



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI BARI  
ALDO MORO

**Dipartimento di Studi Umanistici**  
**Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali**  
**STORIA E INNOVAZIONE**  
**NELLA FILIERA OLIVICOLA-OLEARIA**



REGIONE PUGLIA - FSC 2014/2020 - Investiamo nel nostro futuro

Dipartimento di Studi Umanistici





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI BARI  
ALDO MORO

Dipartimento di Studi Umanistici  
Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali  
**STORIA E INNOVAZIONE  
NELLA FILIERA OLIVICOLO-OLEARIA**

**G. ALESSANDRO VIVALDI**  
Università di Bari Aldo Moro  
*Olivicoltura di precisione*



REGIONE PUGLIA - FSC 2014/2020 - Investiamo nel nostro futuro

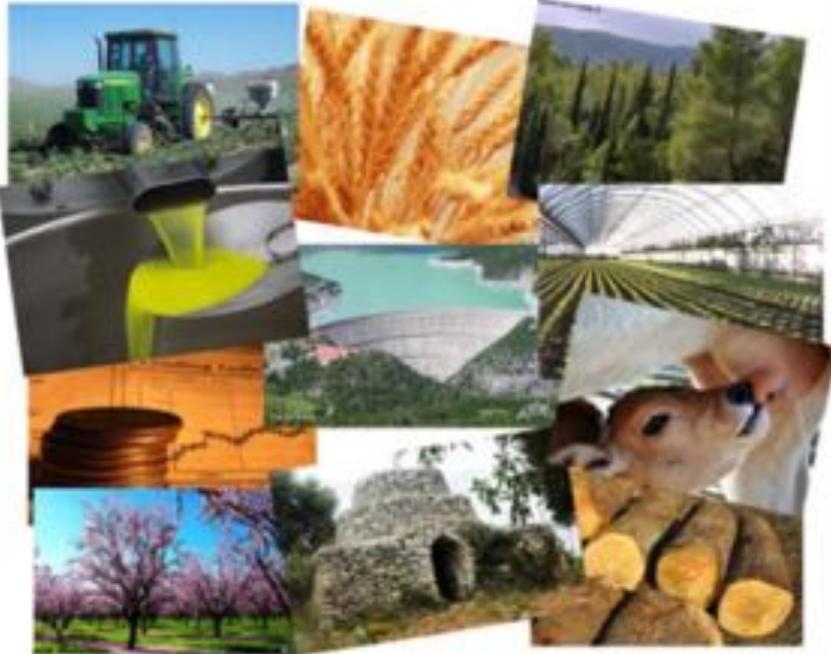
Dipartimento di Studi Umanistici



# DIPARTIMENTO SCIENZE AGRO-AMBIENTALI E TERRITORIALI

## CORSO DI LAUREA IN SCIENZE AGRO-AMBIENTALI E TERRITORIALI (D.M.270/04)

C.I. Colture arboree e frutticoltura di precisione Prof. Gaetano Alessandro Vivaldi



### DOVE SIAMO

Campus Universitario "Ernesto  
Quagliariello", 70126 Bari - Italy

- Via Orabona, 4 (Ingresso carrabile)
- Via G. Amendola 165/a (Ingresso pedonale)

### DIRETTORE

**Prof. Giovanni Sanesi**

[giovanni.sanesi@uniba.it](mailto:giovanni.sanesi@uniba.it)

Tel. +39 080 544 3023

PEC - [direttore.disaat@pec.uniba.it](mailto:direttore.disaat@pec.uniba.it)

E-mail - [direzione.disaat@uniba.it](mailto:direzione.disaat@uniba.it)

### COORDINATORE

**Dott.ssa Maria Cortese**

[maria.cortese@uniba.it](mailto:maria.cortese@uniba.it)

Tel. +39 080 544 2514 - Fax +39 080 544 2504



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI BARI  
ALDO MORO

DIPARTIMENTO DI  
SCIENZE AGRO AMBIENTALI  
E TERRITORIALI





# Frutticoltura di precisione

---

Irrigazione

---

Nutrizione

---

Misure di biomassa

---

Classificazione

---

# Irrigazione

## - Hardware

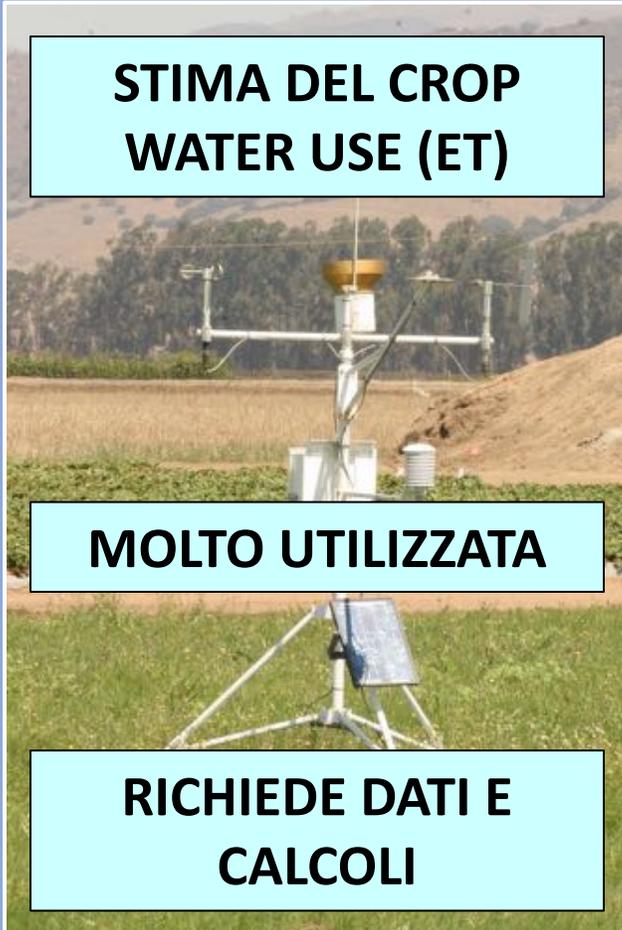
insieme delle componenti fisiche, non modificabili di un sistema di elaborazione dati

## - Software

l'insieme delle procedure e delle istruzioni in un sistema di elaborazione dati

# PROGRAMMAZIONE IRRIGUA

## METEO



## SUOLO



## PIANTA



**TUTTI I METODI DI PROGRAMMAZIONE DELL'IRRIGAZIONE RICHIEDONO PERSONALE IN AZIENDA QUALIFICATO E CAPACITÀ DI RISOLVERE RAPIDAMENTE I PROBLEMI**

# METEO

**STIMA DEL CROP  
WATER USE (ET)**

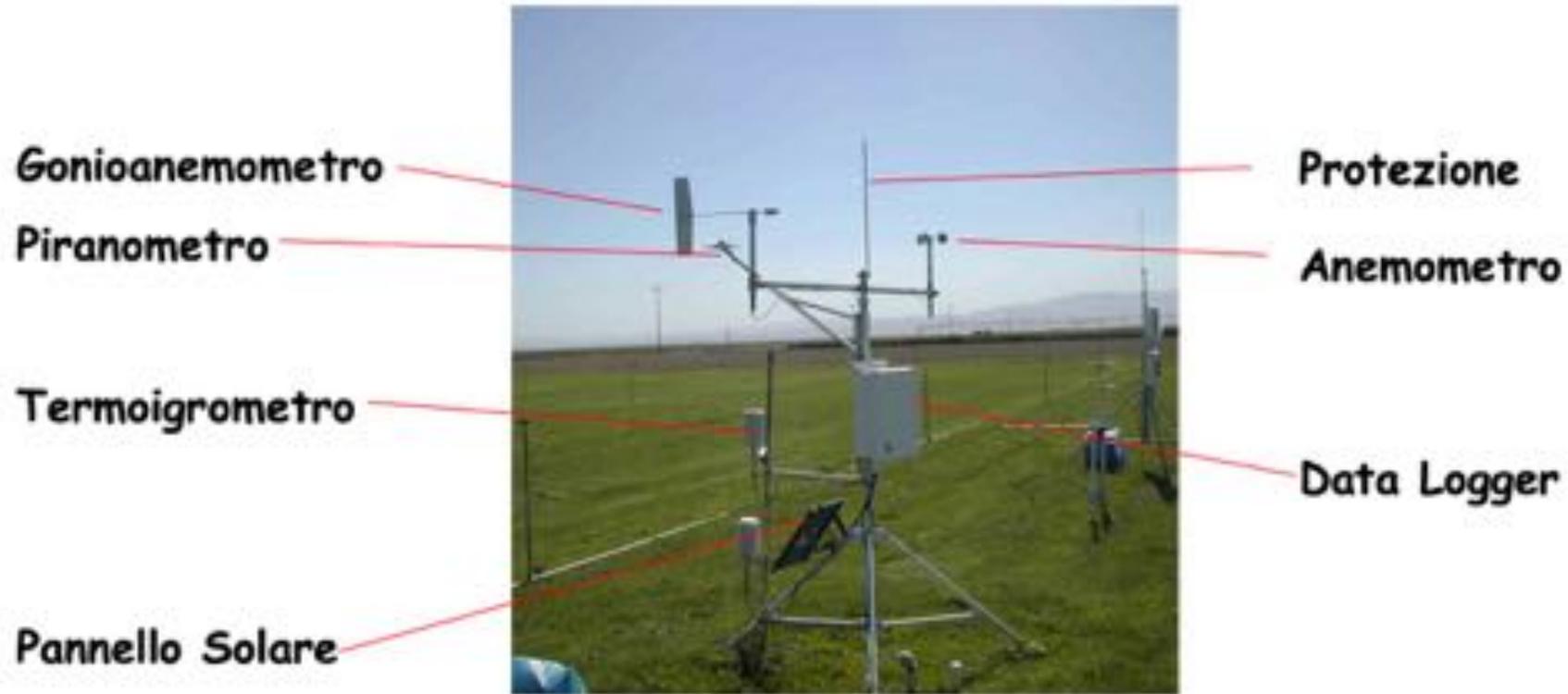
**MOLTO UTILIZZATA**

**RICHIEDE DATI E  
CALCOLI**



# STAZIONE METEO

## Et<sub>0</sub> e precipitazioni



**ET<sub>0</sub>** – Flusso ET di una coltura di riferimento, alta 0.12 m, che copre completamente il suolo, senza limitazioni idriche o di altra natura

# SUOLO

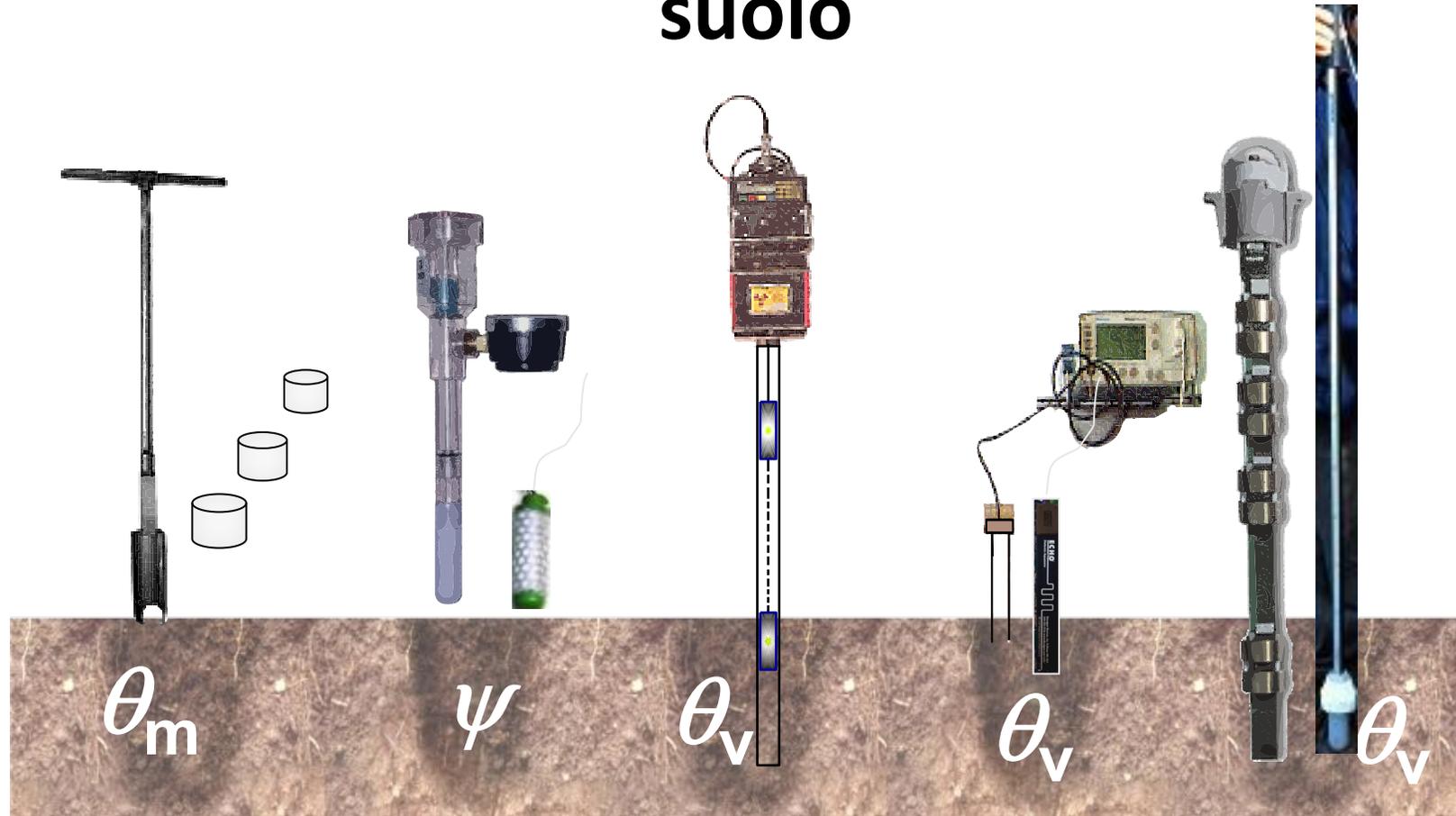
**STATO IDRICO DEL  
SUOLO**

**INSTALLAZIONE  
DELICATA**

**BUONO PER  
CONTROLLO PERIODICO**



# Sensori per il monitoraggio dell'umidità del suolo







# Posizione della sonda

I configurazione  
1 sonda



Misura dell'umidità  
nella parte più  
importante del  
sistema radicale

II configurazione  
2 sonde



Misura verticale della  
zona bagnata dove  
sono presenti le radici  
e la zona di non  
assorbimento.  
(Zonda di drenaggio)

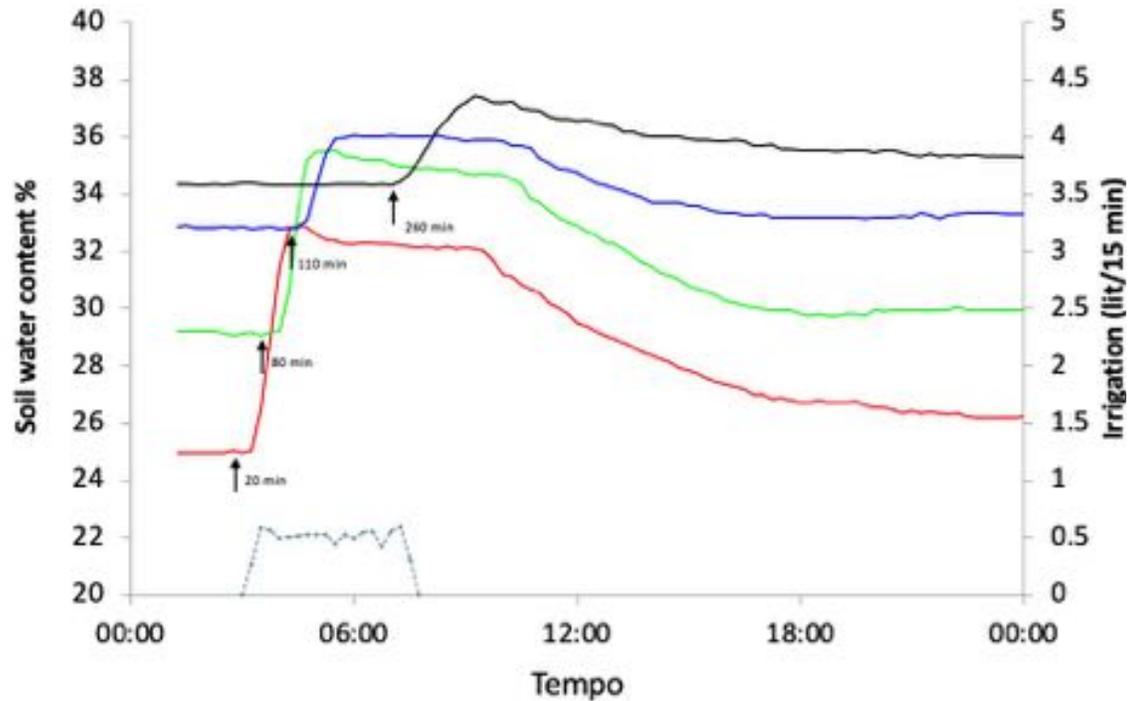
III configurazione  
3 sonde



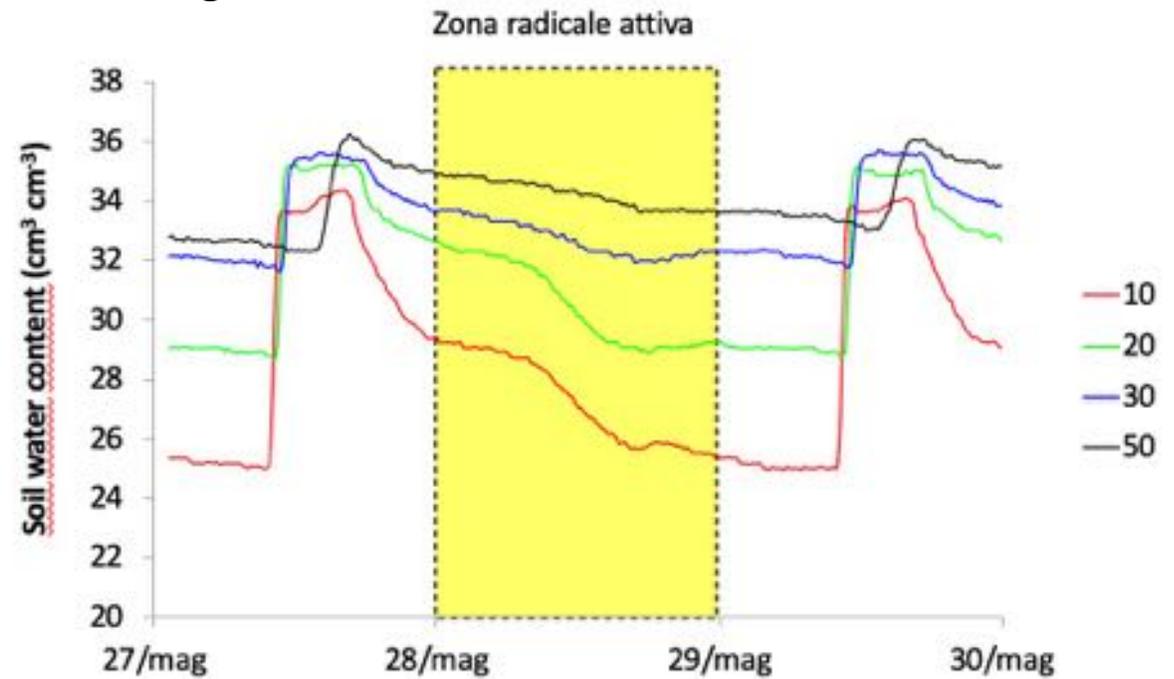
Misura verticale ed  
orizzontale della zona  
bagnata

# MONITORAGGIO DEL SUOLO

24 ore



4 giorni



UPPER LIMIT → 1.73  
56 → 359318071563305    START DATE 06/14/2019    DURATION 60 days    [Show Device Locations](#)

Upper Limit 1.73

Lower Limit 1.65

[Set Limits](#)

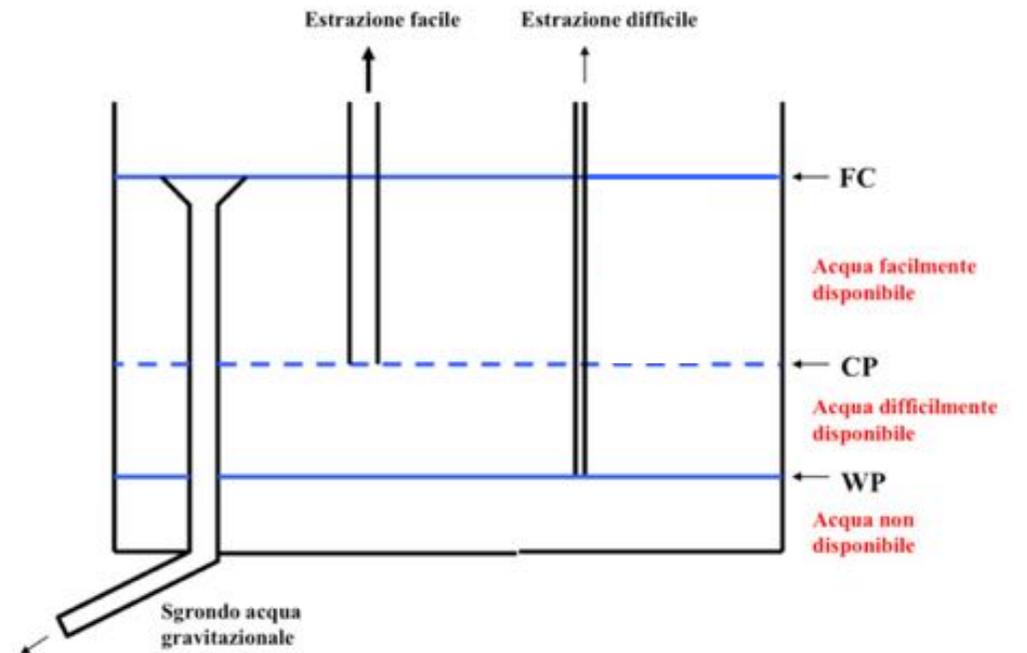
Soil Moisture Sensors



FC= Capacità idrica di campo

PC= Punto di ricarica

WP= Punto di appassimento



# Progetto RIUBSAL



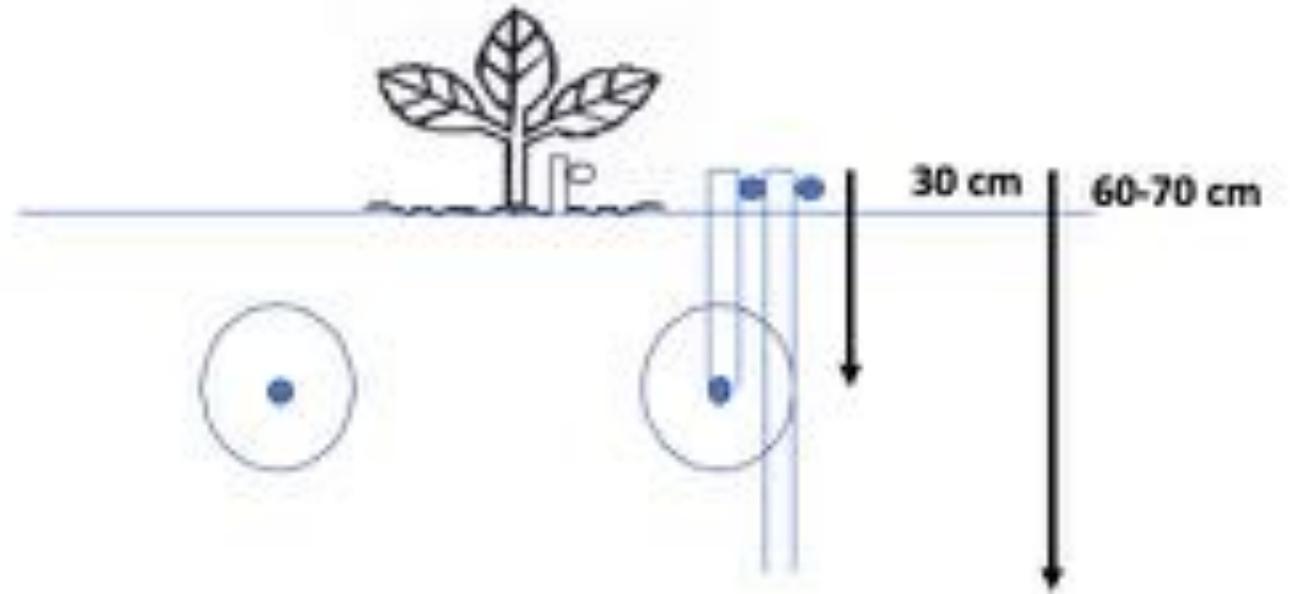
<https://www.riubsal.it>



Irrigazione di un culvitar resistente  
a *Xylella fastidiosa* (Xf) con acque reflue  
urbane affinate



## Posizionamento sonde per impianto di subirrigazione



**Progetto RIUBSAL**



## Monitoraggio umidità del suolo

Zentra cloud



# Progetto RIUBSAL

# PIANTA

**VALUTA LO STATO IDRICO  
DELL'ALBERO**

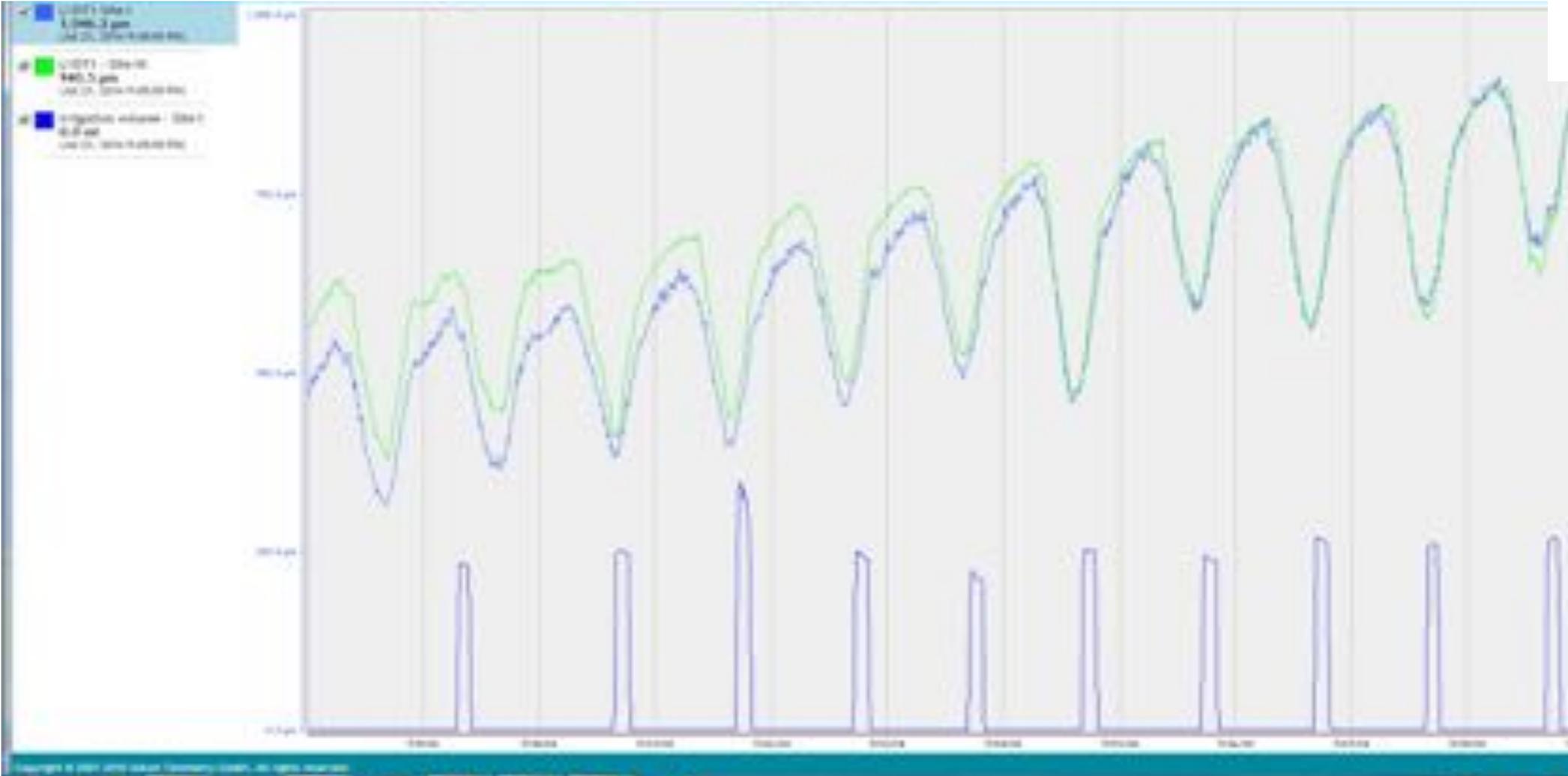
**MANODOPERA**

**NON CALIBRATO PER TUTTE  
LE COLTURE**

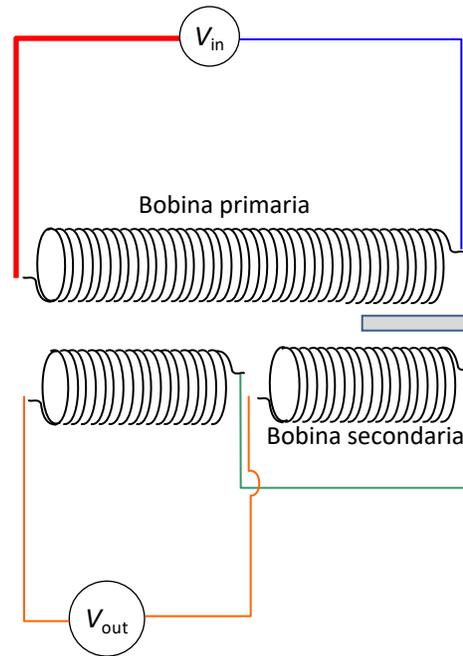


# VARIAZIONE CIRCADIANA DEL DIAMETRO DEL TRONCO

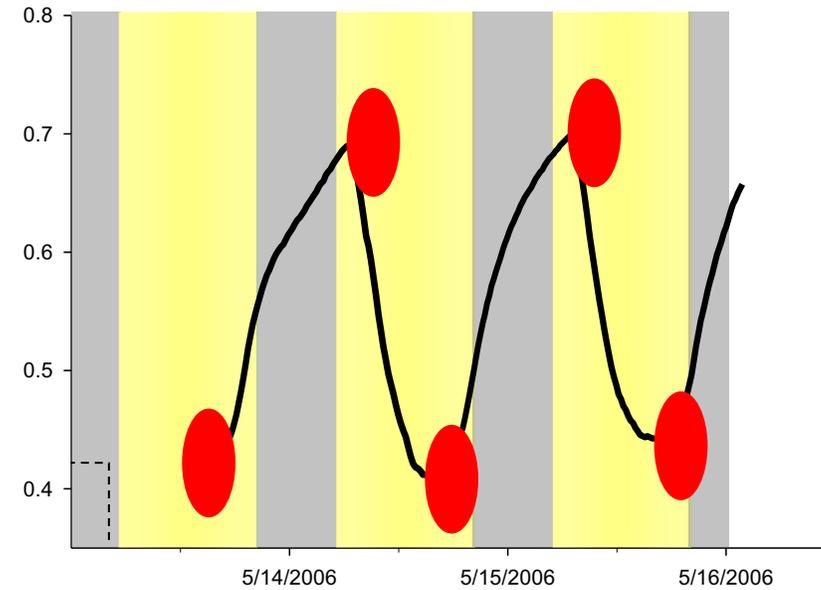
Incremento del diametro del tronco



# VARIAZIONE DEL DIAMETRO DEL TRONCO



Linear Variable Displacement Transducer LVDT



Circuito

$$D_{isplacement} = k * V_{oltage\ read\ out}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{N_{out}}{N_{in}}$$

# Metodi per il monitoraggio dello stato idrico dell'albero (e Stress)

## Leaf/Stem Water Potential



## Sap Flow



## Canopy Temperature



# CAMERA TERMICA

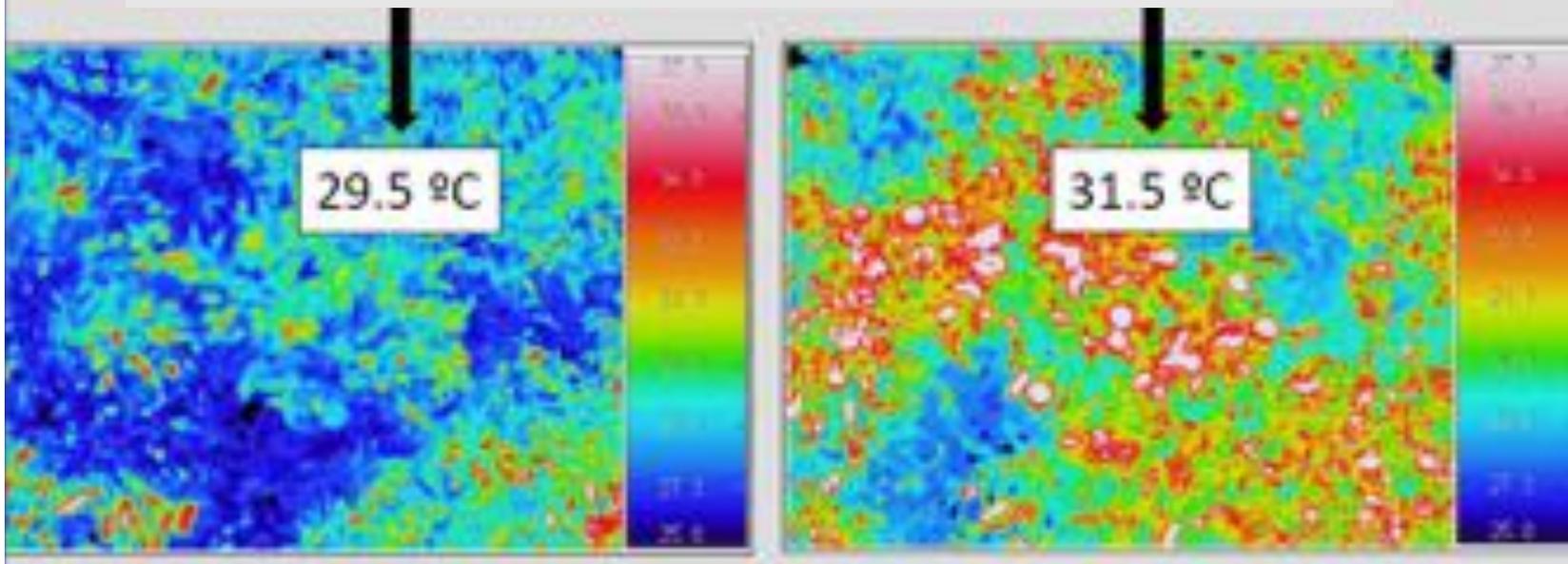


Due principali applicazioni

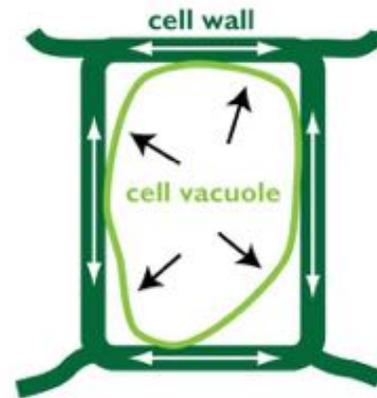
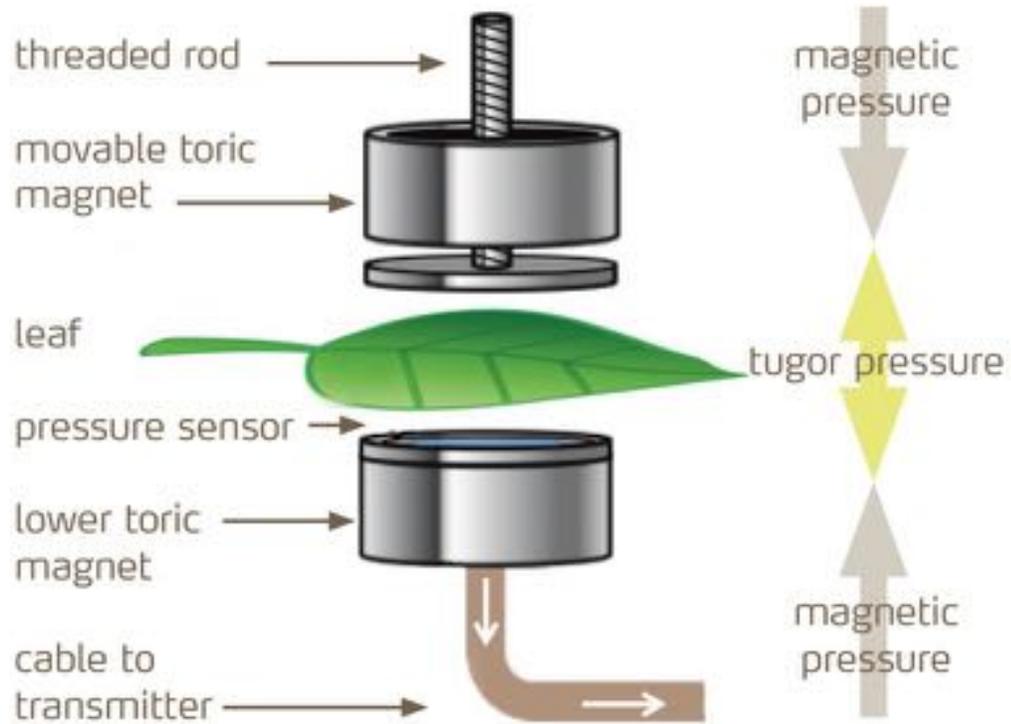
STATO IDRICO DELL'ALBERO

**Transpirazione vs. Temperatura**

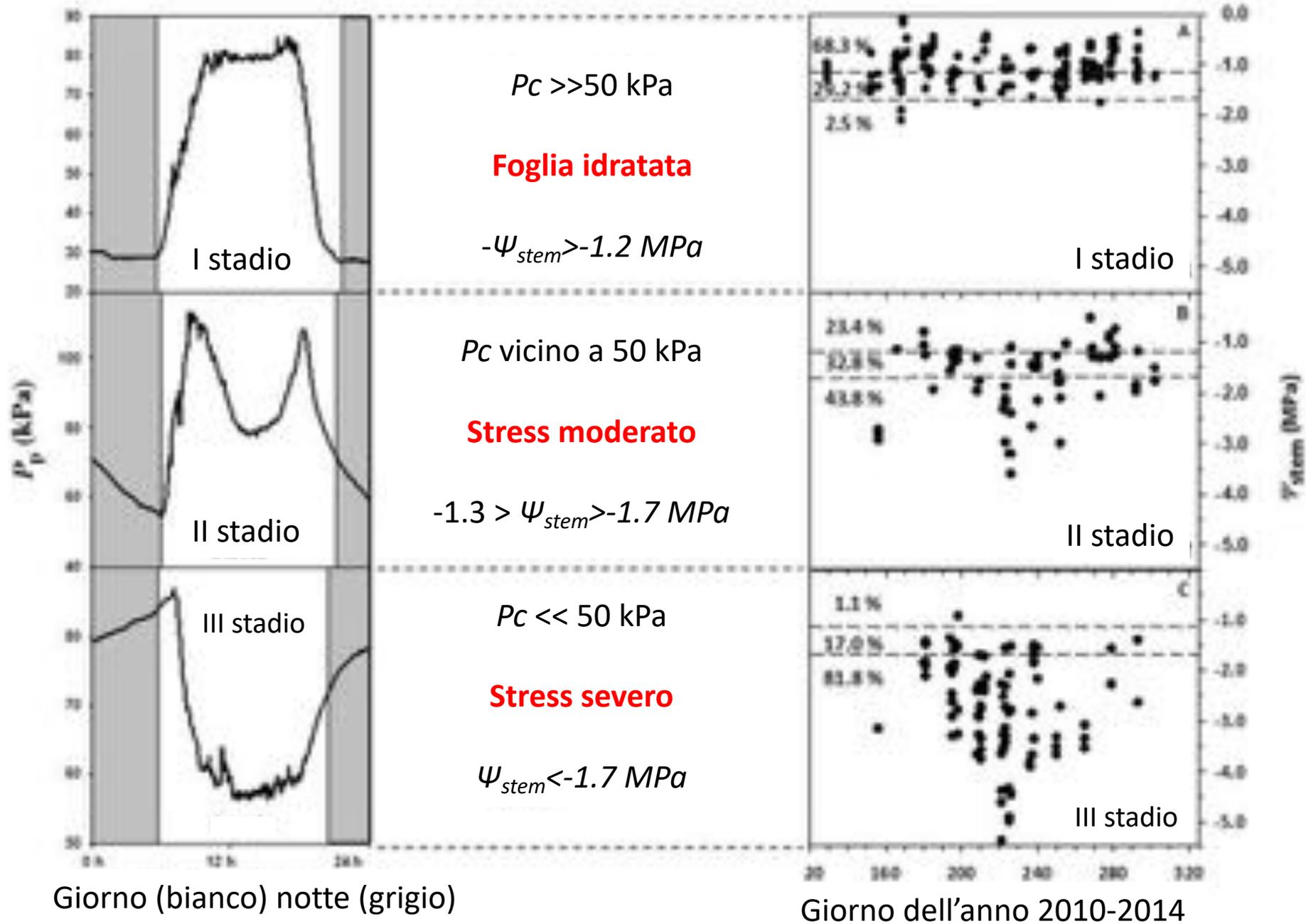
Albero ben irrigato < Albero in stress idrico



## SONDA DI TURGORE FOGLIARE ZIM PROBE



La misura del turgore fogliare viene rilevata dal sensore di pressione sotto una costante pressione esterna  $P_{clamp}$  (fino a 250 kPa)



# *Quanto, quando e dove irrigare?*



# COMBINAZIONE DI DIVERSE TECNOLOGIE

## PIANTA

(Monitoraggio dello stato idrico dell'albero)



**Quando intervenire**



## METEO

(Stima del water use)



**Quantità adeguata**



## SUOLO

(Monitoraggio del suolo)



**Dove (Feedback)**

**Obiettivo**

**1) risparmio idrico del 20%**

# Nutrizione

## - Hardware

insieme delle componenti fisiche, non modificabili di un sistema di elaborazione dati

## - Software

l'insieme delle procedure e delle istruzioni in un sistema di elaborazione dati

# Approccio integrato del riuso

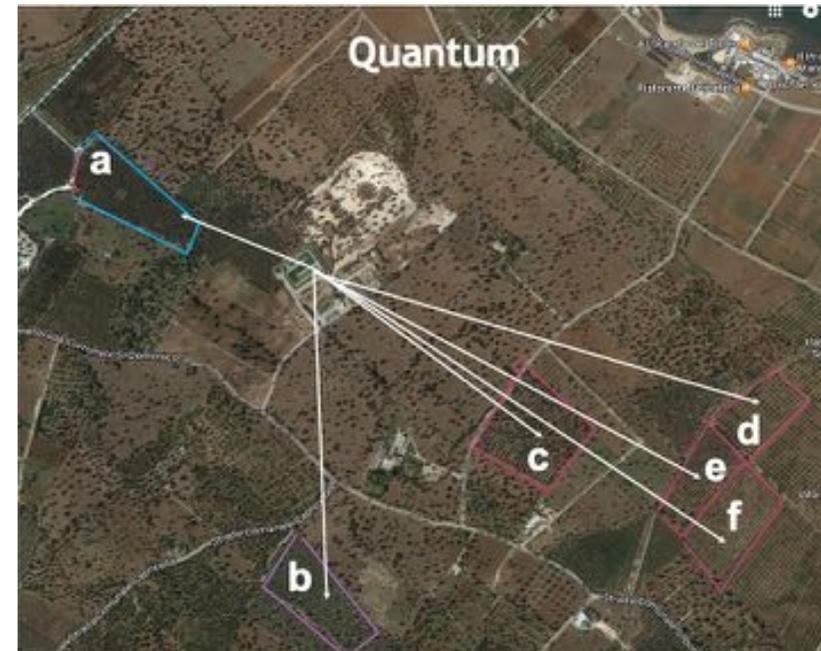
- Modulare il trattamento rispetto all'uso finale

## Trattamento delle acque



- Monitoraggio in continuo

## Gestione sostenibile dei nutrienti



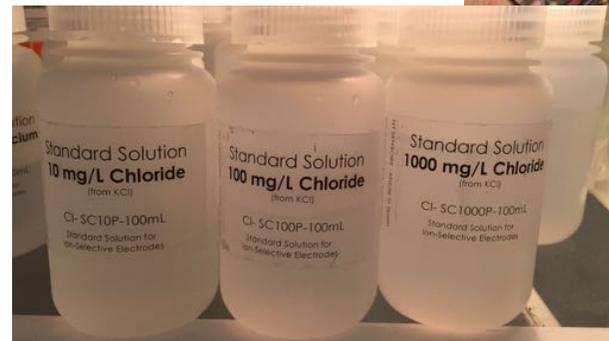
# HARDWARE

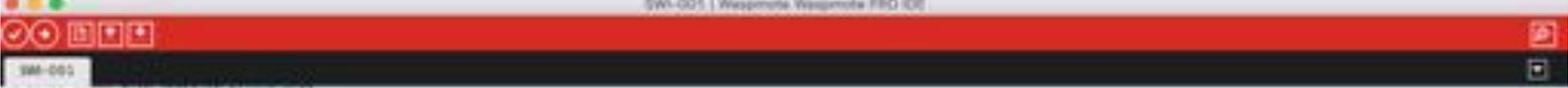


# Sensori

## Parametri

- Ca
- Cl
- Cu
- Br
- F
- $\text{NH}_4^+$
- Mg
- $\text{NO}_3^-$
- $\text{NO}_2^-$
- K
- Na
- TSS
- Ec
- pH





```

// Inizio definizione dei parametri di calibrazione
//
// Calibration concentrations solutions used in the process
//
#define point1 30.0
#define point2 300.0
#define point3 3000.0
//
// Calibration voltage values for Calcium sensor
//
#define point1_volt_Ca 2.144
#define point2_volt_Ca 2.168
#define point3_volt_Ca 2.366
//
// Calibration voltage values for NO3 sensor
//
#define point1_volt_NO3 3.888
#define point2_volt_NO3 2.900
#define point3_volt_NO3 2.671
//
// Calibration voltage values for Fluor sensor
//
#define point1_volt_F 2.847
#define point2_volt_F 1.574
#define point3_volt_F 1.388
//
// Calibration values for chloride sensor
//
#define point1_volt_Cl 2.832
#define point2_volt_Cl 2.388
#define point3_volt_Cl 2.338
//
// Define the number of calibration points
//
#define NUM_POINTS 3

```

```

// Fine parametri di calibrazione

```

```

// Read the chloride sensor
//
float chlorideVolts = chlorideSensor;
float chlorideValue = chlorideSensor;
// delay(500);

USB.print(F(" Chloride: "));
USB.print(chlorideVolts);
USB.print(F(" ppm/ug*L-1 | "));

USB.print(F("\n"));
// SRIOs Board OFF();

```

```

// Read and store the values in the Modbus registers
regs[MB_0] = (int) fluorideValue;
regs[MB_1] = (int) calciumValue;
regs[MB_2] = (int) NO3Value;
regs[MB_3] = (int) chlorideValue;
regs[MB_4] = (int) (tempValue*10);
regs[MB_5] = PWM.getBatteryLevel();
regs[MB_10] = (int) (fluorVolts*1000);
regs[MB_11] = (int) (CaVolts*1000);
regs[MB_12] = (int) (NO3Volts*1000);
regs[MB_13] = (int) (chlorideVolts*1000);

counter = 0;
}
counter = counter + 1;

```

```

delay(10)
}
Calcium: 1.199330917 Volts Calcium: 0.000000000 ppm/ug*L-1 NO3: 2.2676527963 Volts NO3: 282874.7890625000 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2256150381 Volts Fluoride: 1.73236332
Calcium: 1.1233813083 Volts Calcium: 0.000000056 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5387188564 Volts NO3: 3233.820866462 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2328942129 Volts Fluoride: 1.7637515173
Calcium: 1.1127040736 Volts Calcium: 0.000000051 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5435318386 Volts NO3: 4095.2945218750 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2527384233 Volts Fluoride: 1.4781280904
Calcium: 1.1166875362 Volts Calcium: 0.000000051 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5488024814 Volts NO3: 4379.2139140625 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2395751344 Volts Fluoride: 1.6391784934
Calcium: 1.1203732084 Volts Calcium: 0.000000043 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5493761286 Volts NO3: 4532.3042129375 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2427305820 Volts Fluoride: 1.6418807562
Calcium: 1.1209566200 Volts Calcium: 0.000000044 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5498864582 Volts NO3: 4585.9035742187 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2451875309 Volts Fluoride: 1.6291792382
Calcium: 1.1182538996 Volts Calcium: 0.000000044 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5489092356 Volts NO3: 4765.227590625 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2476572990 Volts Fluoride: 1.6385978882
Calcium: 1.1230862341 Volts Calcium: 0.000000047 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5558888697 Volts NO3: 4867.4382128900 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2493132639 Volts Fluoride: 1.6882288917
Calcium: 1.1146343396 Volts Calcium: 0.000000049 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5555567155 Volts NO3: 4827.6830273437 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2588447178 Volts Fluoride: 1.6885235566
Calcium: 1.1187777776 Volts Calcium: 0.000000051 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5579378336 Volts NO3: 3915.744628962 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2525117880 Volts Fluoride: 1.5939507987
Calcium: 1.1184999962 Volts Calcium: 0.000000053 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5625512294 Volts NO3: 3738.888378962 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2558781817 Volts Fluoride: 1.5862818884
Calcium: 1.1190687417 Volts Calcium: 0.000000053 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5651585722 Volts NO3: 3998.8242187500 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2547518264 Volts Fluoride: 1.589996828
Calcium: 1.1213981245 Volts Calcium: 0.000000056 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5687588876 Volts NO3: 3793.6777343750 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2588441362 Volts Fluoride: 1.5755888847
Calcium: 1.1214958180 Volts Calcium: 0.000000056 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5624796745 Volts NO3: 3728.887051325 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2560445944 Volts Fluoride: 1.5787268684
Calcium: 1.1279637811 Volts Calcium: 0.000000064 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5678626163 Volts NO3: 3533.853866462 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2574374675 Volts Fluoride: 1.5677189206
Calcium: 1.1297248333 Volts Calcium: 0.000000067 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5728822780 Volts NO3: 3313.8519628900 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2581258667 Volts Fluoride: 1.5413827798
Calcium: 1.1311249732 Volts Calcium: 0.000000069 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5791886236 Volts NO3: 3862.442138675 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2587098618 Volts Fluoride: 1.5622798979
Calcium: 1.1330383970 Volts Calcium: 0.000000072 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5752359795 Volts NO3: 3212.863916825 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2596806527 Volts Fluoride: 1.5776812131
Calcium: 1.1384645785 Volts Calcium: 0.000000076 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5817838641 Volts NO3: 2993.7463378900 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2688011825 Volts Fluoride: 1.5351526584
Calcium: 1.1386238132 Volts Calcium: 0.000000079 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5871827520 Volts NO3: 2880.166230925 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2683174993 Volts Fluoride: 1.5362578883
Calcium: 1.1482580781 Volts Calcium: 0.000000083 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5816621795 Volts NO3: 2987.8831811250 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2687181456 Volts Fluoride: 1.5516556770
Calcium: 1.1484465173 Volts Calcium: 0.000000085 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5876882876 Volts NO3: 2881.1281503900 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2618945780 Volts Fluoride: 1.5498241424
Calcium: 1.1483864738 Volts Calcium: 0.000000089 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5845739887 Volts NO3: 2888.1245117187 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2614391234 Volts Fluoride: 1.5481476783
Calcium: 1.1486055927 Volts Calcium: 0.000000093 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5852513113 Volts NO3: 2878.8515165718 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2616884386 Volts Fluoride: 1.5488962961
Calcium: 1.1487225717 Volts Calcium: 0.000000099 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5816249847 Volts NO3: 2999.8485273437 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2617188884 Volts Fluoride: 1.5467891683
Calcium: 1.1489143643 Volts Calcium: 0.000000099 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5856586429 Volts NO3: 2885.5418945312 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2617158889 Volts Fluoride: 1.5468841327
Calcium: 1.1516618181 Volts Calcium: 0.000000105 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5876584872 Volts NO3: 2885.1169701287 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2618112564 Volts Fluoride: 1.5464111880
Calcium: 1.1517214852 Volts Calcium: 0.000000107 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5848732394 Volts NO3: 2891.3356933933 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2620888839 Volts Fluoride: 1.5454249382
Calcium: 1.1515718182 Volts Calcium: 0.000000113 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5924696932 Volts NO3: 2654.1189151562 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2618244885 Volts Fluoride: 1.5463515137
Calcium: 1.1519947128 Volts Calcium: 0.000000117 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5977650561 Volts NO3: 2588.2084729682 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2617621893 Volts Fluoride: 1.5464451264
Calcium: 1.15193781789 Volts Calcium: 0.000000123 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5933888715 Volts NO3: 2611.6679687500 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2616908895 Volts Fluoride: 1.5465752372
Calcium: 1.1486258162 Volts Calcium: 0.000000099 ppm/ug*L-1 NO3: 2.5815558880 Volts NO3: 2786.4287189375 ppm/ug*L-1 Fluoride: 3.2619064238 Volts Fluoride: 1.5458784888

```



## Serial monitor

# Calibrazione sonda

# Decision support system

In linea con il disciplinare di Produzione Integrata Regione Puglia 2017

Desert

crea

CSIC

Università del Gargano

Water JPI

intesis

Nome

\*\*\*\*\*

Inserisci le credenziali per effettuare il login

Accesso

Desert - Decision Support System



## Dati Azienda

Azienda	Nome	Superficie (ha)
Università degli Studi di Bari " Aldo Moro "	Olivo	10

## Dati Cultura

Gruppo	Specie	Fase Ciclo	Produzione Attesa (t/ha)
Arborea	Olivo olive, legno e foglie	Piena Produzione	10

## Caratteristiche del suolo

Fosforo (ppm)	Sabbia (%)	Calcare Totale(%)	Azoto Totale (g/kg)	
30	40	21	1,1	
Potassio (ppm)	Argilla (%)	Classe Tessitura	Sostanza Organica (%)	
300	40	TendenzialmenteArgilloso	2	
Profondità (cm)	Limo (%)	Ubicazione	Drenaggio	C/N

## Andamento Meteo

Precipitazioni in mm dal 1/10 al 31/01	Apporto Ammendanti	N Anno Precedente (kg/ha)	Frequenza
170	Ammendante	30	Ogni 3 anni

[Ritorna indietro](#)



Nome:

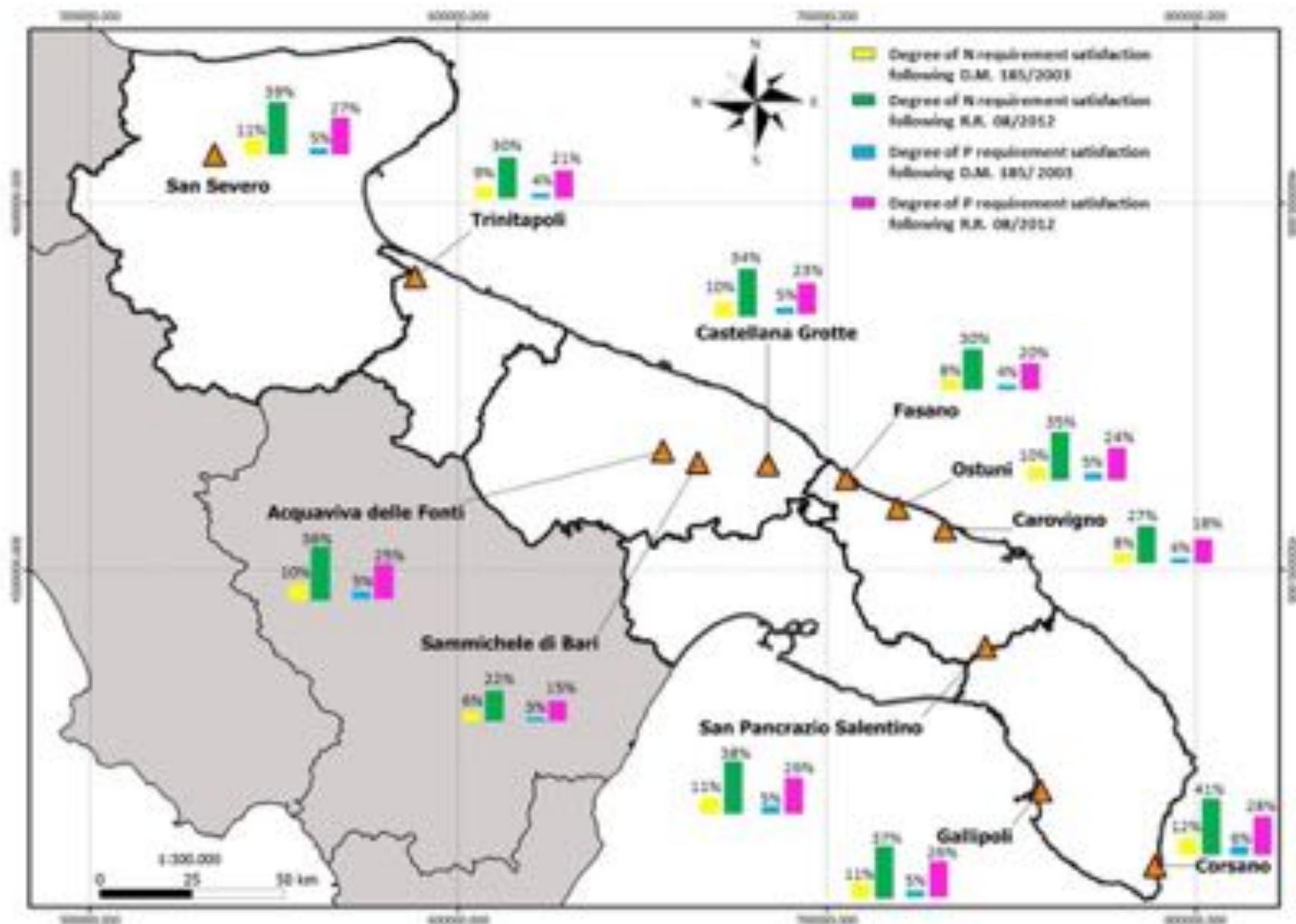
Del Giorno:

Ai Giorno:

Misure:

Visualizza:





# Piattaforme Aeree



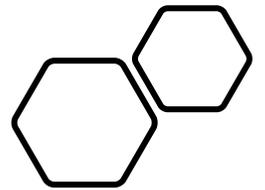
**DRONE**



**AEREO**



**SATELLITE**

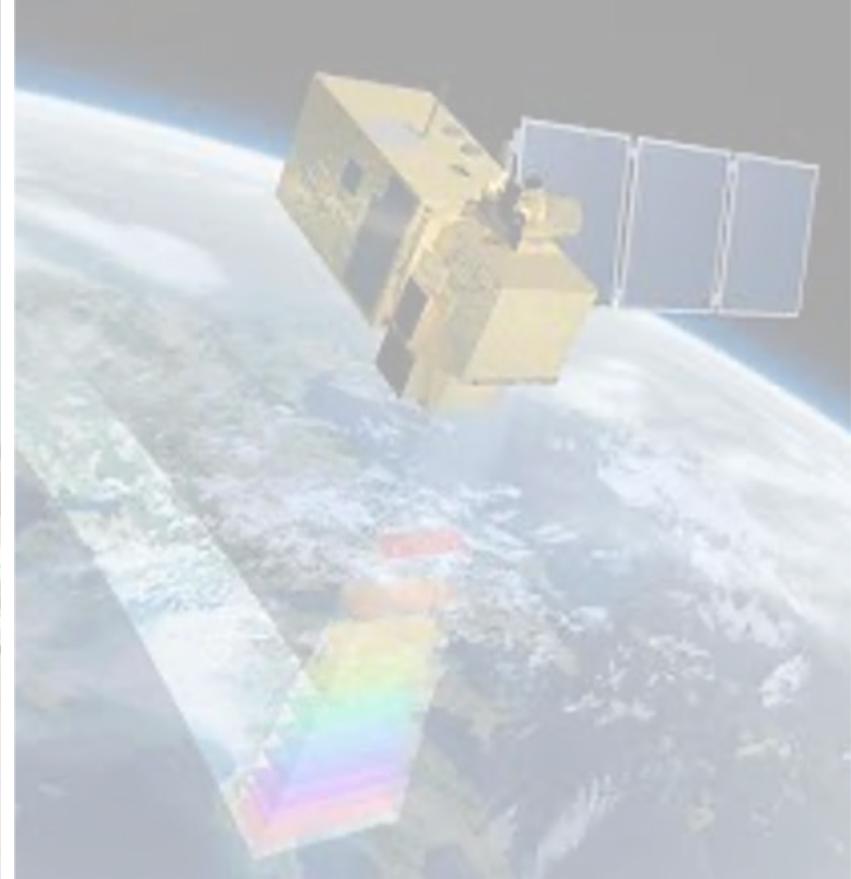




DRONE



AEREO

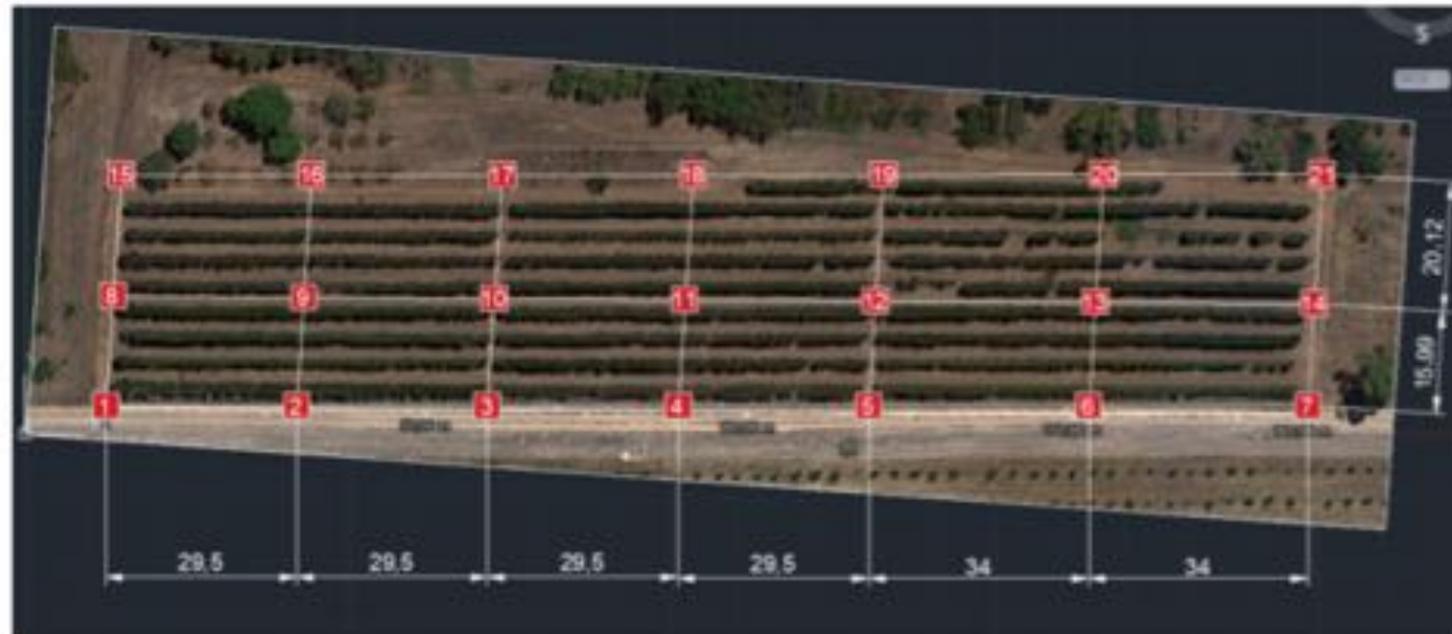


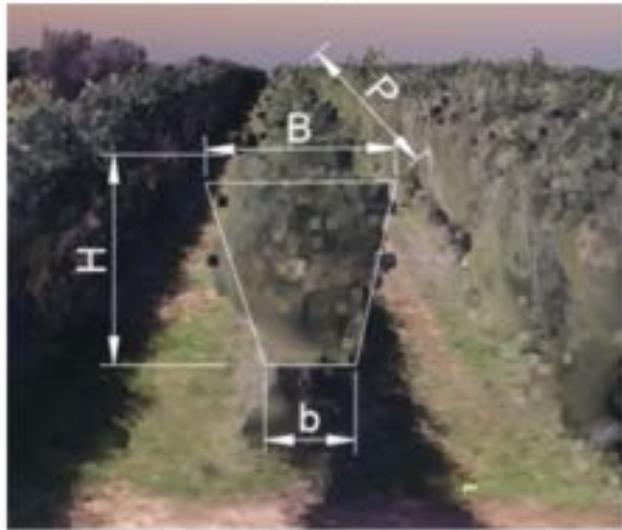
SATELLITE



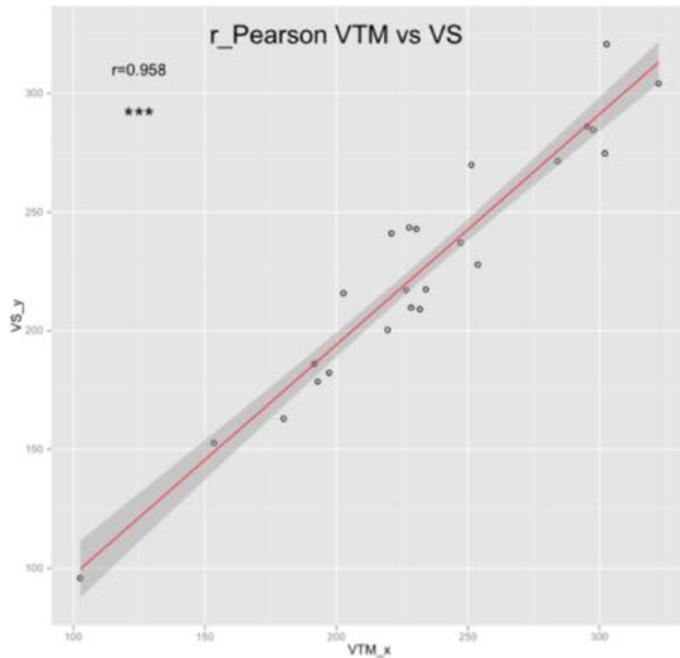
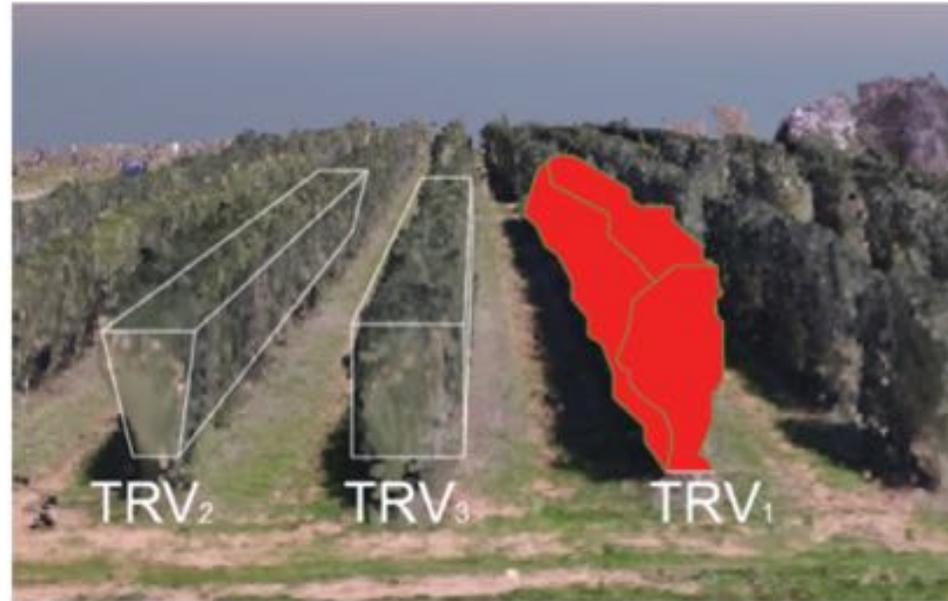
- Camera Multispettrale Parrot Sequoia
- Camera Termica Xt336 full Radiometric
- Drone Matrice 100 v2

# Determinazione del volume della chioma





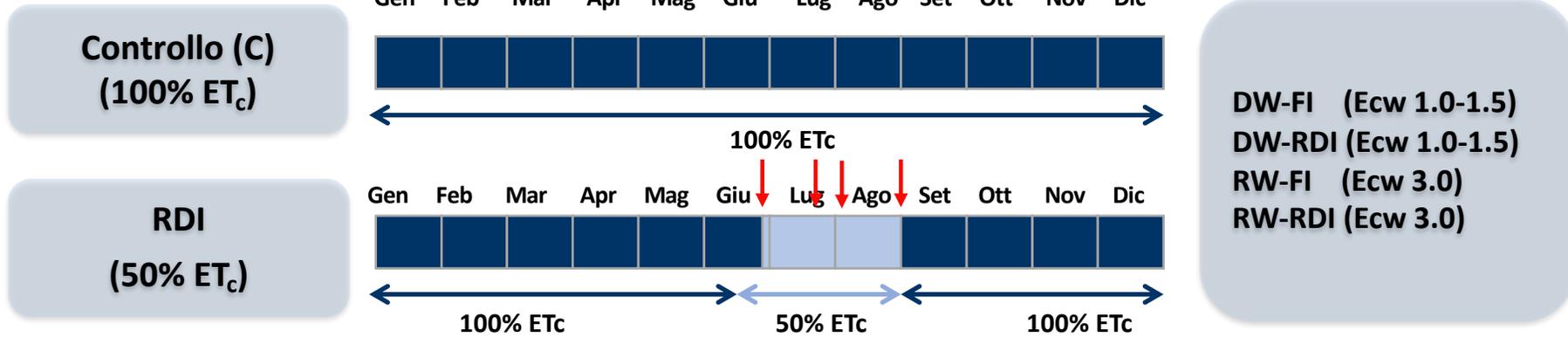
## Comparazione tra diversi sistemi di misura



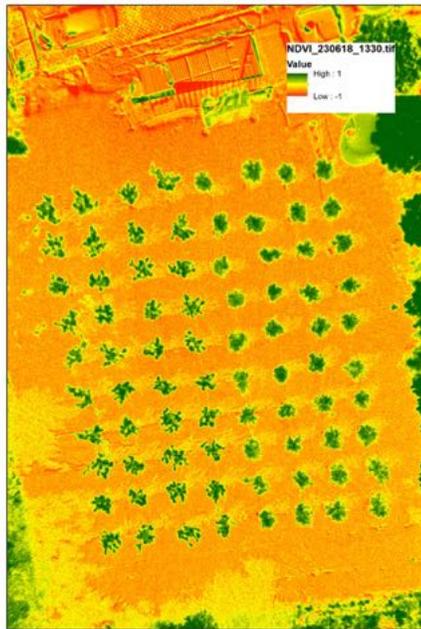
## Gestione delle potatura

# NDVI Normalized difference vegetation index

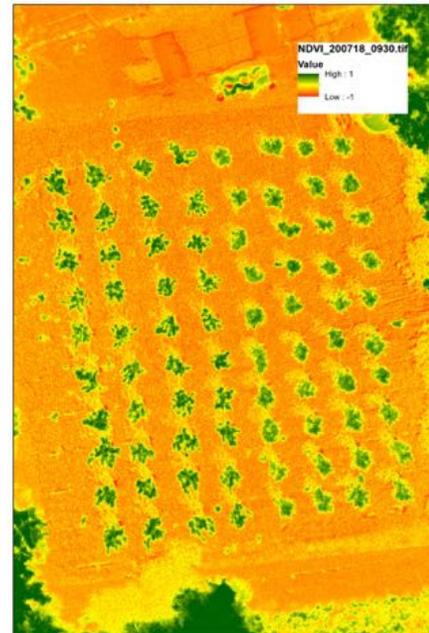
$$\frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)}$$



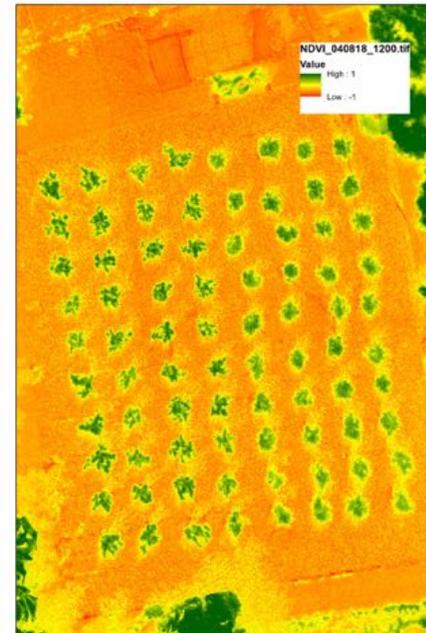
23 Giugno 2018



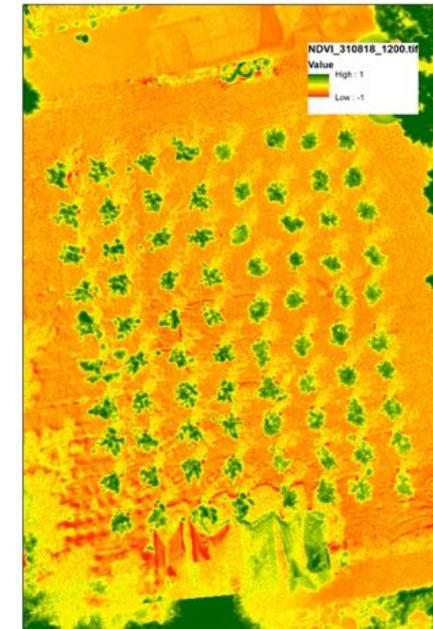
20 Luglio 2018



04 Agosto 2018

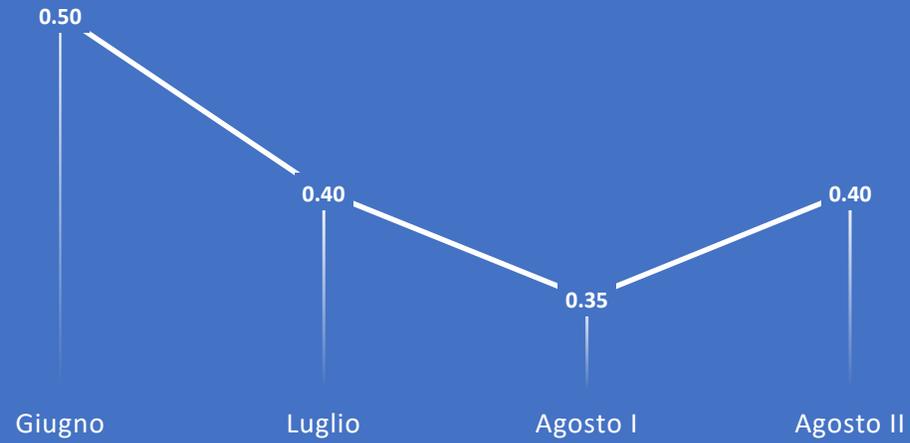


31 Agosto 2018

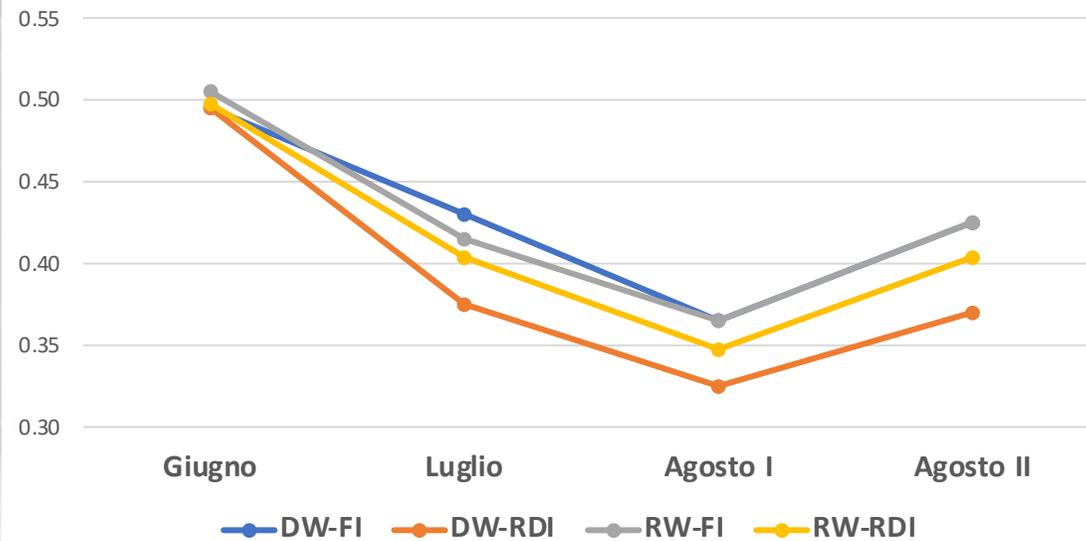


# NDVI Risultati

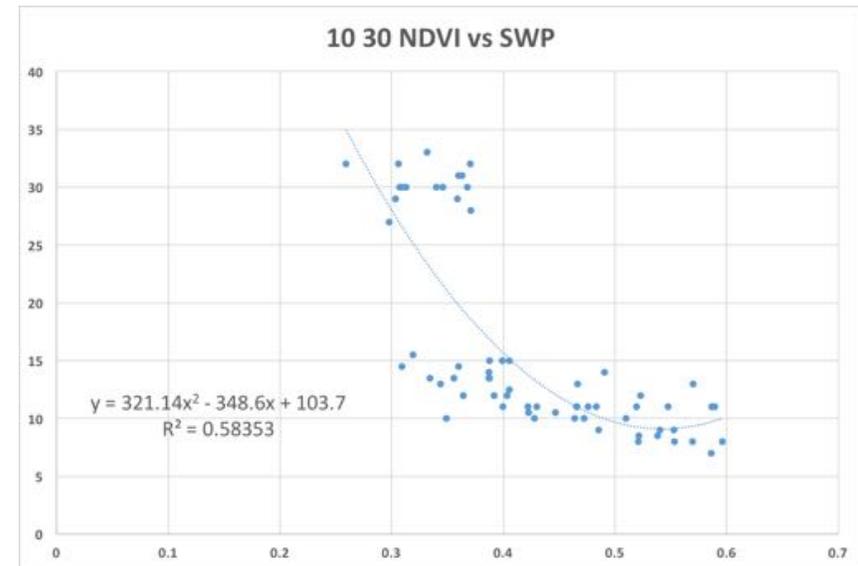
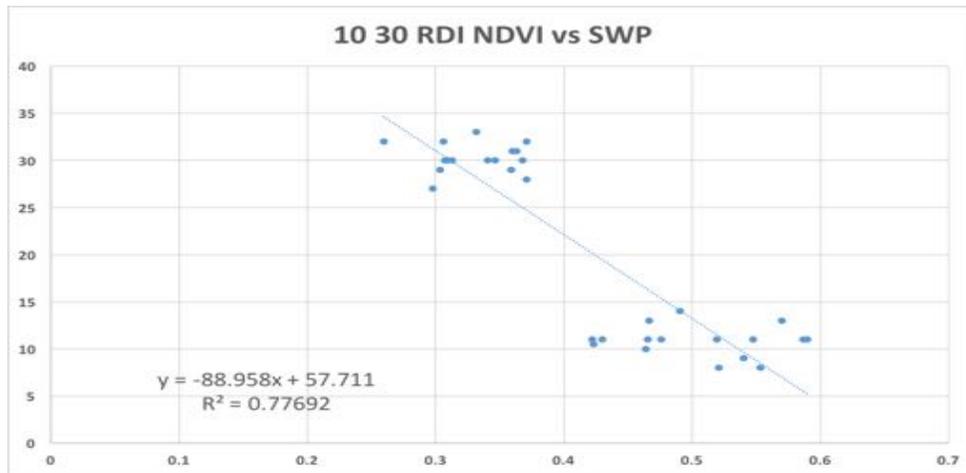
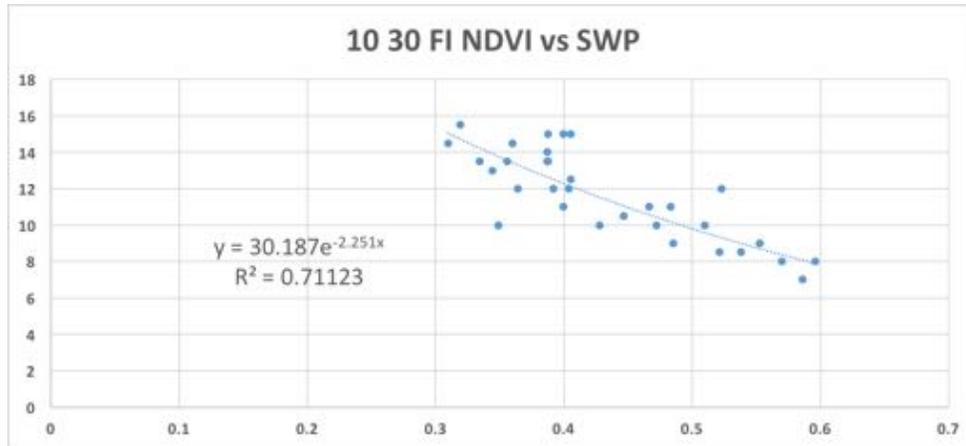
## ANDAMENTO NDVI



## Andamento NDVI nel tempo per trattamento



# NDVI ore 10.30





DRONE



**AEREO**



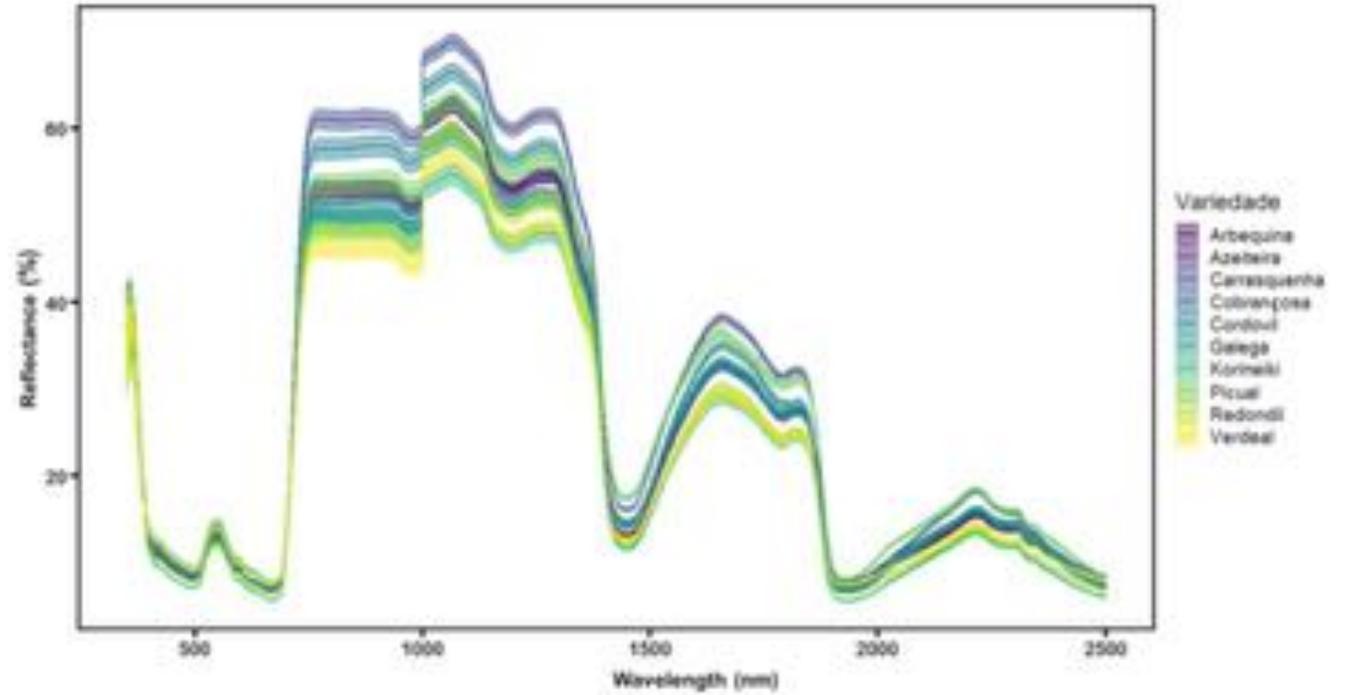
SATELLITE

# CLASSIFICAZIONE

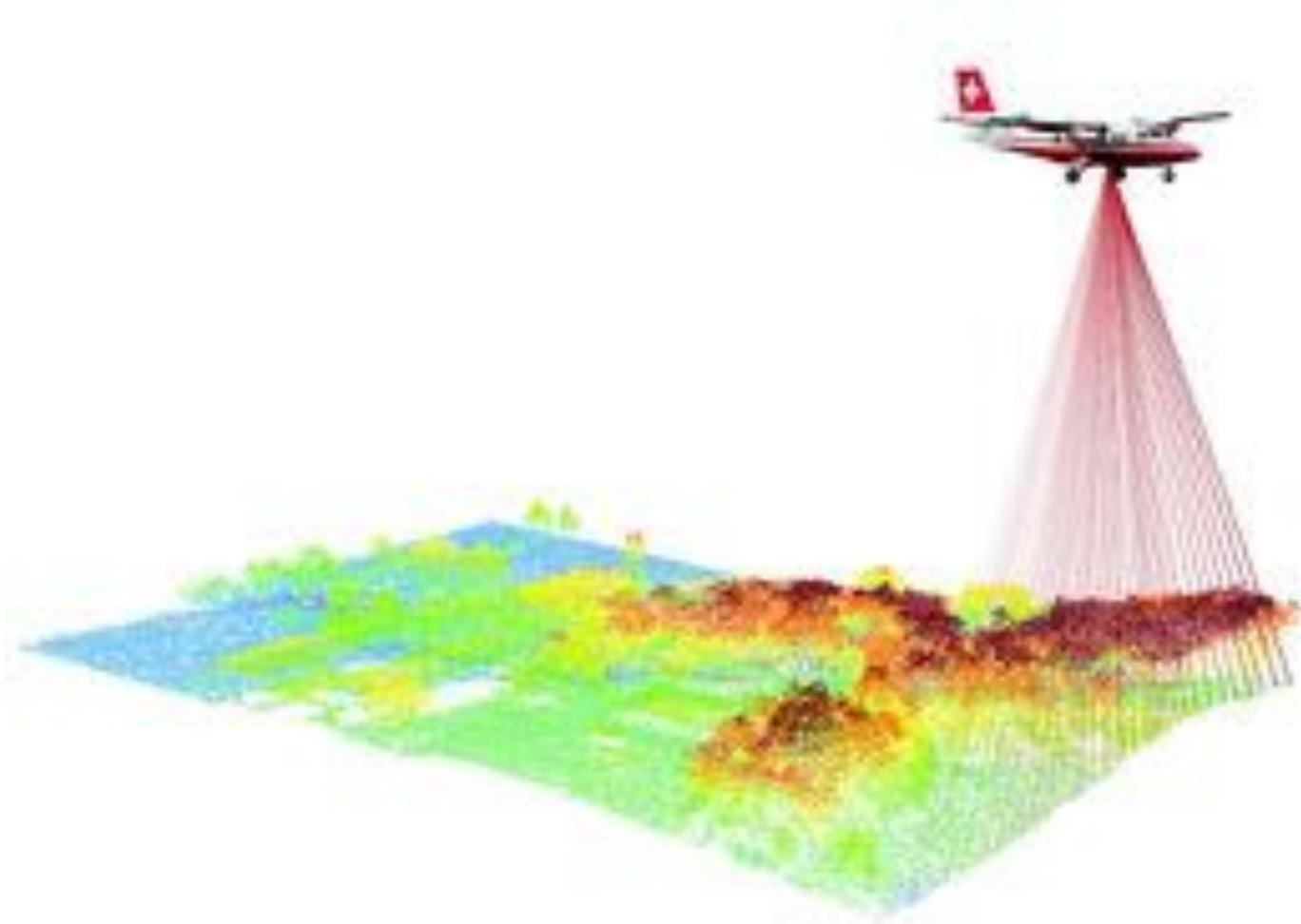
Riconoscimento specie e sistema colturale



Riconoscimento cultivar



È una tecnica di telerilevamento che permette di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser



- Misura Altezza
- Stima della biomassa

**Possibilità di utilizzare anche  
camere  
fisse o mobili a terra**

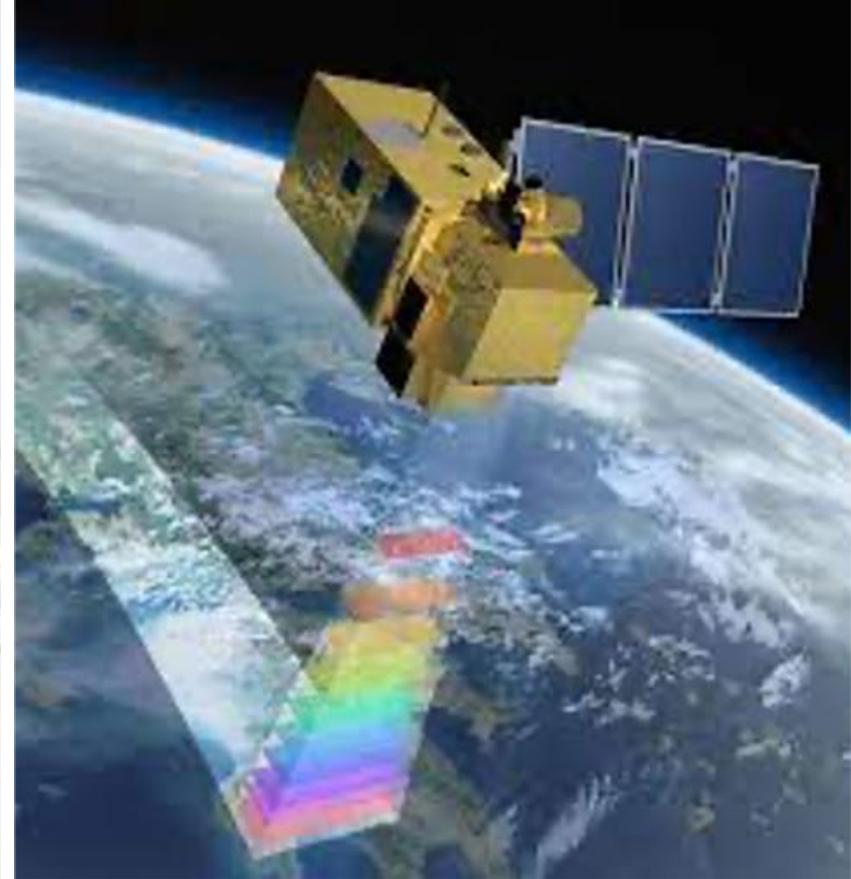
*Light Detection and Ranging - LIDAR*



DRONE



AEREO



SATELLITE

- **Copernicus: Sentinel 1 e 2**
- **COSMO-SkyMed**
- **PRISMA**
- **SICRAL**
- **PLANET**

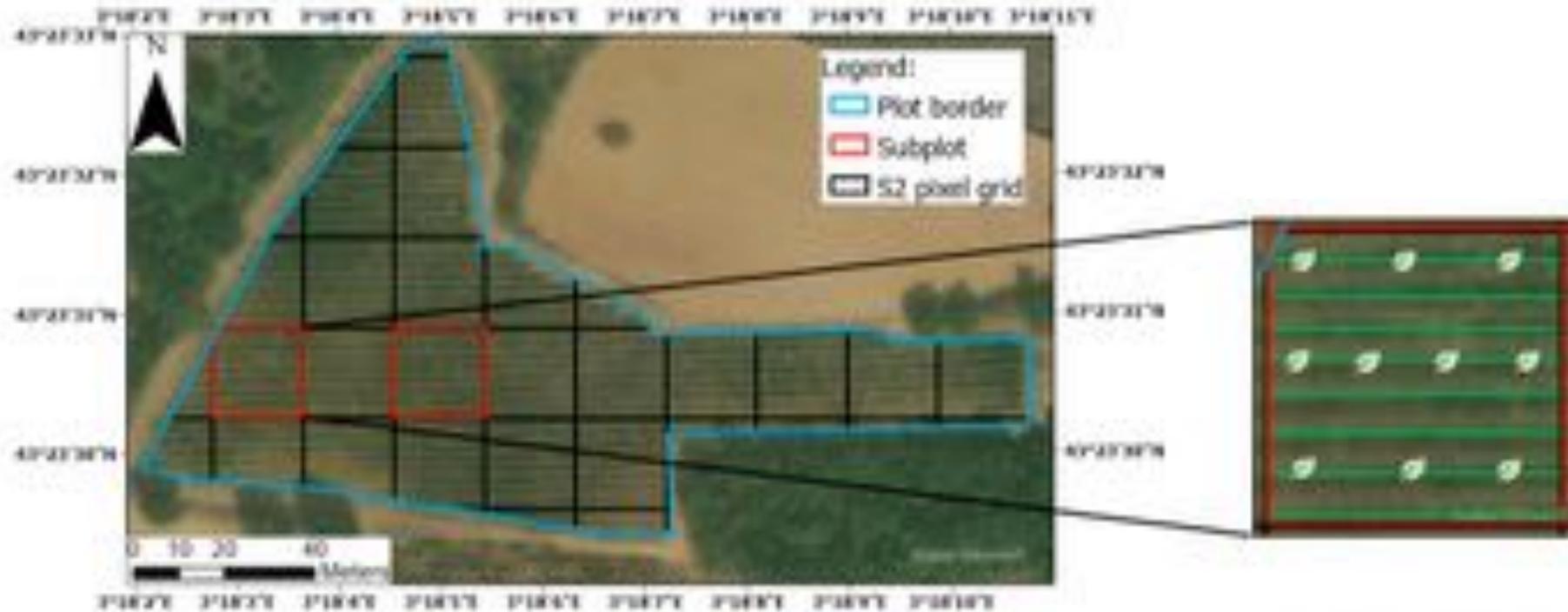
**Agenzia Spaziale Europea**  
**Agenzia spaziale Italiana**  
**Ministeri**  
**Università**  
**Privati**

Diversi programmi con diversi scopi.

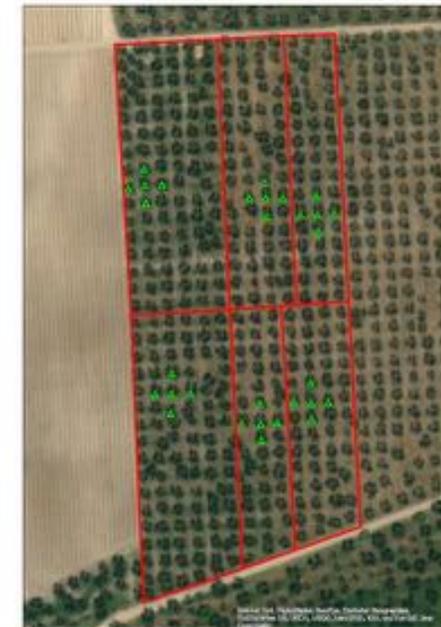
Sono caratterizzati da diverse frequenze temporali di osservazione, sensoristica e disponibilità delle immagini

## **SENTINEL 2**

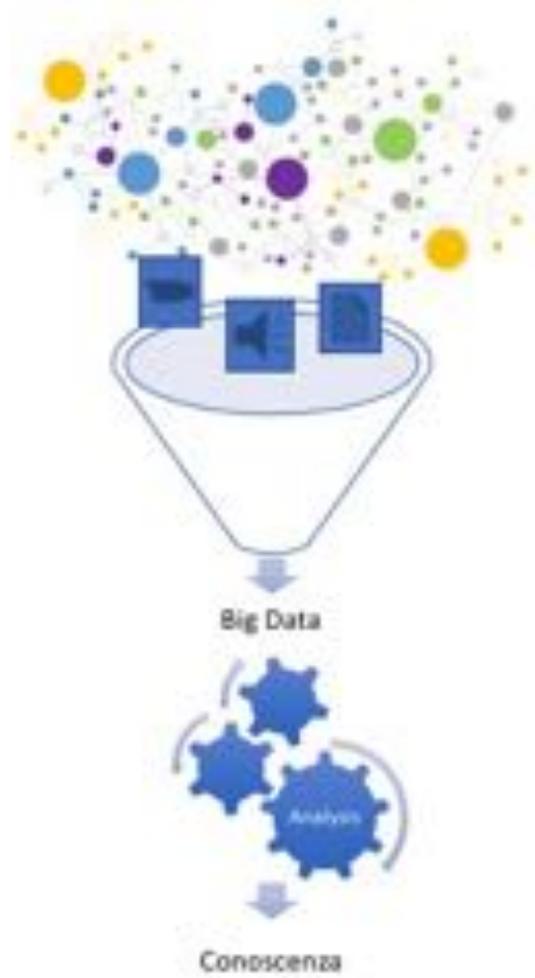
- I satelliti Sentinel-2 montano entrambi un dispositivo multispettrale (MSI) in grado di acquisire immagini su 13 canali nel visibile/infrarosso (VNIR) e nella banda dell'infrarosso ad onde corte (SWIR).
- Copertura globale delle terre emerse
- Risoluzione di dettagli al suolo di 10, 20 e 60 metri a seconda della banda dello spettro



**Mettere in relazione gli indicatori dello stato idrico con gli indici estratti dalle immagini di Sentinel**



	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B8A	B11	B12
	Blue	Green	Red	RedEdge1	RedEdge2	RedEdge3	NIR	RedEdge4	SWIR 1	SWIR 2
NDVI			X				X			
EVI	X		X				X			
GNDVI		X					X			
SAVI			X				X			
NMSI1							X		X	
NMSI2							X			X
CR12	X			X						
CHLgreen		X				X				
CHLrededge				X		X				
LREI			X	X	X	X				
MCARI		X	X	X						
MSR			X				X			
RDVI			X				X			
ARVI	X		X				X	X		
MSAVI			X				X			
IPVI			X				X			
WDVI			X				X			
TNDVI			X				X			
SR1							X		X	
SR2							X			X
NDRE1				X			X			
NDRE2				X			X			
IRECI			X	X	X		X			
RECAI		X			X		X			
REP			X	X	X		X			



# BIG DATA

# Modelli predittivi – caso di studio

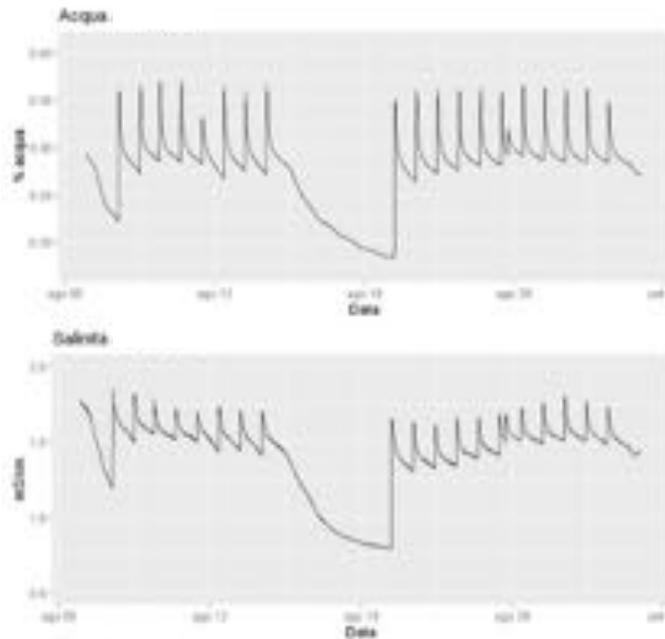
**Obiettivo:** Fornire una stima del contenuto d'acqua e della salinità del suolo alla profondità di 50 cm fino a 72 ore nel futuro.

**1. Raccolta Dati:** lo studio ha riguardato i dati rilevati nel mese di agosto 2019 (stagione irrigua) di una area agricola adibita alla coltivazione di piante di pomodori dell'azienda Fiordelisi, considerando:

- **dati sul suolo:** valori di contenuto d'acqua (%) e salinità (mS/cm) a 50 cm di profondità, rilevati da una sonda in maniera continua ogni 15 minuti;
- **dati di irrigazione:** valori di quantità d'acqua (m<sup>3</sup>) registrati giornalmente;
- **dati meteorologici:** valori orari della quantità di pioggia (mm) rilevati dalla stazione di Stornara.

## 2. Pre-processing dei dati e analisi:

- Allineamento serie temporali con frequenza oraria
- Ricostruzione missing values/wrong values
- Analisi delle autocorrelazioni



Giorno	MC PMP C (mc)	MC PMP B (mc)	MC PMP A (mc)
01/08/2019	3.2	3.2	3.2
02/08/2019	6	6	6
03/08/2019	4.7	4.7	4.7
04/08/2019	3.5	3.5	3.5
05/08/2019	3.3	3.3	3.3
06/08/2019	0	0	0
07/08/2019	4.7	4.7	4.7

## 3. Stima dei modelli:

### i. Modelli statistici stagionali:

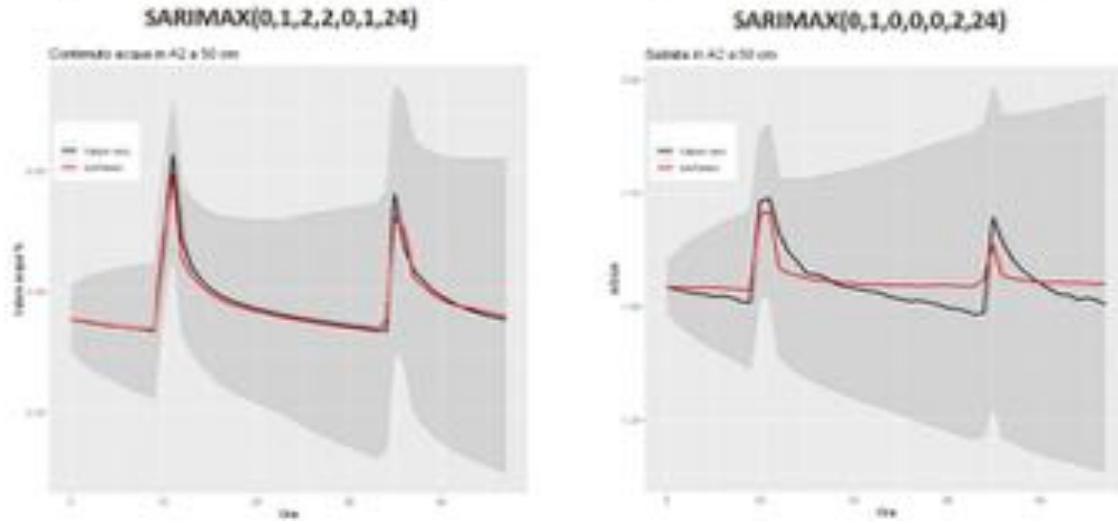
- a. Smorzamento esponenziale (metodi di Holt-Winters)
- b. SARIMA
- c. SARIMAX

### ii. Modelli Machine Learning:

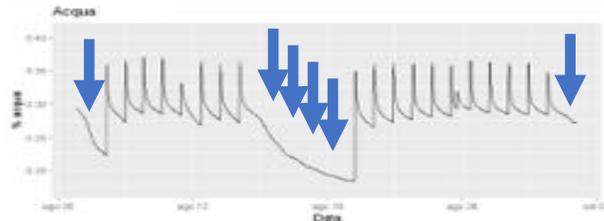
- a. (Auto)regressione lineare multipla
- b. SETAR – Self Exciting Threshold Autoregression
- c. RF – Random Forest
- d. SVR – Support Vector Regression

## 4. Valutazione performance e confronto

I **modelli stagionali**, poiché basati sulla ripetitività data dai picchi giornalieri di irrigazione, forniscono una buona stima delle due variabili soltanto quando si considerano giorni in cui viene effettuata l'irrigazione.

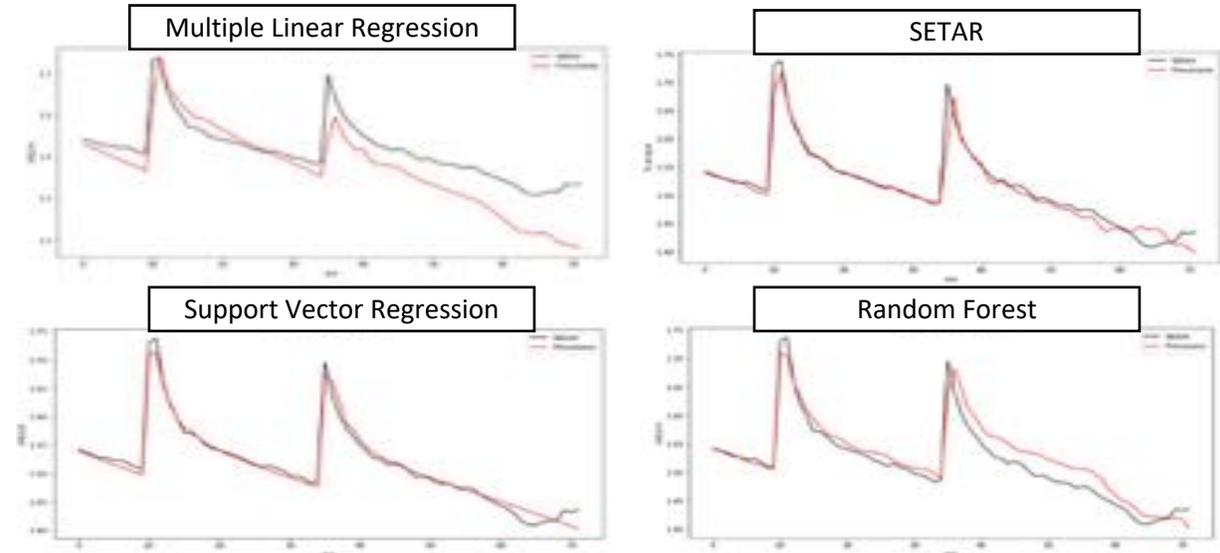
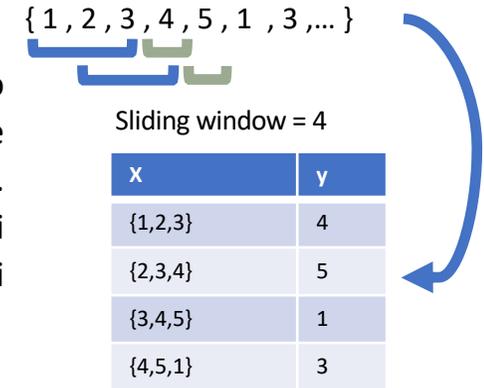


Ma vi sono alcune eccezioni: giorni in cui non viene effettuata l'irrigazione



- ✓ Tempo computazionale d'addestramento basso
- ✓ Facilmente interpretabili
- I dati devono presentare la stessa ripetitività stagionale

I modelli di tipo **Machine Learning** hanno richiesto un riadattamento dei dati mediante un approccio a finestra temporale mobile. L'opportuna finestra temporale e gli altri iperparametri dei modelli sono stati ottenuti mediante **grid-search**.



- ✓ Vasta scelta di modelli lineari e non lineari
- ✓ Performance migliori su dati che non presentano sempre la stessa ripetitività stagionale
- Tempo computazionale alto dovuto a numerose grid-search sul valore di finestra temporale e sugli altri iperparametri dei modelli
- Meno interpretabili in caso di modelli non lineari o ensemble.

# Conclusioni

- L'olivicoltura di Precisione una realtà che trova applicazioni commerciali in Italia ormai da diversi anni
- Conoscenze multidisciplinari
- Tecnologie a basso costo
- Tecnologie di facile utilizzo



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI BARI  
ALDO MORO



Dipartimento di Studi Umanistici  
Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali  
**STORIA E INNOVAZIONE  
NELLA FILIERA OLIVICOLA-OLEARIA**

Grazie per la cortese attenzione

Per info: [gaetano.vivaldi@uniba.it](mailto:gaetano.vivaldi@uniba.it)

