

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli matematici per la difesa fitosanitaria e la fertirrigazione



Responsabile didattica - team R&D: **Marco Sguazzin** ([marco@PrimoPrincipio.it](mailto:marco@PrimoPrincipio.it)) → Referente Gruppo Agronomico-Matematico per Primo Principio

Responsabile didattica - team Marketing: **Andrea Galante** ([andrea@PrimoPrincipio.it](mailto:andrea@PrimoPrincipio.it)) → Project Manager per P.P.

SENSORS  
DESIGN  
LAB



## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio

### Modello Irrigazione: Vantaggi, origini bibliografiche, funzionalità

- I cambiamenti climatici e la scarsità d'acqua sono tematiche che devono essere considerate in un'ottica di sostenibilità ambiente → **L'agricoltura "beve" il 70% delle risorse di acqua dolce** a livello mondiale (% in diminuzione con una dose sempre maggiore di acqua dedicata ai consumi industriali ed ai consumi domestici).
- Negli ultimi anni, grazie al miglioramento dei sistemi di irrigazione (tramite ala gocciolante, tramite irrigazione "pivot") e ai modelli previsionali è stato possibile **diminuire le perdite di acqua di irrigazione del 30%**.
- Problematiche:
  - rete idrica nazionale antiquata (30 anni di abbandono) → **Ogni anno in Italia cadono circa 300 miliardi di metri cubi d'acqua, ma ne viene trattenuto appena l'11% a causa delle carenze infrastrutturali.**
  - Turno irriguo

Irrigazione a perno centrale - "pivot"



## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio

### Modello Irrigazione: Vantaggi, origini bibliografiche, funzionalità

- Obiettivo dei modelli previsionali di irrigazione è quello di **abilitare una gestione sostenibile della pratica irrigua a livello aziendale e a livello di consorzio**, adeguando i volumi di irrigazione forniti alla reale necessità di ricarica del terreno.
- Modello integrato sulla piattaforma WiForAgri è basato **sul calcolo del bilancio idrico**, che soppesa tutti i termini di acqua in entrata ed in uscita dalla rizosfera, ossia dalla porzione di suolo contenenti le radici e il substrato colturale.
- Modello basato sulla metodologia standard FAO (Irrigation and Drainage Paper No.56): <http://www.climasouth.eu/sites/default/files/FAO%2056.pdf>

## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio

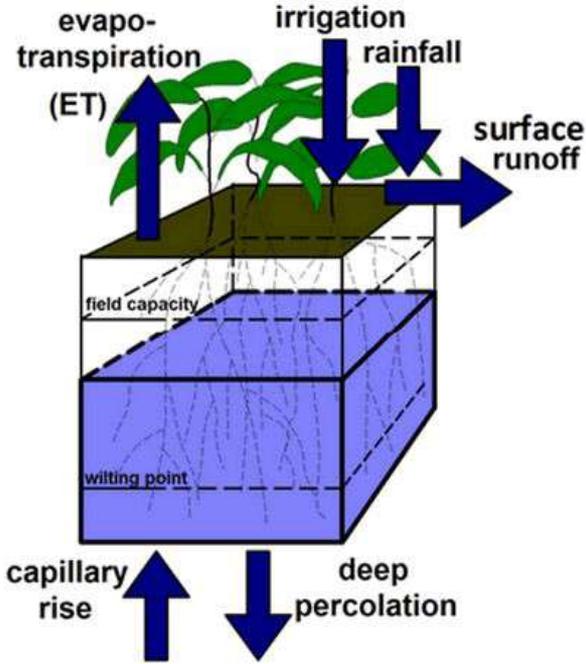
### Modello Irrigazione: Vantaggi, origini bibliografiche, funzionalità

Ciclo giornaliero che soppesa tutti i termini di acqua in ingresso ed in uscita dal sistema radici-suolo

Termini apportativi - sottrattivi di acqua a livello radicale:

- ❑ **Evapotraspirazione (termine sottrattivo)**, è l'acqua che viene sottratta dal terreno dalle piante (termine di traspirazione) e l'acqua che viene persa dal terreno per evaporazione (termine di evaporazione). Contribuisce a ridurre la riserva idrica di acqua nel terreno e porta progressivamente le piante verso il punto di stress
- ❑ **Piogge ed Irrigazioni (termini apportativi)**, contribuiscono a ricaricare l'acqua nel terreno, e riportare il terreno ad una condizione di massima disponibilità idrica (cosiddetta capacità di campo del terreno)
- ❑ **Risalita capillare di falda (termine apportativo)** di acqua che risale per capillarità dalla falda sottostante → la quantità di acqua risalita dipende dalla profondità della falda, dalla granulometria del terreno stesso, oltre che dal periodo stagionale considerato
- ❑ **Ruscellamento (run-off - termine sottrattivo)**, si verifica quando le precipitazioni superano l'infiltrazione di acqua nel suolo → fenomeno locale che dipende molto dalla granulometria del terreno e dal grado di compattazione dello stesso
- ❑ **Drenaggio profondo (termine sottrattivo)**, acqua che viene persa dal terreno per gravità perchè non può essere trattenuta dalle forze coesive delle particelle di suolo

## Modello Irrigazione: il bilancio idrico



- Irrigazione
- Pioggia
- Evapotraspirazione
- Ruscellamento superficiale
- Evapotraspirazione
- Capacità di campo
- Risalita capillare
- Percolazione profonda

Bilancio idrico

**Deficit idrico del terreno** rispetto ad un livello di disponibilità idrica massima (calcolo del modello e variabile di output graficata dello stesso)

## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Irrigazione: Interfaccia grafica del modello



Il deficit idrico (**linea azzurra**) **viene computato giornalmente dal modello e viene graficato in una interfaccia grafica di facile lettura**

**Il deficit ha però bisogno di essere confrontato con i limiti di stress delle piante, tipici di specie, e quindi deve essere graficato anche le soglie di deficit (linea rossa)** che mi causano una situazione di malessere per le colture (riduzione dell'evapotraspirazione e della resa finale)

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Irrigazione: Interfaccia grafica del modello



Punto di avvizzimento

Limite del deficit di stress idrico delle piante

Curva del deficit idrico del terreno

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Irrigazione: Interfaccia grafica del modello

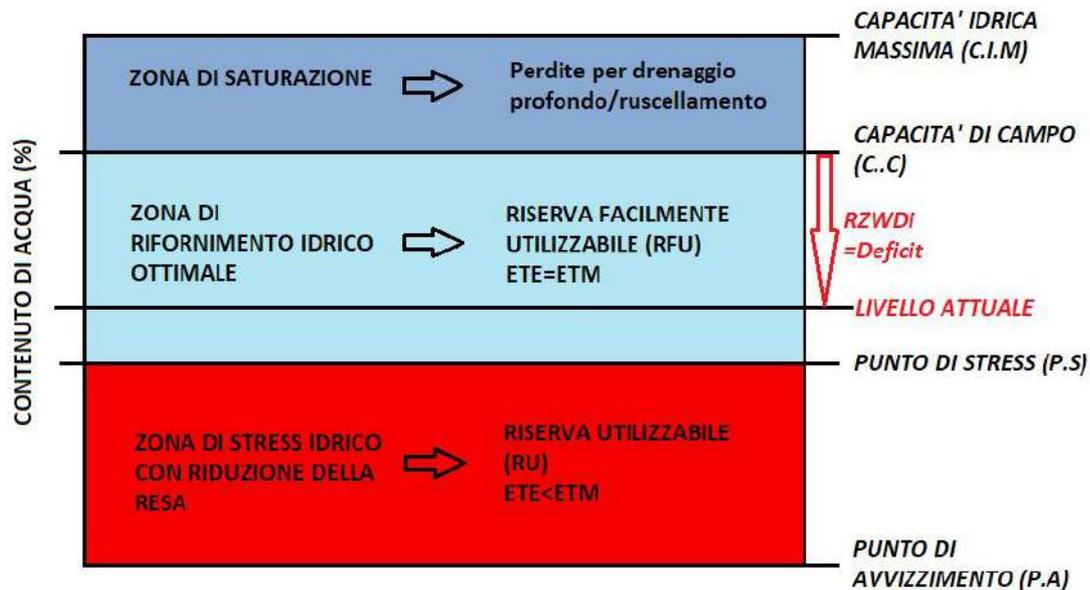


**Riserva (di acqua) utilizzabile** - Zona di deficit in cui le piante estraggono con progressiva difficoltà (applicando forze di suzione maggiori) l'acqua dal terreno

**Riserva (di acqua) facilmente utilizzabile** - Zona di deficit in cui le piante possono estrarre facilmente l'acqua dal terreno (e non andare incontro a stress)

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Irrigazione: Interfaccia grafica del modello



**Riserva facilmente utilizzabile + riserva utilizzabile = Riserva totale**

La quantità di riserva totale dipende dal tipo di terreno (terreni con granulometria più fine sono in grado di trattenere più acqua: argille, limi)

La riserva facilmente utilizzabile dipende anche dalla specie considerata (specie con capacità di suzione maggiore a livello radicale sono in grado di estrarre una porzione maggiore di riserva totale)

## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Irrigazione: Interfaccia grafica del modello

Termine che ci informa sulla capacità di suzione delle piante per specie (porzione della riserva totale estraibile dalle piante)

Crop	Root zone depth (RZD) <sup>1</sup> (m)	Allowable soil moisture depletion (P) <sup>2</sup>	
Hops	1.0-1.2	0.50	
<b>n. Fruit trees</b>			
Almond	1.0-2.0	0.40	
Apple, cherry, pear	1.0-2.0	0.50	
Apricot, peach, other stone fruit	1.0-2.0	0.50	
Avocado	0.5-1.0	0.70	
Citrus	- 70% canopy	1.2-1.5	0.50
	- 50% canopy	1.1-1.5	0.50
	- 20% canopy	0.8-1.1	0.50
Conifer tree	1.0-1.5	0.70	
Kiwi	0.7-1.3	0.35	
Olive (40-60% ground coverage by canopy)	1.2-1.7	0.65	
Pistachio	1.0-1.5	0.40	
Walnut orchard	1.7-2.4	0.50	

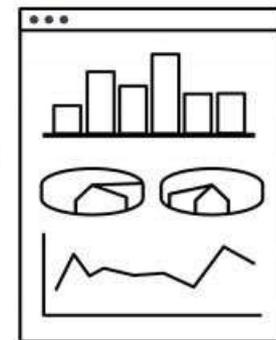
## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Irrigazione: Dati di input meteorologici

- **Radiazione solare extraterrestre** → Usata per calcolare l'apporto di luce alle piante (calcolo dell'evapotraspirazione)
- **Temperatura media** → Calcolo dell'evapotraspirazione
- **Umidità relativa media** → Influenza il processo di evapotraspirazione (maggiore umidità → meno acqua persa per evaporazione dalle piante)
- **Pioggia totale oraria** → Utilizzato per calcolare l'apporto reale di acqua al terreno (si considera una parte di perdita per intercettazione da parte della vegetazione)



Secure Data Access Everywhere  
and from any Device



Real time remote control

## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Irrigazione: Dati di input da utente

- **Irrigazioni** → L'utente deve inserire i valori di acqua irrigata (in m<sup>3</sup>/ha)
- **Fasi fenologiche** → Serve al modello per recepire il grado di sviluppo della pianta e quantificare l'evapotraspirazione (piante più sviluppate → maggiore superficie evapotraspirante)
- **Altezza delle piante a maturità** → Calcolo evapotraspirazione (determinazione della superficie evapotraspirante a maturità)
- **Profondità della falda** → Serve al modello per quantificare la porzione della risalita capillare di falda.
- **Classe granulometrica del terreno (e scheletro)** → serve al modello per quantificare la riserva totale, la risalita capillare di falda ed il ruscellamento superficiale
- **Classe di sostanza organica del terreno** → influisce sulla riserva totale del terreno e sulla risalita capillare di falda
- **Tecniche di conservazione dell'umidità del substrato (presenza di pacciamante o no)** → serve al terreno per quantificare l'abbassamento dell'evapotraspirazione grazie a tecniche di conservazione dell'umidità del terreno.
- **Data di semina (per annuali) e di apertura gemme fruttiferi** → serve per dare lo start al calcolo del modello

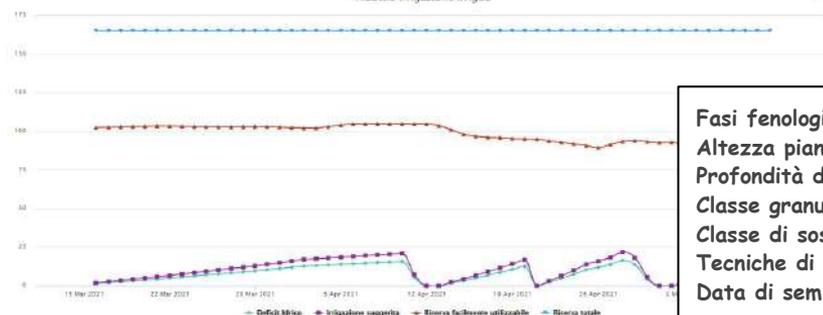
# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Irrigazione: I metodi di trasmissione dati

Trasmissione LoraWan → lungo raggio  
bassa potenza (radiofrequenza)



Modello irrigazione irriguo



Fasi fenologiche  
Altezza piante  
Profondità della falda  
Classe granulometrica  
Classe di sostanza organica  
Tecniche di conservazione  
Data di semina (per annuali)

SENSORS  
DESIGN  
LAB

I.S. "Niccolò Pellegrini"  
SASSARI

PRIMO PRINCIPIO

## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

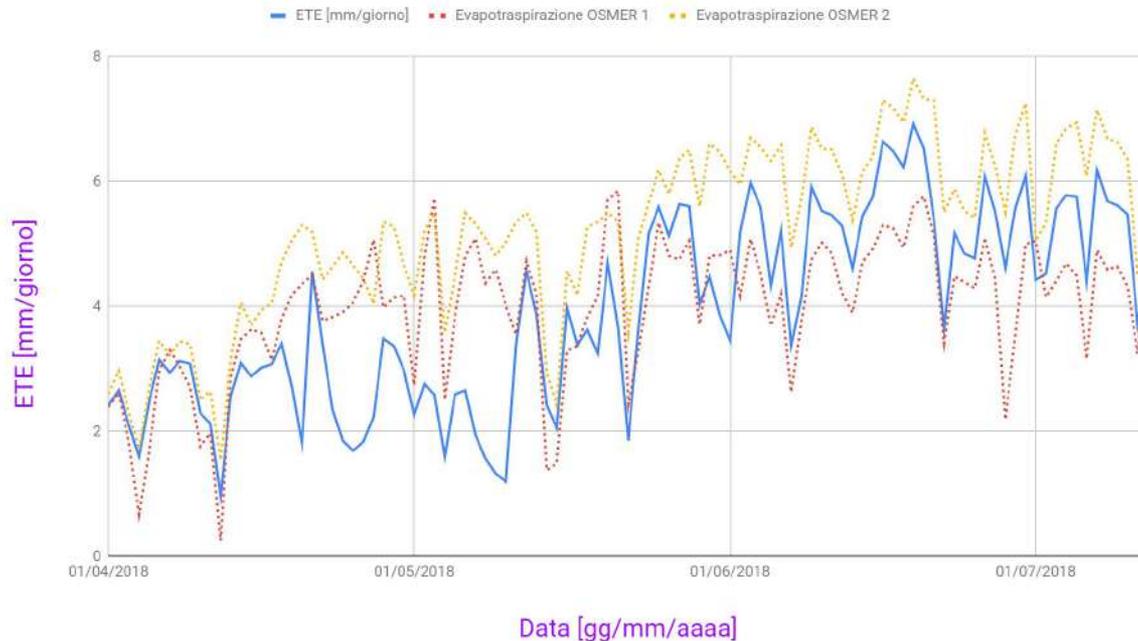
### Modello Irrigazione: Esempio di calcolo

- Inizialmente vengono raccolti tutti i dati di irrigazione di campo → all'interno di un questionario inviato ai nostri clienti (sotto esempio di impostazione del modello)

Input	Unità di misura	Dettagli	Blessano
Tipo di impianto irriguo	Descrizione		Aspersione
Tecniche utilizzate	Descrizione	% Residui colturali alla semina	-
Coltura	Descrizione		Mais
Classe di ibrido mais	Descrizione	Solo per calcolo analisi rischi	nd
Resa produttiva	t/ha		15
Profondità della falda conosciuta	cm		>150
Classe granulometrica del terreno	Descrizione	Tessitura	Franco con scheletro
Data di semina	gg/mm		05-apr
Data di inizio stagione irrigua			Irrigazione
Volume di acqua irrigua somministrato		Vedi note qui sotto	Turno (B)
<b>Ulteriori informazioni (diverse dagli input standard)</b>			
a) Sostanza organica	Contenuto		
b) q cc	Valori		
c) q pa	Valori		
d) q cc - q pa	Valori		0,11
(A) 2 o 3 interventi a stagione con 40 mm/ha (B) 18 l/s e con un turno di 7 giorni che viene garantito dal 1 giugno al 31 agosto (circa 13 adacquamenti per stagione irrigua) si riescono a bagnare 6400 mq in 4h di turno, ovvero 40 mm/ha			

## Modello Irrigazione: Graficazione dell'evapotraspirazione

Evapotraspirazione effettiva giornaliera



# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Irrigazione: Effetto pacciamante (calcolato dal modello)

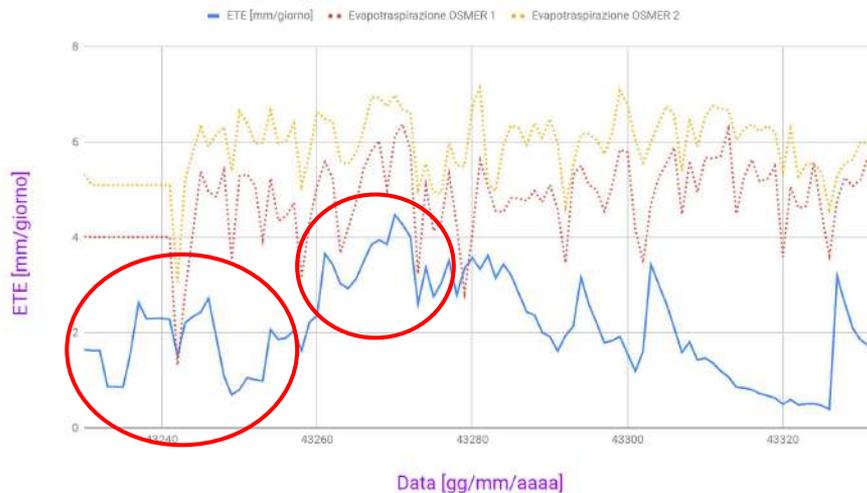
### *Pacciamante assente*

Evapotraspirazione effettiva giornaliera



### *Pacciamante presente (70%)*

Evapotraspirazione effettiva giornaliera



## Modello Irrigazione: Esempio di calcolo bilancio idrico

### Bilancio Idrico



Nell'esempio a sinistra vengono graficati i dati fondamentali calcolati dal modello:

- deficit di acqua nel terreno (rispetto a capacità di campo) - riserva facilmente utilizzabile

Al superamento del deficit rispetto alla riserva facilmente utilizzabile si hanno **i momenti di stress idrico** delle piante con:

- Chiusura degli stomi
- Riduzione dell'evapotraspirazione (viene ridotto il consumo di acqua nel terreno)
- Riduzione della resa a fine ciclo culturale
- Perdita di qualità delle uve (in viticoltura)

## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Irrigazione: Effetti deficit idrico



## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Irrigazione: Effetti deficit idrico



### Modello Irrigazione: Effetti deficit idrico sul vigneto

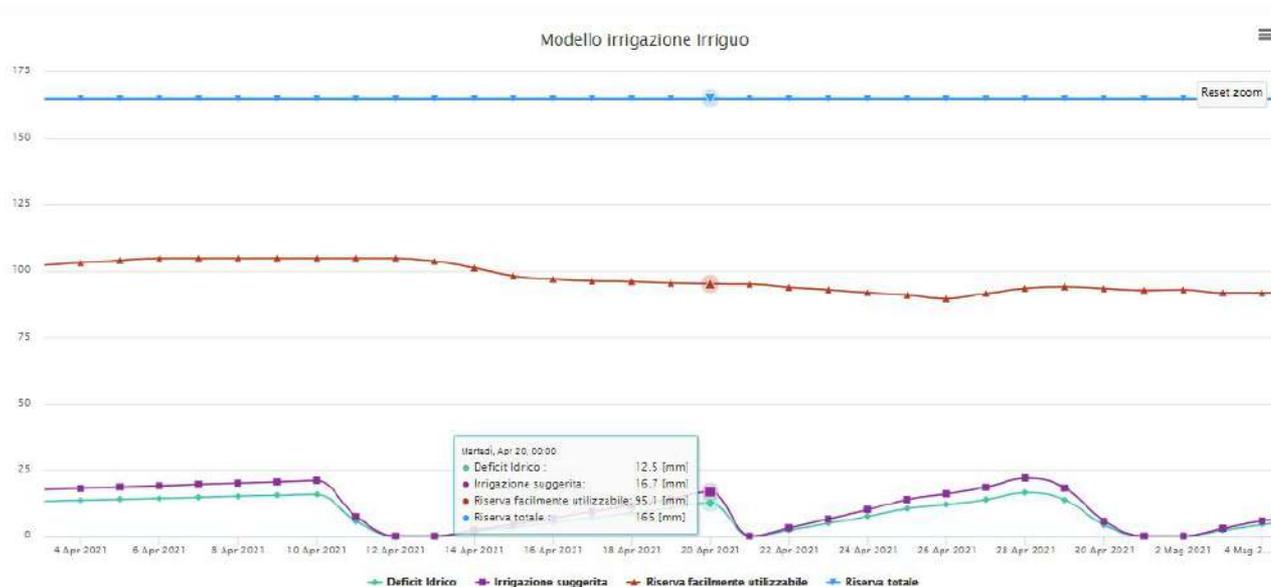


#### Irrigazione in viticoltura

- A sinistra esempio di momento post-irrigazione, l'acqua si infiltra progressivamente nel terreno tramite una determinata velocità (conducibilità idraulica)
- L'applicazione di un moderato e controllato livello di deficit irriguo nei vigneti è in grado di generare uve con alte qualità organolettiche (metaboliti primari e secondari).
- Tuttavia, l'applicazione di un deficit di acqua eccessivo provoca una perdita di resa e soprattutto una incompleta maturazione delle uve con una ridotta gradazione in zuccheri e polifenoli → astringenza (secchezza e rugosità) ed amarezza nel gusto del vino

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Irrigazione: Esempio di utilizzo del modello previsionale



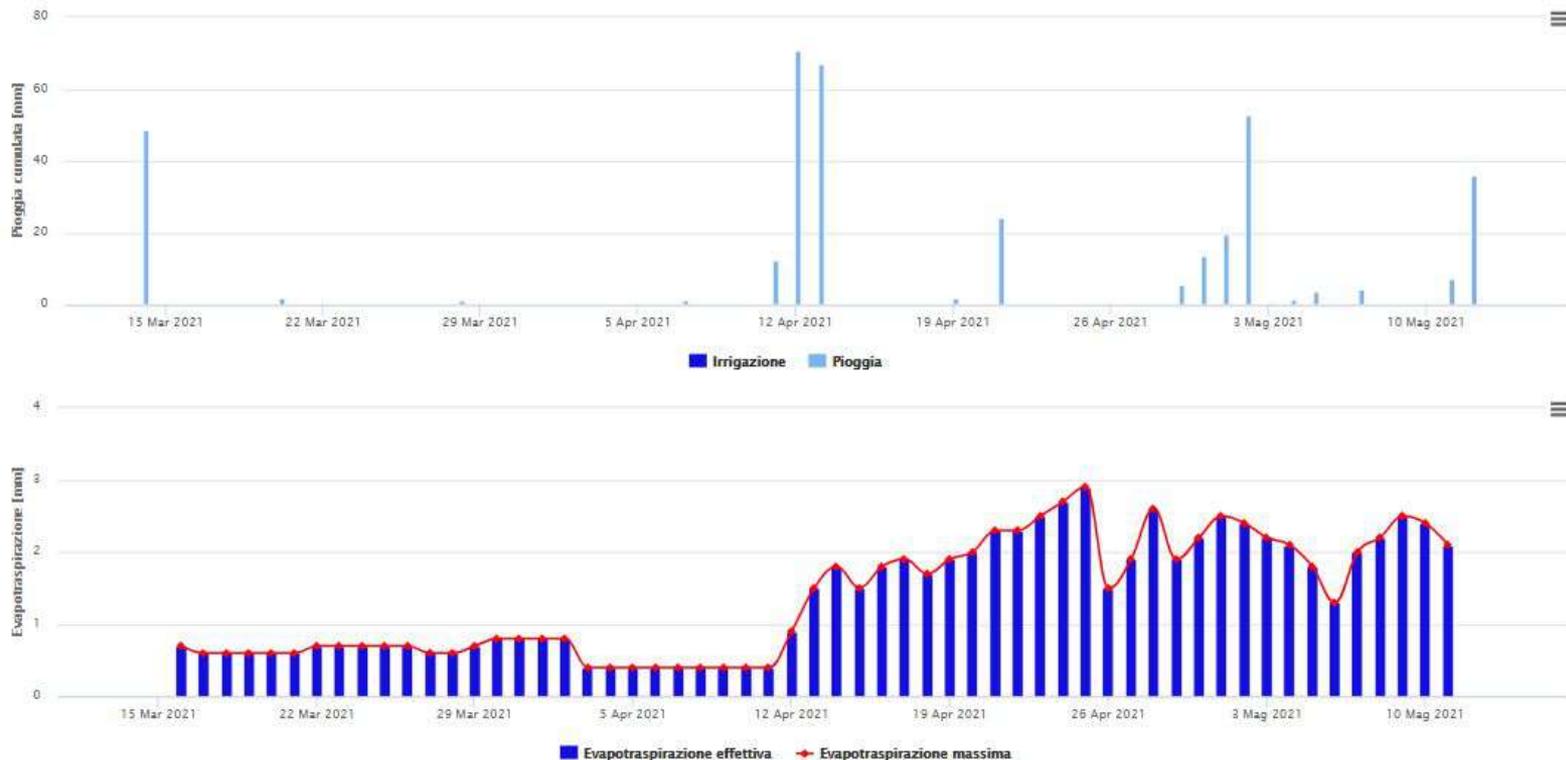
- Non siamo (per ora) in una condizione di rischio di stress per le piante
- Se c'è disponibilità di approvvigionamento idrico (esempio: turno irriguo) il modello indica l'irrigazione suggerita (a seconda dell'impianto di irrigazione)



- ☐ Deficit idrico: 12,5 millimetri
- ☐ Irrigazione suggerita: 16,7 millimetri → 167 m<sup>3</sup>/ha di acqua di irrigazione\*

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

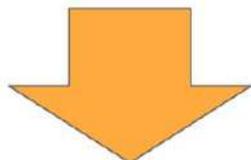
## Modello Irrigazione: Interfacce secondarie del modello



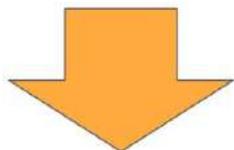
## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

Modello Irrigazione: Vantaggi e benefici calcolati per l'utilizzo del modello di irrigazione e di concimazione in WiForAgri

Vantaggi economici dall'utilizzo di  
WiForAgri®

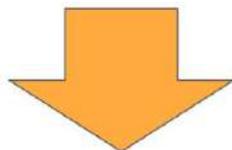


-60 ÷ -120 € / ha  
all'anno di fertirrigazione



Impatto  
ambientale

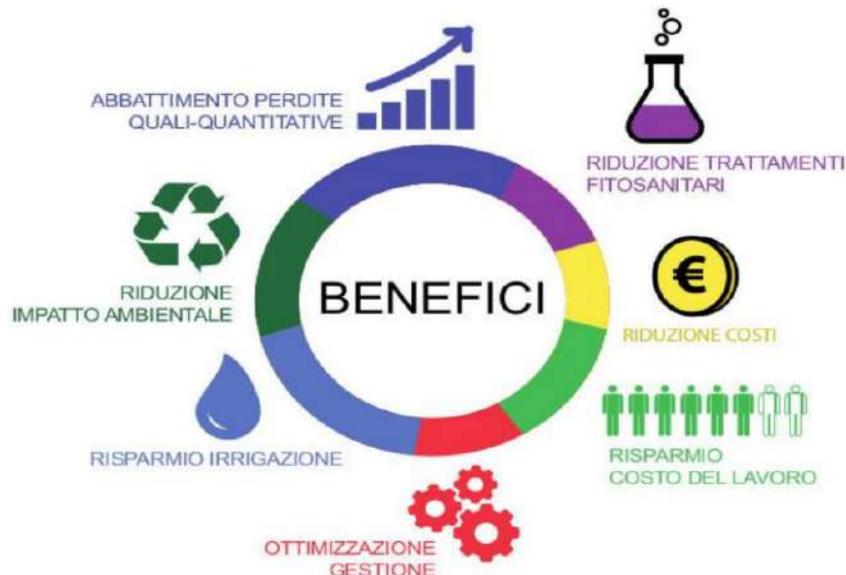
DESIGN  
LAB



Tempo



Produttività



# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

SENSORS  
DESIGN  
LAB



## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Concimazione: Vantaggi, origini bibliografiche, funzionalità

- ❑ **Modello meccanicistico** sviluppato a partire da una serie di modellazioni (sottomodelli) di: crescita di biomassa colturale secca ad ettaro, di assorbimento dell'azoto critico, di calcolo dei nutrienti per mineralizzazione della sostanza organica stabile del suolo, e di calcolo dei reintegri colturali (organici) e inorganici (fertilizzanti di sintesi)
- ❑ **Il modello è in grado di interrogare i dati climatici raccolti da una stazione agrometeo standard** (temperatura, umidità, pioggia) ed analizzarli per determinare tutti i componenti in ingresso-uscita in termini di nutrienti azoto-fosforo-potassio NPK (mineralizzazione, fertilizzazione,..) informando l'utente sulla quantità di macronutrienti residui nel suolo (soglie allarmistiche che indicano quando fertilizzare)
- ❑ Il modello **viene aggiunto al modello di irrigazione per abilitare una modalità di fertirrigazione "combinata"** dove il software è in grado di informare l'utente sia degli apporti di acqua irrigua sia degli apporti di fertilizzanti durante gli stessi interventi di fertirrigazione.
- ❑ **Il modello può operare una sorta di scheduling (programmazione) degli interventi fertirrigui** all'interno della stagione vegetativa → necessità di caricare dei dati meteo previsionali dall'inizio alla fine della stagione vegetativa

## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Concimazione: Bilancio dell'azoto

#### Termini sottrattivi :

- N assorbito dalle radici delle piante sulla base della biomassa secca totale.
- N lisciviato in seguito ad eventi di pioggia (solo colture autunno-vernine).

#### Termini additivi:

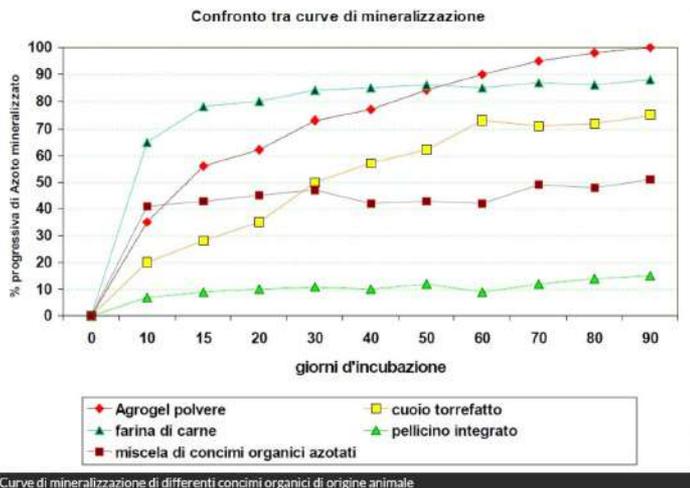
- N rilasciato per mineralizzazione della sostanza organica.
- N minerale intercettato per crescita dell'apparato radicale.
- N aggiuntivo per applicazione di fertilizzanti inorganici tramite l'intervento di fertilizzazione/fertirrigazione.
- N aggiuntivo rilasciato da parte dei concimi organici a lento rilascio (curve di mineralizzazione)

#### Termini omessi modello

- Deposizione di azoto dall'atmosfera (fissazione tramite organismi non-simbionti, deposizioni umide e secche) = emissioni gassose (volatilizzazione, denitrificazione). → Termini si annullano.
- N aggiuntivo per presenza di nitrati nell'acqua di irrigazione. (termine trascurabile)

## Modello Concimazione: concimi organici a lento rilascio

- Frazionamento dei concimi minerali alla semina
- Frazionamento dei concimi minerali in copertura
- Distribuzione dei concimi organici (effluenti zootecnici e digestati) alla semina
- Distribuzione dei concimi organici (effluenti zootecnici e digestati) in copertura



- Indicazione da parte dell'utente (o del software) della **composizione** dei concimi organici in **termini di macronutrienti NPK presenti**.
- **Utilizzo delle curve di mineralizzazione per la stima dei tassi e i tempi di rilascio** dei macronutrienti coinvolti in una forma disponibile per le piante

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Concimazione: mineralizzazione della sostanza organica

	Frequenza di concimazione organica (spargimento letame, compost, etc)				
<i>Gestione agronomica dei residui</i>	>10 anni	tra 5 e 10 anni	tra 3 e 5 anni	<3 anni	<-- Scelta utente
<i>Residui colturali rimossi/bruciati</i>	0,8	0,9	1	1,1	
<i>Interrati ogni due anni</i>	0,9	1	1,1	1,2	<-- Esempio di valore fr
<i>Interrati ogni anno</i>	1	1,1	1,2	1,3	
<-- Scelta utente					
<i>Freq. lavorazioni (aratura, fresatura, ecc) - param. Fr3</i>	Valore				
<i>suolo lavorato almeno una volta ogni 4 anni</i>	1				
<i>suolo non lavorato negli ultimi 4 anni</i>	0,5	<-- Esempio di valore Ts			
<i>suolo lavorato leggermente negli ultimi 4 anni</i>	0,8				
<-- Scelta utente					



- ❑ Determinazione della sostanza organica (e dell'azoto totale) ad ettaro
- ❑ Determinazione della quantità di sostanza organica mineralizzata ad ettaro

Modello Concimazione: N minerale intercettato per crescita dell'apparato radicale - N da nitrati acqua irrigazione

### Intercettazione dell'azoto minerale per crescita radicale

E' calcolato giornalmente moltiplicando i contenuti di nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e di ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ) risultanti dall'analisi del suolo effettuata ad inizio del ciclo colturale per l'incremento volumetrico giornaliero dell'apparato radicale, stimato attraverso la subroutine di crescita radicale.

**Azoto aggiuntivo: nitrati nell'acqua di irrigazione (termine omissso per bassa presenza di nitrati nell'acqua di irrigazione)**

**Nel bilancio il modello recepisce i termini di azoto apportati come nitrati presenti di base nell'acqua di irrigazione e i fertilizzanti inorganici** forniti negli interventi di fertilizzazione/fertirrigazione effettuati.

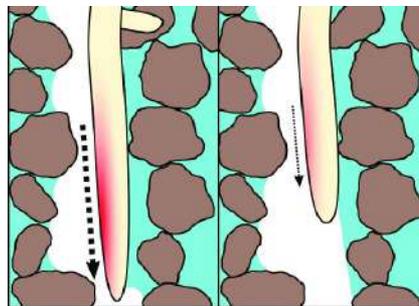


SENSORS  
DESIGN  
LAB

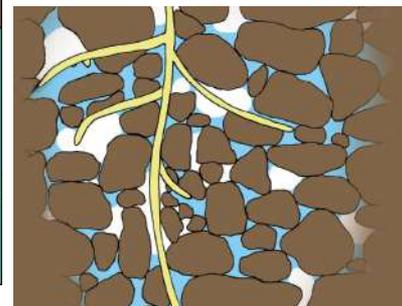
Nitrati acqua irrigazione

I.I.S. "Niccolò Pellegrini"  
SASSARI

PRIMO PRINCIPIO

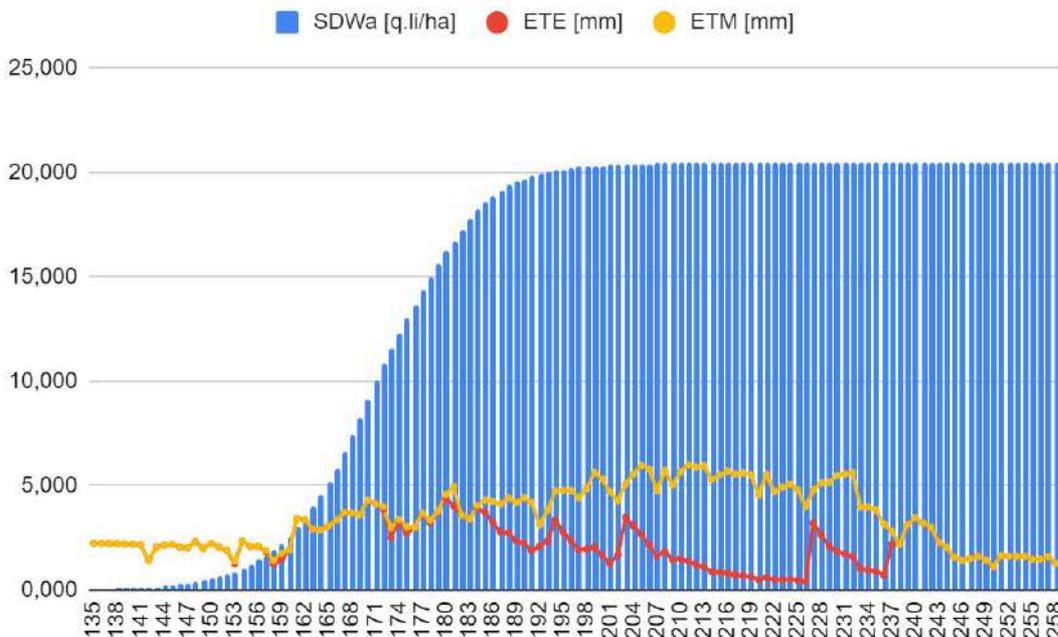


Azoto minerale suolo



## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Concimazione: N assorbito dalle radici delle piante sulla base della biomassa secca totale



Crescita di biomassa secca totale (di tutte le piante) ad ettaro determinata sulla base dell'accumulo di gradi giorno

E' il parametro di base su cui calcolare l'assorbimento di nutrienti N-P-K ad ettaro

Condizioni di stress termico (sui fiori) e sulle piante determinano un abbassamento della biomassa secca

Condizioni di stress irriguo (confronto tra ETE e ETM) determinano anch'esse una perdita di biomassa, e quindi la necessità di fornire meno fertilizzanti

## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Concimazione: Importanza dei macronutrienti

- **Azoto (N):** promuove lo sviluppo delle foglie e la crescita della pianta. La carenza di Azoto si manifesta con foglie chiare e sbiadite.
- **Fosforo (P):** favorisce lo sviluppo delle radici e la fase di fioritura. La carenza si manifesta con foglie scure, rosso porpora e crescita lenta.
- **Potassio (K):** importante per difendere la pianta da disagi e determinante per la crescita in situazioni di temperature estreme. La carenza si manifesta con foglie secche e gialle a partire dalle estremità.

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Concimazione: Importanza dei macronutrienti

### CLIUM

**CONCIME CE**  
**SOLUZIONE DI CONCIME NPK 5 - 5 - 7**  
**CON MANGANESE (Mn) CHELATO**  
**CON EDTA, ZINCO (Zn) CHELATO CON EDTA**  
**A BASSO TITOLO DI CLORO**

#### ●○○○ COMPOSIZIONE

COMPONENTI	p/p
Azoto (N) totale	5,0%
Azoto (N) Ureico	5,0%
Anidride fosforica (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) solubile in acqua	5,0%
Ossido di Potassio (K <sub>2</sub> O) solubile in acqua	7,0%
Manganese (Mn) solubile in acqua chelato con EDTA	1,5%
Zinco (Zn) solubile in acqua chelato con EDTA	1,5%

Manganese (Mn) chelato con EDTA e Zinco (Zn) chelato con EDTA sono stabili nell'intervallo di pH da 3 a 10.

#### ●●○○ CARATTERISTICHE

CLIUM è un prodotto che si distingue similari per la sua formulazione a zero nitrati che consente l'utilizzo su tutte le colture. La giusta presenza di azoto, fosforo e potassio fanno di CLIUM un prodotto adatto a soddisfare tutte le fasi del ciclo produttivo. La purezza delle componenti e la loro stabilità ne consentono un utilizzo sia fogliare che radicale ampliando la versatilità del prodotto. CLIUM viene rapidamente assimilato e consente una veloce ripresa delle piante, una migliore assimilazione di micronutrienti ed un maggiore investimento delle cellule. Lo stesso prodotto per la sua compositional incrementa la fruttificazione, migliora la maturazione e la pezzatura dei frutti. Su rucola e similari riduce l'accumulo di nitrati consentendo un rapido rinverdimento grazie alla sua alta concentrazione in manganese e zinco chelato.

#### ●●●○ DOSI E MODALITA' DI IMPIEGO

COLTURE	RADICALE Kg/ha	FOGLIARE g/l	EPOCA E MODO DI IMPIEGO
Seminativi	8 - 10	100 - 150	Prima o dopo la semina ed il trapianto, uno o due apporti anche in miscela con diazoto.
Ortole campo Florisciole	15 - 20	100 - 350	Prima o dopo la semina ed il trapianto a successive applicazioni fogliari. Non vanno ripetute applicazioni fogliari consecutive.
Fruttiferi	80 - 150	70 - 250	Applicazione al verde in autunno e primavera e colture mature: trattamenti di periodo subarale.
Ortive Rucola e similari	5 - 10	60 - 250	Applicazione per rinvigoriscono. In seguito al diluio di diluio alla dose massima di 300 g / 1000 mc.
In orti orticole e florisciole	5 - 30	60 - 200	Prima e dopo il trapianto di suolo o trapianto in soluzione applicazioni fogliari. In seguito 2-3 kg per 1000 mq per orto o sodo settore.

IN CASO DI MISCELA CON ALTRE SOSTANZE OCCORRE ACCERTARE LA COMPATIBILITA' E FITOSSICITA' PRIMA DELL'IMPIEGO.

#### ●●●● AVVERTENZE

##### PERICOLO

H315: Provoca irritazione cutanea.  
 H318: Provoca gravi lesioni oculari.  
 H335: Può irritare le vie respiratorie.  
**Consigli di prudenza:**  
 P102: Conservare fuori della portata dei bambini.  
 P280: Indossare guanti/indumenti protettivi/protettore gli occhi e il viso.  
 P305+P351+P338: IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: Sciacquare accuratamente con acqua per parecchi minuti. Contattare immediatamente un CENTROANTITAVIEMENI o un medico.  
 P302+P352: IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE: Lavare abbondantemente con acqua e sapone.  
 P261: Evitare di respirare la polvere/ fumi/ gas/la nebbia/ i vapori/ gli aerosol.  
 P304+P340: IN CASO DI INALAZIONE: Trasportare l'infortunato all'aria aperta mantenendolo a riposo in posizione che favorisca la respirazione.  
 P501: Smaltire il prodotto/le imballerie in accordo alle norme di legge.



**MANIPOLAZIONE:**  
 Il fabbricante risponde solo della composizione del prodotto. Non si assume alcuna responsabilità in caso di danni provocati da un uso errato o improprio del prodotto. Lavare accuratamente le mani dopo l'uso. Indossare guanti e indumenti protettivi. Proteggere gli occhi ed il viso. Non fumare. In caso di incendio non respirare i fumi. Tenere fuori dalla portata dei bambini.  
 Conservare il prodotto in locali adeguati, areati, freschi e asciutti, con temperature comprese tra +5 e +35°C, lontano da fonti di calore e dai raggi solari diretti. In caso di rottura accidentale del contenitore, raccogliere il prodotto con materiale assorbente. STOCAGGIO: Stoccare lontano da sostanze infiammabili e ossidanti.

Fabbricante:

**BIOCHÉMIE**  
 INTERNATIONAL S.R.L.  
 Via Murate,3 - 84095 Giffoni Valle Piana (SA) Tel/Fax 089.868221  
 Cell 335.6297274 info@biochemie.it - www.biochemie.it

**Peso netto: 25 KG**

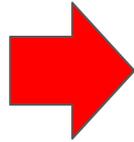
SMALTIRE SECONDO LE NORME VIGENTI - DA NON VENDERSI SFUSO - NON DISPORRE IL CONTENITORE NELL'AMBIENTE - IL CONTENITORE COMPLETAMENTE VUOTO NON PUÒ ESSERE RIUTILIZZATO.

Coltura	N - Azoto	P - Fosforo	K - Potassio
<b>Seminativi</b>			
Mais dolce	1,00	0,38	0,69
Soia	1,00	0,28	0,48
Girasole	1,00	0,44	1,97
Sorgo	1,00	0,38	0,64
Frumento	1,00	0,39	0,73
Colza	1,00	0,43	1,27
<b>Fruttiferi</b>			
Olivo	1,00	0,19	0,81
Vite	1,00	0,46	1,18
Actinidia	1,00	0,27	1,00
Pero	1,00	0,24	1,00
Melo	1,00	0,28	1,07
Susino europeo	1,00	0,20	1,00
Susino cino-giapp.	1,00	0,20	1,00
Pesco	1,00	0,29	1,00
Ciliegio	1,00	0,33	0,88
Albicocco	1,00	0,24	0,96

Diverse specie hanno diversi coefficienti di assorbimento - quantità di macronutrienti assorbiti → sul mercato diversi formulati per diverse coltivazioni

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Concimazione: Vantaggi ed obiettivi



Utilizzabile:

- sia negli impianti di fertirrigazione
- sia per la somministrazione di fertilizzanti tramite spandiconcime/manuale
- sia in accordo con le mappe di prescrizione raccolte da satellite



# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Concimazione: Funzionamento (integrazione del modello di irrigazione)

- ❖ **Simulazione degli scambi idrici della coltura in base alle condizioni agronomiche e fasi fenologiche** (stima di evapotraspirazione, drenaggio, risalita capillare, irrigazione, pioggia, flussi di acqua in ingresso ed in uscita dal sistema)



Determinazione delle perdite di evapotraspirazione

Modello relativo al periodo

2020

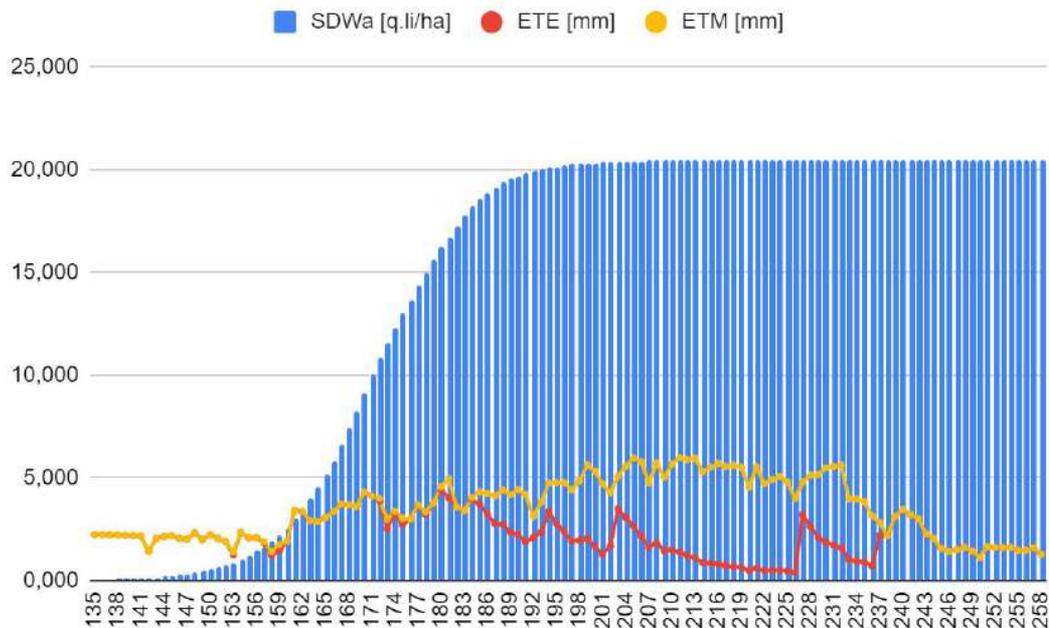
### Dati culturali lotto CICINIS

Data di semina	1/4/2020
Tipo di coltura	Vite
Tipo di impianto	Assente
Tipo di terreno	Sabbia franca
Classe di sostanza organica	3.0 %
Profondità della falda	3.0 m
Tipo di pacciamante	Naturale
Copertura pacciamante	5.0 %



## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Concimazione: Funzionamento (integrazione del modello di irrigazione)

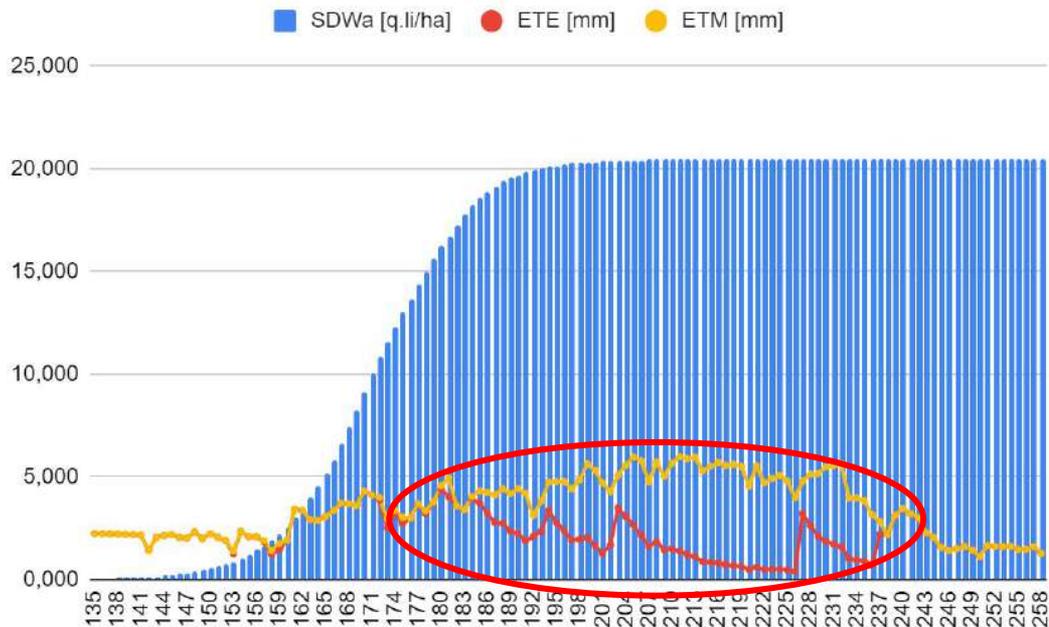


La modellazione del bilancio idrico all'interno del modello di concimazione serve:

- quantificare le “perdite” di evapotraspirazione → proporzionali alle perdite di biomassa secca ad ettaro
- biomassa secca ad ettaro → termine sul quale si pondera l'assorbimento di nutrienti NPK da parte delle radici all'interno del ciclo colturale

## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Concimazione: Funzionamento (integrazione del modello di irrigazione)



Le perdite di evapotraspirazione si hanno tutte quante verso la fine del ciclo colturale.

Si è evinta una buona gestione fertirrigua di campo durante la prima parte del ciclo colturale

- ❑ Somministrazione ideale di acqua durante la fase di crescita della iniziale delle piante
- ❑ Somministrazione ideale di fertilizzanti NPK durante la fase di crescita iniziale delle piante

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Concimazione: Esempio di scheduling (programmazione degli interventi)

Fertilizzazione 1 →

Fertilizzazione 2 →

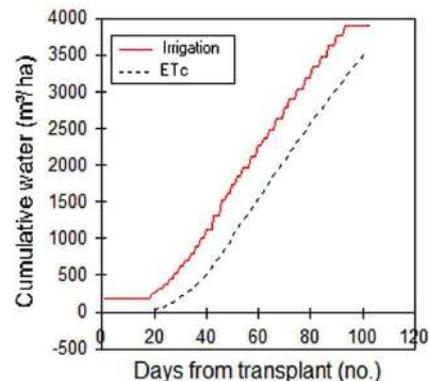
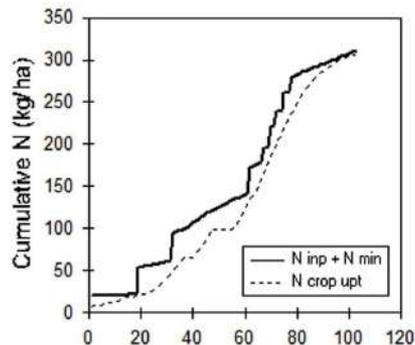
Fertilizzazione 3 →

Fertilizzazioni 4-8

SENSORS

N totale aggiunto  
(fine ciclo)

Fertiligation [no.]	Day [no.]	Date	Water vol. [m <sup>3</sup> /ha]	N input [kg/ha]	Σ N upt [kg/ha]	N fr OM [kg/ha]	N mineral [kg/ha]	N res [kg/ha]
1	1	10/06/2005	189.0	0.0	19.6	0.7	1.7	20.0
2	19	28/06/2005	47.0	31.0	21.3	0.9	1.9	2.8
3	20	29/06/2005	25.0	0.0	21.5	1.1	2.2	32.4
4	21	30/06/2005	27.0	0.0	21.5	1.3	2.4	32.7
5	22	01/07/2005	30.0	0.0	24.2	1.8	3.1	33.2
6	24	03/07/2005	61.0	0.0	27.9	2.2	3.8	31.6
7	26	05/07/2005	71.0	0.0	32.3	2.9	4.6	29.0
8	28	07/07/2005	77.0	0.0	38.2	3.7	5.6	26.2
9	30	09/07/2005	91.0	0.0	44.9	4.6	6.7	22.1
10	32	11/07/2005	84.0	31.0	51.6	5.6	7.9	17.3
11	34	13/07/2005	86.0	0.0	59.4	6.8	9.2	43.8
12	36	15/07/2005	98.0	0.0	65.7	8.5	10.7	38.5
13	38	17/07/2005	116.0	0.0	66.0	10.6	12.3	35.3
14	40	19/07/2005	125.0	0.0	73.9	14.1	15.0	38.9
15	43	22/07/2005	196.0	0.0	87.0	18.2	18.2	37.2
16	46	25/07/2005	193.0	0.0	99.4	21.1	18.2	31.2
17	48	27/07/2005	111.0	0.0	99.4	24.3	18.2	21.7
18	50	29/07/2005	116.0	0.0	99.4	27.7	18.2	25.0
19	52	31/07/2005	116.0	0.0	99.4	31.0	18.2	28.3
20	54	02/08/2005	114.0	0.0	100.9	35.2	18.2	31.6
21	57	05/08/2005	147.0	0.0	118.0	38.7	18.2	34.4
22	60	08/08/2005	146.0	0.0	129.1	40.8	18.2	20.8
23	62	10/08/2005	106.0	31.0	138.4	43.6	18.2	11.8
24	64	12/08/2005	118.0	0.0	158.6	47.8	18.2	36.2
25	67	15/08/2005	154.0	15.4	177.9	51.3	18.2	20.3
26	70	18/08/2005	145.0	21.7	192.6	53.8	18.2	19.8
27	72	20/08/2005	106.0	15.2	212.9	57.5	18.2	29.3
28	75	23/08/2005	149.0	18.5	230.8	61.2	18.2	27.9
29	78	26/08/2005	152.0	15.5	248.7	65.2	18.2	32.1
30	81	29/08/2005	149.0	0.0	262.7	69.0	18.2	33.8
31	84	01/09/2005	136.0	0.0	275.1	72.9	18.2	23.5
32	87	04/09/2005	143.0	0.0	283.6	76.4	18.2	15.1
33	90	07/09/2005	145.0	0.0	291.2	80.2	18.2	10.0
34	93	10/09/2005	136.0	0.0	306.3	93.1	18.2	6.2
Total	103	20/09/2005	3901.0	199.0	306.3	93.1	18.2	4.1



Schedulazione del piano di fertirrigazione e di crescita colturale: date di fertirrigazione, relativi volumi di acqua e NPK (kg/ha) necessari al fine del mantenimento della resa massima.

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Concimazione: Dati di setting del modello

***irrigationId*** - Tipo di impianto irriguo

***mulchID*** - Tipo di pacciamante

***mulch*** - Copertura pacciamante [%]

***aps*** - Altezza a pieno sviluppo della coltura [m]

***Cs*** - Classe sostanza organica nel terreno [%]

***P*** - Fattore culturale (RFU)

***Pf*** - Profondità della falda [m]

***cultivationID*** - Tipo di coltura

***n plant*** - Numero di piante ad ettaro

***Exp\_yld\_ha*** - Resa agricola colturale [q.li/ettaro]

***Root\_h\_ini*** - Lunghezza radici a inizio sviluppo [m]

***Root\_h\_max*** - Lunghezza radici a pieno sviluppo [m]

Dati da utente

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Concimazione: Dati di setting del modello

**Soil\_SO** - Concentrazione di sostanza organica del suolo [g/kg]

**Soil\_CaCO3** - Concentrazione di carbonato di calcio (calcare totale) del suolo [g/kg]

**Soil\_Norg** - Concentrazione di azoto totale nel suolo [g/kg]

**Soil\_Clay** - Concentrazione di argilla nel suolo [g/kg]

**Soil\_Sand** - Concentrazione di sabbia nel suolo [g/kg] (da informazioni granulometriche)

**Soil\_Skeleton** - % di scheletro (materiale inerte) nel suolo [%]

**Soil\_Type** - Classe granulometrica del terreno (scelto da utente da menù a tendina)

**E\_Disch** - Portata emettitori dell'impianto di fertirrigazione [l/h]

**fr** - Frequenza di concimazione organica (spargimento letame, compost, etc) / Gestione agronomica dei residui

**Ts** - Freq. lavorazioni (aratura, fresatura, ecc)

**I** - Fattore di mineralizzazione

Da analisi del suolo

Dati da utente

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Concimazione: Dati di input giornalieri

***N\_input*** - Quantità di azoto prontamente disponibile fornito tramite fertilizzazione inorganica [kg/ha]

***P\_input*** - Quantità di fosforo fornito tramite fertilizzazione inorganica [kg/ha]

***K\_input*** - Quantità di potassio fornito tramite fertilizzazione inorganica [kg/ha]

***Norg\_type*** - Tipo di reintegro di sostanza organica (da determinare una lista di concimi organici)

***organicWeight*** - Quantità di reintegro di sostanza organica [kg/ha]

***Norg\_quantity*** - Quantità di concime organico inserita sul campo [kg/ha]

***Norg\_conc*** - Titolo (% di N totale) del concime organico inserita sul campo

***tempMin*** - temperatura minima nelle 24 ore

***tempAvg*** - temperatura media nelle 24 ore

***tempMax*** - temperatura massima nelle 24 ore

***Wind*** - intensità del vento (a 10 metri) medio nelle 24 ore (in m/s)

***Rh*** - umidità relativa minima nelle 24 ore [Float]

***Rain*** - quantità in millimetri di pioggia registrata nelle 24 ore

***Irrigation*** - quantità in millimetri di irrigazione nelle 24 ore

***phasesID*** - fase fenologica della giornata

Dati da utente riferiti  
alle concimazioni  
organiche/inorganiche

Dati agrometeo

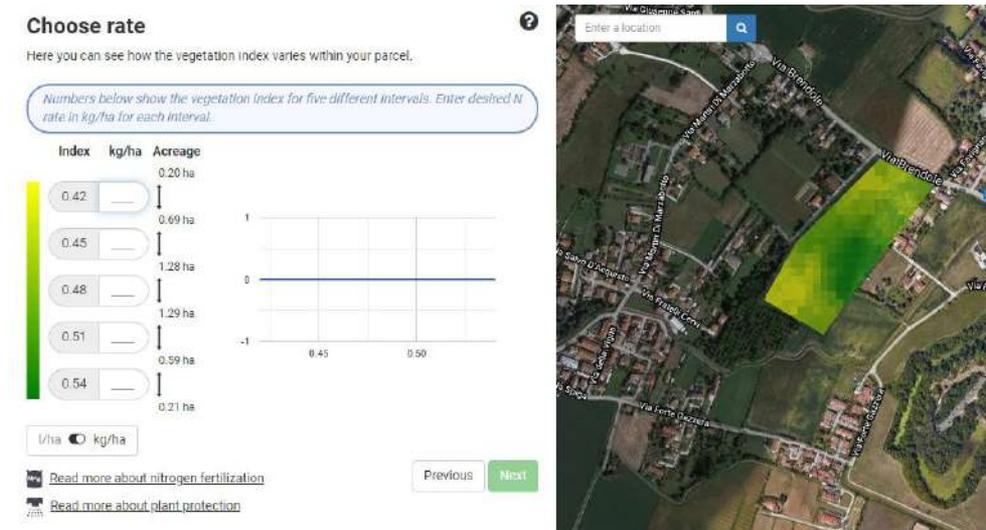
## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Concimazione: Considerazioni conclusive

- ❖ **Modello predittivo mirato ai tecnici agronomi e gli agricoltori per la gestione fertirrigua di precisione al fine di massimizzare la resa e ridurre sprechi di fertilizzanti.**
- ❖ Modello essenziale nelle zone vulnerabili ai nitrati (ZVN) in seguito alla Direttiva Nitrati (91/676/CEE).
- ❖ **Simulazione della crescita colturale affinata da diverse subroutine di calcolo:** stress idrotermico (accumulo gradi giorno, biomassa e fruttificazione) + procedura di calibrazione real time (velocità di accumulo, valore massimo di biomassa).
- ❖ **La particolare simulazione dell'assorbimento dell'azoto implementato dal modello** (basato sul concetto di dose critica sulla biomassa secca epigea) permette di **escludere sovrastime.**
- ❖ **Buona accuratezza: scostamenti percentuali** tra i valori simulati e osservati risultano **entro ~ il 15%.**
- ❖ **Doppia modalità di funzionamento:** Schedulazione anticipata della stagione fertirrigua (piano annuale delle concimazioni); Simulazione real-time (indicazione giornaliera del fabbisogno NPK basato su dati reali misurati in campo).

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Concimazione: Strumento aggiuntivo (mappe di prescrizione)



- Un servizio supplementare genera una mappa dell'indice di vegetazione (indice di vigoria) che mi riporta le aree con una maggiore presenza di superficie fotosintetizzante (maggiore vigoria) e le aree con una minore presenza di superficie fotosintetizzante (minore vigoria) su un poligono tracciato dall'utente.
- Per ogni area a diverso indice di vigoria l'utente inserisce la quantità di fertilizzante (kg/ha) che vuole somministrare per ottenere una maggiore resa della sua coltivazione → consultando il modello di concimazione (kg/ha)

# SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

## Modello Concimazione: Strumento aggiuntivo (mappe di prescrizione)



### Choose file format to download

By saving the prescription file to your DataVäxt- account, you have the option to view it in the mobile app and use it in a variety of services.

- Per ogni zona a diverso indice di vigoria lo strumento indica quanto fertilizzante somministrare (genera una mappa di prescrizione) → La mappa può essere scaricata ed utilizzata da spandiconcime a rateo variabile

Nella scheda viene riportato la quantità media di fertilizzante ad ettaro (kg/ha), il titolo (%) di azoto contenuto nel fertilizzante fornito e la quantità totale (in kg) di fertilizzante da fornire sull'intera parcella delineata

## SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali di Irrigazione e Concimazione

### Modello Concimazione: Strumento aggiuntivo (mappe di prescrizione)



- mappatura del lotto produttivo via satellite (firma spettrale del terreno);
- frequenza di aggiornamento del dato satellitare: 15-30gg;