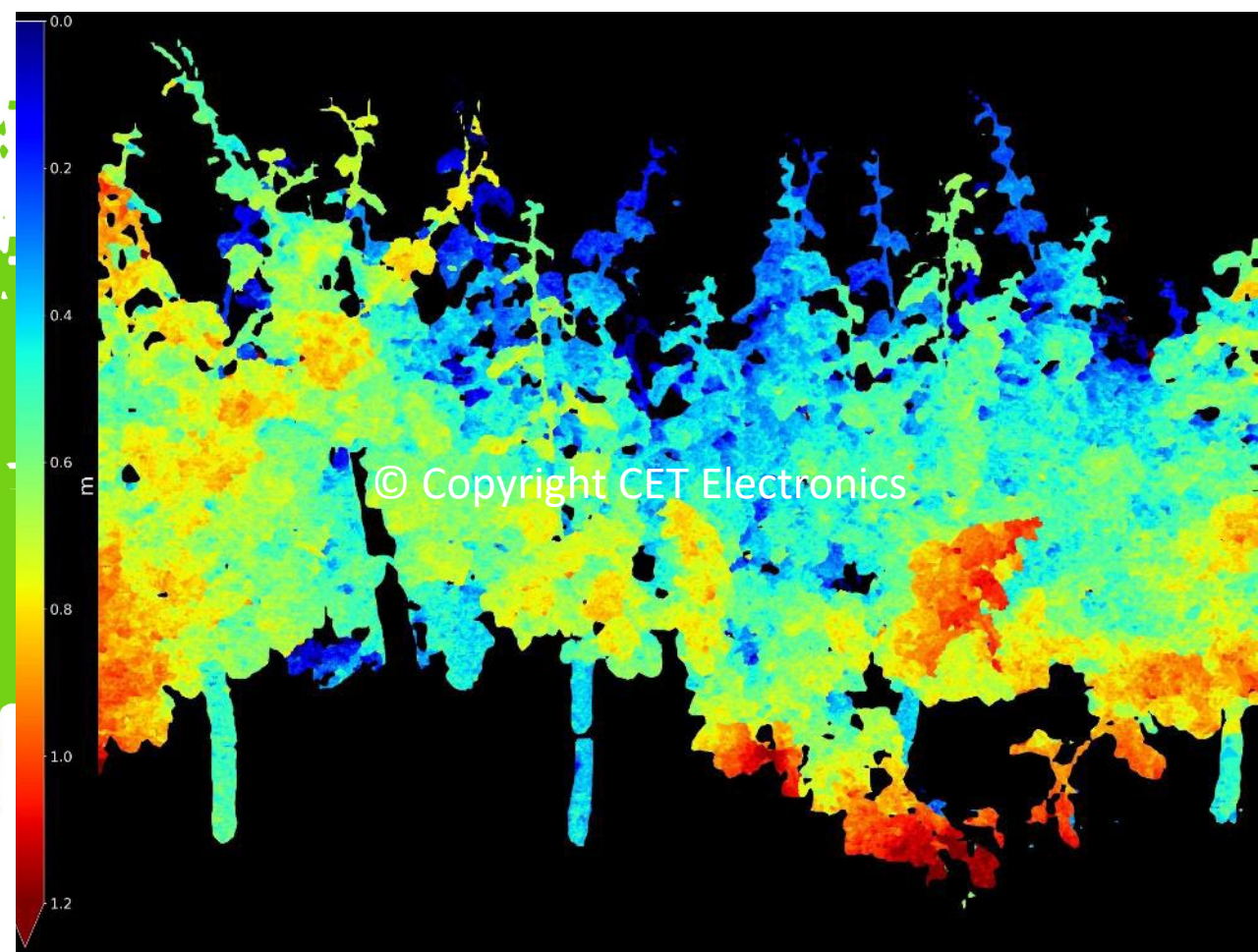


# WCAM2: La visione 3D della chioma

© Copyright CET Electronics



# WCAM2: Misure di volume e superficie fogliare

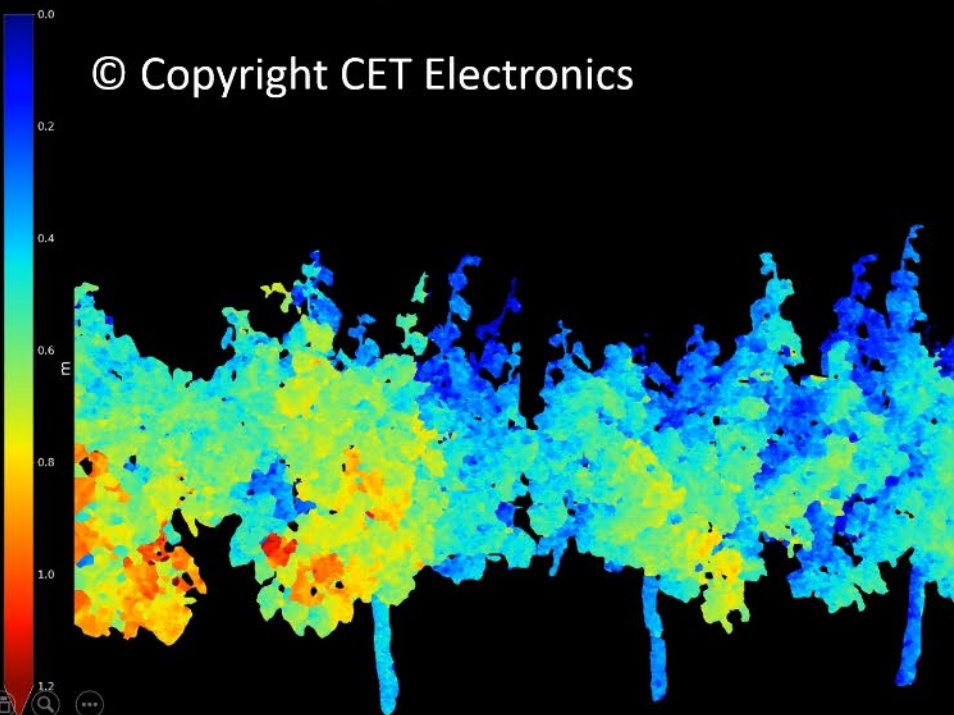




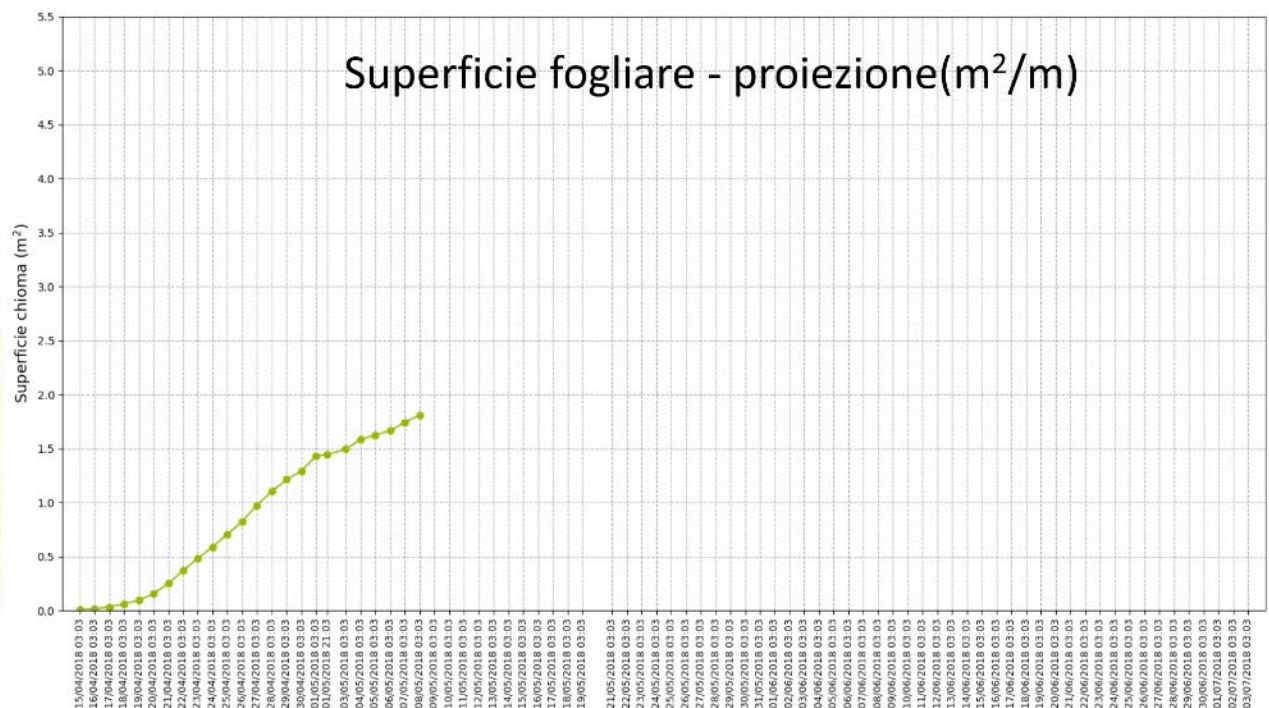
© Copyright CET Electronics



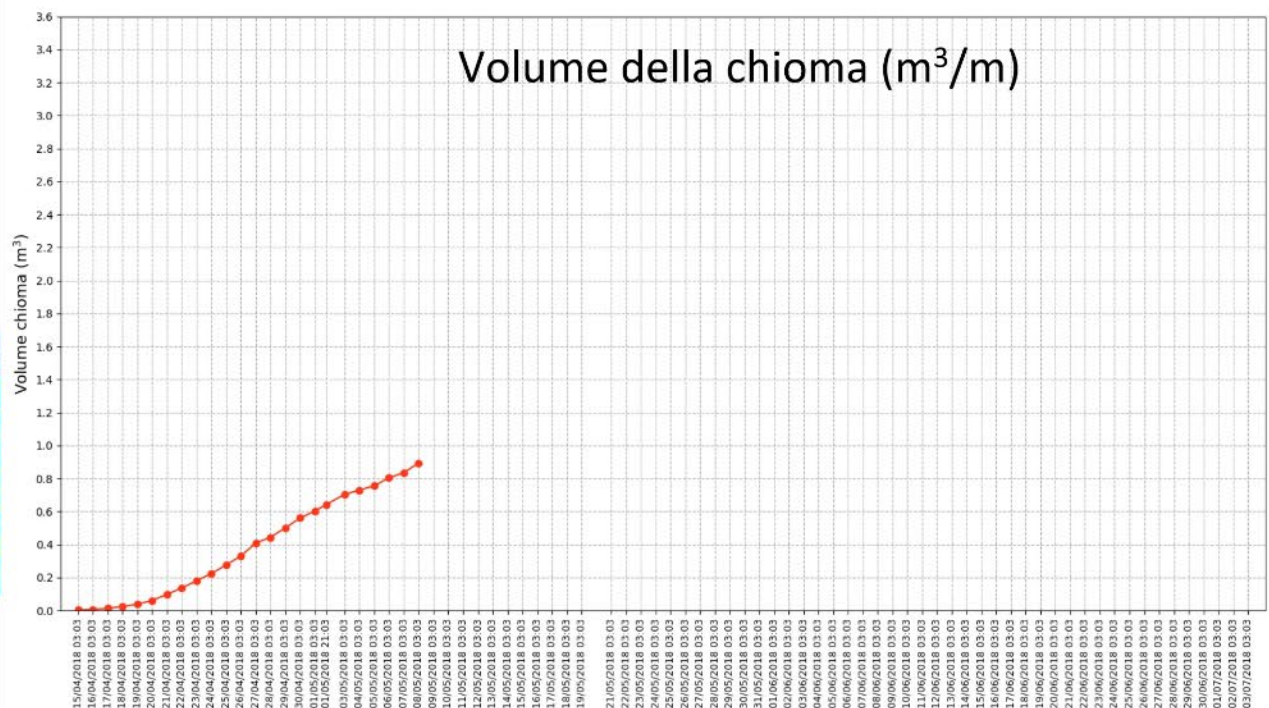
© Copyright CET Electronics



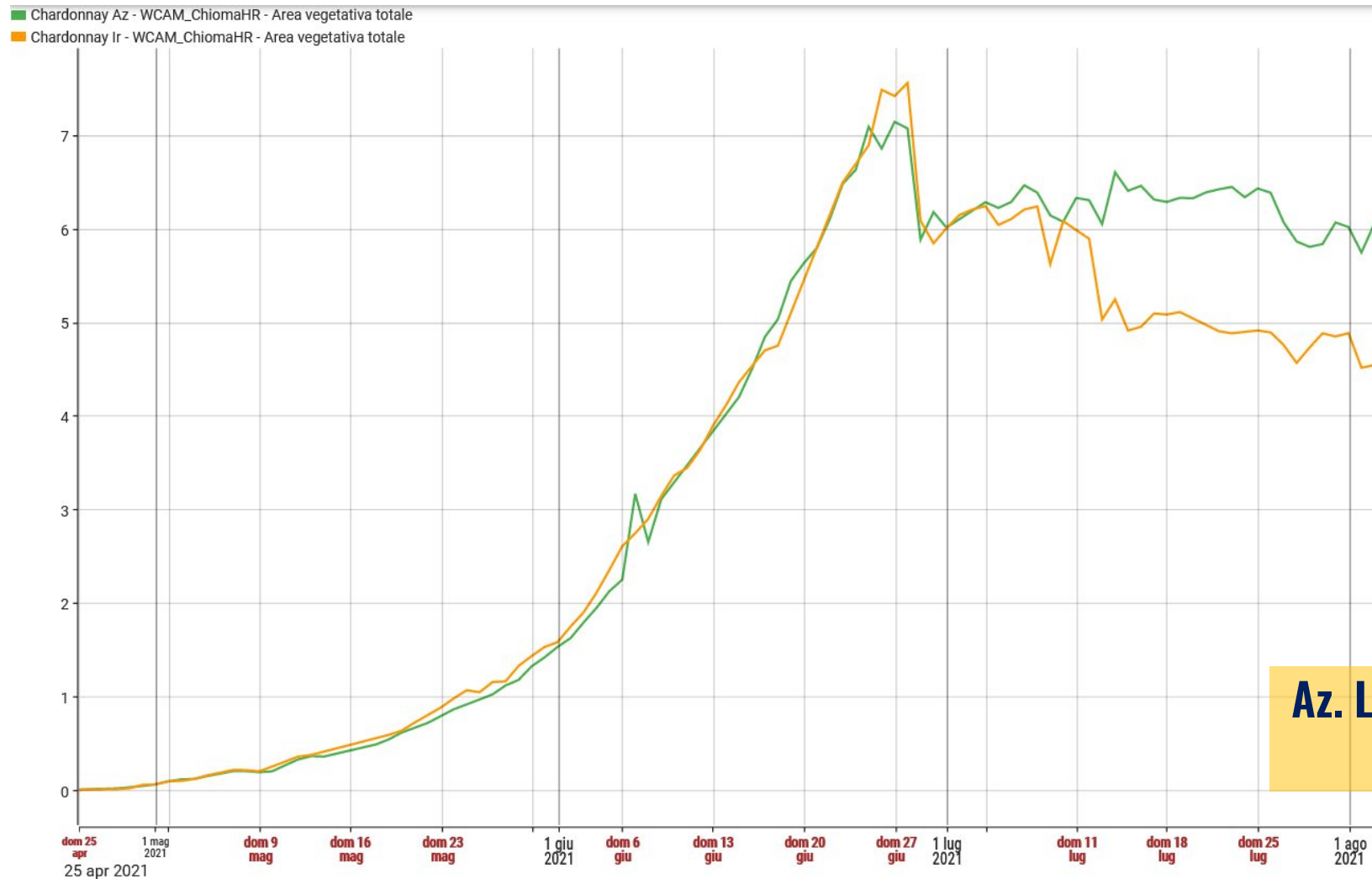
Superficie fogliare - proiezione(m<sup>2</sup>/m)



Volume della chioma (m<sup>3</sup>/m)



# WCAM2: Misure di volume e superficie fogliare

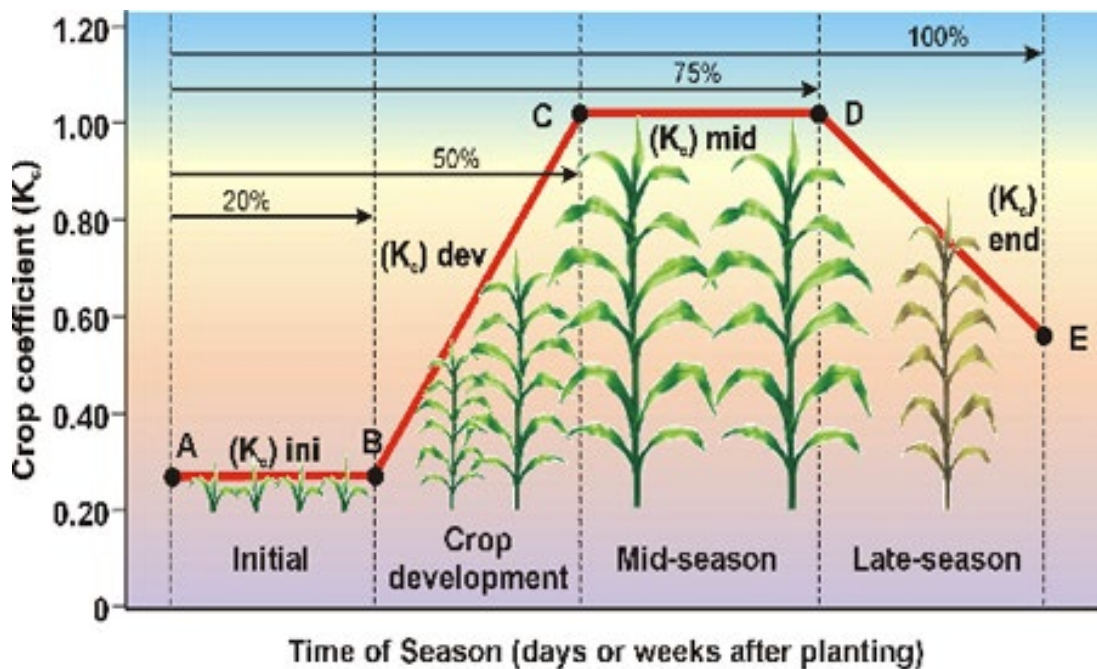


**Az. Le Rive – Chardonnay  
2021**



# WCAM2: Misure di volume e superficie fogliare

$$ET_A = k_c \cdot k_s \cdot ET_0$$



Dipende fortemente dalla tipologia di coltura, dalla particolare annata e dalla gestione agronomica (es. potature, fertilizzazione,...)

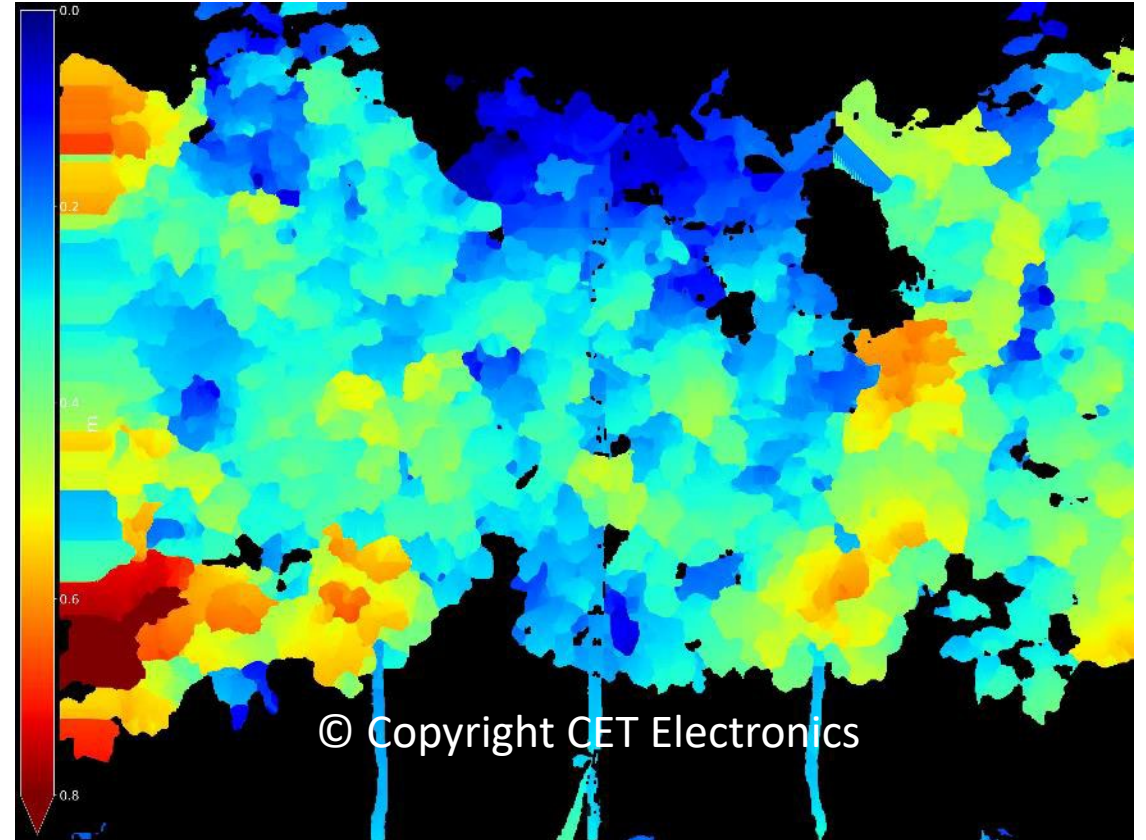
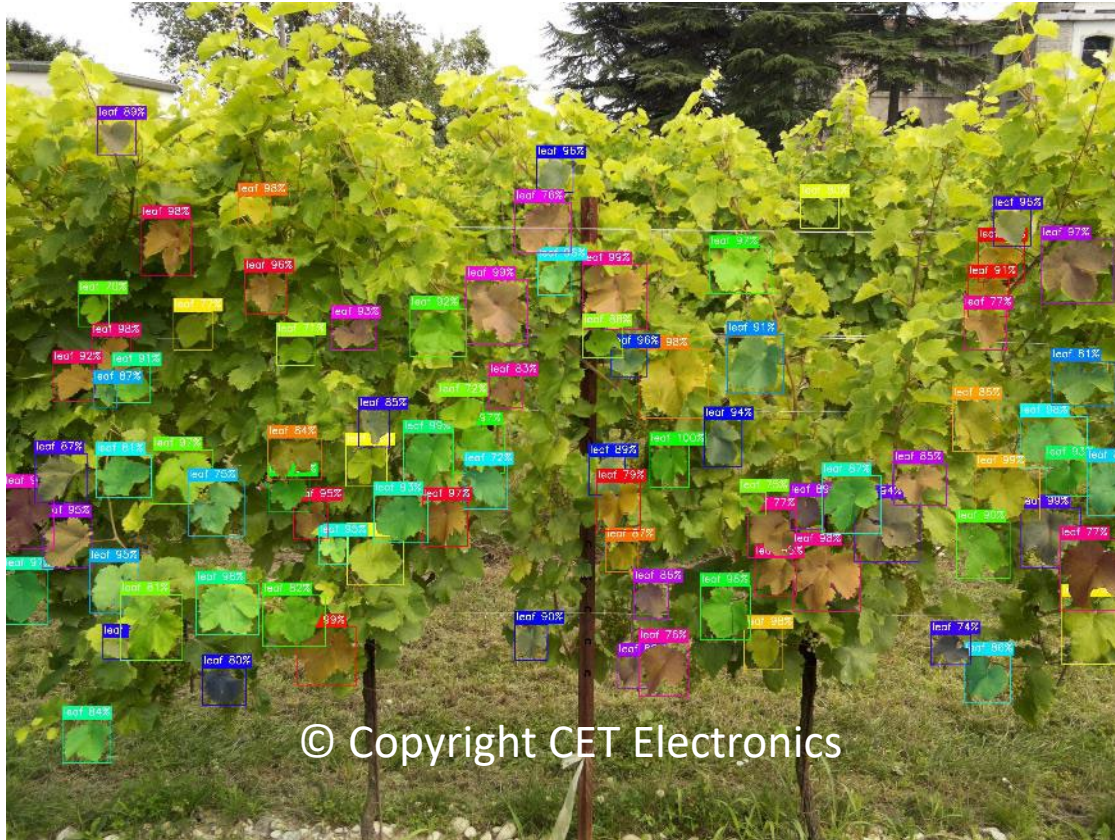
Crop	Initial stage	Crop dev. stage	Mid-season stage	Late season stage
Barley/Oats/Wheat	0.35	0.75	1.15	0.45
Bean, green	0.35	0.70	1.10	0.90
Bean, dry	0.35	0.70	1.10	0.30
Cabbage/Carrot	0.45	0.75	1.05	0.90
Cotton/Flax	0.45	0.75	1.15	0.75
Cucumber/Squash	0.45	0.70	0.90	0.75
Eggplant/Tomato	0.45	0.75	1.15	0.80
Grain/small	0.35	0.75	1.10	0.65
Lentil/Pulses	0.45	0.75	1.10	0.50
Lettuce/Spi	0.45	0.75	1.10	0.90
Maize, swe	0.35	0.75	1.10	0.90
Maize, grain	0.35	0.75	1.10	0.70
Melon	0.45	0.75	1.10	0.75
Millet	0.35	0.75	1.10	0.55
Onion, green	0.45	0.75	1.10	0.90
Onion, dry	0.45	0.75	1.10	0.35
Peanut/Gro	0.45	0.75	1.10	0.70
Pea, fresh	0.45	0.80	1.15	1.05
Pepper, fresh	0.35	0.70	1.05	0.90
Potato	0.45	0.75	1.15	0.85
Radish	0.45	0.60	0.90	0.90
Sorghum	0.35	0.75	1.10	0.65
Soybean	0.35	0.75	1.10	0.60
Sugarbeet	0.45	0.80	1.15	0.80
Sunflower	0.35	0.75	1.15	0.55
Tobacco	0.35	0.75	1.10	0.90

Grapes - Wine 0.30 0.70 0.45

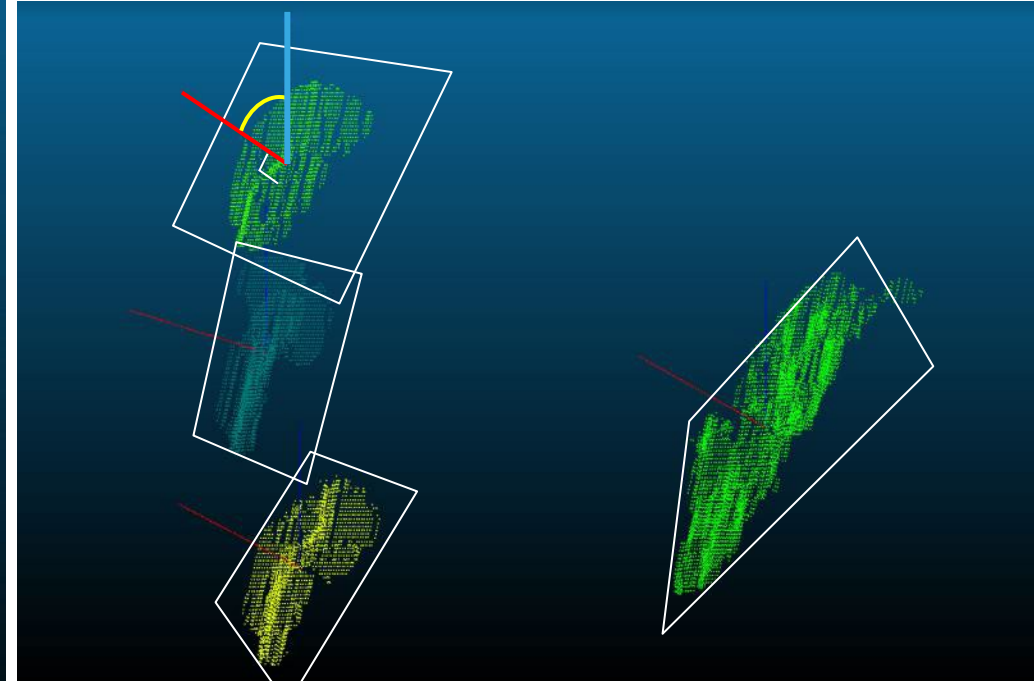
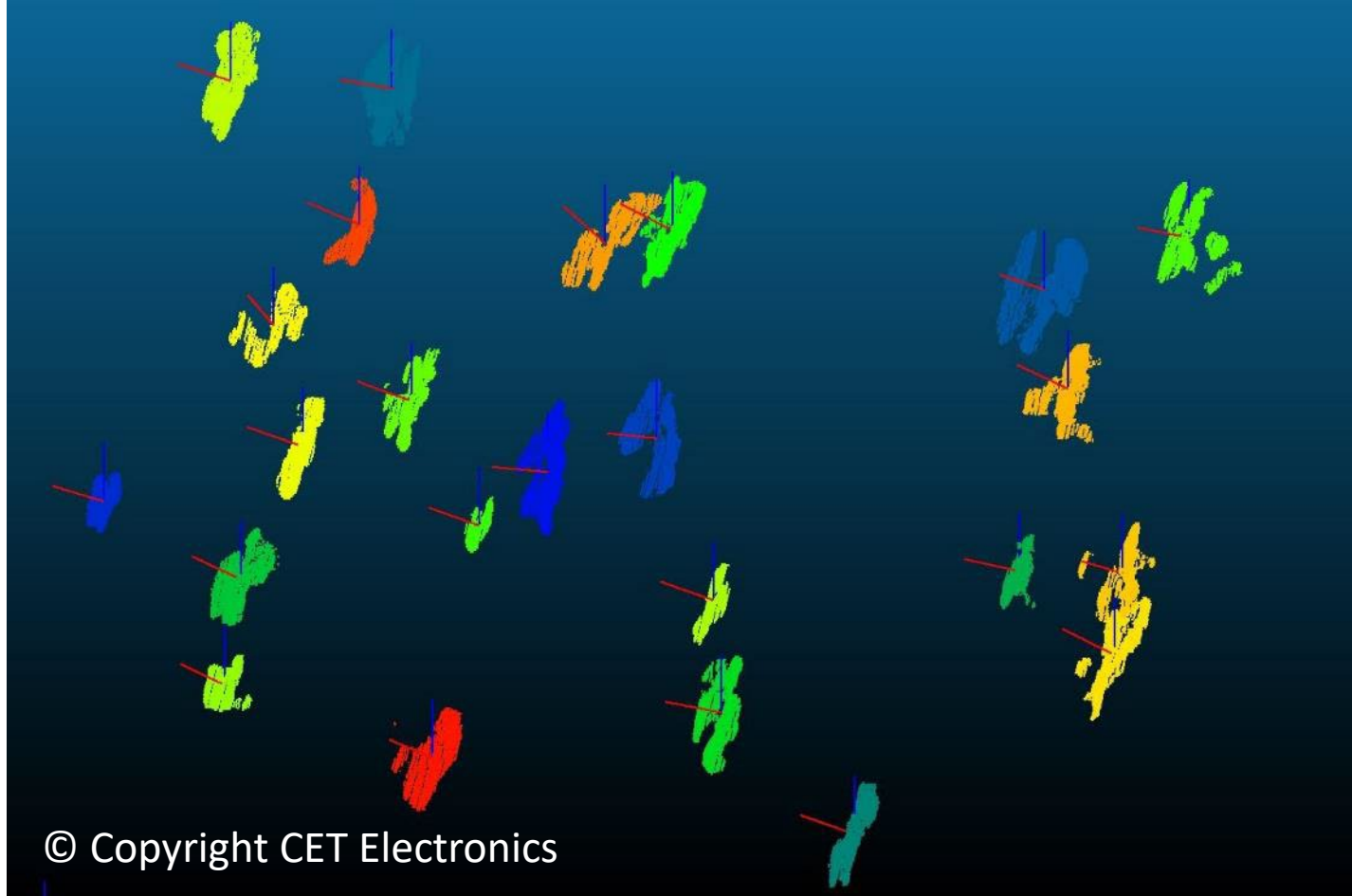
Sostituito da misure dirette sulla chioma!



# WCAM2: misure di inclinazione fogliare



# WCAM2: misure di inclinazione fogliare



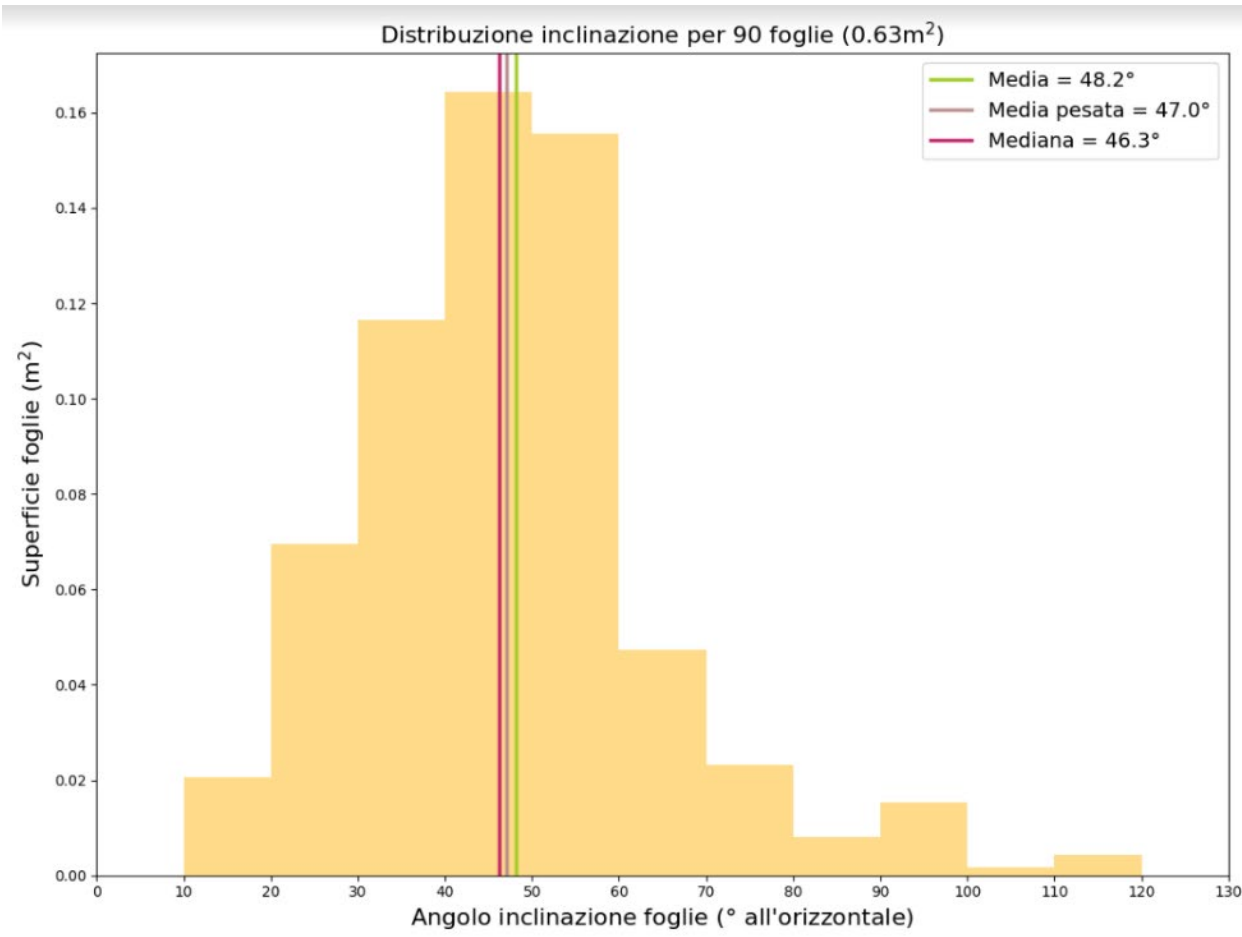


# WCAM2: misure di inclinazione fogliare su vite

Az. Villa Sandi, 2021

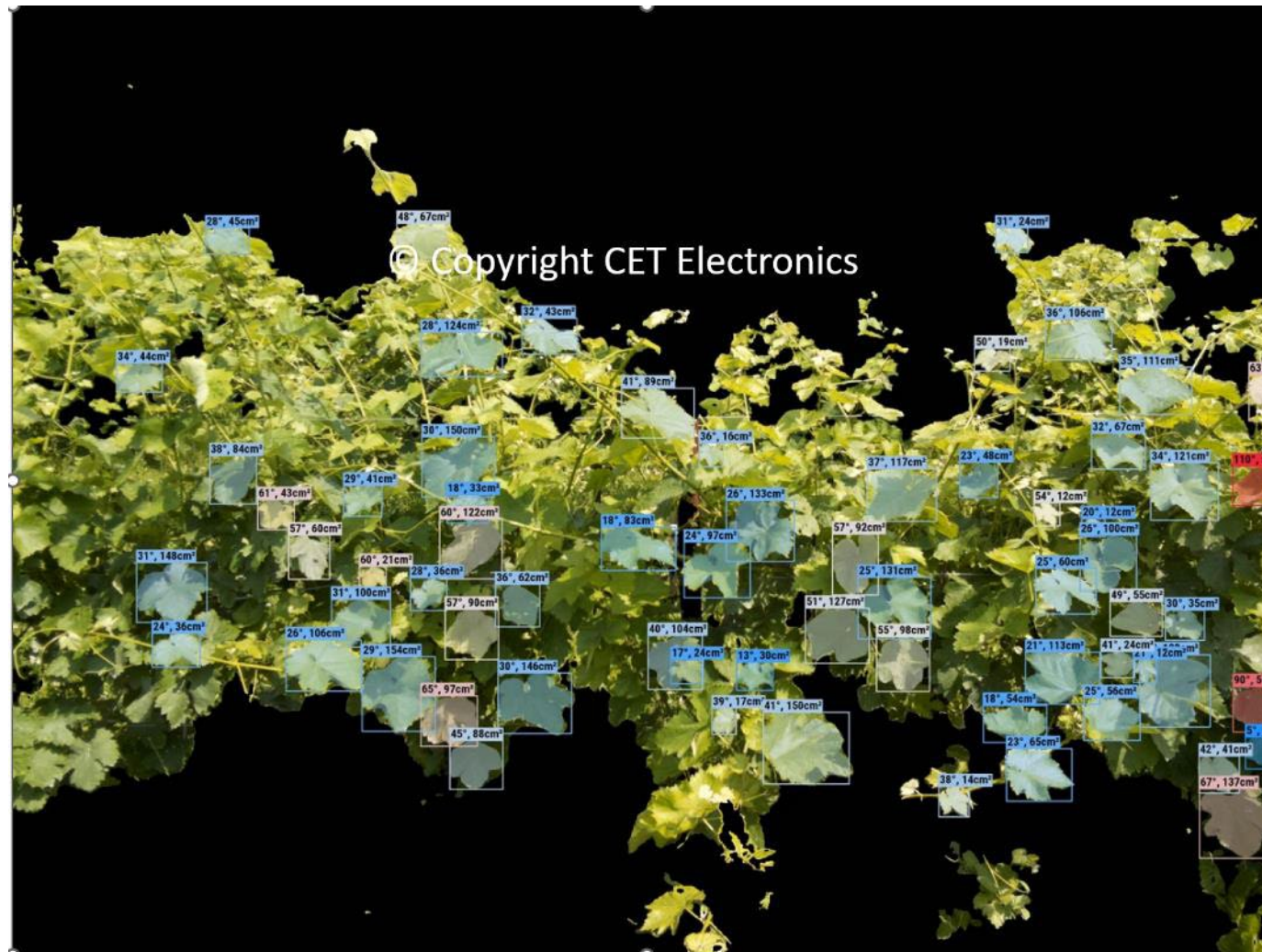


© Copyright CET Electronics



# WCAM2: misure di inclinazione fogliare su vite

Az. Villa Sandi,  
2021





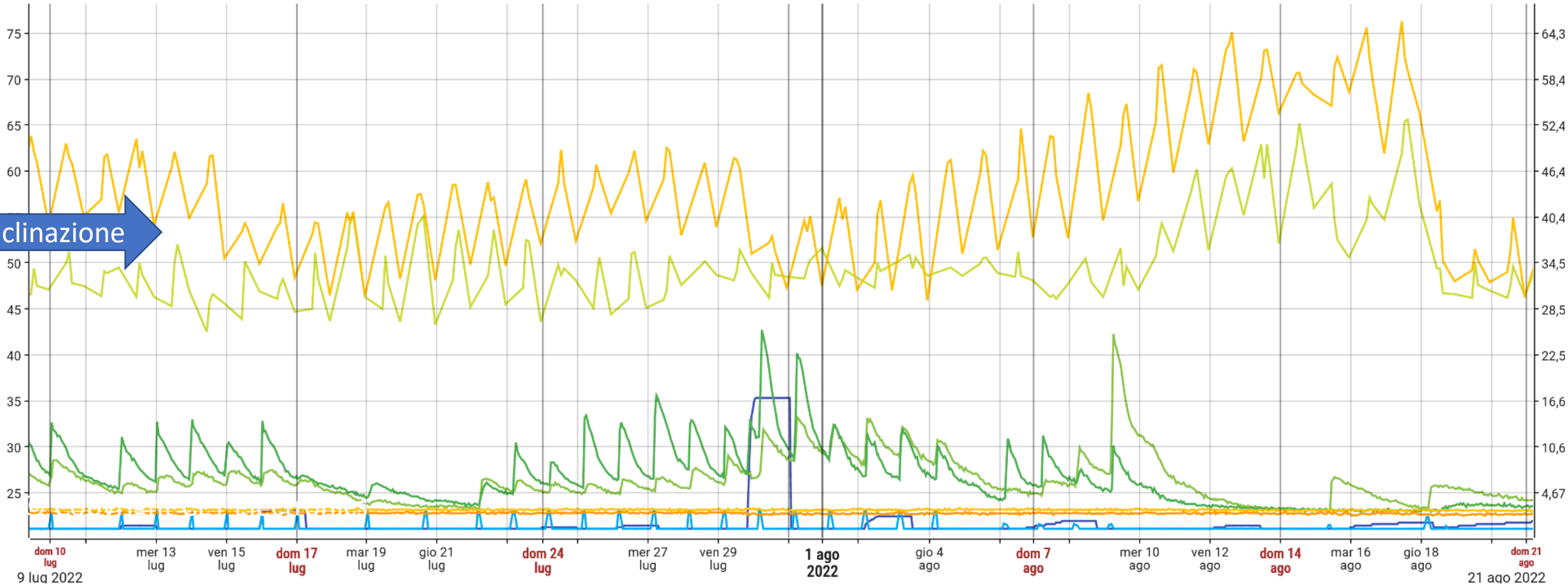
# WCAM2: misure di inclinazione fogliare su vite

Glera Az - WCAM\_ChiomaHR - Inclinazione media foglie, tutte  
Glera Ir - WCAM\_ChiomaHR - Inclinazione media foglie, tutte

**Az. Villa Sandi, 2022**

Glera Az - Pioggia persistente accumulata  
IRRI1 - Pressione acqua  
Glera Az - WCAM\_SAM1 - Umidità substrato  
Glera Az - WCAM\_SAM2 - Umidità substrato  
Glera Ir - WCAM\_SAM1 - Umidità substrato  
Glera Ir - WCAM\_SAM2 - Umidità substrato

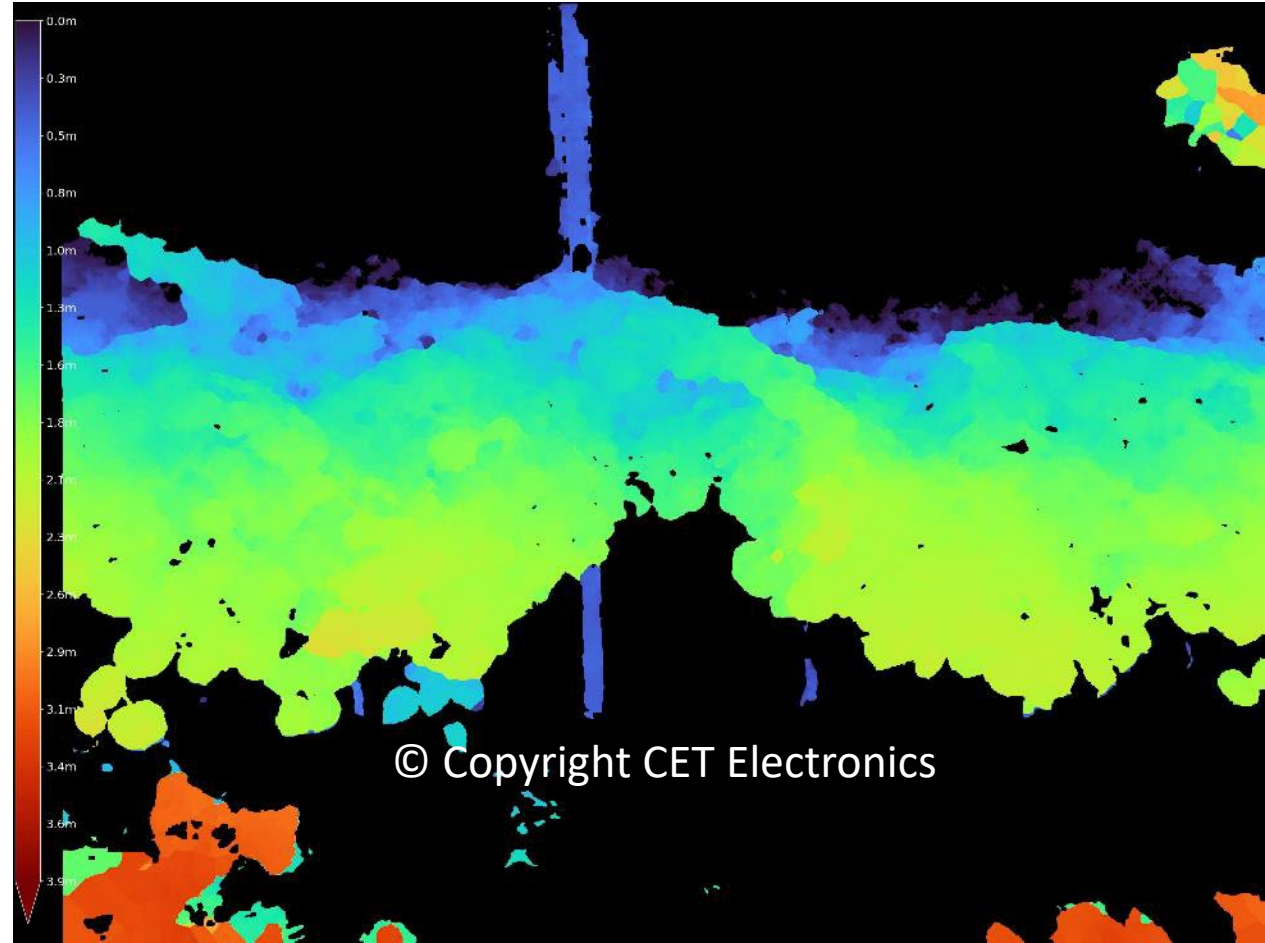
inclinazione





# WCAM2: misure di vegetazione su ACTINIDIA

## Az. Selva Rotonda

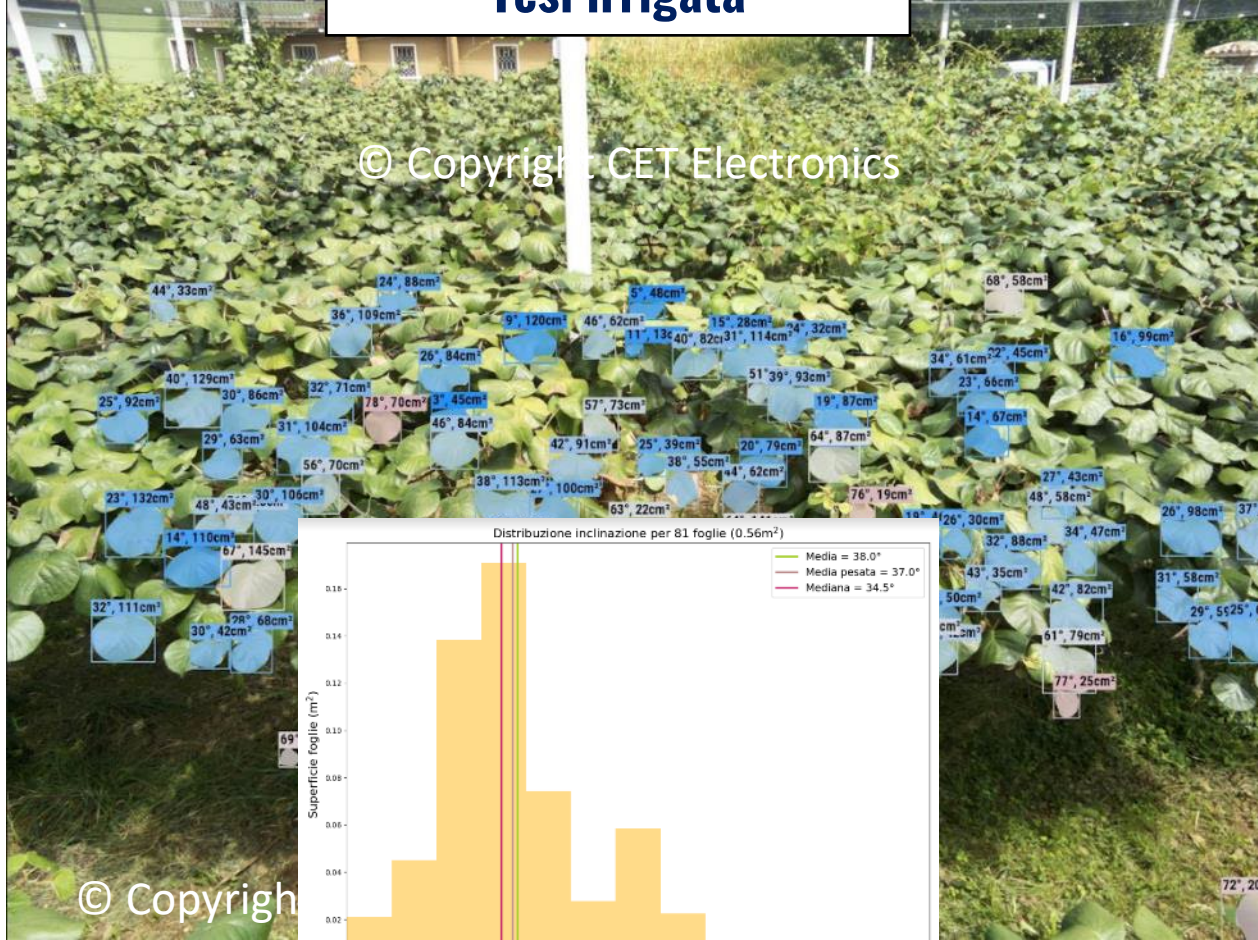




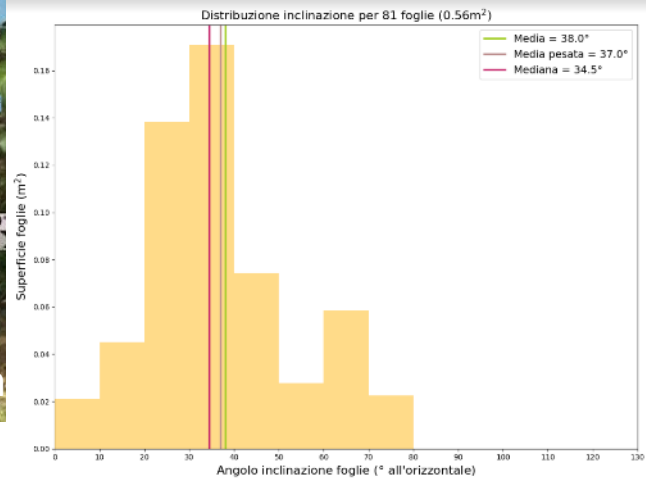
# WCAM2: misure di inclinazione fogliare su ACTINIDIA

## Az. Selva Rotonda

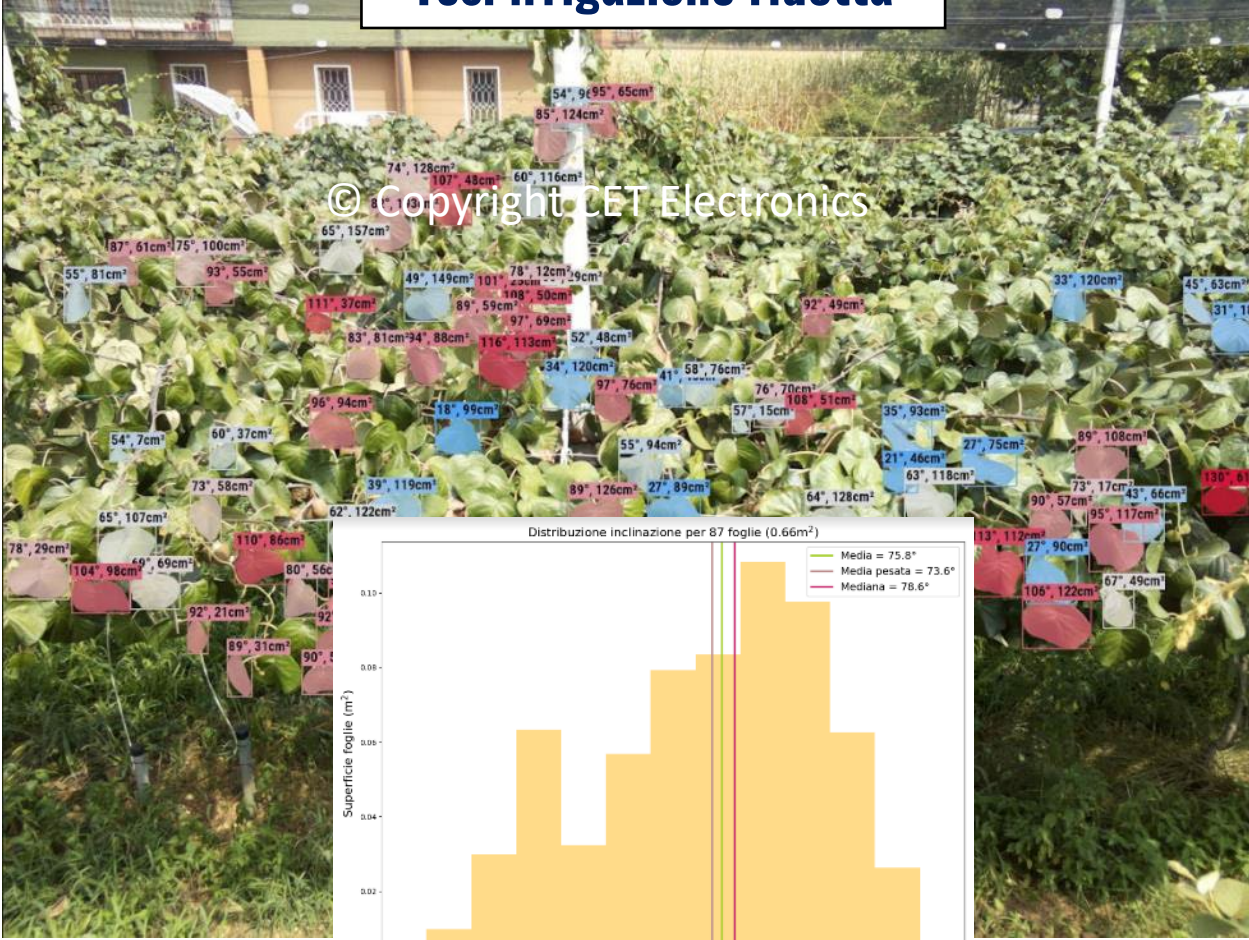
**Tesi irrigata**



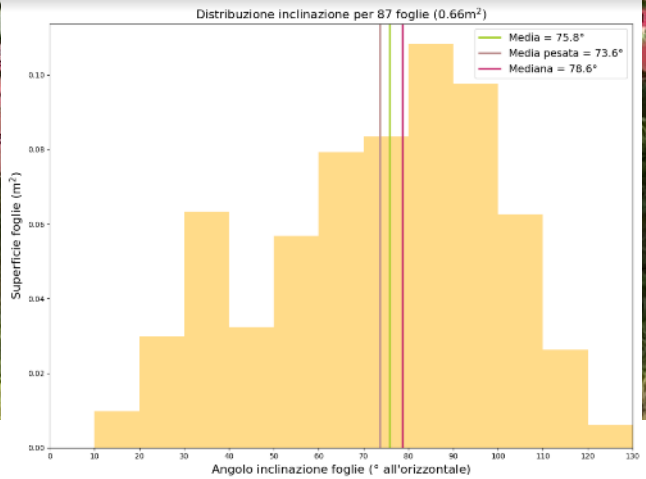
© Copyright CET Electronics



**Tesi irrigazione ridotta**



© Copyright CET Electronics



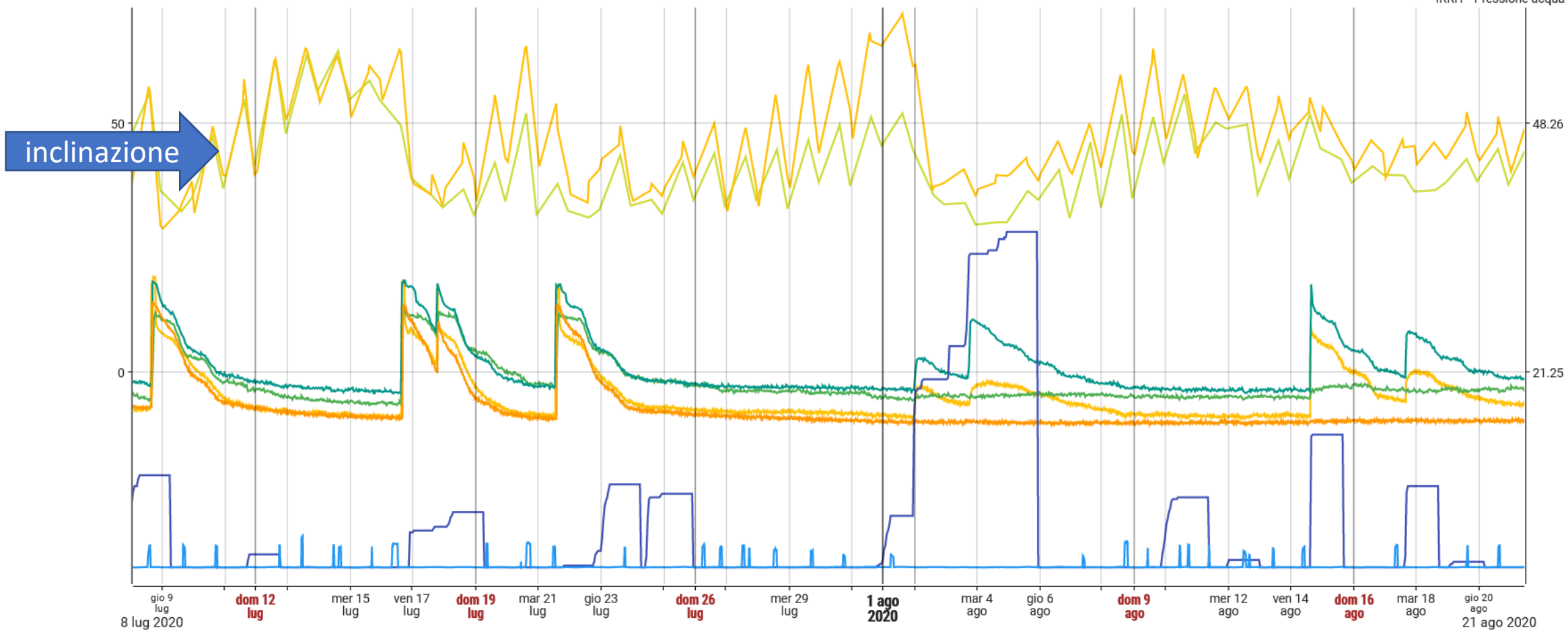


# WCAM2: misure di inclinazione fogliare su ACTINIDIA

■ Kiwi Az - ChiomaHR - Media inclinazione foglie rispetto zenit, tutte le imm:  
■ Kiwi Ir - ChiomaHR - Media inclinazione foglie rispetto zenit, tutte le imm:

## Az. Selva Rotonda 2020

■ Kiwi Ir - WCAM\_SAM1 - Umidità substrato  
■ Kiwi Az - WCAM\_SAM1 - Umidità substrato  
■ Kiwi Az - WCAM\_SAM2 - Umidità substrato  
■ Kiwi Ir - WCAM\_SAM2 - Umidità substrato  
■ WS1 - Pioggia persistente accumulata  
■ IRR11 - Pressione acqua



# WCAM2: riconoscimento e misure dei frutti nel kiwi

**Az. Ca Bianca 2022**



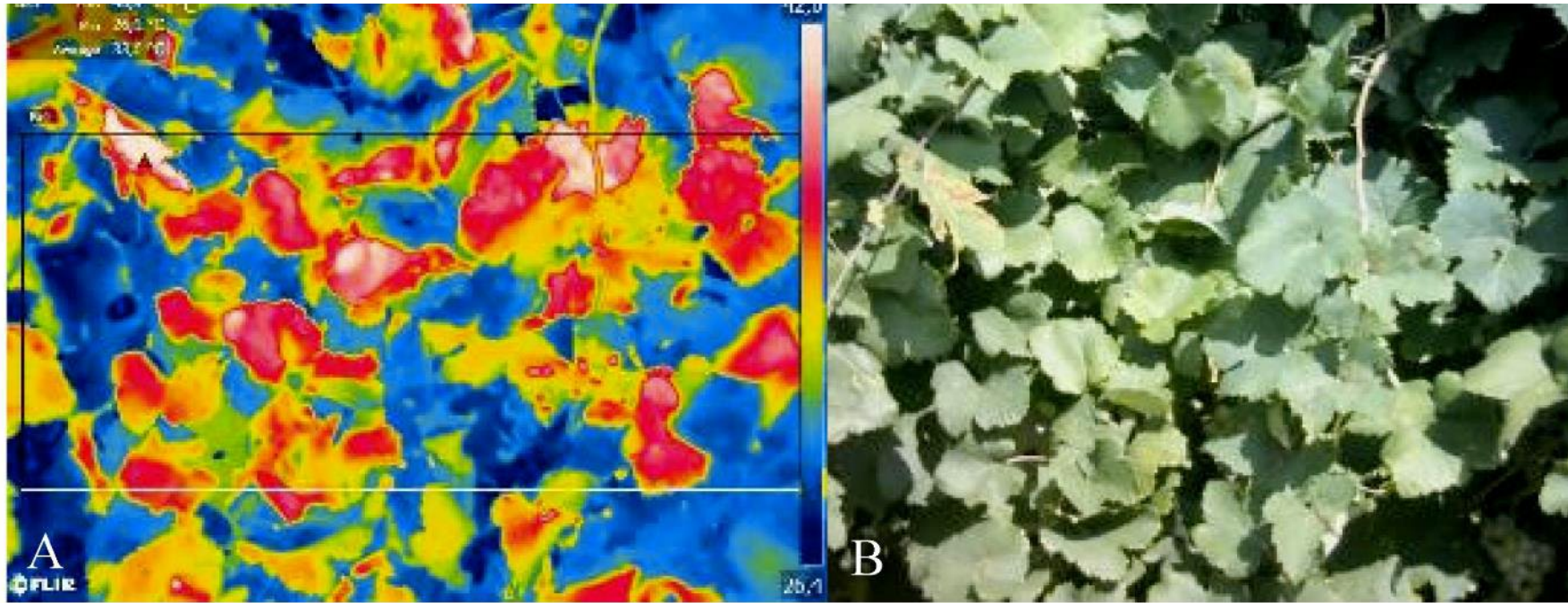


# WCAM2: riconoscimento e misure dei frutti nel kiwi





## Misura attraverso un sensore IR integrato



(risoluzione più bassa, misura MEDIA)



# WCAM2: misure temperatura media fogliare



# WCAM2: misure temperatura media fogliare

Pinot Az - WCAM\_MB - T-IR fascia centrale Media

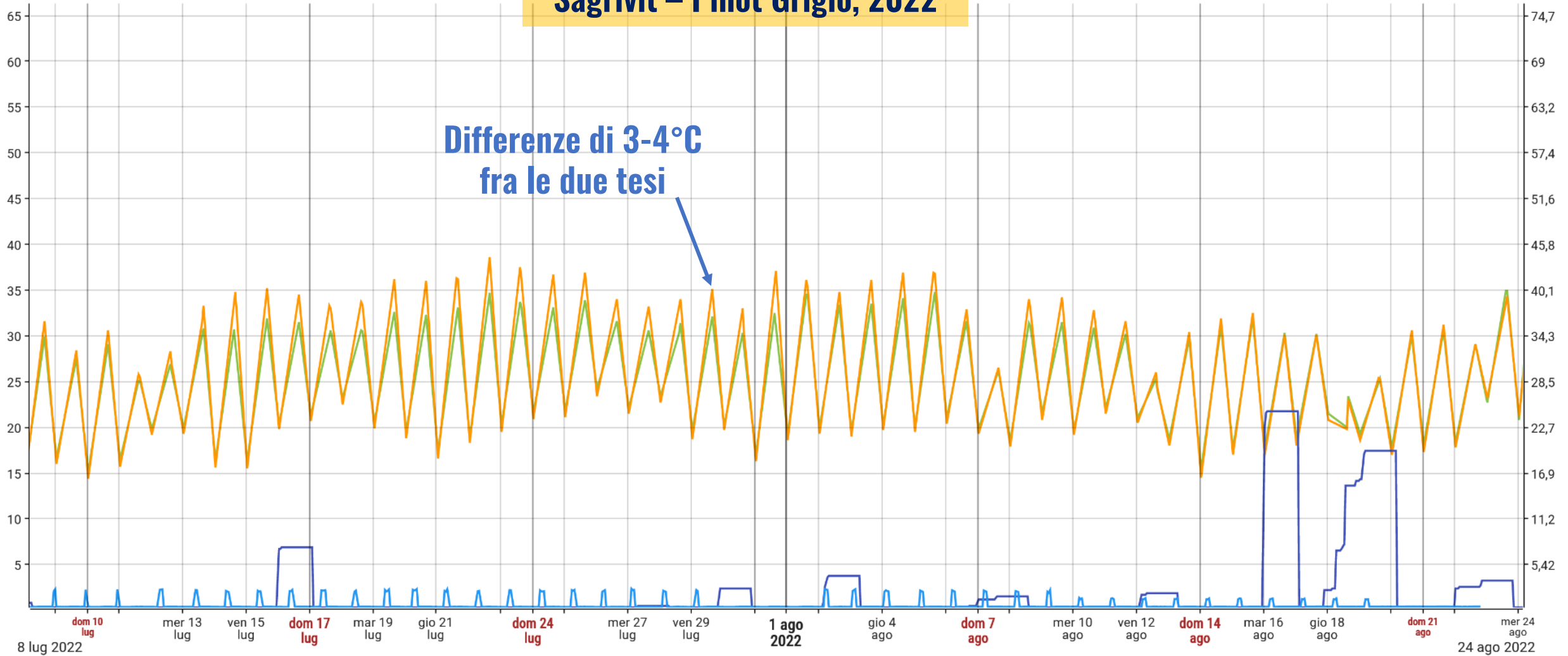
Pinot Ir - WCAM\_MB - T-IR fascia centrale Media

Pinot Az - Pioviggia persistente accumulata

IRR11 - Pressione acq.

## Sagrivit – Pinot Grigio, 2022

Differenze di 3-4°C  
fra le due tesi





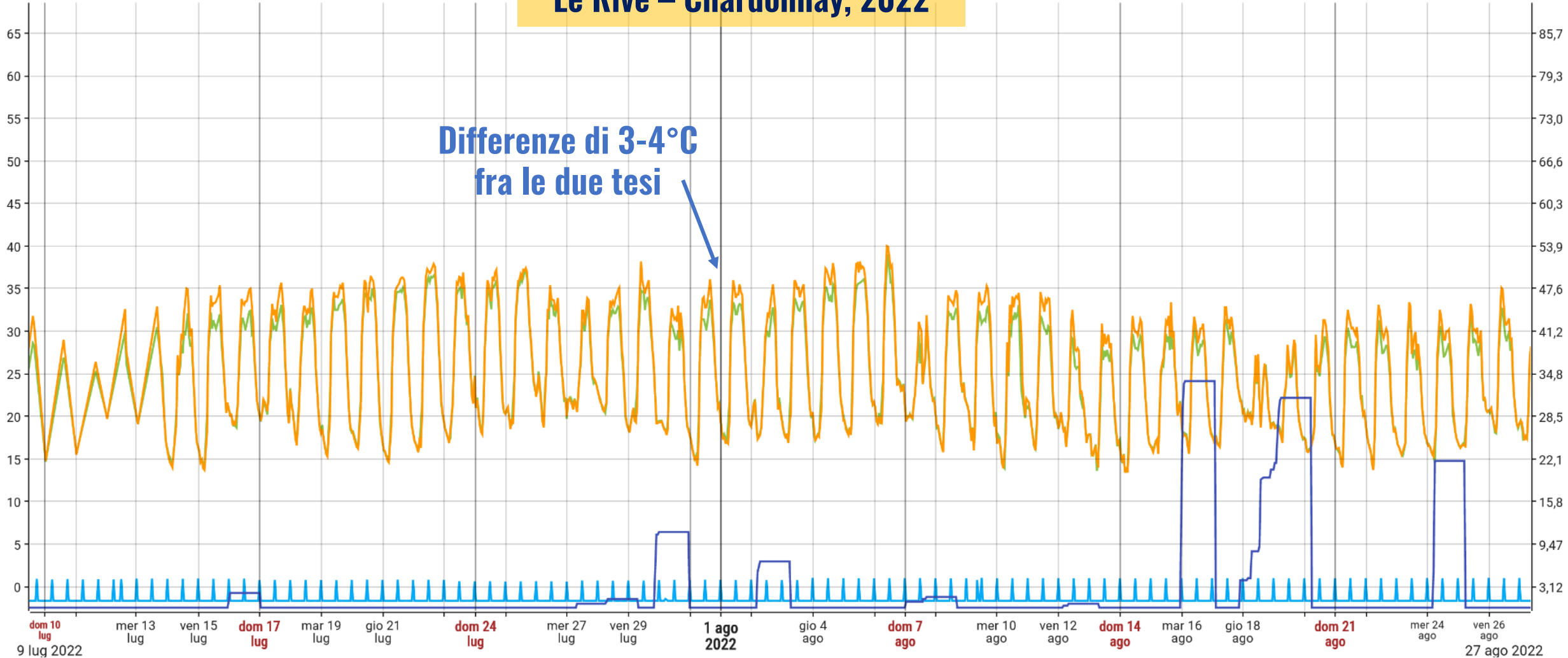
# WCAM2: misure temperatura media fogliare

■ Chardonnay Az - WCAM\_MB - T-IR fascia centrale Media  
■ Chardonnay Ir - WCAM\_MB - T-IR fascia centrale Media

Irri Chardonnay - Pressione acq  
WS1 - Pioggia persistente accumulata

## Le Rive – Chardonnay, 2022

Differenze di 3-4°C  
fra le due tesi



# WCAM2: La visione della chioma e relative misure

**SUPERFICIE FOGLIARE**

CANOPY  
VOLUME



**ANGOLO di INCLINAZIONE**

LEAF  
ANGLE



**Temperatura fogliare  
media**

TEMPERATURA  
CHIOMA



**Studio Nuovi INDICI di STATO IDRICO**





**Grazie per l'attenzione!**

denise.vicino@cet-electronics.com

Seguitemi su: [www.irrivision.it](http://www.irrivision.it) e su facebook 'IRRIVISION'