



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



PROGETTO PEWU AZIONE 3.2

Irrigazione prescrittiva di precisione del pero

Rendiconto dell'attività condotta nel 2025

**M. Quartieri, J. Rinaldi, M.H. Mahmood, G. Chiarelli, G.N. Larocca,
E. Baldi, M. Toselli**

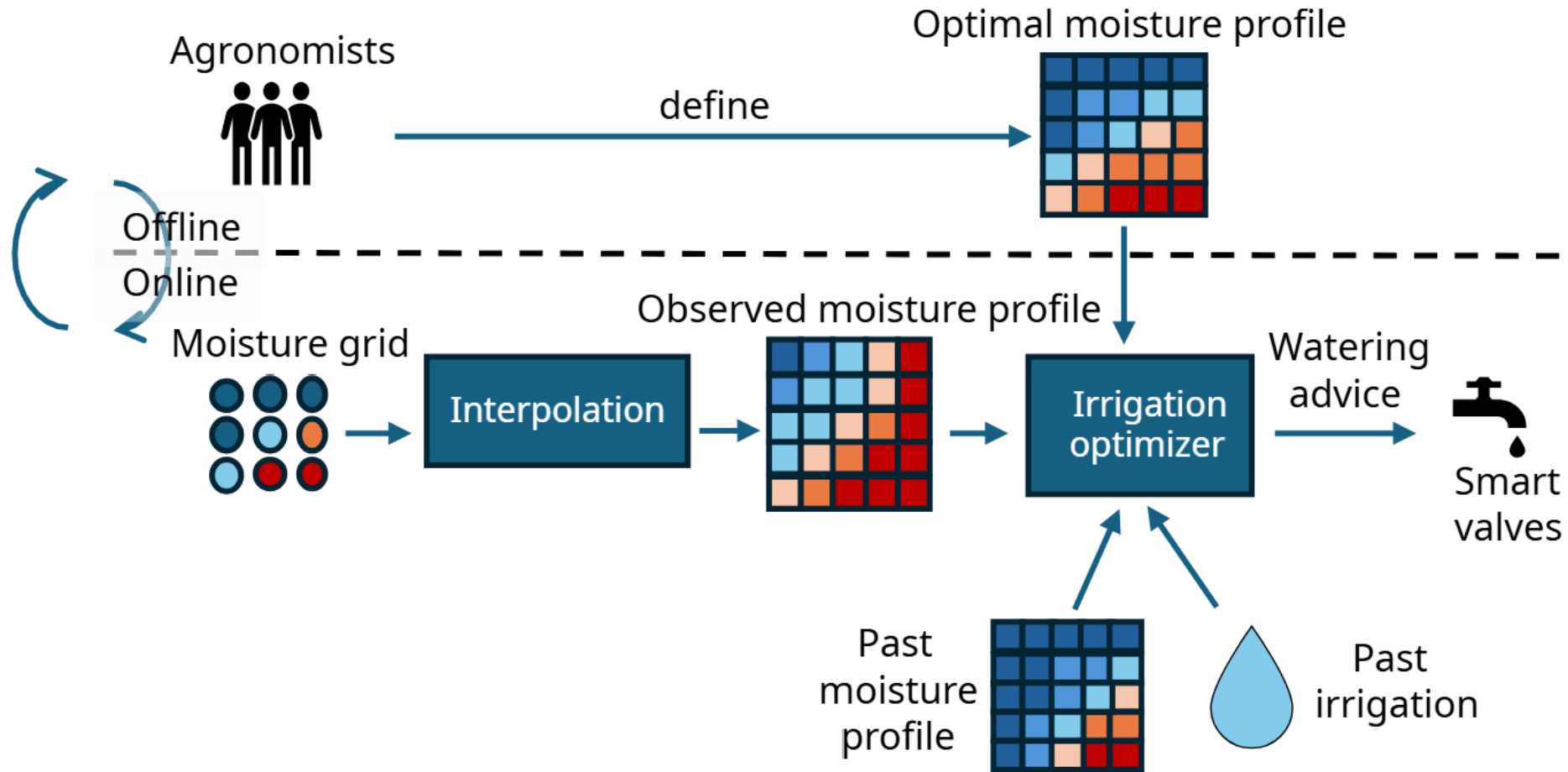
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari, Univ. di Bologna

M. Pasini, A. Baiardi, M. Francia, M. Golfarelli

Dipartimento di Informatica - Scienza e Ingegneria, Univ. di Bologna

30 ottobre 2025

Consiglio Irriguo - SMARTER



Sito sperimentale: Soc. Sa&Me (Zannoni S. & C, Pieve C. di Faenza, RA)

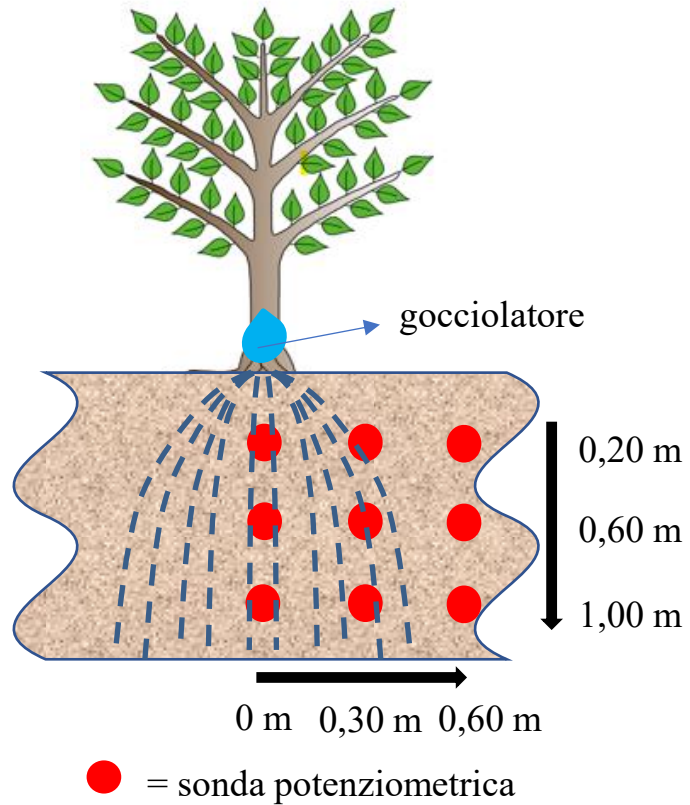


- **Combinazione innesto**: Abate F./Conference auto radicata
- **Anno impianto**: 2006
- **Sesto imp.**: 4 x 2,4 m (1042 alb./ha)
- **Gestione interfila**: lavorato (2-3 lavorazioni /anno)
- **Gestione della fila**: diserbo chimico
- **Irrigazione**: localizzata, a goccia
 - impianto: ala gocciolante singola
 - gocciolatore: 0,4 m, 1,6 l/h, gocc. auto compensante
 - pluviometria: 1 mm/mq (riferita a 1 Ha)
 - fonte irrigua: condotta in pressione (CER)

GESTIONE IRRIGUA A CONFRONTO:

- **T0**: ala singola, **gestione aziendale** (basata sui dati di ET)
- **T1**: ala singola, gestione «smart»:
 - monitoraggio continuo della disponibilità d'acqua nel terreno (griglia di sensori potenziometrici)
 - elaborazione del consiglio irriguo e gestione automatizzata da remoto dell'irrigazione (SMARTER)
- **T2 DIC**: ala singola, gestione «smart»:
 - monitoraggio e gestione come in T1, con riduzione dell'apporto irriguo (DIC) in alcune fasi fenologiche

Sito sperimentale: Soc. Sa&Me (Zannoni S. & C, Pieve C. di Faenza, RA)

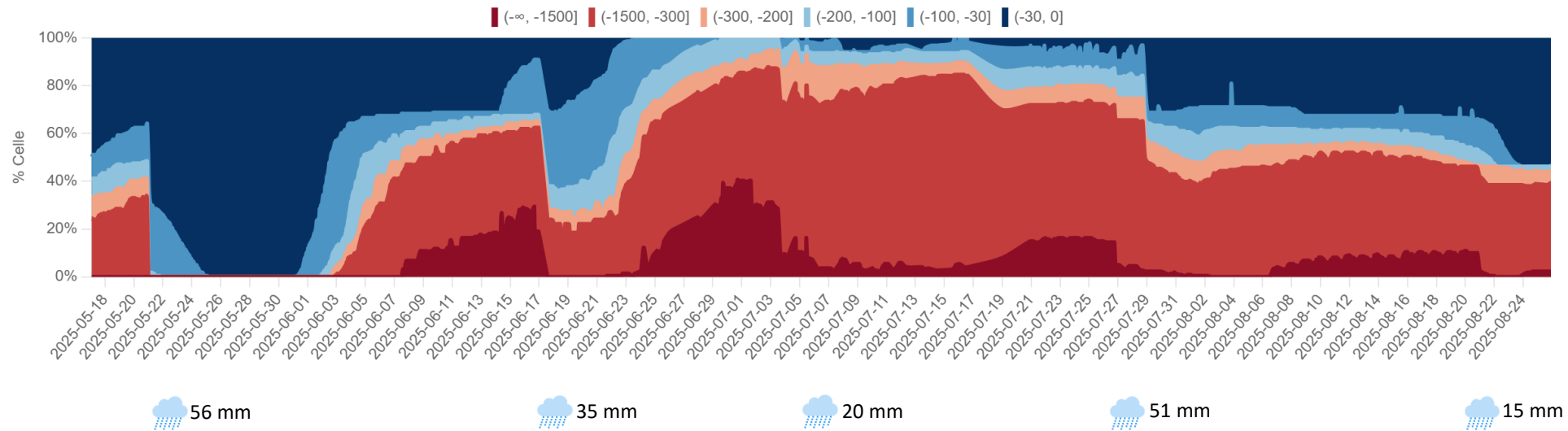


Sensoristica utilizzata per la prova (<https://ifarming.srl>):

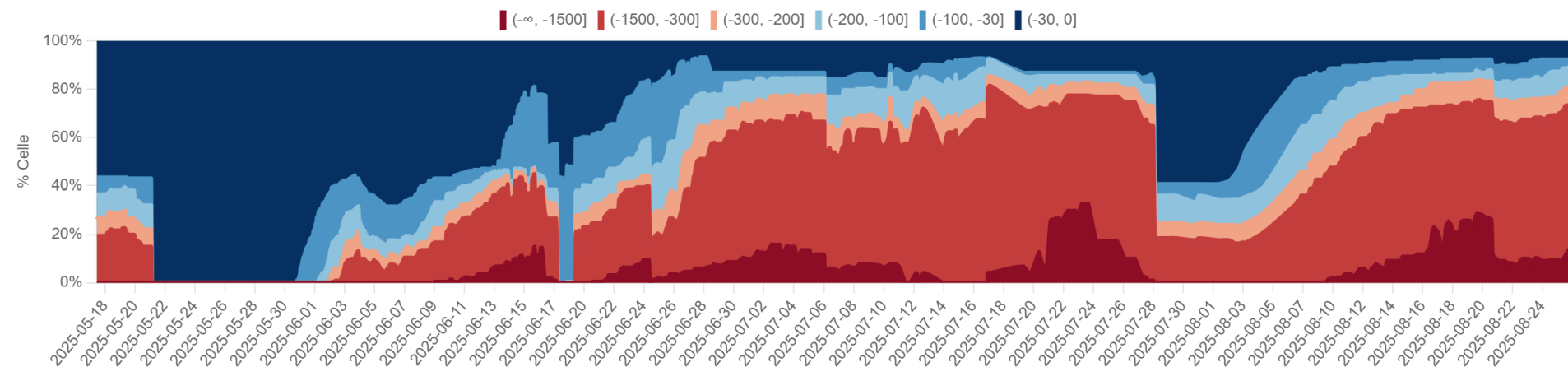
- sensori potenziometrici (gessetti Bouyoucos)
 - distanza dal gocciolatore: 0 – 30 – 60 cm; profondità: 20 – 60 – 100 cm
 - per ogni gestione irrigua «SMART» sono state installate due griglie di sensori sulla fila
- centraline di acquisizione e invio dati su piattaforma cloud
- stazione meteo

Sito sperimentale: Soc. Sa&Me (Zannoni S. & C, Pieve C. di Faenza, RA)

Evoluzione del profilo monitorato durante la stagione irrigua

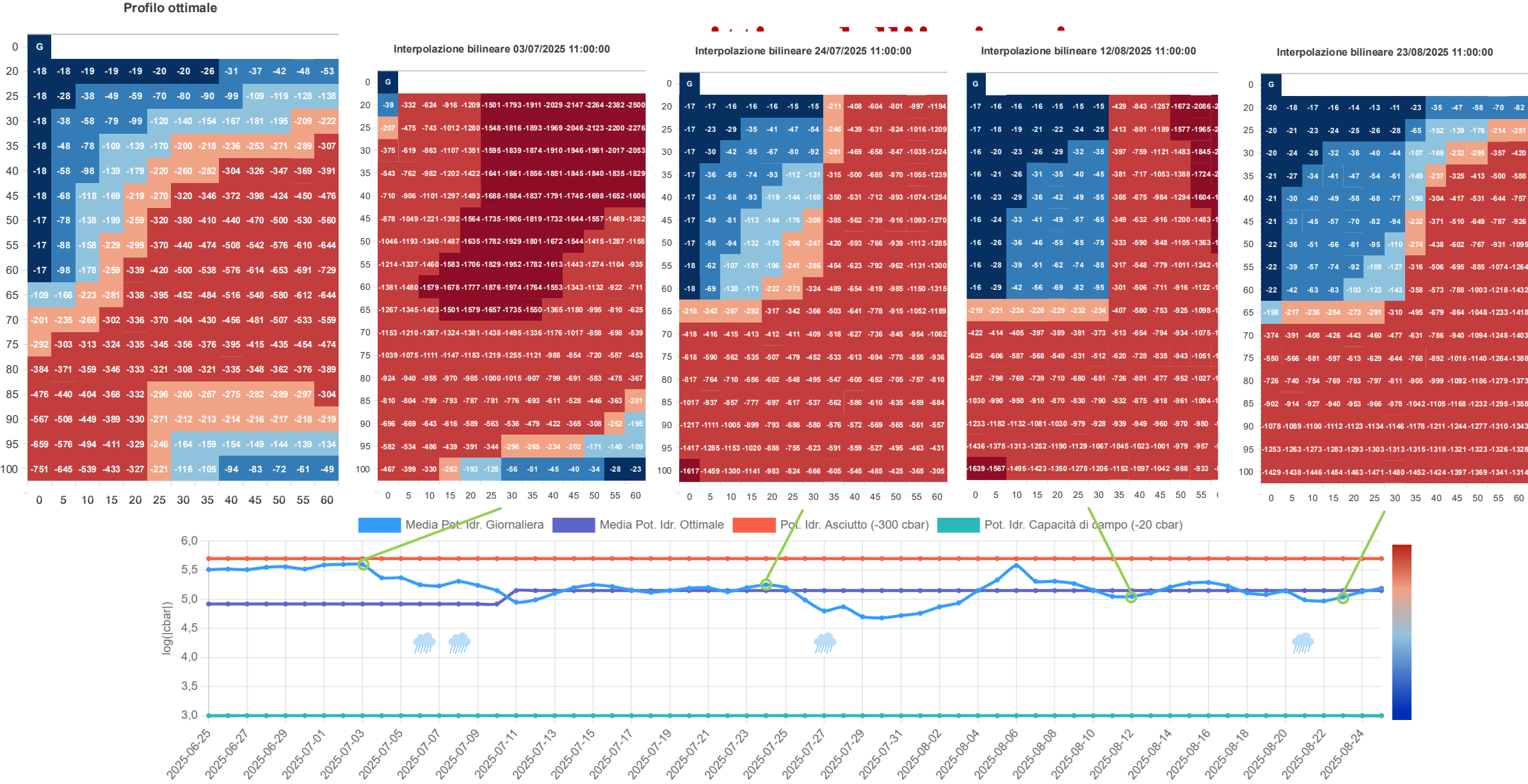


Gestione aziendale



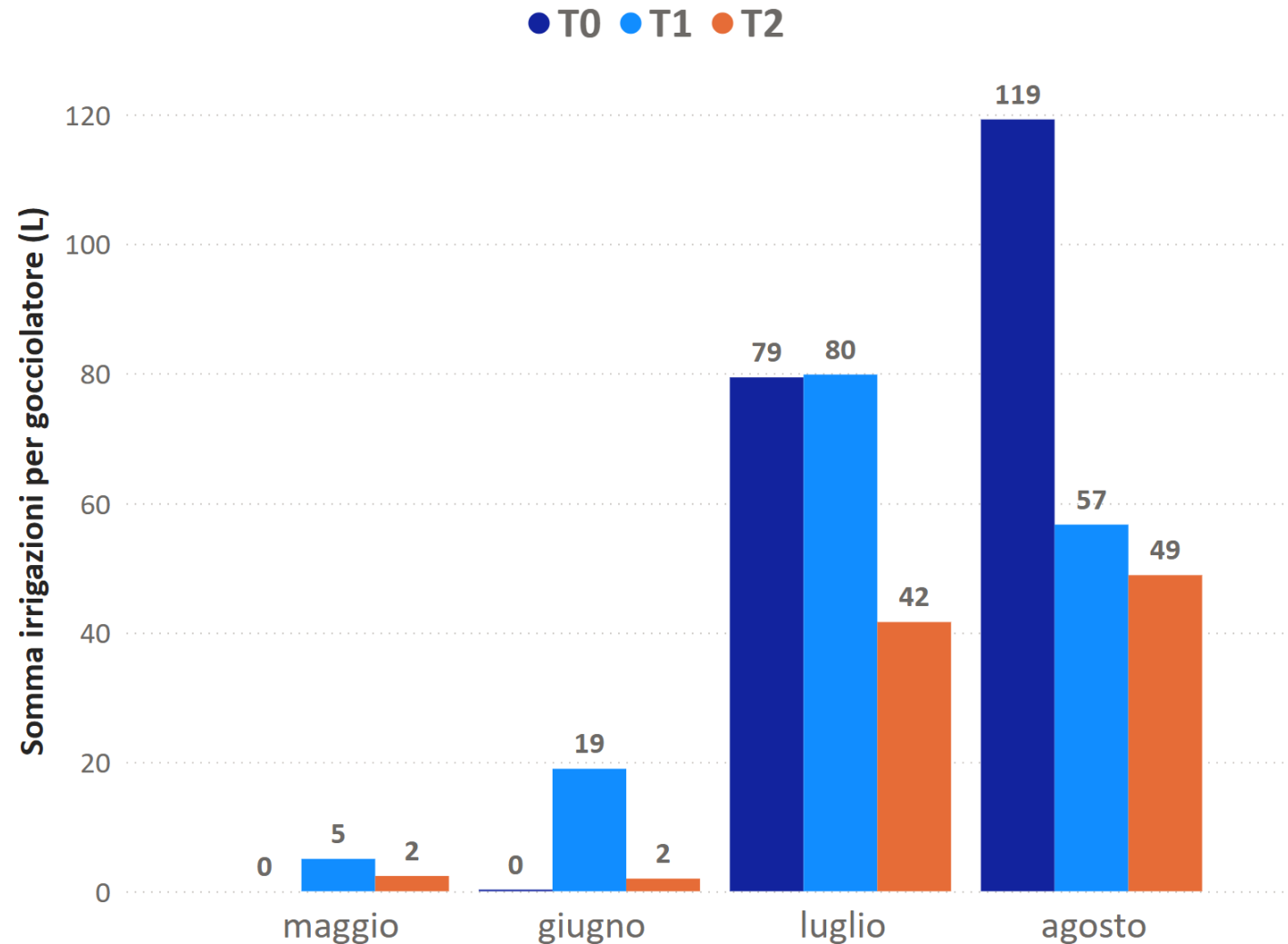
Gestione sperimentale

Sito sperimentale: Soc. Sa&Me (Zannoni S. & C, Pieve C. di Faenza, RA)



Sito sperimentale: Soc. Sa&Me (Zannoni S. & C, Pieve C. di Faenza, RA)

Confronto mensile dei volumi irrigui



Il risparmio di acqua della gestione sperimentale (T1) rispetto alla gestione aziendale (T0) nell'intera stagione è del **19,4%**

Nella gestione sperimentale e tecnica DIC (T2) è stato ottenuto un risparmio rispetto alla gestione aziendale (T0) del **52,0%**

Sito sperimentale: Soc. Sa&Me (Zannoni S. & C, Pieve C. di Faenza, RA)

Evapotraspirazione (ET), precipitazione e volumi irrigui del periodo 17/5-25/8/2025

| Gestione irrigua | Evapotraspirazione (m ³ ha ⁻¹) | | Pioggia (m ³ ha ⁻¹) | Volume irriguo stagionale ¹ (m ³ ha ⁻¹) |
|------------------|--|-----------------|---|--|
| | ET ₀ | ET _c | | |
| T0 aziendale | 3789 | 2976 | 1848 | 1238 |
| T1 smart | | | | 998 (-19%) |
| T2 smart DIC | | | | 594 (-52%) |

Sito sperimentale: Soc. Sa&Me (Zannoni S. & C, Pieve C. di Faenza, RA)

Effetto della gestione irrigua sul potenziale idrico del fusto

| Gestione irrigua | 3 luglio 2025 (bar) | 24 luglio 2025 (bar) | 12 agosto 2025 (bar) |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| T0 aziendale | -12,7 | -6,2 | -6,5 a |
| T1 smart prescrittiva | -12,2 | -8,7 | -8,9 b |
| T2 smart DIC prescrittiva | -13,1 | -5,9 | -7,4 a |
| Significatività | ns | ns | * |

ns e *= effetto del trattamento non significativo e significativo per $P \leq 0,05$, rispettivamente.

Sito sperimentale: Soc. Sa&Me (Zannoni S. & C, Pieve C. di Faenza, RA)

Calibro del frutto di Abate F. rilevato durante la stagione 2025

| Gestione irrigua | 12/06/25 (mm) | 03/07/25 (mm) | 24/07/25 (mm) | 12/08/25 (mm) |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| T0 aziendale | 34,1 b | 44,8 | 55,7 b | 60,3 b |
| T1 smart prescrittiva | 35,3 a | 45,7 | 57,0 a | 63,0 a |
| T2 smart DIC prescrittiva | 35,3 a | 44,8 | 56,2 ab | 63,2 a |
| Significatività | *** | ns | * | *** |

ns, * e ***= effetto del trattamento non significativo e significativo per $P \leq 0,05$ e $P \leq 0,001$, rispettivamente.



Sito sperimentale: Soc. Sa&Me (Zannoni S. & C, Pieve C. di Faenza, RA)

Produzione rilevata il 26 agosto 2025

| Gestione irrigua | Produzione e resa totale | | Produzione 55-65 mm (kg/pianta) | Produzione >65 mm (kg/pianta) | Peso del frutto (g) | Prod. non commerciale (kg/pianta) |
|------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| | kg/pianta | t/ha ⁽¹⁾ | | | | |
| T0 aziendale | 23,9 | 24,9 | 8,2 (34%) | 14,3 (60%) | 234 | 1,4 (6%) |
| T1 smart | 23,7 | 24,6 | 7,1 (32%) | 15,4 (63%) | 217 | 1,3 (5%) |
| T2 smart DIC | 22,7 | 23,7 | 6,3 (28%) | 15,1 (66%) | 232 | 1,2 (6%) |
| Significatività | ns | ns | ns | ns | ns | ns |

ns= effetto del trattamento non significativo. ⁽¹⁾ Calcolata considerando 1042 alberi / Ha (sesto imp.: 4 m x 2,4 m)

Sito sperimentale: Soc. Sa&Me (Zannoni S. & C, Pieve C. di Faenza, RA)

Analisi qualitative dei frutti di pero eseguite in occasione della raccolta commerciale (26/8/25)

| Gestione irrigua | Durezza (kg) | Solidi solubili (°Brix) | Acidità titolabile (g/l ac. malico) | pH | Sostanza secca (%) |
|------------------|--------------|-------------------------|-------------------------------------|------|--------------------|
| T0 aziendale | 5,65 | 12,9 | 2,67 | 4,29 | |
| T1 smart | 5,71 | 12,7 | 2,85 | 4,24 | |
| T2 smart DIC | 5,57 | 12,9 | 2,97 | 4,27 | |
| Significatività | ns | ns | ns | ns | |

ns= effetto del trattamento non significativo.

(Dato di sostanza secca non ancora disponibile)

Sito sperimentale: Az. Pellati C. (Copparo, FE)

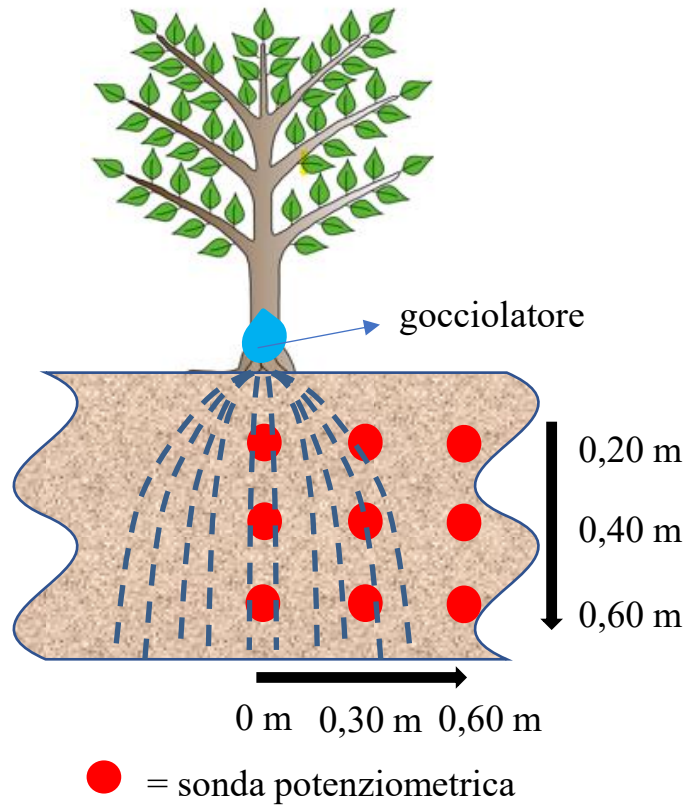


- **Combinazione innesto**: Abate F./cotogno Adams
- **Anno impianto**: 2017
- **Sesto imp.**: 3 m x 0,5 m (6667 alb./ha)
- **Gestione interfila**: lavorato (1-2 lavorazioni /anno)
- **Gestione della fila**: diserbo chimico
- **Irrigazione**: localizzata, a goccia
 - impianto: ala gocciolante singola
 - gocciolatore: 0,4 m, 2,5 l/h, gocc. auto compensante
 - pluviometria: 2,06 mm/mq (riferita a 1 Ha)
 - fonte irrigua: Po di Volano

GESTIONE IRRIGUA A CONFRONTO:

- **T0**: ala singola, **gestione aziendale** (basata sui dati di ET)
- **T1**: ala singola, gestione «smart»:
 - monitoraggio continuo della disponibilità d'acqua nel terreno (sensori potenz.)
 - elaborazione del consiglio irriguo e gestione automatizzata da remoto dell'irrigazione
- **T2 DIC**: ala singola, gestione «smart»:
 - monitoraggio e gestione come in T_1, con riduzione dell'apporto irriguo (DIC) in alcune fasi fenologiche

Sito sperimentale: Az. Pellati C. (Copparo, FE)

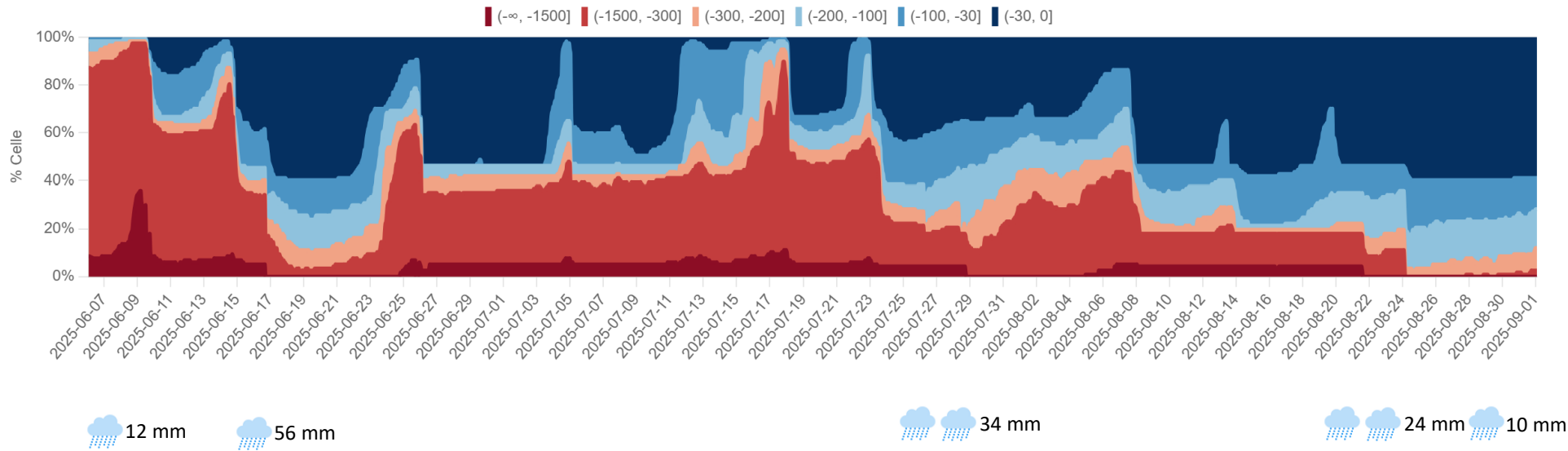


Sensoristica utilizzata per la prova (<https://ifarming.srl>):

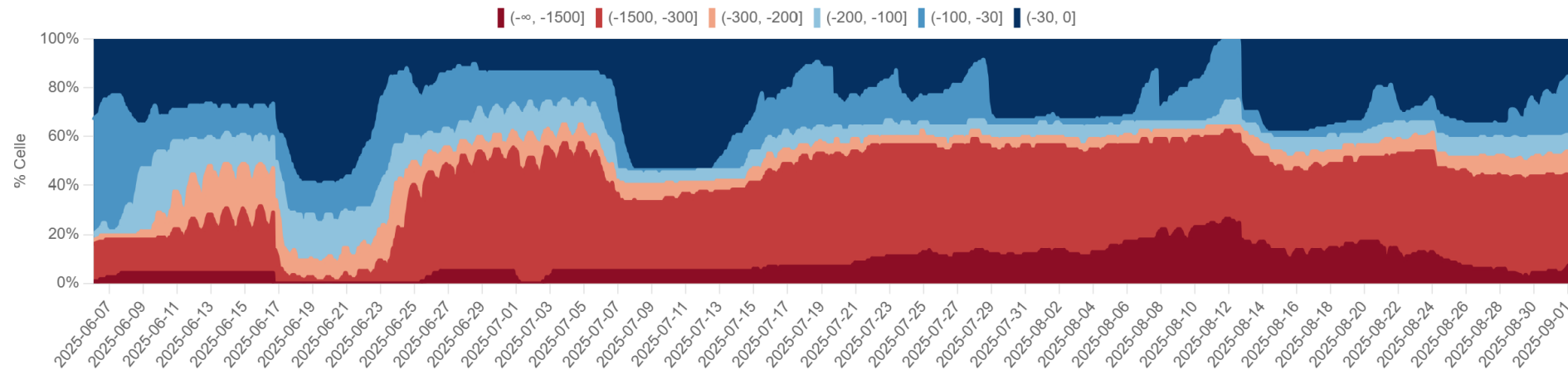
- sensori potenziometrici (gessetti Bouyoucos): installati aprile 2025
 - distanza dal gocciolatore: 0 – 30 – 60 cm; profondità: 20 – 40 – 60 cm
 - per ogni gestione irrigua sono state installate due griglie di sensori lungo la fila
- centraline di acquisizione e invio dati su piattaforma cloud
- stazione meteo

Sito sperimentale: Az. Pellati C. (Copparo, FE)

Evoluzione del profilo monitorato durante la stagione irrigua



Gestione aziendale

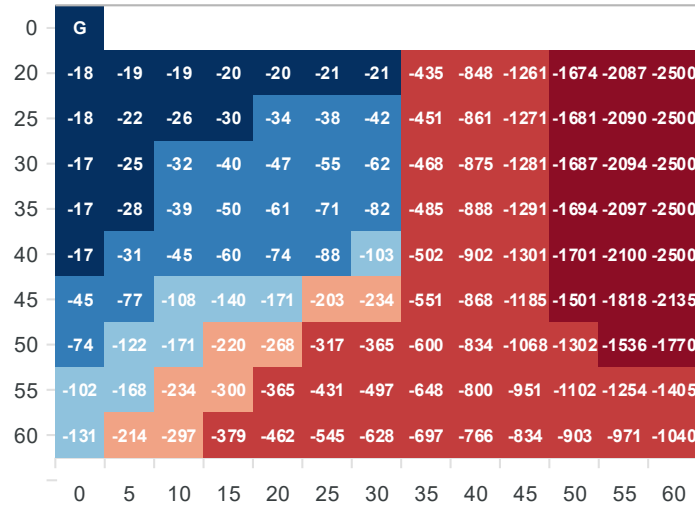


Gestione sperimentale

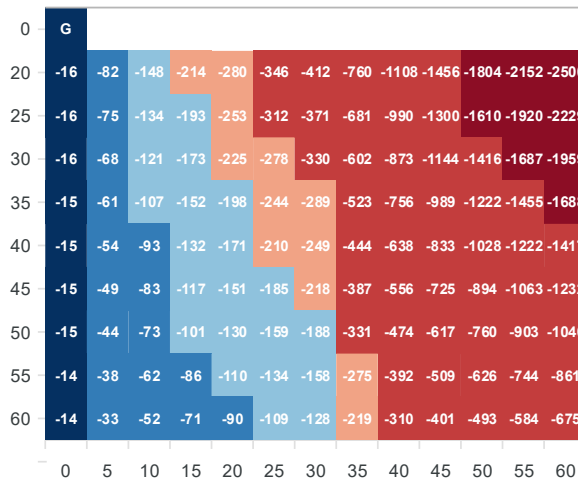
Sito sperimentale: Az. Pellati C. (Copparo, FE)

Gestione prescrittiva dell'irrigazione

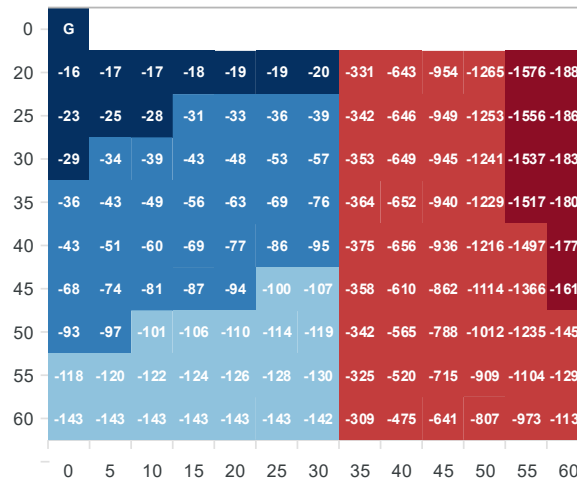
Profilo ottimale



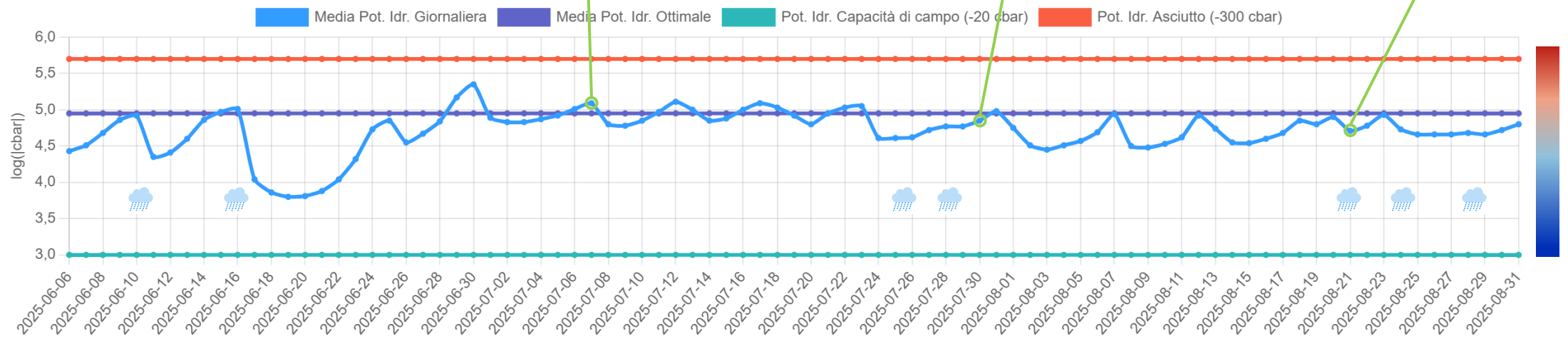
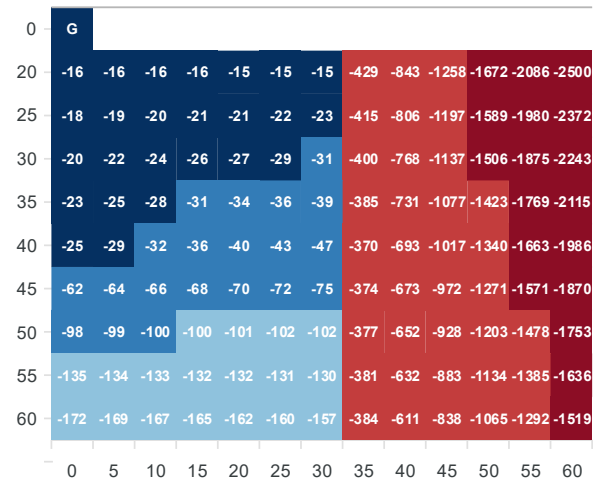
Interpolazione bilineare 07/07/2025 11:00:00



Interpolazione bilineare 30/07/2025 11:00:00

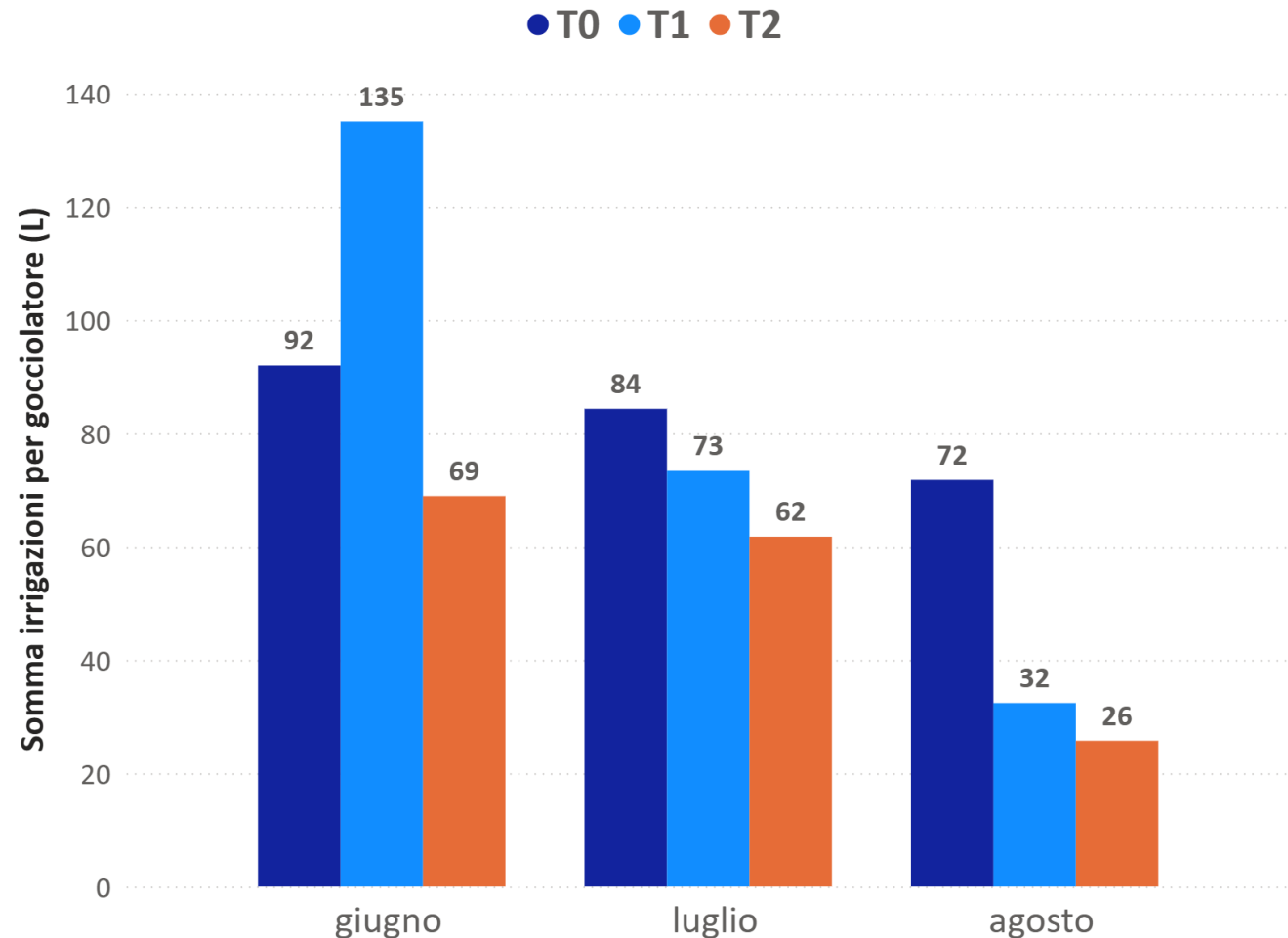


Interpolazione bilineare 21/08/2025 11:00:00



Sito sperimentale: Az. Pellati C. (Copparo, FE)

Confronto mensile dei volumi irrigui



Il risparmio di acqua della gestione sperimentale (T1) rispetto alla gestione aziendale (T0) nell'intera stagione è del **3,2%**

Nella gestione sperimentale e tecnica DIC (T2) è stato ottenuto un risparmio rispetto alla gestione aziendale (T0) del **37,1%**

Sito sperimentale: Az. Pellati C. (Copparo, FE)

Evapotraspirazione (ET), precipitazione e volumi irrigui del periodo 06/06-31/08/2025

| Gestione irrigua | Evapotraspirazione (m ³ ha ⁻¹) | | Pioggia (m ³ ha ⁻¹) | Volume irriguo stagionale ¹ (m ³ ha ⁻¹) |
|------------------|--|-----------------|---|--|
| | ET ₀ | ET _c | | |
| T0 aziendale | 3329 | 2660 | 1468 | 2070 |
| T1 smart | | | | 2004 (-3,2%) |
| T2 smart DIC | | | | 1302(-37%) |

Sito sperimentale: Az. Pellati C. (Copparo, FE)

Effetto della gestione irrigua sul potenziale idrico del fusto

| Gestione irrigua | 7 luglio 2025 (bar) | 30 luglio 2025 (bar) | 19 agosto 2025 (bar) |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| T0 aziendale | -8,8 | -9,0 a | -13,2 a |
| T1 smart prescrittiva | -7,5 | -9,7 a | -14,7 a |
| T2 smart DIC prescrittiva | -9,4 | -12,0 b | -17,7 b |
| Significatività | ns (8%) | * | ** |

ns, * e **= effetto del trattamento non significativo e significativo per $P \leq 0,05$ e $P \leq 0,01$, rispettivamente.

Sito sperimentale: Az. Pellati C. (Copparo, FE)

Calibro del frutto di Abate F. rilevato durante la stagione 2025

| Gestione irrigua | 10/06/25 (mm) | 07/07/25 (mm) | 30/07/25 (mm) | 19/08/25 (mm) |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| T0 aziendale | 36,9 | 49,3 b | 58,0 | 66,0 a |
| T1 smart prescrittiva | 37,0 | 50,6 a | 58,6 | 64,5 b |
| T2 smart DIC prescrittiva | 37,5 | 50,5 a | 55,0 | 66,0 a |
| Significatività | ns | ** | ns | * |

ns, * e **= effetto del trattamento non significativo e significativo per $P \leq 0,05$ e $P \leq 0,01$, rispettivamente.



Sito sperimentale: Az. Pellati C. (Copparo, FE)

Produzione rilevata il 2 settembre 2025

| Gestione irrigua | Produzione e resa totale | | Produzione >60 mm (kg/pianta) | Peso del frutto (g) | Prod. non commerciale (kg/pianta) |
|------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| | kg/pianta | t/ha ⁽¹⁾ | | | |
| T0 aziendale | 2,40 | 16,0 | 2,11 (88%) | 200 | 0,29 (12%) |
| T1 smart | 2,84 | 18,9 | 2,34 (83%) | 193 | 0,49 (17%) |
| T2 smart DIC | 2,70 | 18,4 | 2,46 (89%) | 195 | 0,30 (11%) |
| Significatività | ns | ns | ns | ns | ns |

ns= effetto del trattamento non significativo. ⁽¹⁾ Calcolata su 6667 alberi / Ha (sesto imp.: 3 m x 0,5 m)

Sito sperimentale: Az. Pellati C. (Copparo, FE)

Analisi qualitative dei frutti di pero eseguite in occasione della raccolta commerciale (2/9/25)

| Gestione irrigua | Durezza (kg) | Solidi solubili (°Brix) | Acidità titolabile (g/l ac. malico) | pH | Sostanza secca (%) |
|------------------|--------------|-------------------------|-------------------------------------|------|--------------------|
| T0 aziendale | 5,52 | 14,6 b | 3,42 | 4,17 | |
| T1 smart | 5,45 | 15,6 a | 3,60 | 4,19 | |
| T2 smart DIC | 5,21 | 15,6 a | 3,54 | 4,23 | |
| Significatività | ns | * | ns | ns | |

ns e *= effetto del trattamento non significativo e significativo per $P \leq 0,05$, rispettivamente.

(Dato della sostanza secca non ancora disponibile)

Sito sperimentale: Soc. Sa&Me (Zannoni S. & C, Pieve C. di Faenza, RA)

Sito sperimentale: Az. Pellati C. (Copparo, FE)



Rilievi e analisi in programma nei prossimi mesi:

- diametro del fusto
- stato nutrizionale dell'albero (analisi minerale delle foglie prelevate in estate)
- incidenza di fito-fisiopatie dopo 3 e 5 mesi di frigoconservazione
- analisi qualitative dei frutti dopo 3 e 5 mesi di frigoconservazione