



Nell'ambito di:

FIERAGRICOLA
116th INTERNATIONAL AGRICULTURAL TECHNOLOGIES SHOW

Venerdì 2 Febbraio 2024 • Ore 14.00-15.30
AREA FORUM del Padiglione 11

WORKSHOP

**IRRIGAZIONE SMART,
TECNOLOGIE INNOVATIVE
PER AUMENTARE
LA COMPETITIVITÀ**



Quando irrigare? La sensoristica a supporto per la determinazione della evapotraspirazione

Luca Incrocci

Professore associato di orticoltura e floricoltura c/o Dip. scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, luca.incrocci@unipi.it

- 1 Introduzione: le domande a cui sapere rispondere per gestire l'irrigazione
- 2 Stima diretta della ET: bilancia, lisimetri, misuratori di linfa xilematica, tensiometri, sensori dielettrici
- 3 Stima indiretta della ET: modelli e DSS



Quali sono le domande a cui saper rispondere nella gestione dell'irrigazione?

- ✓ Stabilire il Volume Irriguo Lordo ottimale (VI_L) (quanta acqua devo dare)?
- ✓ Stabilire quando applicare il VI_L (quando devo dare l'acqua?)
- ✓ Come gestisco acque di scarsa qualità?

Quando fare l'irrigazione (quanto devo irrigare)?

- Necessario sapere la evapotraspirazione (ET) della coltura
- **E' questo il nodo fondamentale da risolvere: la ET varia con le variazioni microclimatiche**
- Due possibilità:
 1. stimare ET con metodi diretti (basati su misure di ET sulle piante o della umidità nella zona radicale)
 2. stimare ET con metodi indiretti (basati su parametri climatici)

Quando fare l'irrigazione (quanto devo irrigare)?

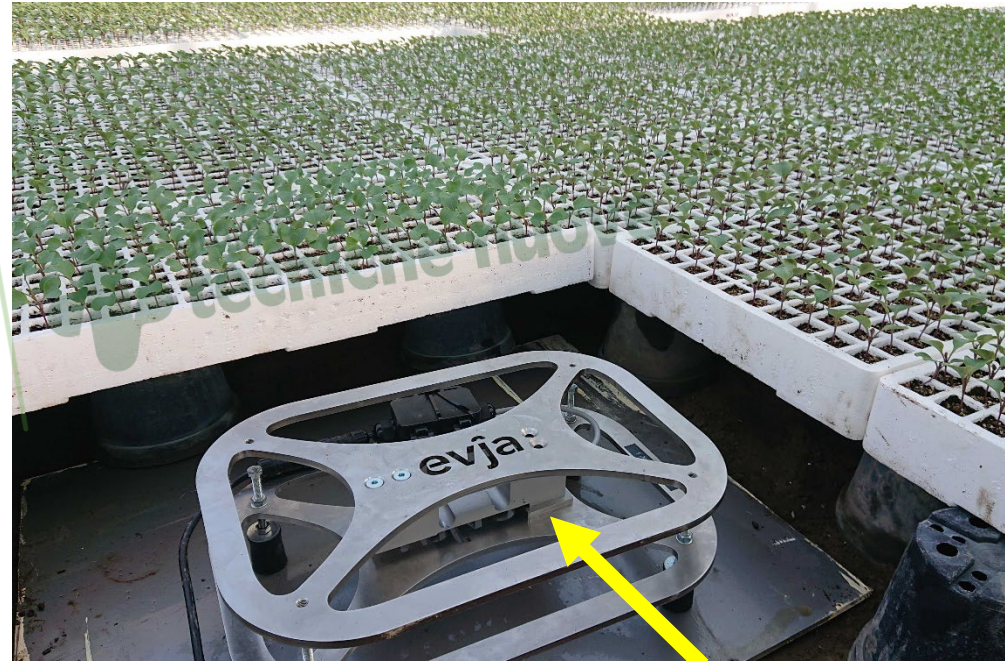
- Necessario sapere la evapotraspirazione (ET) della coltura
- **E' questo il nodo fondamentale da risolvere: la ET varia con le variazioni microclimatiche**
- Due possibilità:
 1. stimare ET con metodi diretti (basati su misure di ET sulle piante o della umidità nella zona radicale)
 2. stimare ET con metodi indiretti (basati su parametri climatici)

METODI DIRETTI PER LA STIMA DI ET

Metodo gravimetrico



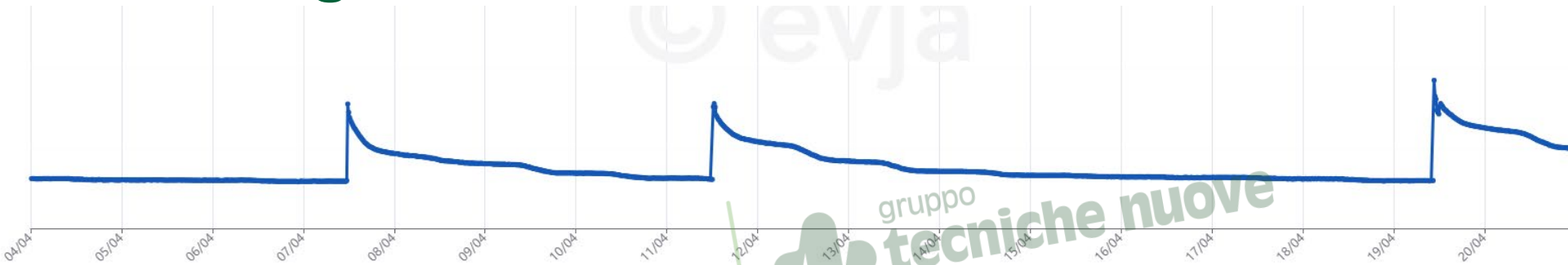
Per colture in serra si possono utilizzare delle bilance o dinamometri per misurare in continuo la diminuzione di peso dovuta alla evapotraspirazione



Bilancia elettronica

METODI DIRETTI PER LA STIMA DI ET

Metodo gravimetrico



METODI DIRETTI PER LA STIMA DI ET

Metodo volumetrico per misura del drenato

- ✓ Si misura il drenato raccolto con una canaletta, con un sistema a bilanciere.
- ✓ Quantità di drenato ottimale modificato sulla base del valore ottenuto dalla precedente irrigazione.
- ✓ Possibilità di misurare anche EC e pH



Misura del flusso xilematico (sap flow)

- ✓ La stima della traspirazione è determinata dal flusso di massa attraverso lo xilema del fusto
- ✓ È automatizzata e fornisce misure in continuo, anche con un'elevata risoluzione temporale (minuti) e per lunghi periodi
- ✓ Tutti i metodi per calcolare il flusso di linfa "sap flow" usano il calore come tracciante



METODI DIRETTI PER LA STIMA DI ET

Uso di sensori nella zona radicale: il tensiometro idraulico

- Costo medio-basso (300 € digitali, 50-60 € analogici)
- Misura il potenziale matriciale; non necessita di una calibrazione substrato-specifica,
- Manutenzione relativamente complicata, variazioni lente;
- Cavitazione sotto – 800 hPa,
- Poco adatti a terreni argillosi



METODI DIRETTI PER LA STIMA DI ET

Uso di sensori nella zona radicale: il tensiometro dielettrico



- Misura il potenziale matriciale; non necessita di una calibrazione substrato-specifica,
- Manutenzione semplice;
- Può leggere fino a -1000 kPa, ma non sensibile sotto 30 KPa,
- Adatto per i terreni, inutile per i substrati



METODI DIRETTI PER LA STIMA DI ET

Uso di sensori nella zona radicale: i sensori dielettrici



TDR
(Time Domain Reflectometry)

Misurano il tempo con cui l'onda viene riflessa



FDR
(Frequency Domain Reflectometry)

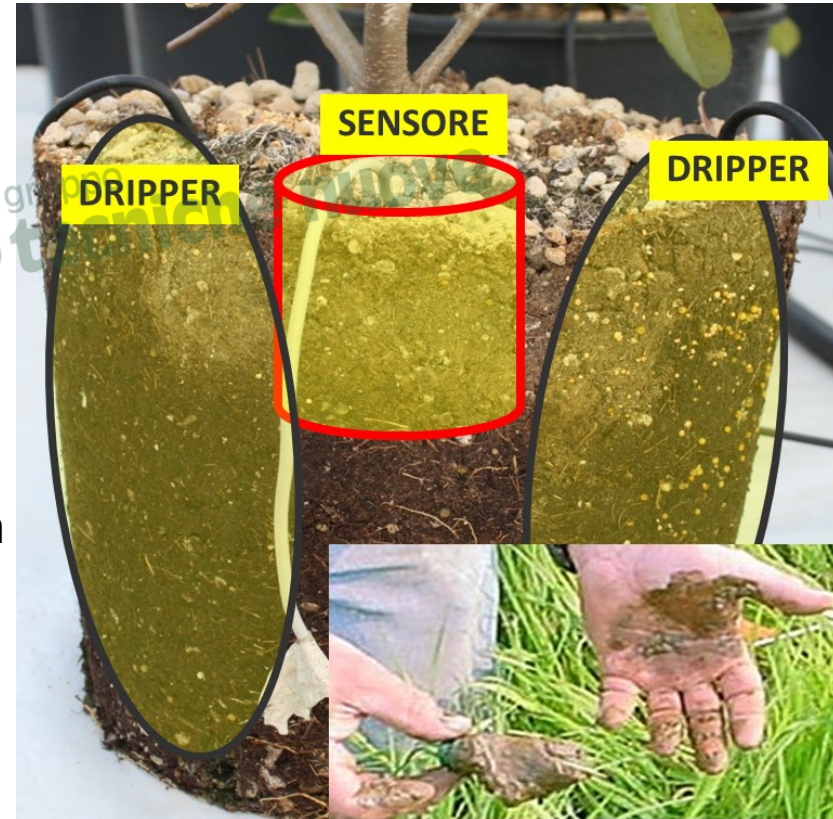
Misurano la frequenza dell'onda riflessa. Range lavoro: da 10 a 300 MHz
Sotto 50 MHz forte influenza della salinità



METODI DIRETTI PER LA STIMA DI ET

Uso di sensori nella zona radicale: i sensori dielettrici

- ✓ Il sensore misura solo il contenuto di umidità (VWC) in una parte del vaso (o del terreno);
- ✓ Il sensore deve essere inserito in prossimità del gocciolatore (5 cm di distanza) dove c'è la maggiore densità radicale e la massima oscillazione nel VWC;
- ✓ Il sensore deve aderire al substrato: si installa facendo un buco leggermente più piccolo del sensore e riempiendo questo con una poltiglia per aumentare l'aderenza.
- ✓ **OCCORRE CALIBRAZIONE IN-SITU**



METODI INDIRECTI PER LA STIMA DI ET

Metodo FAO. $ET = ET_0 \times K_c$



ET_0 è la ET di un prato di *Festuca arundinacea* uniforme della altezza di circa 10-15 cm ben concimata e sana: indica la capacità a far traspirare le piante



$$K_c = \frac{ET}{ET_0}$$



Metodo FAO. $ET = ETo \times Kc$

- ✓ ETo è calcolata con equazioni più o meno complicate (Penman-Monteith)
- ✓ Il problema che rimane da oltre 30 anni è la stima del Kc
 1. tabellato in base alla fase colturale;
 2. stimato in base a delle misure poco invasive come l'altezza delle piante



METODI INDIRETTI PER LA STIMA DI ET

Decision Support System



- ✓ Sono il futuro perchè permettono di portare rapidamente il know-how dalal ricerca agli utilizzatori finali.
- ✓ Il problema che rimane da oltre 30 anni è la stima del Kc
 1. tabellato in base alla fase colturale;
 2. Stimato in base alla somma termica accumulate dalla coltura;
 3. stimato in base a delle misure poco invasive come l'altezza delle piante, foto dall'alto della chioma.



Nell'ambito di:

FIERAGRICOLA
116th INTERNATIONAL AGRICULTURAL TECHNOLOGIES SHOW

Decision Support System

Progetto Prima iGUESS-MED

Innovative Greenhouse Support System in the Mediterranean Region:
efficient fertigation and pest management through IoT based climate control

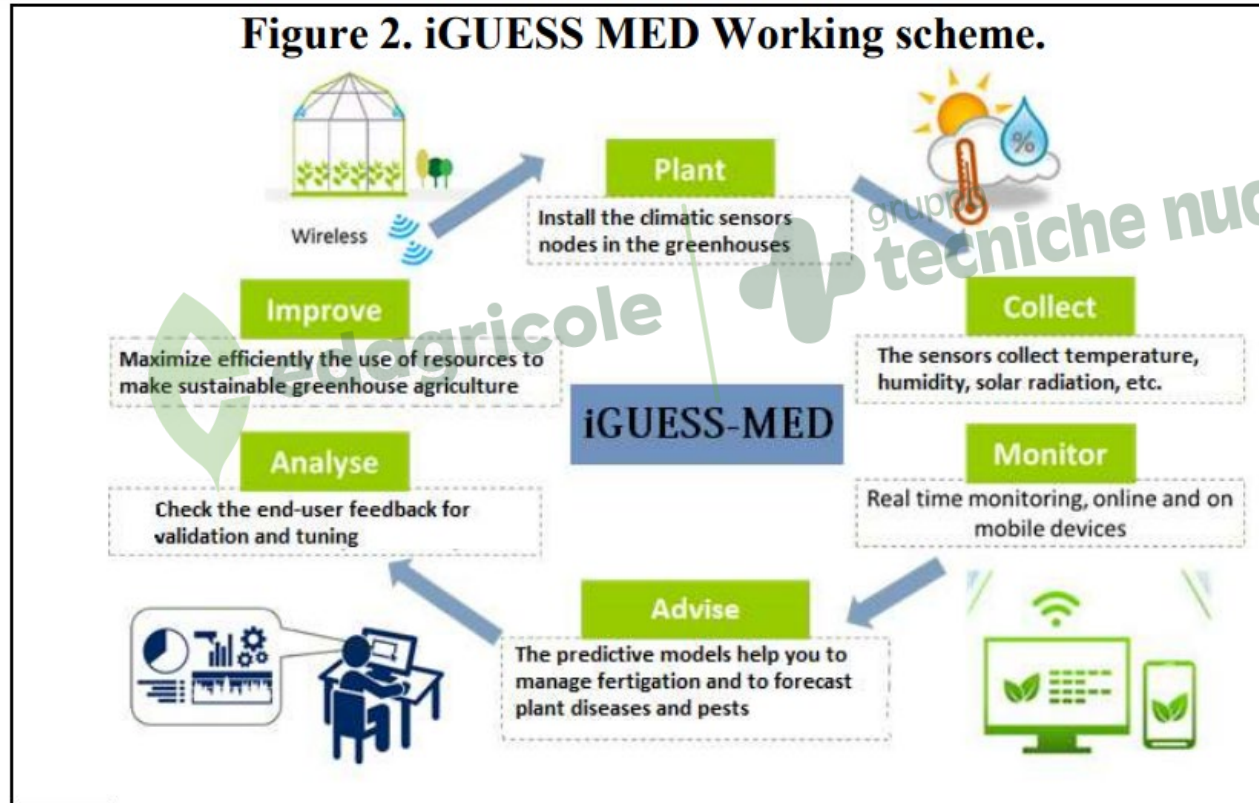
Il progetto iGUESS-MED (2020-2024) ha lo scopo di sviluppare un DSS per la coltivazione «smart» del pomodoro in serra.

List of participants

Participant No	PI name	Organisation	Country
1 (Coordinator)	Alejandra Navarro	CREA	Italy
2 Partner 1	Davide Parisi	EVJA	Italy
3 Partner 2	Luca Incrocci	UNIPI	Italy
4 Partner 3	Andrea Sala	BIOPLANET	Italy
5 Partner 4	Luisa Gallardo	UAL	Spain
6 Partner 5	Maria Dolores Fernández	CAJAMAR	Spain
7 Partner 6	Beatriz Molina	La Caña	Spain
8 Partner 7	Dursun Buyuktas	Akdeniz University	Turkey
9 Partner 8	Asma Laarif	CRRHAB	Tunisia

Progetto Prima iGUESS-MED

Figure 2. iGUESS MED Working scheme.





Progetto Prima iGUESS-MED



STAZIONE MICRO-CLIMATICA



- Energeticamente indipendente grazie al pannello solare e alle batterie interne, che assicurano un'autonomia di settimane senza ricarica. Compatibile con cavo di ricarica USB.
- Connettività: 2G/3G/4G/5G con SIM card inclusa. Disponibili versioni WiFi, Sigfox e LoRaWAN.
- Involucro resistente e impermeabile: IP65, IK08, standard UL 746 C
- Dotazione interna: memoria SD per il salvataggio dati in caso di connessione interrotta, GPS, accelerometro e sensore per la temperatura interna
- Peso e dimensioni (massime): 1.5 Kg, 125 x 125 x 85 mm

SENSORI

- Temperatura dell'aria
- Umidità dell'aria
- Pressione atmosferica
- Bagnatura fogliare
- Radiazione solare (PYR, PAR, UV, etc.)
- Diametro di frutto, piccolo e tronco
- Anemometro
- Direzione del Vento
- Pluviometro
- Sensori per suolo/substrato a diversa profondità per:
 - Umidità (VWC)
 - Temperatura
 - Elettroconduttività (EC)

Additional sensors are available for further customization

INSTALLAZIONE

- Conveniente: installabile su supporti delle serre, in pieno campo e indoor. Il dispositivo include un set di fissaggio
- Sicuro: il dispositivo funziona a basso voltaggio, sicuro anche in caso di dispersione elettrica
- Veloce: accendilo e funziona, grazie a configurazione e personalizzazione da remoto
- Aggiornamenti firmware gratuiti e test dei componenti da remoto per la rilevazione di malfunzionamenti
- Software online, nessun setup richiesto

CERTIFICAZIONI

Certificato in tutto il mondo:
CE (Europa), FCC (USA), IC (Canada), ANATEL (Brasile), RCM (Australia), PTCRB (USA), AT&T (USA)



Progetto Prima iGUESS-MED



CASO STUDIO - POMODORO

MODELLO PERONOSPORA

Calendario di rischio per la *Phytophthora infestans* e *Alternaria*.

MODELLO RAGNOETTO ROSSO

Monitoraggio di temperatura, umidità e gradi giorno per prevenire e contrastare efficacemente il ragnoetto rosso

MARCIUME APICALE

Monitoraggio VPD (deficit di pressione di vapore) per prevenire il marciume apicale

BOTRITE

Monitoraggio dei livelli di umidità e temperature critiche per evitare infezioni.

GESTIONE IRRIGUA

Modelli di irrigazione basati sull'indice di evapotraspirazione e sensori dedicati



RISPARMIA FINO AL 30% DI ACQUA



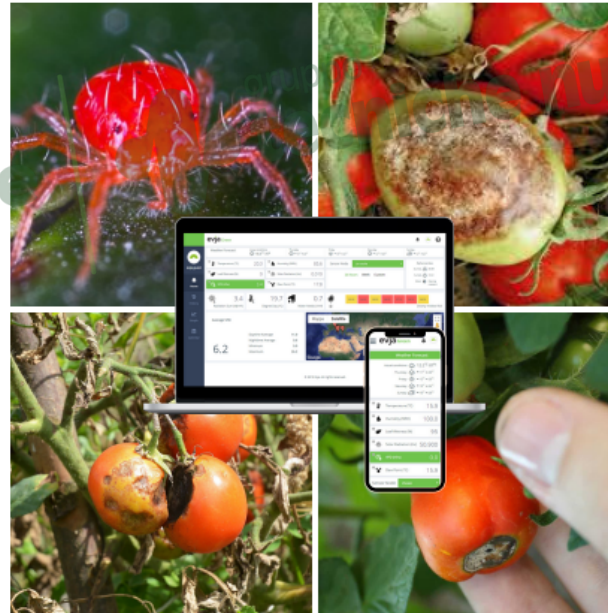
OTTIMIZZA LA FERTILIZZAZIONE E PREVIENI PROBLEMI LEGATI ALLA NUTRIZIONE



MIGLIORA L'EFFICIENZA DEI TRATTAMENTI E RISPARMIA FINO AL 20% DI FITOSANITARI



RIDUCI I RISCHI LEGATI ALLE MALATTIE



Eedagricolo

love

Conclusioni



- L'uso di sensori radicali dell'umidità permette risparmi idrici ed evita l'accumulo di salinità, permettendo di superare il problema del Kc; ma ci vogliono molte sonde, con alti costi
- L'uso di centraline meteo e DSS permetteranno di migliorare la gestione idrica, stimando con modelli o con l'applicazione di IoT anche il valore di Kc: è necessario avere un bilancio idrico su ogni settore irriguo.



ELSEVIER

Computers and Electronics in Agriculture

Volume 205, February 2023, 107608



IoT based dynamic Bayesian prediction of crop evapotranspiration in soilless cultivations

Alexander Kocian ^a , Giulia Carmassi ^a, Fatjon Cela ^a, Stefano Chessa ^b, Paolo Milazzo ^b, Luca Incrocci ^a

Show more

Grazie dell'attenzione !

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE
ALIMENTARI E AGRO-AMBIENTALI
UNIVERSITÀ DI PISA



180

1840-2020



PRIMA
PARTNERSHIP FOR RESEARCH AND INNOVATION
IN THE MEDITERRANEAN AREA



iGUESSmed
HIGH QUALITY TOMATOES
WITH LOW ENVIRONMENTAL IMPACT



Nell'ambito di:

FIERAGRICOLA
116th INTERNATIONAL AGRICULTURAL TECHNOLOGIES SHOW