



# Approcci «Plant Based» per una gestione idrica razionale delle colture arboree

**Pasquale LOSCIALE**

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente, Bari  
[pasquale.losciale@crea.gov.it](mailto:pasquale.losciale@crea.gov.it)

**Luigi MANFRINI**

Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari  
[luigi.manfrini@unibo.it](mailto:luigi.manfrini@unibo.it)



## Plant Based Indicator (PBI)



“La pianta è sensore di se stessa: se l'organo *target* mostra condizioni ottimali, la coltura è nello stato desiderato; viceversa bisogna agire”

- **Chioma**
- **Frutti**
- **Radici**

*Eco-fisiologia*



# Qual'è la variabile migliore?

**Pn & gs:** misure dirette ma *time consuming* (~3 min/leaf)

**Ψ:**  $\Psi_{leaf}$ , veloce ma non sempre affidabile;  $\Psi_{stem}$ , affidabile ma *time consuming*,  $\Psi_{tur}$  ...;

**$T_{leaf}$  e CWSI:** facile e veloce da misurare ma non sempre affidabile

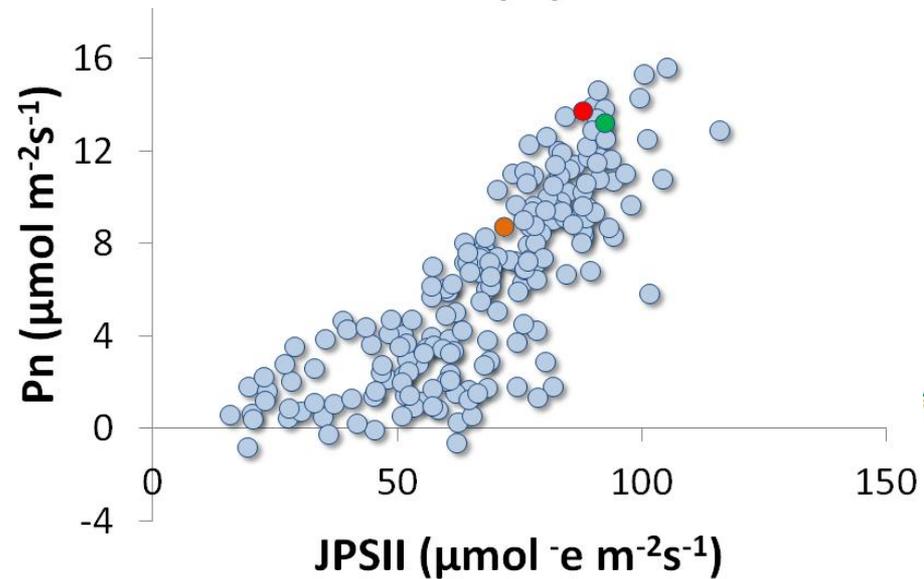
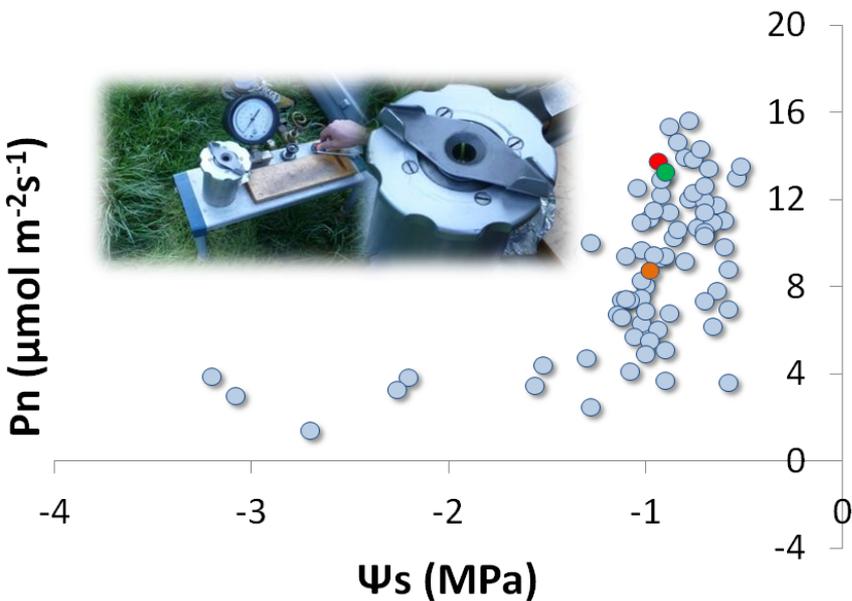
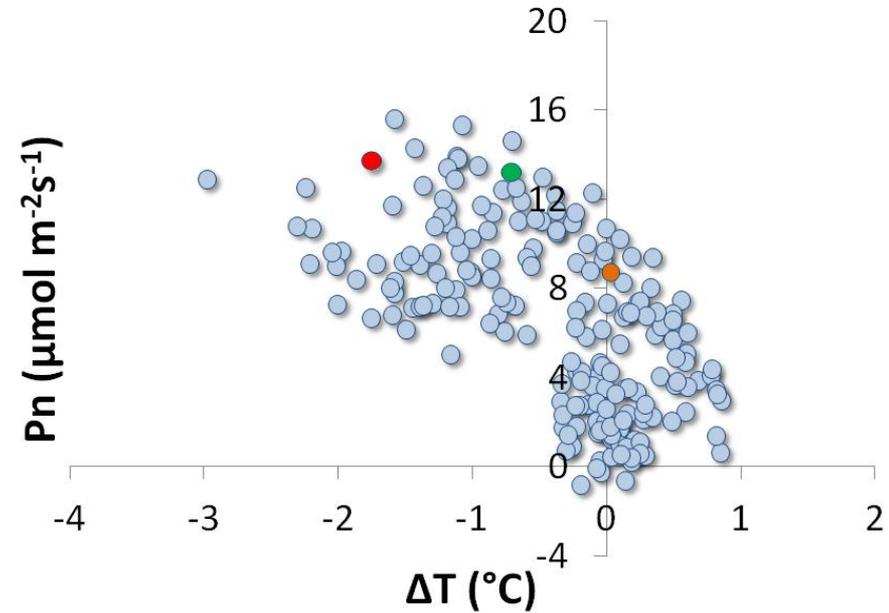
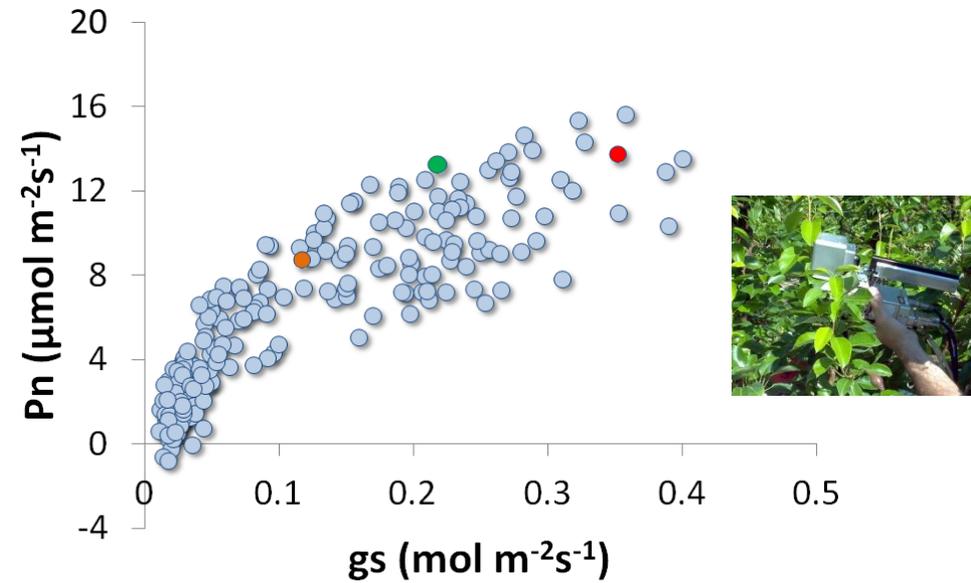
**Chl fluorescence:** facile e veloce da misurare, a volte poco sensibile

**PRI:** facile e veloce da misurare a volte poco sensibile

**NDVI:** facile e veloce da misurare ma molto legato alla «greeness» e meno alla funzionalità

$$-1 < \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)} < +1$$

# Plant-based indices and sensors



**$P_n = f$**

- $-e$  in uscita da PSII
- $[CO_2]$  ai siti di carbossilazione
- Attività carbossilativa di RuBisCo

• **Flusso in uscita da PSII** →

$$J_{PSII} (Chl F)$$

• **[CO<sub>2</sub>] ai siti di carbossilazione**

∝

$$\left. \begin{array}{l} \bullet \text{ gs} \\ \bullet \text{ gm} \end{array} \right\} \rightarrow \Delta T$$

• **Attività carbossilativa di RuBisCo**

∝

$$\left. \begin{array}{l} \bullet \text{ KO} \\ \bullet \text{ KC} \end{array} \right\} \rightarrow T_l$$



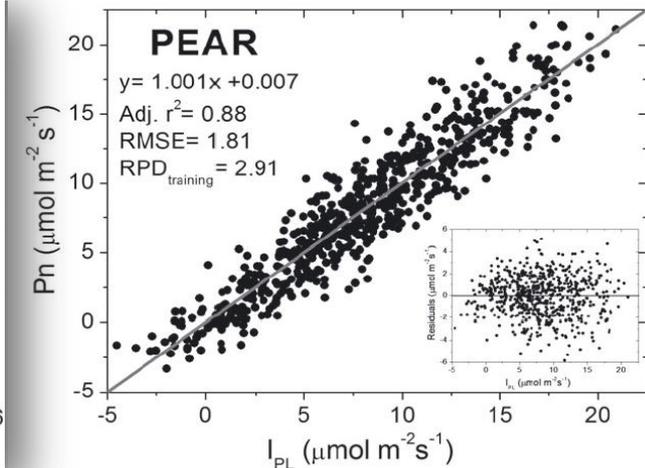
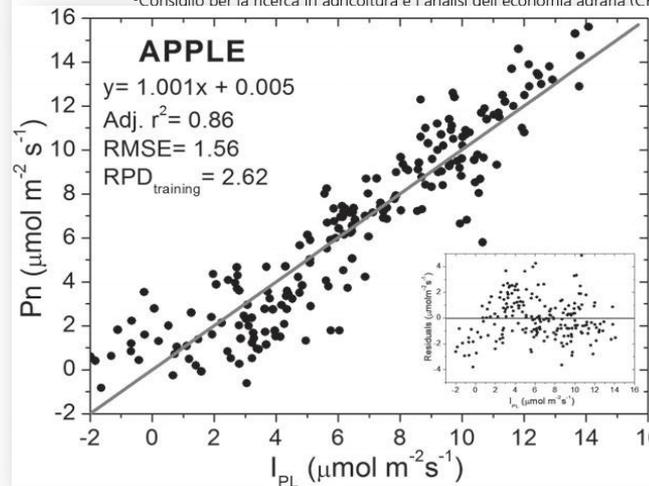
## A multivariate approach for assessing leaf photo-assimilation performance using the $I_{PL}$ index

Pasquale Losciale<sup>a,\*</sup>, Luigi Manfrini<sup>b</sup>, Brunella Morandi<sup>b</sup>, Emanuele Pierpaoli<sup>b</sup>, Marco Zibordi<sup>b</sup>, Anna Maria Stellacci<sup>a</sup>, Luca Salvati<sup>c</sup> and Luca Corelli Grappadelli<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA), Research Unit for Cropping Systems in Dry Environments, Bari, Italy

<sup>b</sup>Department of Agricultural Science, University of Bologna, Bologna, Italy

<sup>c</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CRA), Research Centre for Soil-Plant System studies, Rome, Italy



•  $I_{PL} \propto P_n$

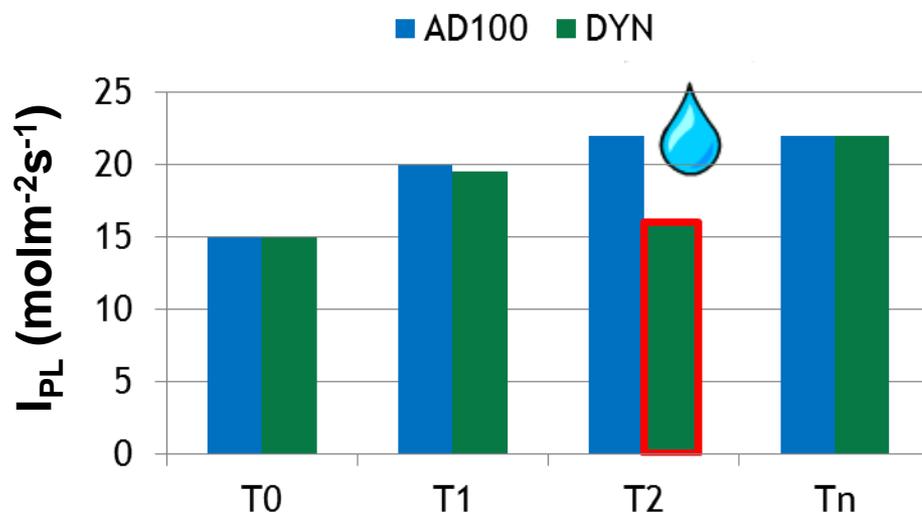
- Accurate
- Time saving
- Representativeness

• *Proximal (Actually)*

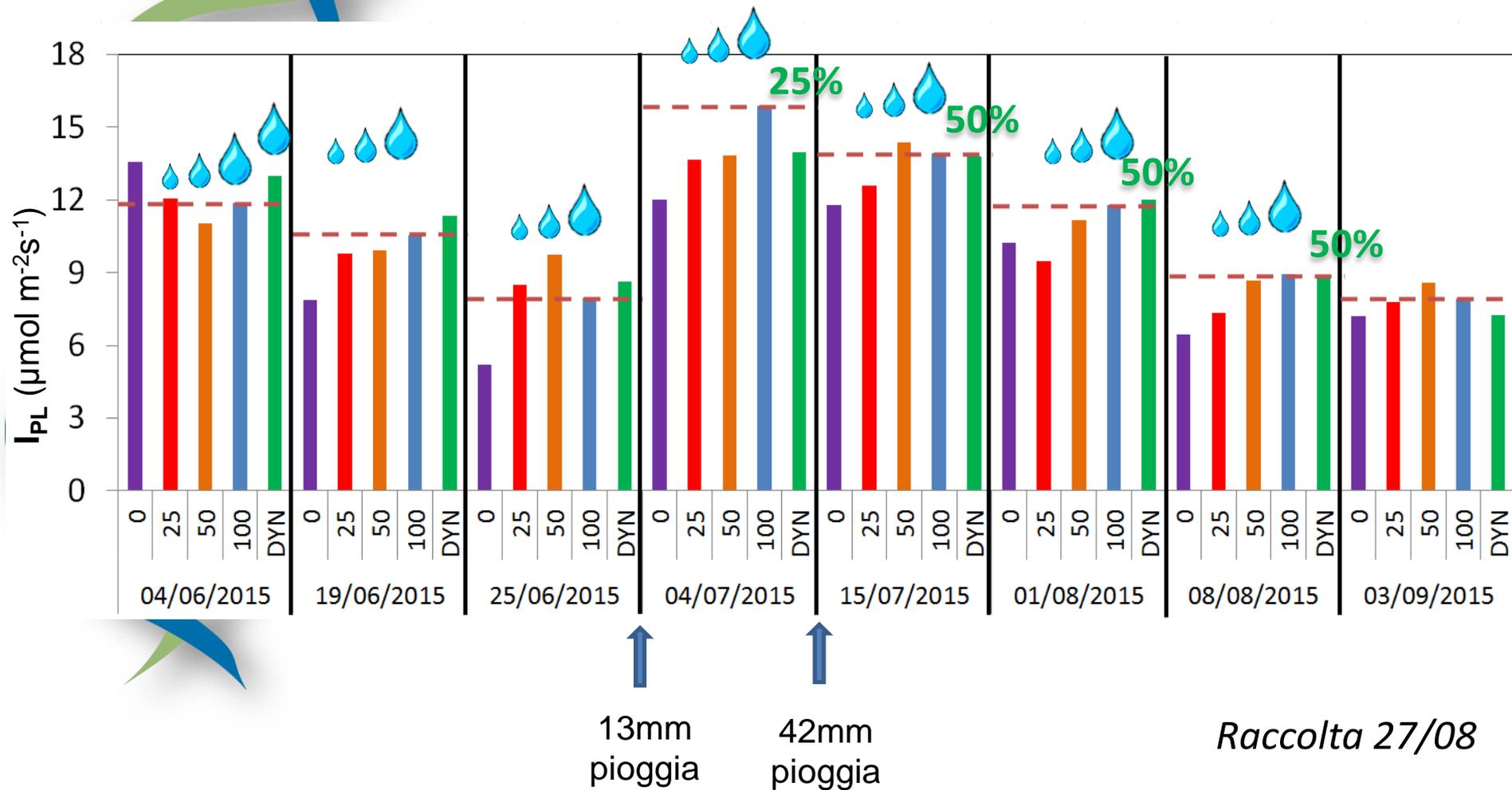
## 2013 "Abate Fétel su Adams allevato a fus

WT	RS	Adams (AD)
100%(Etc)		AD100
50%(Etc)		AD50
25%(Etc)		AD25
0%(Etc)		AD0

DYN



- **Produttività:** numero di frutti e peso medio; produzione totale potenziale > 65mm (t ha<sup>-1</sup>)
- **Efficienza:** IWUE (g peso fresco dei frutti per litro di acqua fornita); WUE (g peso fresco dei frutti per litro di acqua inclusa la pioggia)





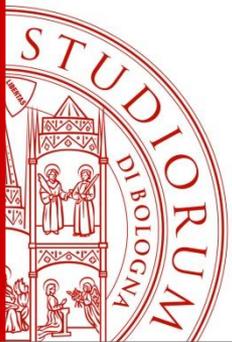
TRT	FW (g)	P_TOT	P_M	H <sub>2</sub> O_I	H <sub>2</sub> O_T	IWUE	WUE
	(g)	(t ha <sup>-1</sup> )		(m <sup>3</sup> )		(g FW l <sup>-1</sup> )	
<b>T0</b>	171.03c	29.64b	11.79b	0	1499	-	19.77
<b>T25</b>	174.12c	28.86b	10.09b	420	1919	68.70	15.04
<b>T50</b>	241.46ab	42.99a	37.20a	840	2339	51.17	18.38
<b>T100</b>	231.35b	41.68a	34.34a	1680	3179	24.81	13.11
<b>DYN44</b>	249.30a	45.07a	40.96a	735	2230	61.32	20.17



- L'approccio Plant Based sembra essere promettente



- Quando ... Quanto



# Il monitoraggio del frutteto



**Dati ambientali**



**Stato  
del suolo**

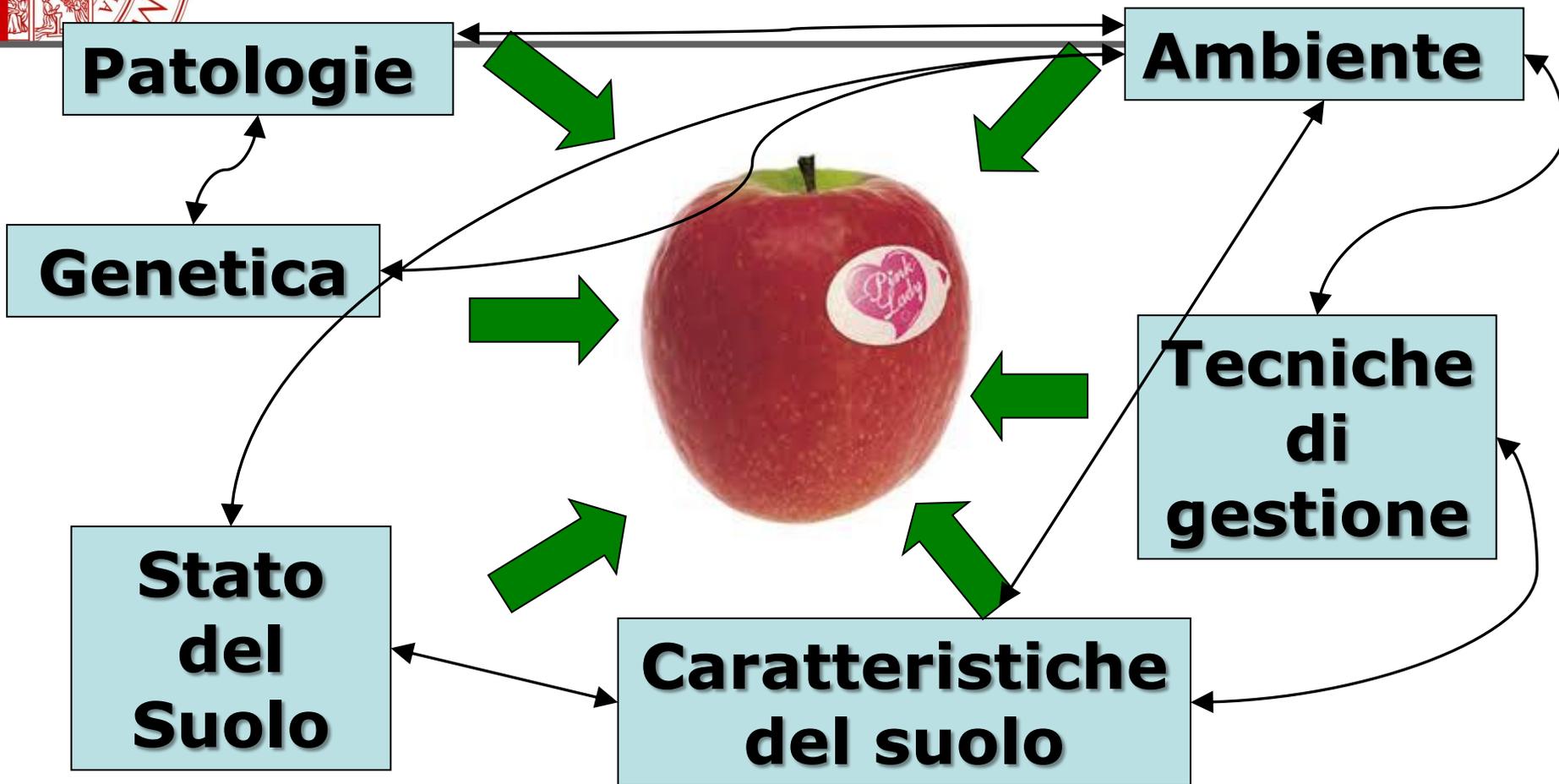
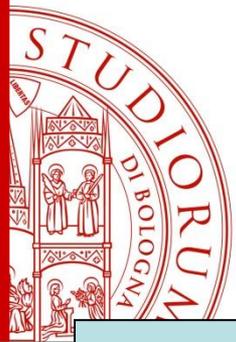


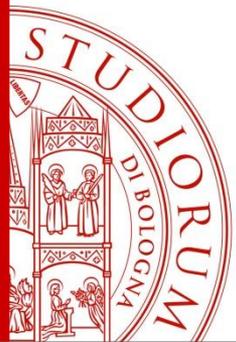
**Gestione patogeni**

**E il frutto?**



# L'obiettivo produttivo





# La crescita del frutto: Un bilancio

**CRESCITA  
DEL  
FRUTTO**

**=**

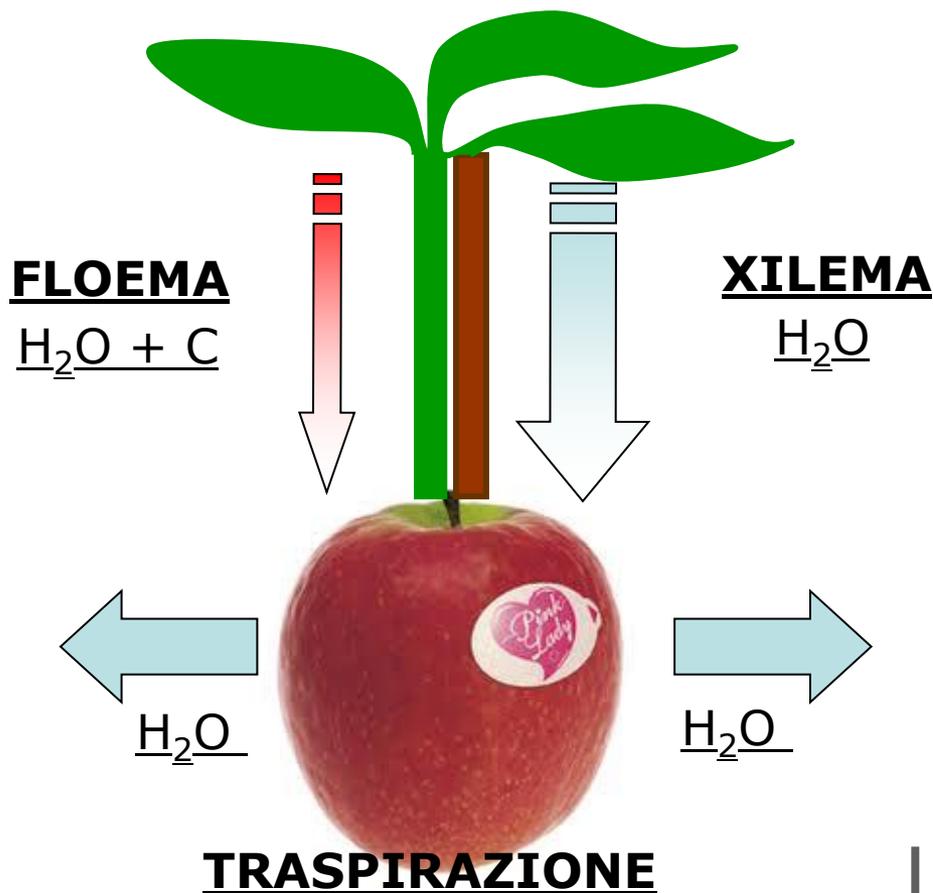
**FLOEMA**

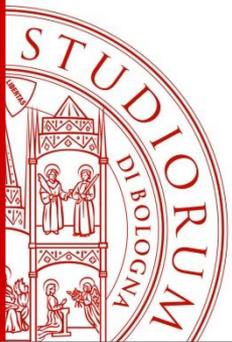
**+ / -**

**XILEMA**

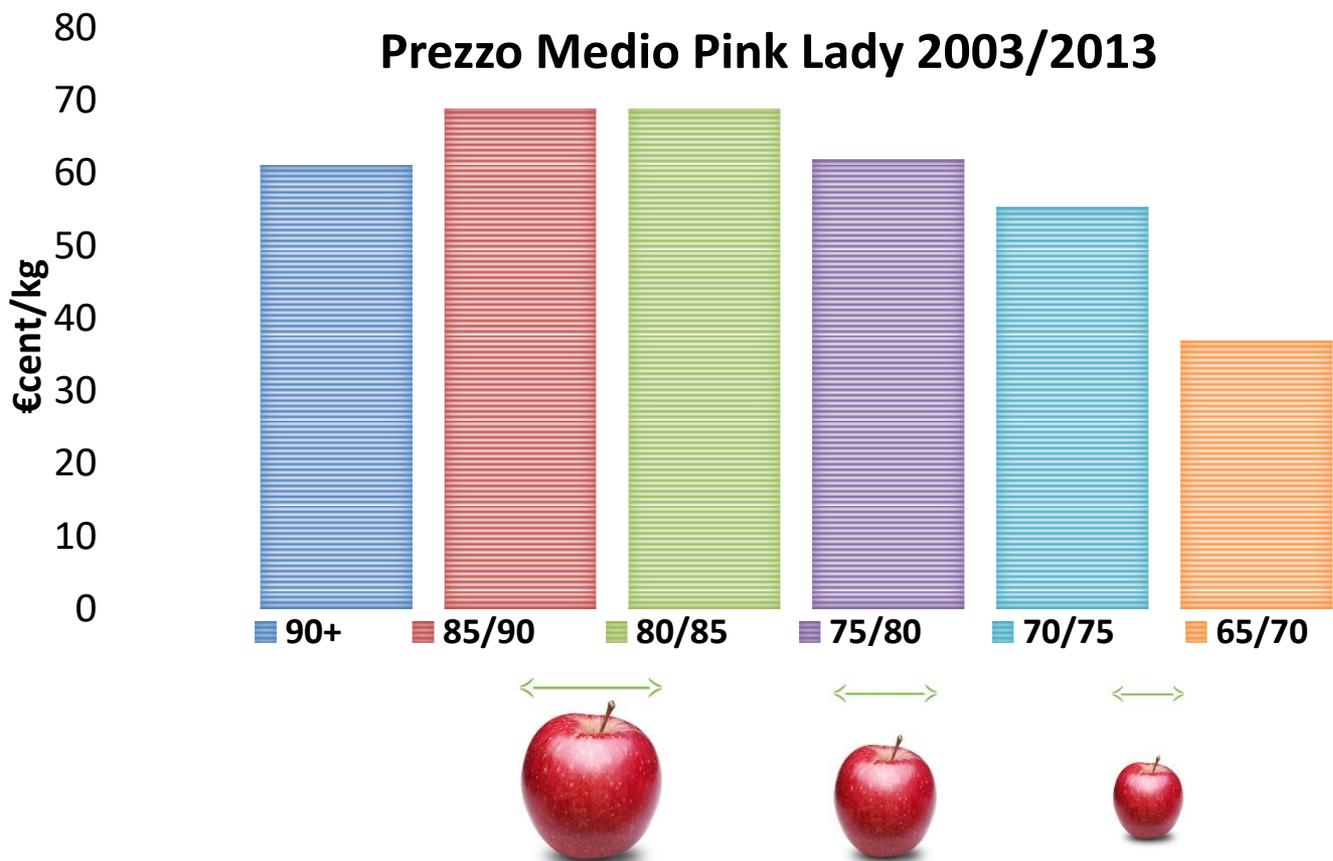
**-**

**TRASPIRAZIONE**





# € e distribuzione in classi

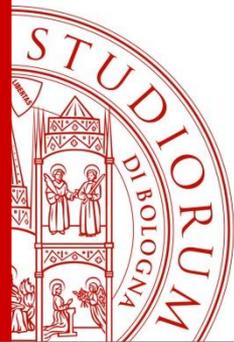




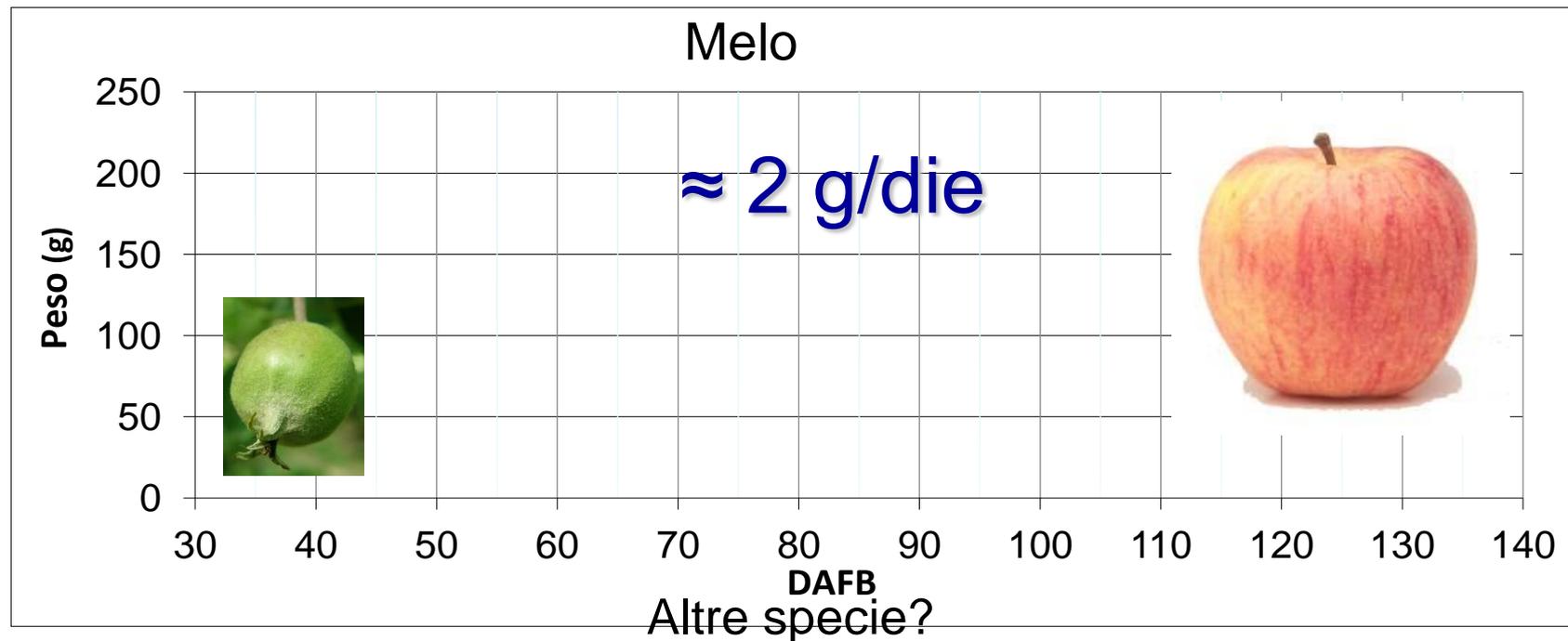
0,50 €

0,02 €

**“Le previsioni sono fondamentali”**



# Quanto cresce un frutto?

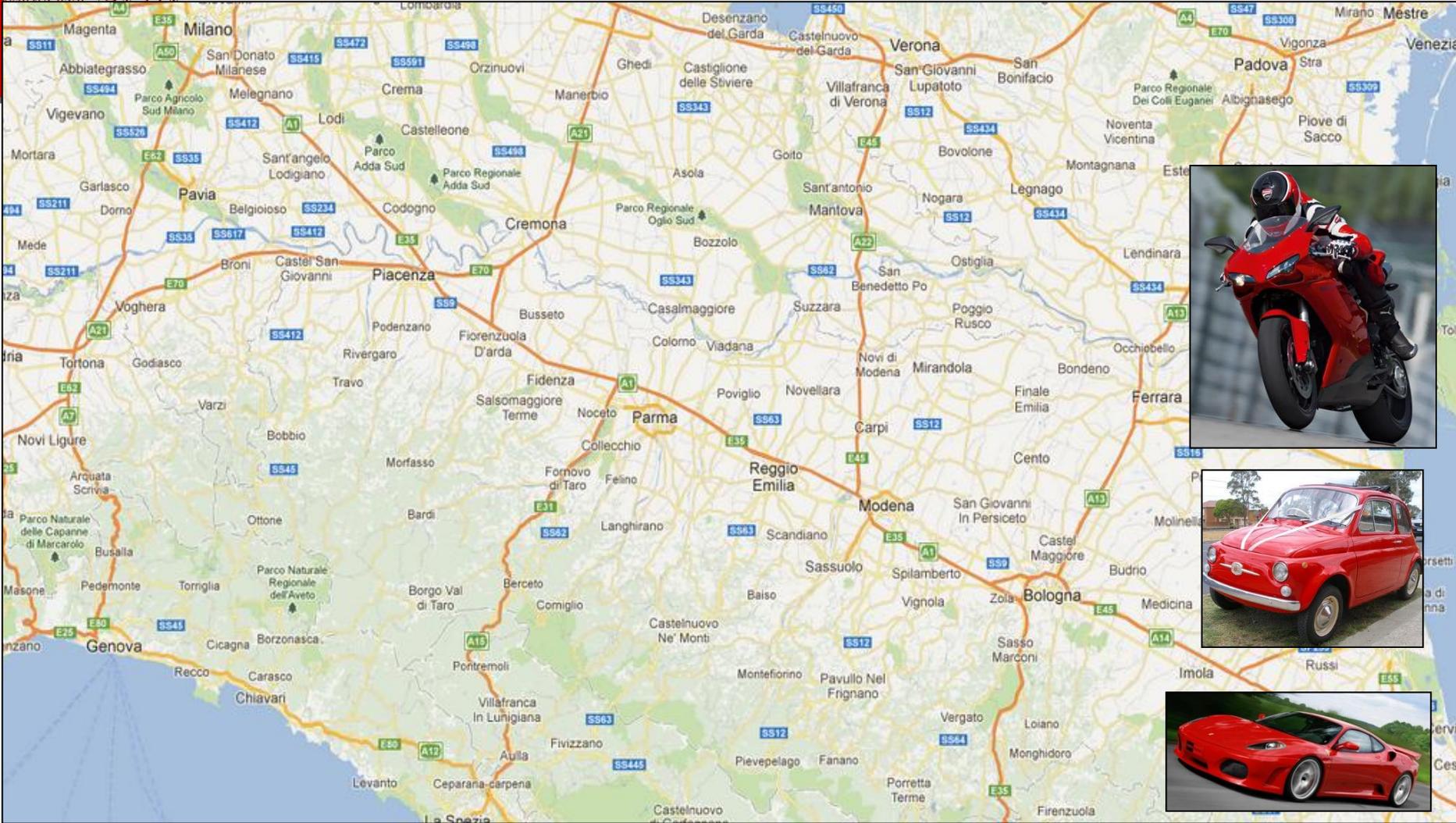
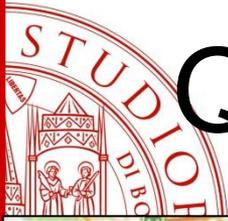


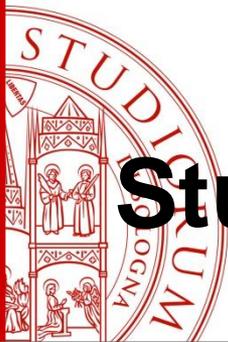
Pero: Abate fino a 4-5 g/die

Pesco: Stark Red Gold fino 5-6 g/die

Kiwi: fino 1.5 g/die

# Quanto deve crescere un frutto?





# Approccio teorico: Studio di un protocollo di monitoraggio



**CET** CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS

VOL. 44, 2015

Guest Editors: Riccardo Guidetti, Luigi Bodria, Stanley Best  
Copyright © 2015, AIDIC Servizi S.r.l.,  
ISBN 978-88-95608-35-0; ISSN 2283-9216

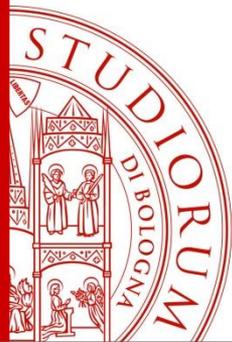
A publication of  
**AIDIC**

The Italian Association  
of Chemical Engineering  
Online at [www.aidic.it/cet](http://www.aidic.it/cet)

DOI: 10.3303/CET1544051

Monitoring Strategies for Precise Production of High Quality  
Fruit and Yield in Apple in Emilia-Romagna

Luigi L. Manfrini<sup>a,c</sup>, Emanuele E. Pierpaoli<sup>a,c</sup>, Marco M. Zibordi<sup>a,c</sup>, Brunella B.  
Morandi<sup>a,c</sup>, Enrico E. Muzzi<sup>a</sup>, Pasquale P. Losciale<sup>b,c</sup>, Luca L. Corelli Grappadelli<sup>a,c</sup>

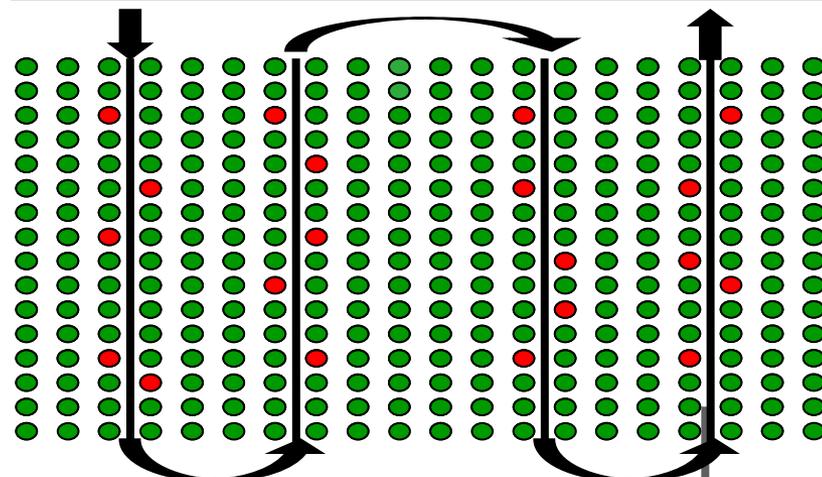


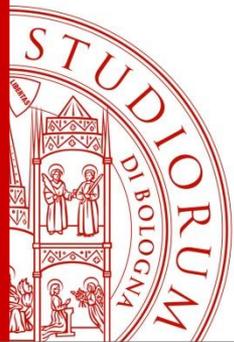
# Approccio pratico e strumenti di misurazione



Calibro digitale con memoria  
programmabile e scrittore-lettore tags  
RFID

([www.calibit.it](http://www.calibit.it))





# Monitoraggio crescita frutto:



## Raccolta Dati



## Trasferimento dati al portale

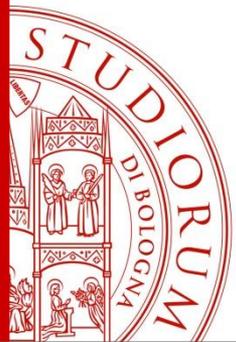


## Visualizzazione risultati



## Elaborazione in tempo reale



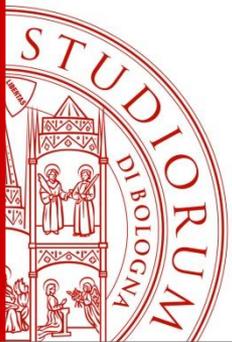


# Come intervenire

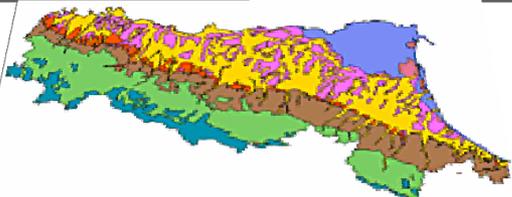
## IRRIGAZIONE & DIRADAMENTO



Le due leve principali che incidono maggiormente nella fase di espansione cellulare del frutto



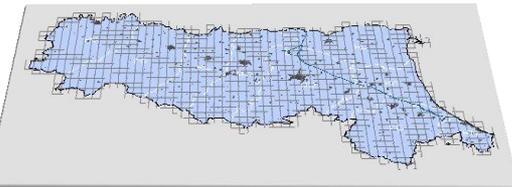
# Irriframe: pianificare l'irrigazione



Dati suolo carta pedologica



Dati quadrante di falda



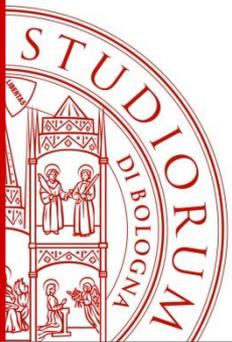
Dati quadrante meteorologico



Georeferenziazione aziendale

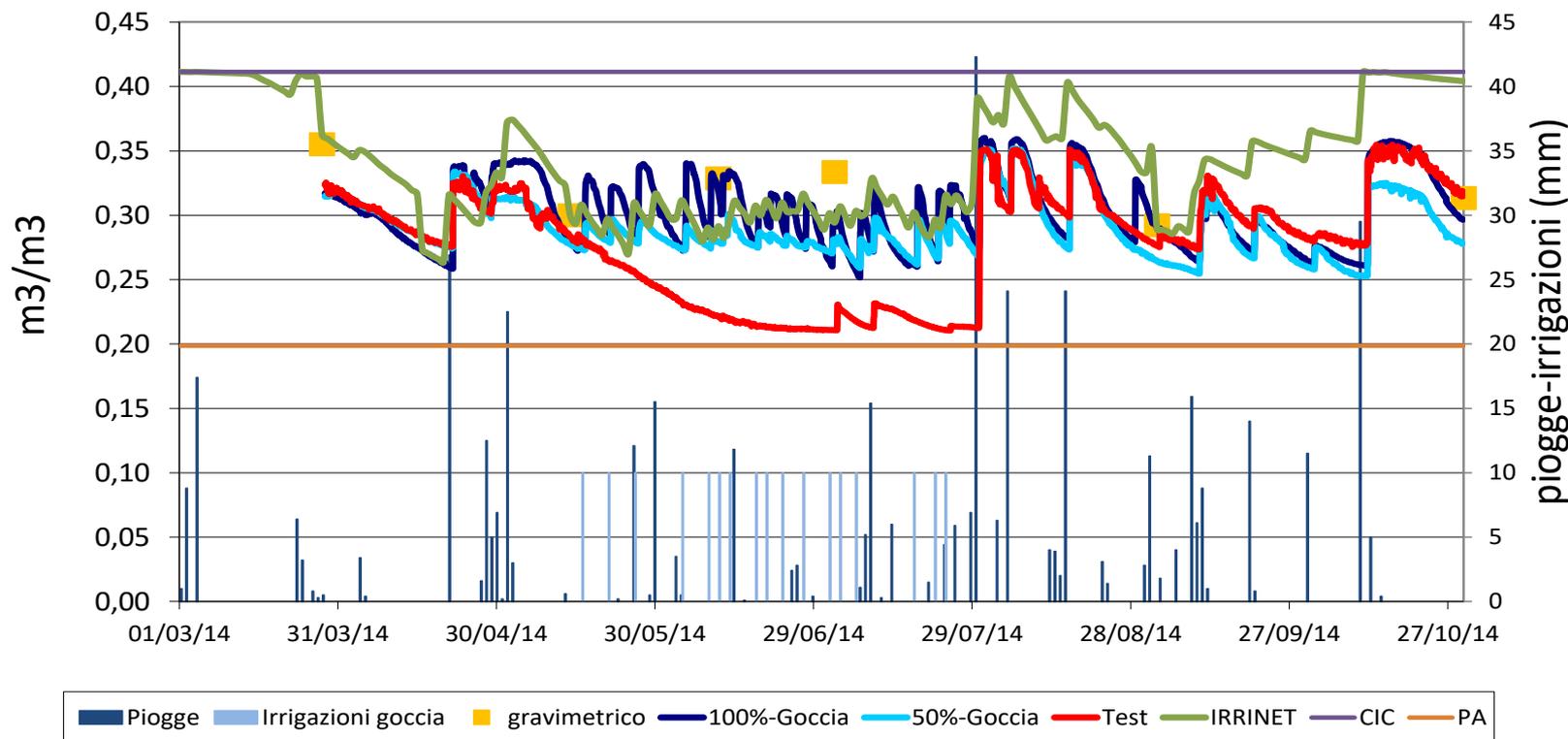
## INPUT E OUTPUT DEL SERVIZIO

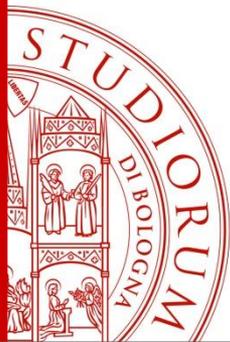




# Pianificazione dell'irrigazione

## Irriframe: schema di irrigazione stagionale





# Modelli di accrescimento dei frutti (HK-DISTAL) integrati ad Irriframe

**Irrinet** by **Irriframe**  
CANALE EMILIANO ROMAGNOLIO ANBI  
Utente: Ella Ulivi  
Email: ella.ulivi@apofruit.it | Profilo >  
Cruscotto | Help | Esci

**INFORMAZIONI IRRIGUE** < Torna al Cruscotto Irriguo

Appuntamento 6 - MELO Marconi Davide Rosy Glow 2011 - PROVA PSR IRRINET PERFRUTTO  
CONSORZIO BONIFICA DELLA ROMAGNA - Distretto I1 - DISTRETTO IRRIGUO - Alla domanda

**Parametri di calcolo >**  
Per visualizzare con quali parametri è stato effettuato il calcolo del bilancio idrico

**Dati colturali** Modifica >

Data start: 25/03/2017  
Impianto irriguo: Ala gocciolante Sesto erogatori: 0,6mt. x 4,0mt Portata erogatore: 3,8lt/h Portata impianto: 1,6mm/h  
Stazione meteo: 1946 S.PIETRO IN CAMPIANO **arpa** Vedi dati >  
Google Maps Termini e condizioni d'uso

**Informazioni irrigue**

Clicca sulla coltura per il menu		Decreti	consumo oggi (mm)	data prevista irrigazione	volumi irriguo (mm)	durata irrigazione (ore/minuti)
6	MELO	Marconi Davide Rosy Glow 2011 - PROVA PSR IRRINET PERFRUTTO				

Cultura scaduta AGGIORNA >

**Pezzatura obiettivo**

Data raccolta	Diametro obiettivo (mm)	Peso obiettivo (g)
25/10/2017	80,0	230,2

Misure effettuate

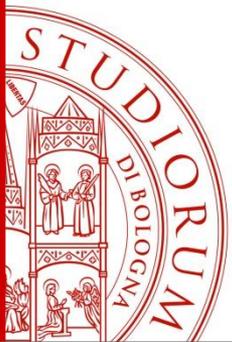
Data	Diametro stimato (mm)	Peso stimato (g)
07/07/2017	77,4	200,0
21/07/2017	76,8	195,3
18/08/2017	75,4	184,9
13/09/2017	76,9	196,1
27/09/2017	76,2	191,2

**Grafici del consiglio irrigue**

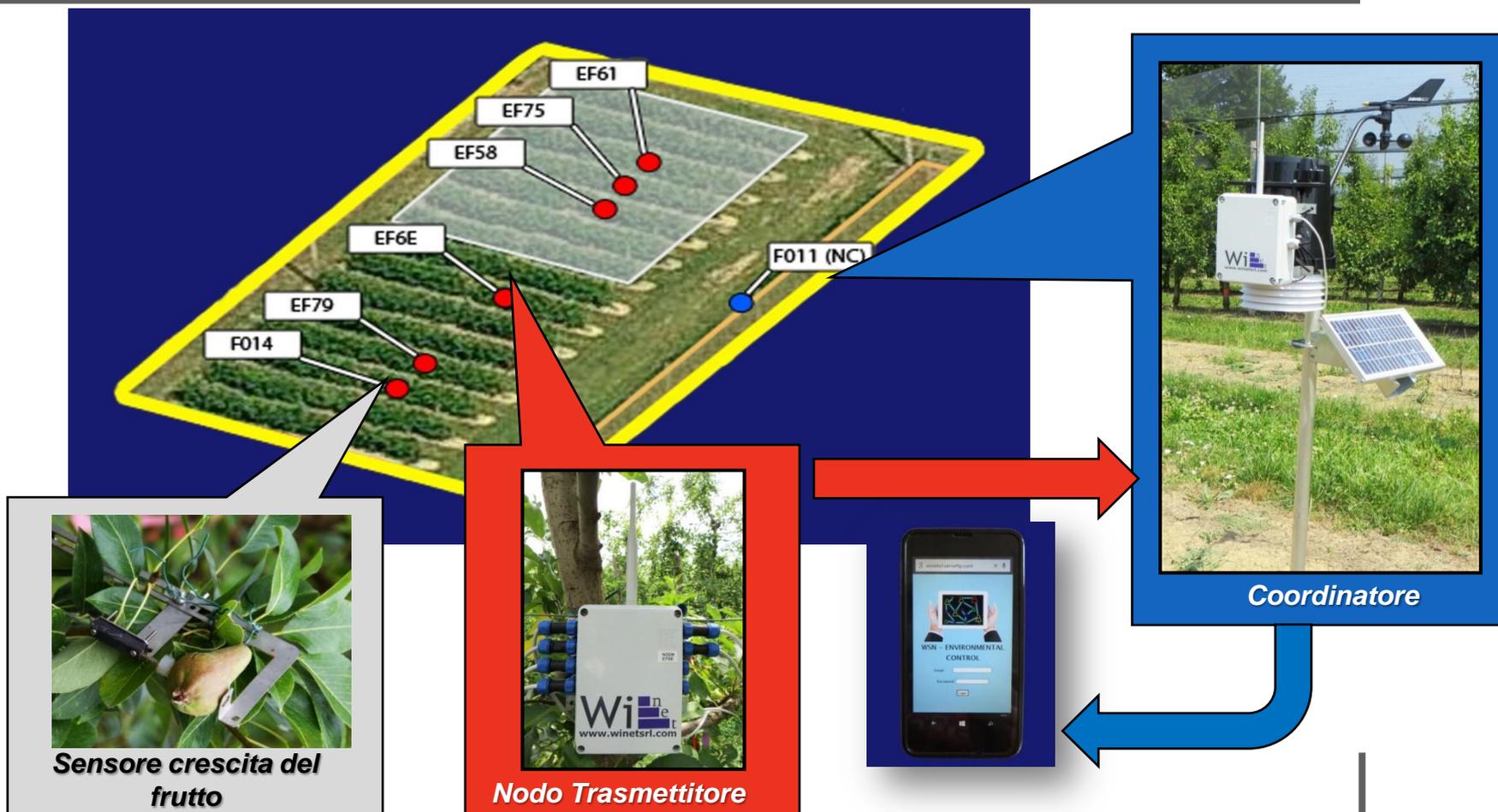
Andamento del bilancio idrico della coltura  
Passare con il mouse sul grafico per ingrandirlo

Bilancio idrico della coltura per i prossimi giorni per lo scheduling irriguo.  
Passare con il mouse sul grafico per ingrandirlo

Sono stati integrati in IRRINET i diametri attesi di HK per adattare i volumi irrigui in funzione dei rilievi della pezzatura e della carica dei frutti



# WSN SYSTEM (Wireless Sensor Network)



**Sensore crescita del frutto**

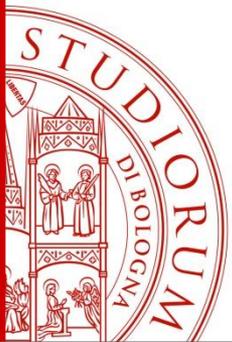


**Nodo Trasmettitore**

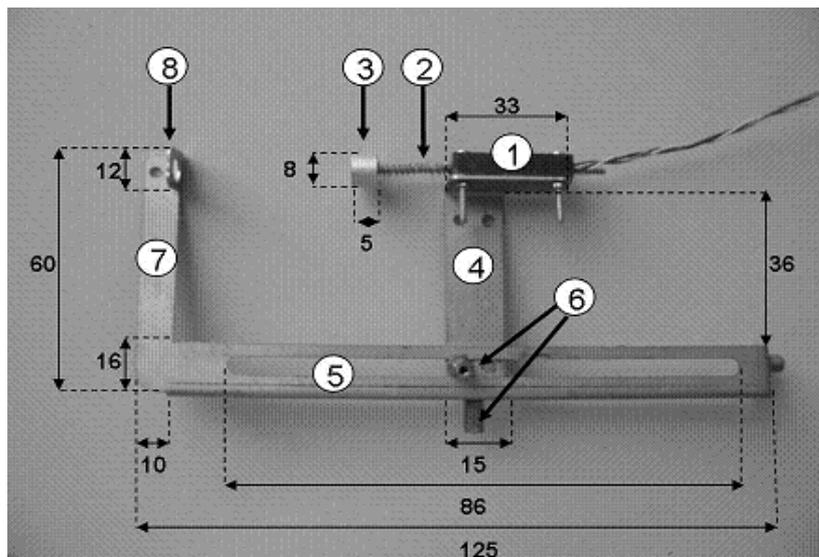


**Coordinatore**





# Fruttometro: la telemetria sui frutti



HORTSCIENCE 42(6):1380–1382. 2007.

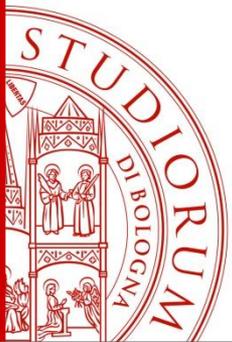
## A Low-cost Device for Accurate and Continuous Measurements of Fruit Diameter

Brunella Morandi, Luigi Manfrini, Marco Zibordi, Massimo Noferini, Giovanni Fiori, and Luca Corelli Grappadelli  
*Dipartimento Colture Arboree, University of Bologna, V.le Fanin 46, 40127 Bologna, Italy*

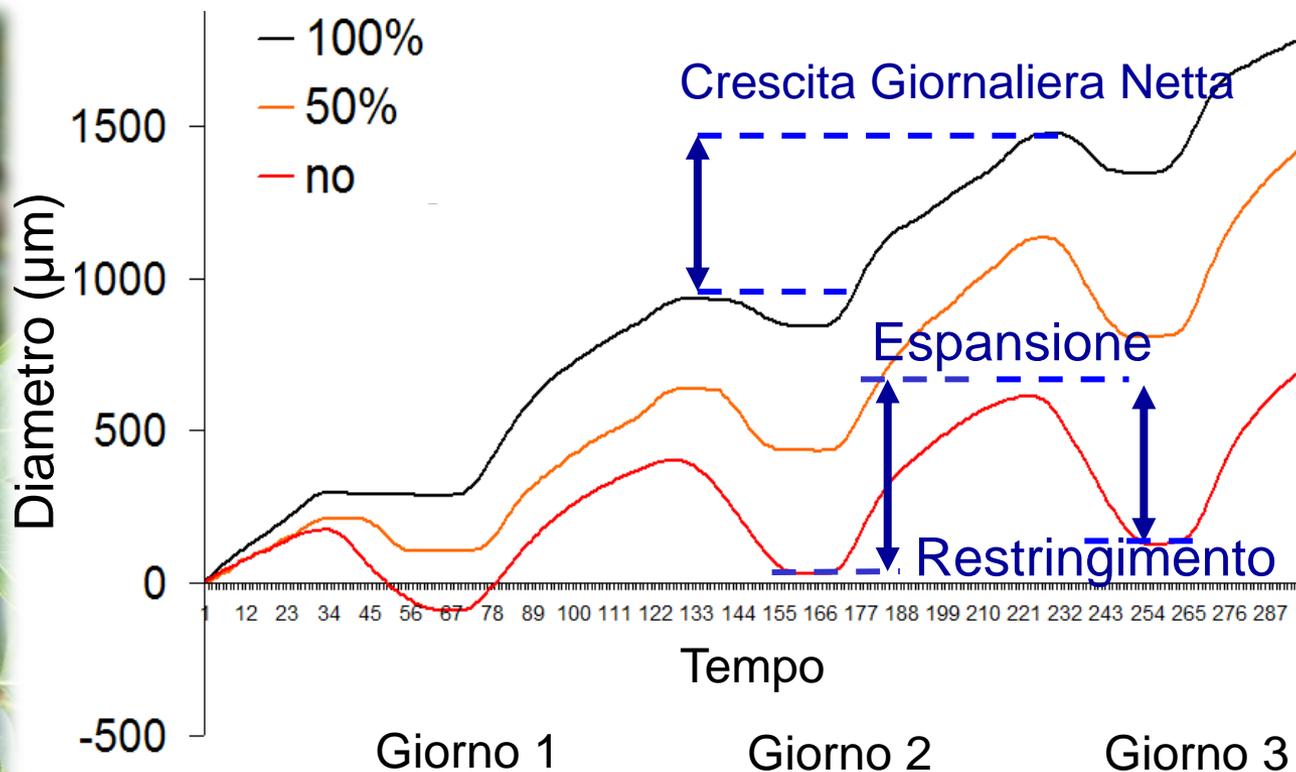
sensor is in the order of 10–20  $\mu\text{m}$ , as is desirable in studies dealing with daily variations of fruit diameter.

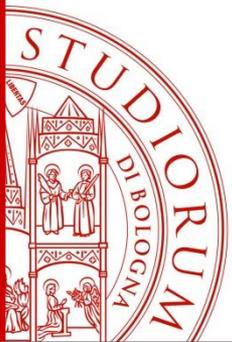
In this work we describe an inexpensive, custom-built device for the accurate measurement of fruit diameter variations over time, based on a low-cost linear potentiometer. The sensor is described, and data on the signal stability over a range of temperatures and from an actual study of fruit growth physiology are provided as an example of the potential of such an instrument.

Materials and Methods



# Il futuro: Gestione delle crescite e dell'irrigazione in tempo reale





# Conclusioni



- Gestione intelligente del management del frutteto
- Ottimizzazione della produzione
- Ottimizzazione della risorsa idrica
- Sviluppo di nuova sensoristica
- Implementazione di nuovi modelli