

**Convegno "Garantes"**

**Gestione Avanzata e controllo Remoto di Aree verdi: Nuove Tecniche per la Sostenibilità  
Camaione, 28 febbraio 2013**

# **Uso dei sensori dielettrici e centraline irrigue innovative per la gestione irrigua**

**L. Incrocci**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Agro-ambientali,  
Università di Pisa



**SPAGNOL**  
GREENHOUSE  
TECHNOLOGIES



**NUOVA A. GUASTAPAGLIA®**  
**L'IRRIGAZIONE**  
Impianti di Irrigazione - Sistemi brevettati

## I progetti che hanno finanziato questa relazione



### **Progetto FLOW-AID**

Farm Level Optimal Water Management Assistant for Irrigation under Deficit (2006-2009)



### **Progetto FLORPRO**

Individuazione di tecniche di produzione, di conservazione e commercializzazione, finalizzate alla riduzione dell'impatto ambientale e all'ottimizzazione della qualità merceologica del prodotto florovivaistico (2007-2010)



### **Progetto IRRIFLORVIVA**

Progettazione e realizzazione di centraline e software innovativi per il pilotaggio dell'irrigazione, capaci di aumentare l'efficienza dell'irrigazione nel florovivaismo (2009-2013)

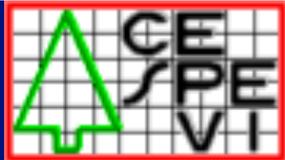
# Problema: bassa efficienza dell'irrigazione nel settore florovivaistico

- Irrigazione soprachioma e a goccia (spaghetto) largamente utilizzata
- Il pilotaggio dell'irrigazione è basata esclusivamente su esperienza del coltivatore e centraline a timer
- La ritenzione idrica dei substrati utilizzati è bassa (torba-pomice)
- Spesso si hanno settori irrigui con specie diverse in contenitori diversi → Larga variabilità della evapotraspirazione tra i vasi
- L'applicazione cicli chiusi è scarsa



## *Coltivazioni vivaistiche nella provincia di Pistoia*

- circa 5000 ha (1100-1500 ha sono in vaso)
- Consumo di acqua = 15.000 m<sup>3</sup> ha anno
- % di drenaggio = 30 - 50%
- **N lisciviato = 50 – 100 kg/ha per anno**



# Scopi del progetto



- ✓ La ditta Guastapaglia voleva migliorare una propria centralina.....

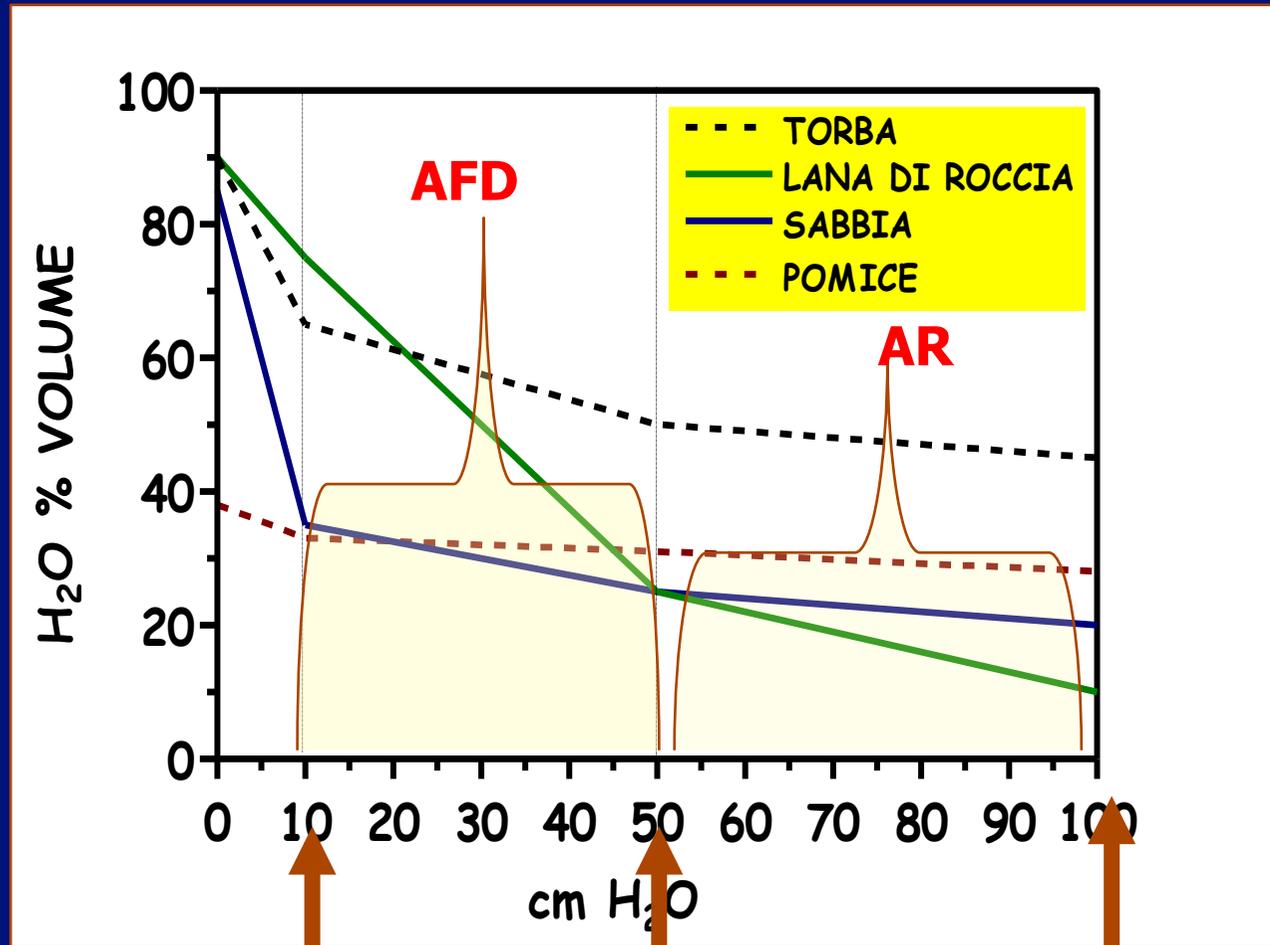


- ✓ Sviluppo di una centralina adatta al florovivaismo in serra con Root Zone Sensor



- ✓ Sviluppo di una centralina adatta al vivaismo Pistoiese su base modello ET

# CURVE DI RITENZIONE IDRICA DI ALCUNI SUBSTRATI



Punti importanti:

A

B

C

A = capacità di contenitore

B = fine dell'acqua fac. disponibile

C = fine dell'acqua di riserva (punto di appassimento)

# Sensori di umidità

**Sensori di tensione  
idrica (potenziale  
matriciale)**



**Vantaggio di non avere bisogno di calibrazioni substrato/ specifico**

**Sensori di contenuto  
idrico volumetrico**



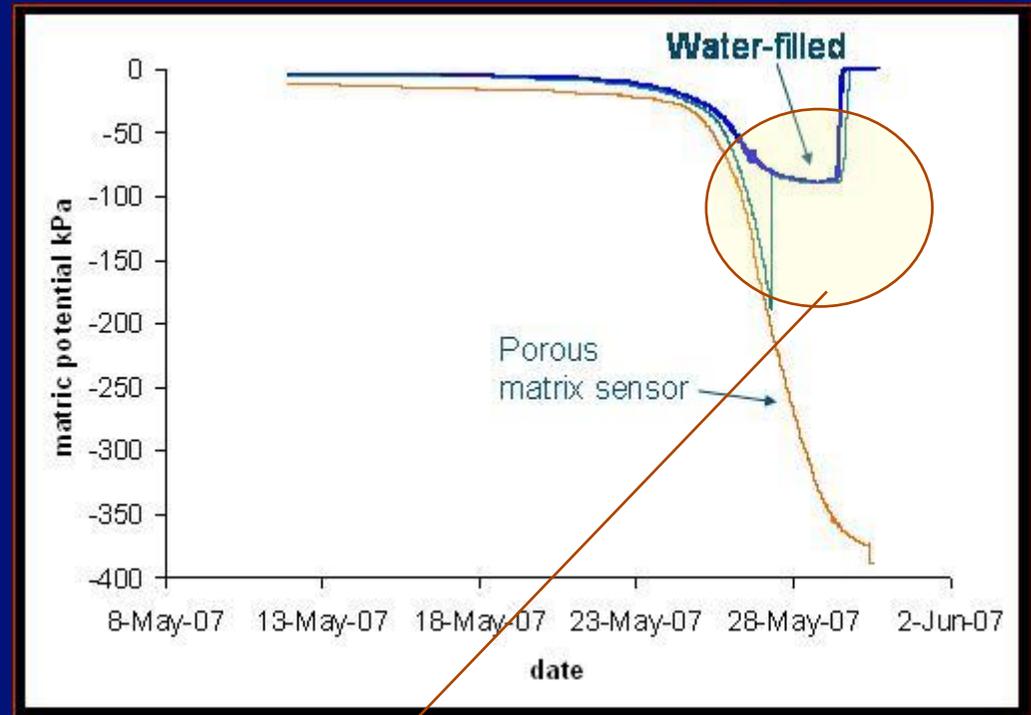
**Vantaggio di non avere bisogno di manutenzione particolare**

# Tensiometri idraulici (misura potenziale)

- ❑ Misura diretta
- ❑ Costo medio-basso (300-500 €)
- ❑ Possono non aver bisogno dell'alimentazione elettrica
- ❑ Non necessitano di una calibrazione substrato-specifica
- ❑ Uso e manutenzione relativamente complicata
- ❑ Risposta lenta alle variazioni di umidità
- ❑ Cavitazione sotto – 80/-100 kPa



# Tensiometro dielettrico



Fenomeno della cavitazione a carico del tensiometro con acqua



(By courtesy of W. R. Whalley, RRER, UK)

# Sensori dielettrici

**TDR**  
(Time Domain  
Reflectometry)



Misurano il tempo con cui l'onda viene riflessa

**FDR**  
(Frequency Domain  
Reflectometry)



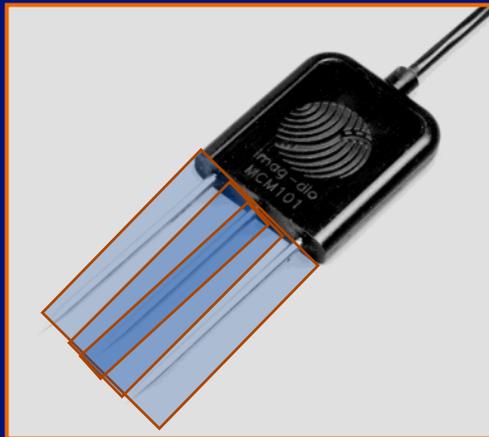
Misurano la frequenza dell'onda riflessa. Range lavoro: da 10 a 300 MHz  
Sotto 50 MHz forte influenza della salinità

# Sensori dielettrici: cosa misura il sensore WET®?

- Permittività ( $\epsilon$ )
- Temperatura ( $T$ )
- Bulk EC ( $s$ )

( $q$ ) Contenuto idrico volumetrico

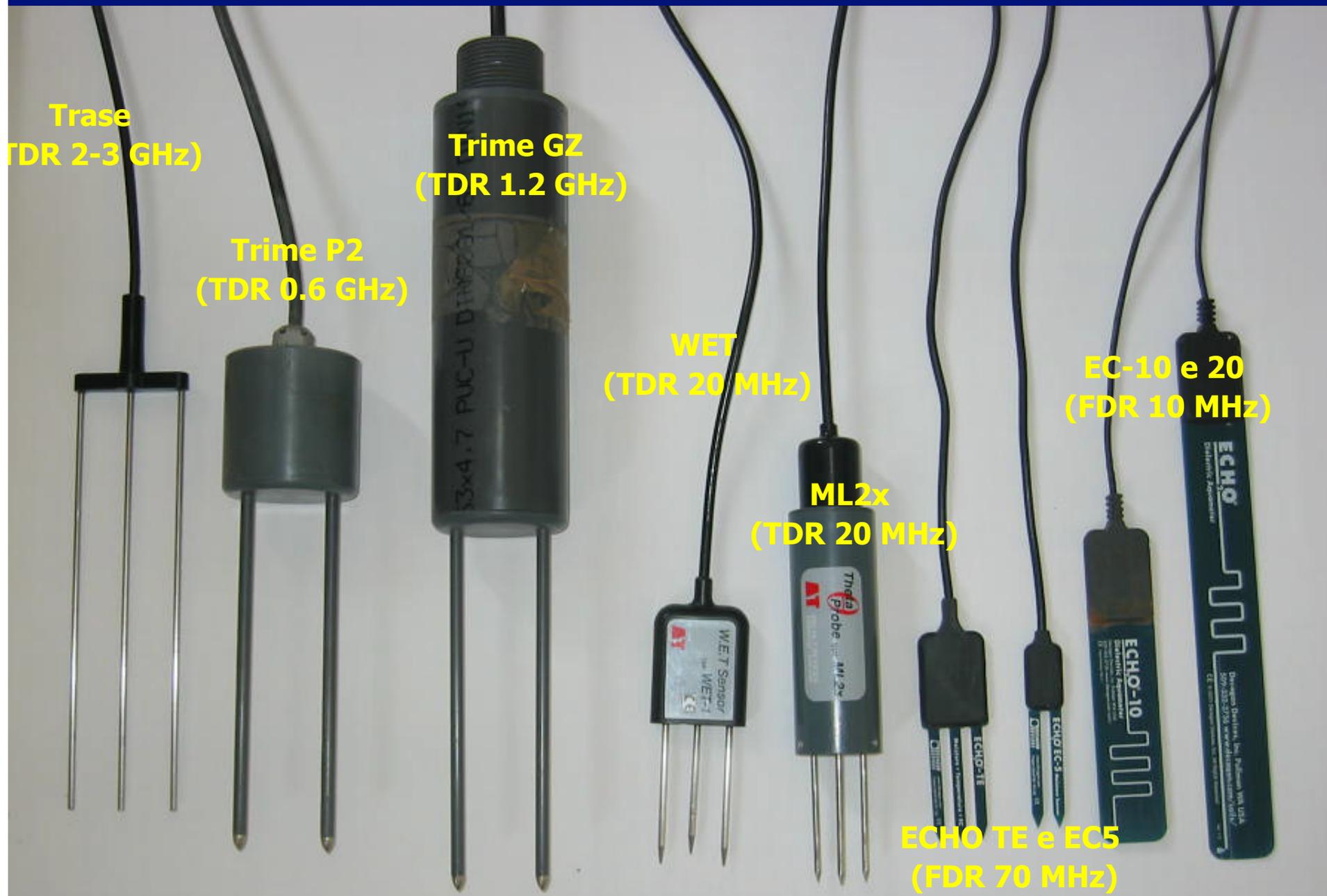
( $s_p$ ) EC della soluzione circolante



La  $s_p$  è il parametro chiave nella gestione dello stress salino radicale.



# Alcuni sensori dielettrici (frequenza usata)



## Sensori dielettrici (volumetrici)

- Accuratezza
- Costo basso (100-350 € per solo VWC; 350-900 € VWC+EC)
- Facile uso
- Non necessitano di particolare manutenzione
- Misura di più variabili (es. temperatura e salinità, WET)
- Necessitano di una calibrazione substrato-specifica



**WET sensor con lettore portatile  
HH2**



**Sonda GS3 (Decagon Device)**

# Sensori volumetrici (varie tipologie)



**Sonda PR2  
Delta-T device  
(circa 3000 €)**



**DIVINER 2000 (Sentek, 4000 €)**

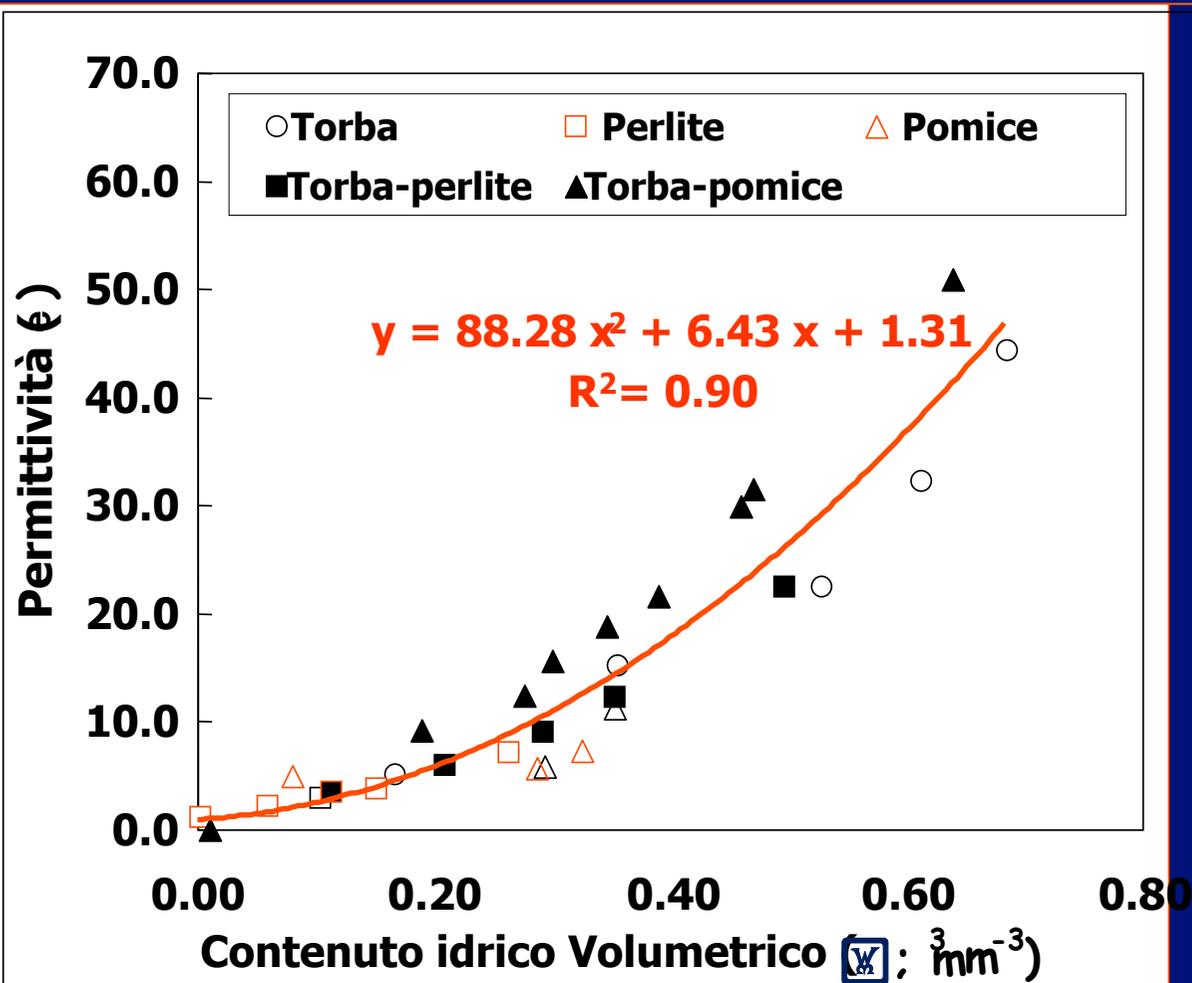
**EC-5 Decagon device (150 €)**



**SM 200 Delta-T device  
(350 €)**



# Misura del contenuto idrico

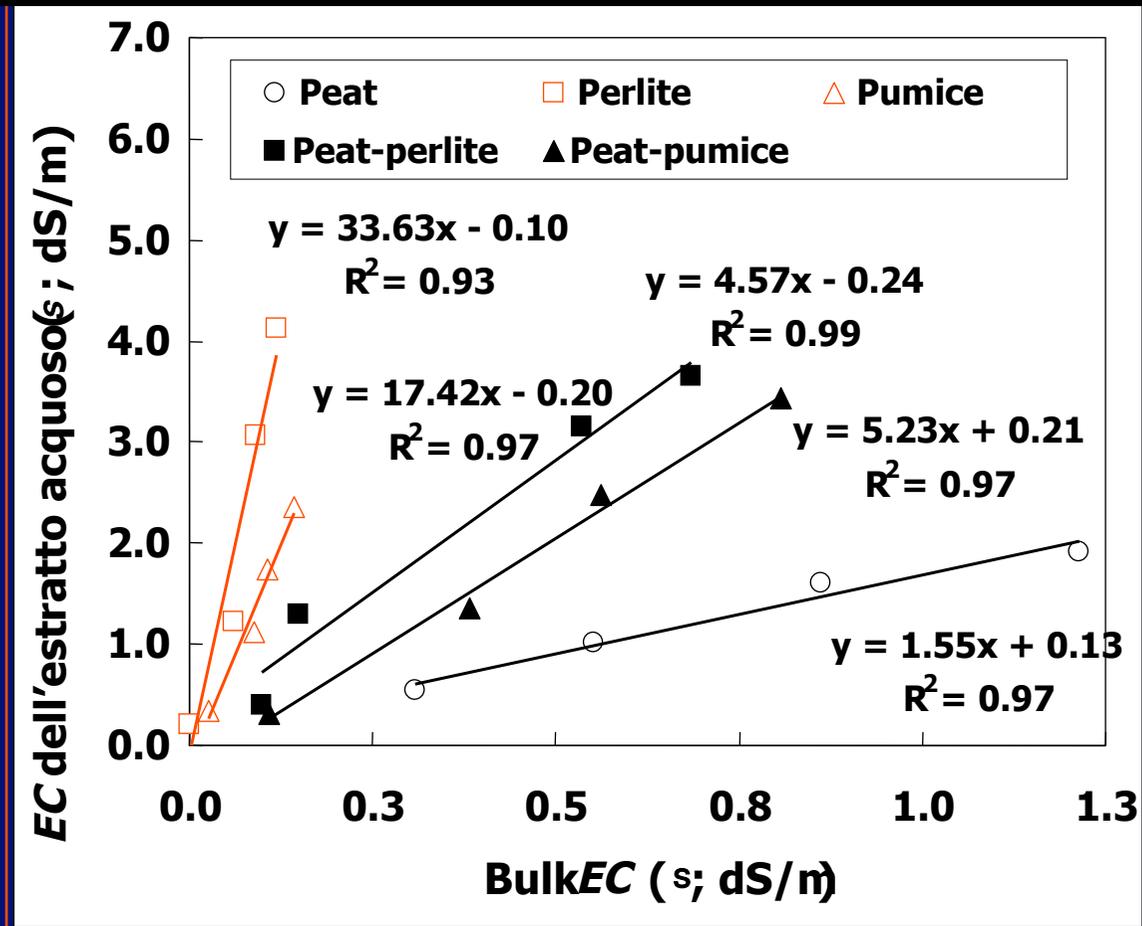


La relazione fra  
permittività (ε) e  
contenuto idrico  
volumetrico (θ<sub>v</sub>) in  
vari substrati usati  
per  
l'ortoflorovivaismo.

Si può utilizzare una unica relazione  
valida per molti substrati

# Calibrazione fra $EC_b$ e $EC_p$

(Ec della soluzione nutritiva EC: 0.1, 1.5, 3.0 and 4.0 dS m<sup>-1</sup>)



Relazione fra bulk EC ( $EC_b$ ) e EC dell'acqua dei pori ( $EC_p$ ) in differenti substrati orticoli (alla capacità di contenitore).

Ogni substrato ha una propria curva di calibrazione per la Ec dell'acqua dei pori



# Centralina IRRIFLORVIVA 2012

NUOVA  
**A. GUASTAPAGLIA**  
**L'IRRIGAZIONE**  
Impianti di Irrigazione - Sistemi brevettati

- ✓ Dimensione fortemente ridotta;
- ✓ Display accattivante (touch-screen);
- ✓ Fino a 6 programmi, possibilità di fare cicli;
- ✓ Possibilità di interfacciare fino a 6 sonde umidità;
- ✓ Partenze su base valore umidità, timer o miste
- ✓ Allarmi malfunzionamenti



**Risparmio idrico -25%;**  
**Evita i ristagni/carenze**  
**idriche;**  
**Facile da utilizzare....**

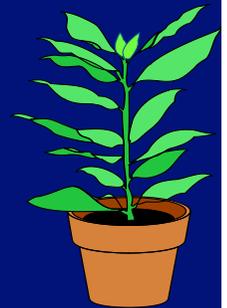


# Possibile uso di acqua reflua

- La riduzione di acqua per l'agricoltura può costringere gli agricoltori all'utilizzo di acque di minore qualità, come ad esempio l'uso di acqua reflua
- Le acque reflue sono acque con moderata salinità (contenuto in sodio e cloro) che possono provocare danni alle piante e riduzioni della loro crescita.

## **SCOPO:**

**Automatizzare l'irrigazione per migliorare l'efficienza idrica e modulare l'uso di acqua reflua per evitare danni alle colture**



# Come evitare i danni da acque reflue (saline)

## *Prunus laurocerasus*

- Due opzioni per evitare questo:
- 1) Aumentare il drenaggio (LF);
  - 2) Ridurre il consumo di acqua di scarsa qualità.

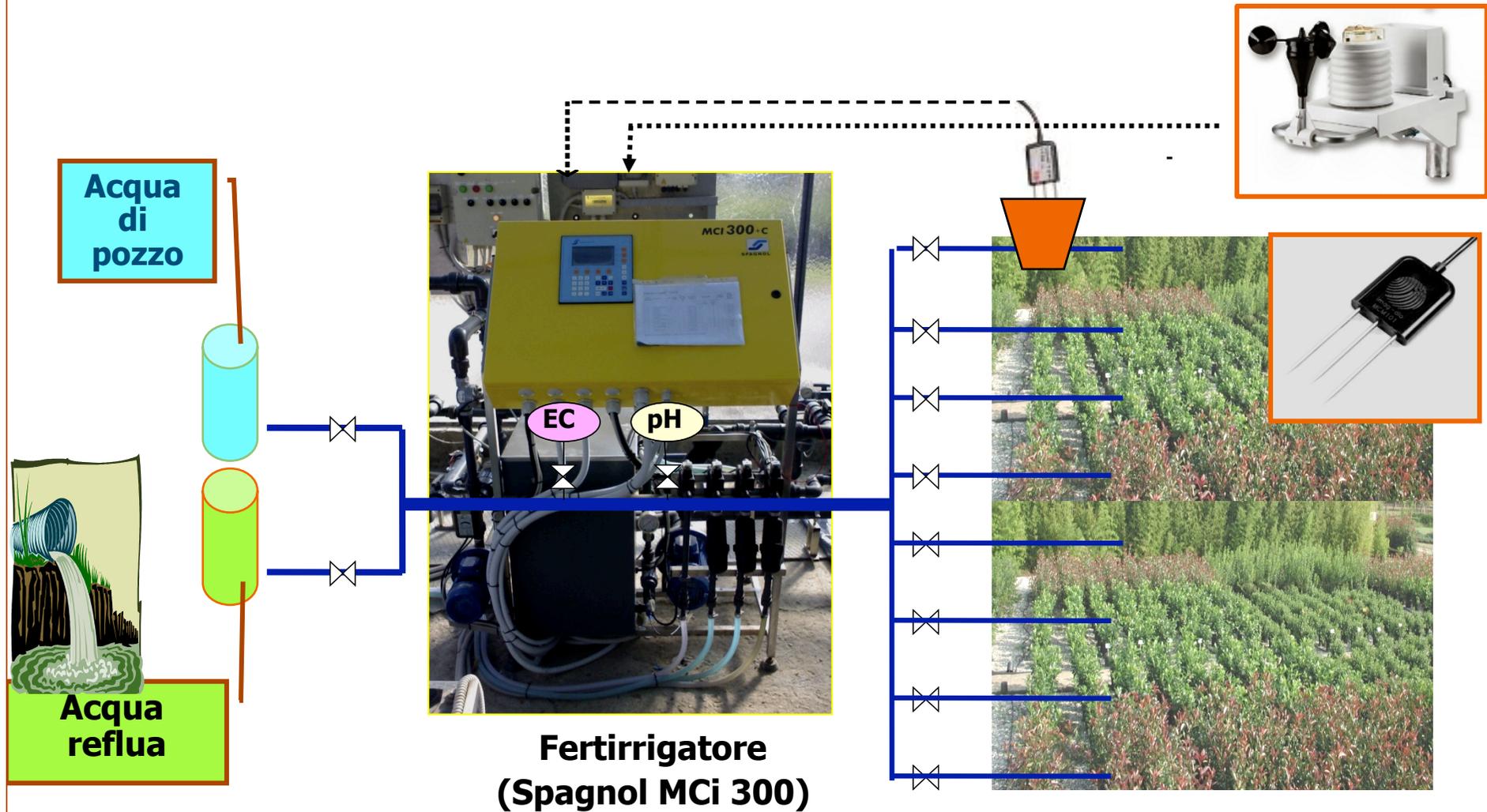


Acqua pozzo  
(EC = 0.50 dS/m)



Acque reflue  
(EC = 1.20-1,80 dS/m)

# Prototipo di fertirrigatore installato al CESPEVI



FLOR-PRO



**SPAGNOL**  
GREENHOUSE  
TECHNOLOGIES



WAGENINGEN UR

For quality of life



Delta-T Devices

## **L' esperimento effettuato al Cespevi (Pistoia)**

- ✓ **Per ogni settore irriguo era presente un vaso "sentinella" in cui vi era installato un solo WET;**
- ✓ **Utilizzati vasi diametro 24 cm (8.5 litri/vaso) riempiti con substrato torba/pomice (1:1 V:V);**
- ✓ **Primo esperimento fatto nel giugno-ottobre 2008 e ripetuto nel 2009 ;**
- ✓ **Calcolato il bilancio di acqua e nutrienti attraverso misure dell'irrigazioni e del drenaggio raccolto (sia volume che composizione ionica su 4 vasi per ogni trattamento.**



# Trattamenti a confronto

Trattamento	Pilotaggio irrigazione	Sorgente idrica
TiGW	Timer	Acqua di pozzo (GW)
WETGW	VWC<0.52 (WET)	Acqua di pozzo (GW)
WETRW	VWC<0.52 (WET)	RW e/o GW prima GW---→ LF (17-28%)

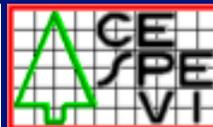
GW: acqua di pozzo (EC=0.50 dS/m) RW: acqua reflua (EC=1.50 dS/m)



FLOR-PRO



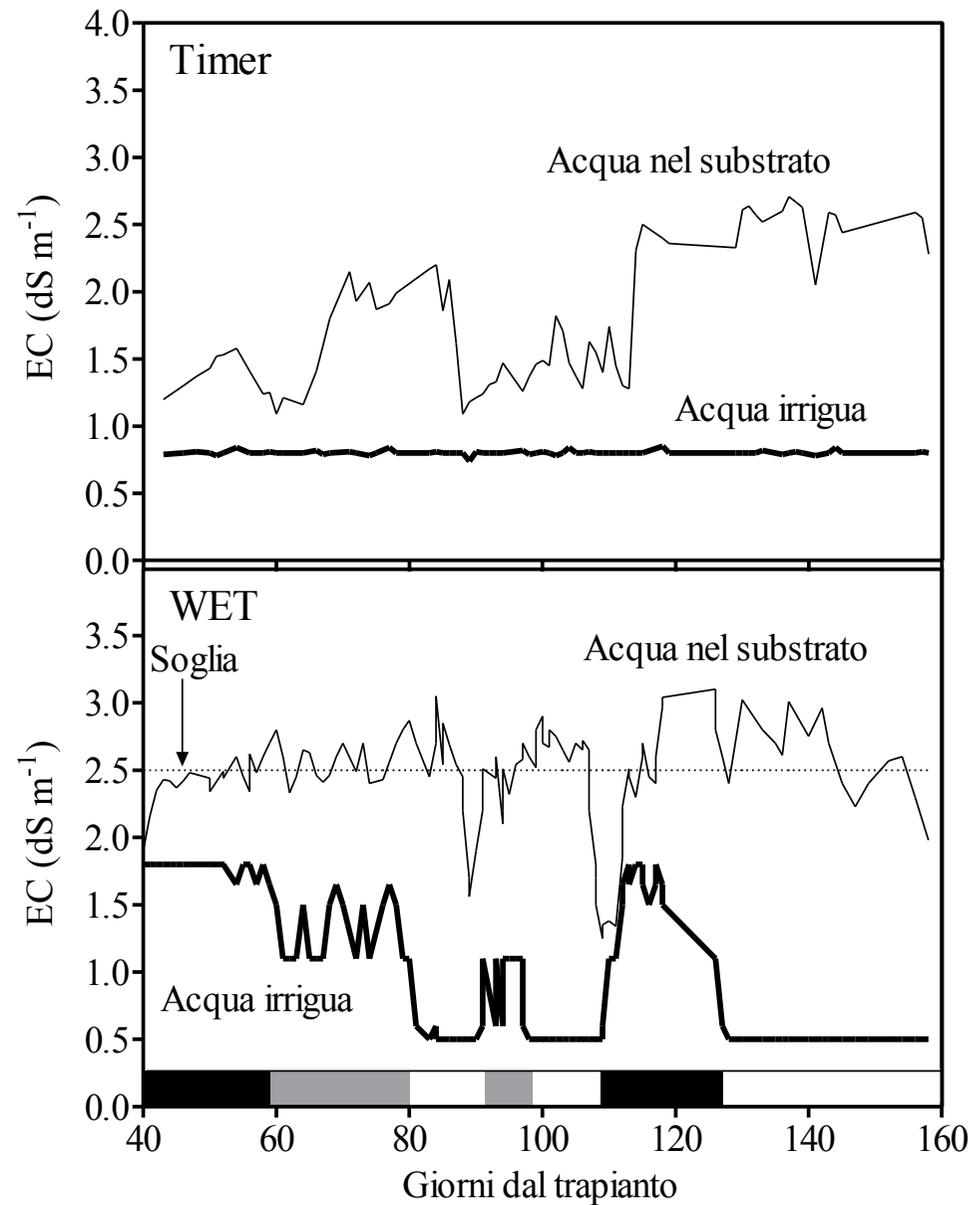
**SPAGNOL**  
GREENHOUSE  
TECHNOLOGIES



WAGENINGEN UR  
For quality of life



Delta-T Devices



-  Acqua di pozzo (EC = 0.50 dS/m)
-  Acqua mista
-  Acqua reflua depurata (EC = 1.50 dS/m)



FLOR-PRO



**SPAGNOL**  
GREENHOUSE  
TECHNOLOGIES



WAGENINGEN UR  
For quality of life



Delta-T Devices

## Risultati sperimentali 2009- LAUROCERASO

Parametro		Timer GW	WET GW	WET RW
ET giornaliera	L/m <sup>2</sup>	1.56 a	1.83 a	1.87 a
N° irrigazioni		242 a	162 b	157 b
Consumo di acqua	L/m <sup>2</sup>	622 a	339 c	401 b
% di drenaggio	%	52 a	14 c	26 b
EC acqua drenaggio	dS/m	1.19 c	1.75 b	1.95 b
N lisciviato	Kg/m <sup>2</sup>	15.3 b	3.8 d	6.3 cd
Altezza piante	m	0.72 a	0.72 a	0.77 a
% foglie danneggiate	%	0	0	3
<b>Risparmio idrico</b>	<b>%</b>	<b>0</b>	<b>-45</b>	<b>-36</b>

# CONCLUSIONI

- ✓ **L'uso di sensori dielettrici semplifica il pilotaggio dell'irrigazione: può in questo caso produrre un risparmio idrico fino al 30%**
- ✓ **L'uso di sensori in grado di misurare la salinità del substrato permette di:**
  - ✓ **Utilizzare acqua di scarsa qualità;**
  - ✓ **Pilotare l'uso di fertilizzante**

**Grazie per l'attenzione**



**Il team di ricerca UNIPI-CESPEVI**