

# Bilancio idrico e piattaforme irrigue

**TAVOLO NAZIONALE DI COORDINAMENTO NEL SETTORE  
DELL'AGROMETEOROLOGIA**  
Incontro tematico su Bilancio idrico e piattaforme irrigue  
10 dicembre 2020



**IRRISAT: l'utilizzo dei dati satellitari per gestire  
l'irrigazione secondo il DM 31.07.2015**



**Guido D'Urso**

Dipartimento di Agraria -Università degli Studi di Napoli Federico II  
[duroso@unina.it](mailto:duroso@unina.it)



*Satellite Solutions for Agriculture*

**Carlo De Michele**

Ariespace srl -Spin-off Company Università degli studi di Napoli Federico II  
[carlo.demichela@ariespace.com](mailto:carlo.demichela@ariespace.com)

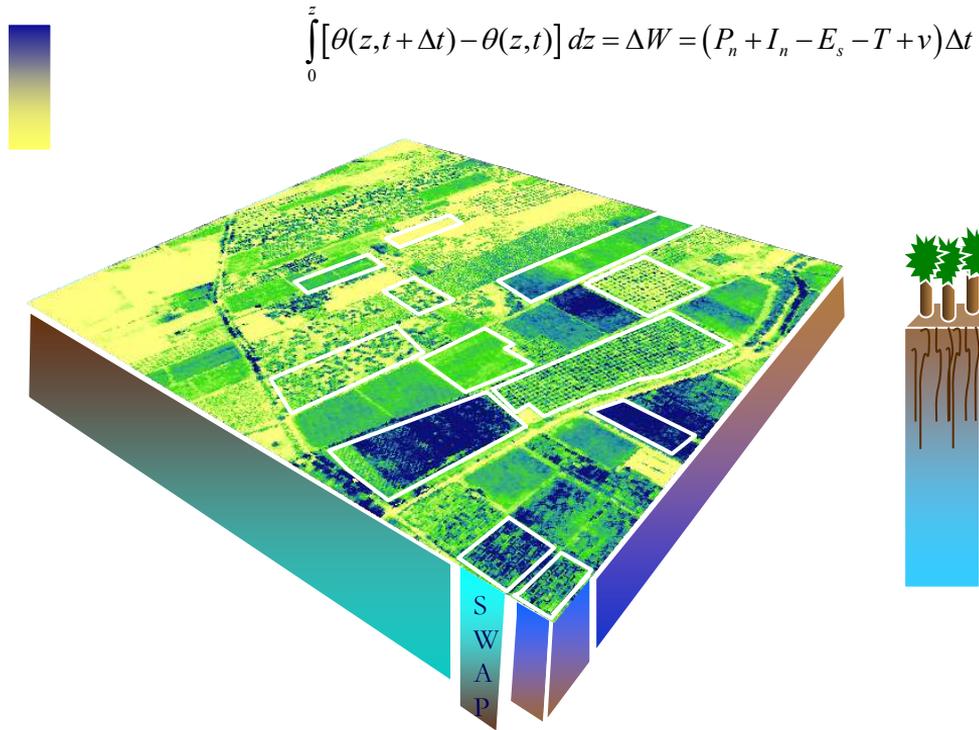
# Il bilancio idrologico: utenti e portatori d'interesse



Interesse degli  
UTENTI

UTENTI e PORTATORI  
D'INTERESSE

Necessità d'informazioni  
per....



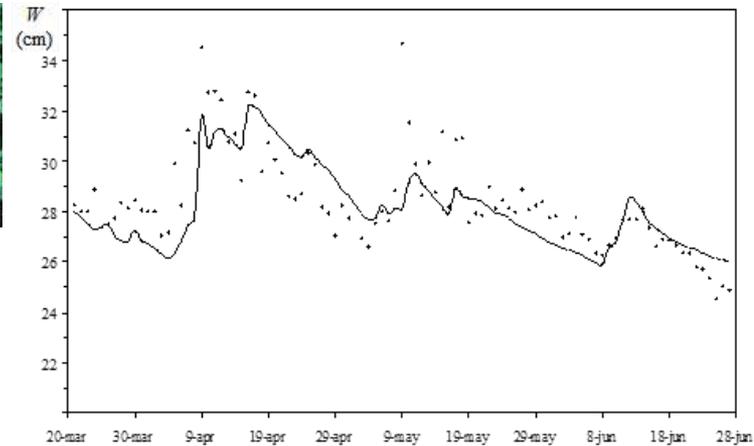
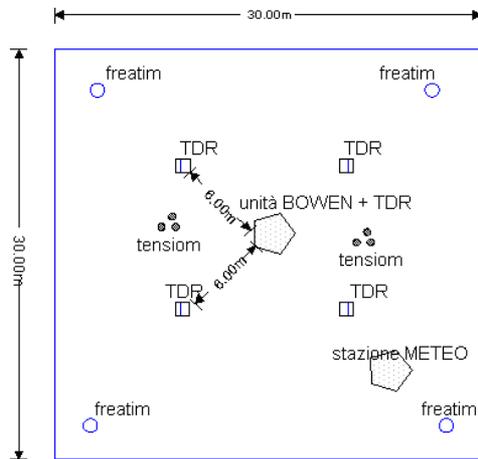
Condizioni al contorno:  
Parametri vegetazione

+  
Potential  
Evapotranspiration

Moto dell'acqua nel sistema  
suolo-pianta-atmosfera:  
Richard's equation  
+  
Feddes model

Interazione con la  
circolazione idrica  
sotterranea (se esistente)

# Validazione sperimentale di modelli di bilancio idrologico



# Modelli di bilancio idrico: dati di input richiesti

DATI DI INPUT RICHIESTI	$ET_0$	$ET_p$ Eq.(1) o (2)	$W$ Eq.(3)	Efficienza irrigua	Bilancio idrologico	Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS)
a) Variabili meteorologiche						
b) Ubicazione ed estensione delle aree irrigue						
c) Variabili riferite allo sviluppo delle colture						
d) Caratteristiche idrauliche dei suoli						
e) Scambi idrici con la circolazione sotterranea						
f) Profondità apparati radicali e funzioni di risposta allo stress idrico delle colture						
g) Calendari irrigui (volumi, durata e momento d'intervento)						
h) Perdite idriche negli impianti di adduzione e di distribuzione						
i) Caratteristiche idrauliche della rete di distribuzione						

# Implementazione della tecnologia

Trovare il giusto bilanciamento fra i seguenti aspetti

- i. **Disponibilità di dati ancillari** (meteo, coltura, suolo?) con **nessun o minimo contributo da parte degli utenti finali**
- ii. **Accuratezza dei metodi** per la stima dei fabbisogni irrigui, ricorrendo al **minor numero possibile di parametri**
- iii. **Tempi di elaborazione** compatibili con il **minor ritardo possibile** rispetto al momento dell'acquisizione (aspetto critico per la mappatura delle colture)



## Equazione di PENMAN-MONTEITH

Monteith J.L., Unsworth M.H., 1990. *Principles of Environmental Physics, 2nd Ed.*, E. Arnold, U.K

$$ET = \frac{86400}{\lambda} \cdot \frac{\Delta (R_{ns} - R_{nl} - G) + c_p \rho_a (e_s - e_a) / r_a}{\Delta + \gamma (1 + r_c / r_a)} \quad (\text{mm/d})$$

$R_{ns} = (1 - \alpha) R_i$   
 $G = 0.4 \text{ EXP}(-0.5LAI) \cdot R_n$   
 $r_a = \frac{\ln\left(\frac{z_U - 2/3 h_c}{0.123 h_c}\right) \cdot \ln\left(\frac{z_T - 2/3 h_c}{0.123 h_c}\right)}{0.168U}$   
 $r_c = \frac{r_{leaf}}{0.5 LAI}$

Fabbisogno irriguo ↔ ETmax



Satellite-based irrigation advisory services: A common tool for different experiences from Europe to Australia  
 Francesco Vuolo<sup>1</sup>, Guido D'Urso<sup>2,3,4,\*</sup>, Carlo De Michele<sup>5</sup>, Biagio Bianchi<sup>6</sup>, Michael Cutting<sup>7</sup>

<sup>1</sup>University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), P. Jenckel Str.82, Vienna, Austria  
<sup>2</sup>Department of Agriculture, University of Naples Federico II, Via Università 100 Portici (NA), Italy  
<sup>3</sup>Agronomy & L. Spin. aff. company of the University of Naples Federico II, Centro Dir. R.A.3, Naples, Italy  
<sup>4</sup>Dept. Agriculture and Forestry Sci., University of Bari Aldo Moro, Via Orto Botanico 1, Bari, Italy  
<sup>5</sup>South Australian Murray-Darling Basin Natural Resources Management Board, Strathalbyn, South Australia

### ARTICLE INFO

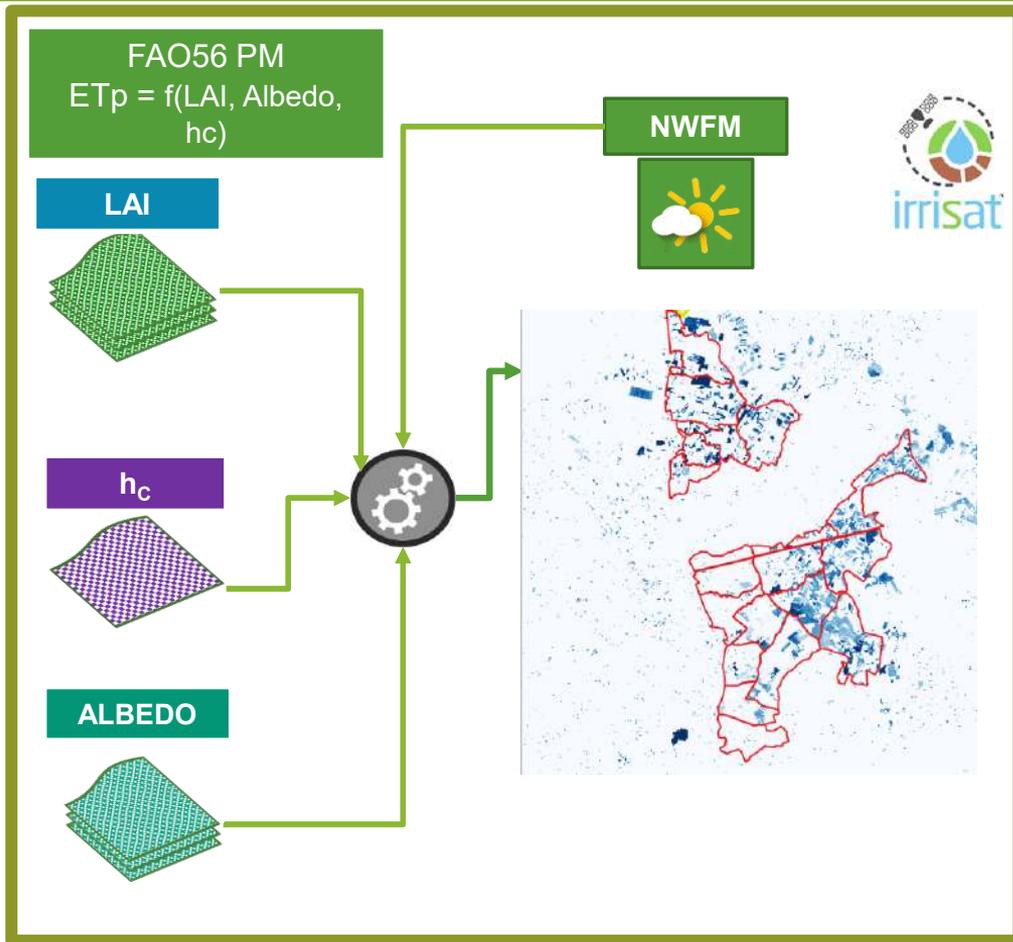
Article history:  
 Available online 20 August 2014

Keywords:  
 Remote sensing  
 webGIS  
 Crop water requirements  
 Irrigation advisory services

### ABSTRACT

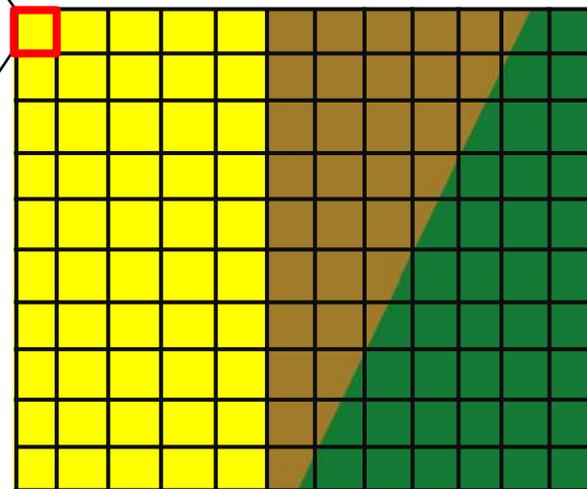
Earth Observation techniques are widely recognised in supporting the management of land and water resources and they are nowadays being transferred to operative applications. In this paper, we present the current status of a satellite-based irrigation advisory system based on dedicated webGIS or farmers and district managers, in three different agricultural systems and environments: Southern Italy, Austria and Southern Australia. Maps of canopy development, leaf area index, albedo and soil cover are derived from high-resolution (20 m) multispectral satellite images, delivered in near-real time (24–36 h) and processed by using in-situ agro-meteorological data. The outputs of this procedure are: (i) a personalised irrigation advice, based on the calculation of crop evapotranspiration under standard conditions (according to FAO-56 definitions and by using the direct approach), by taking into account the actual canopy development and crop variability at sub-plot scale; (ii) timely delivery of the information, consisting in maps and suggested irrigation volume applications, timely published on a dedicated webGIS-site with access restricted to growers and basin authorities, in order to better control the irrigation systems and consequently improve

# Mappa delle aree irrigate e Fabbisogni irrigui



IRRISAT è applicato per ciascun pixel ma con parametrizzazioni diverse a seconda della classe tematica

-  Parametrizzazione per Erbaceo
-  Parametrizzazione per Arboreo
-   $ET_p = 0$  Fabb. Irriguo = 0



Programma COPERNICUS



sentinel-2



**13 bande spettrali**

**Risoluzione geometrica: 10 – 20 m**

**Frequenza : ogni 4 gg in media**

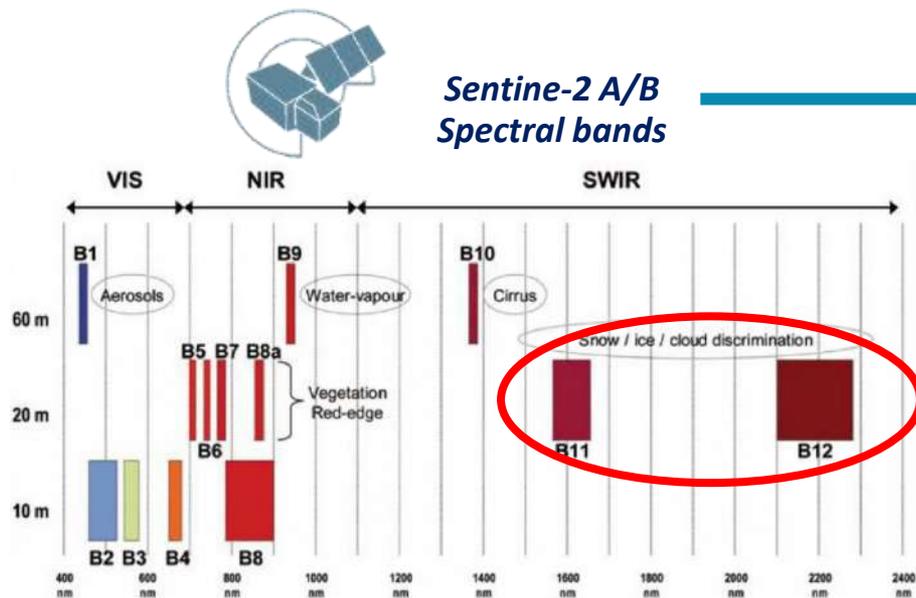
#### *APPLICAZIONI IN AGRICOLTURA*

- *Vigore vegetativo*
- *Fabbisogni irrigui*
- *Concentrazione di clorofilla*
- *Stato nutritivo della pianta*
- *Infestanti e attacchi di patogeni*
- *Stima della produzione*



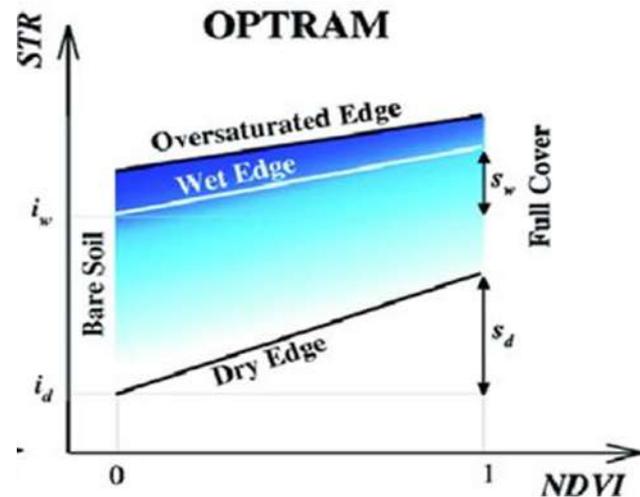
# Utilizzo di osservazioni nelle bande dell'infrarosso medio con il calcolo dell'indice STR (SHORT WAVE INFRARED TRANSFORMED REFLECTANCE) per modulare la resistenza della superficie

*VIS-NIR-SWIR Domain*



$$STR = \frac{(1 - \rho_{SWIR})^2}{\rho_{SWIR}}$$

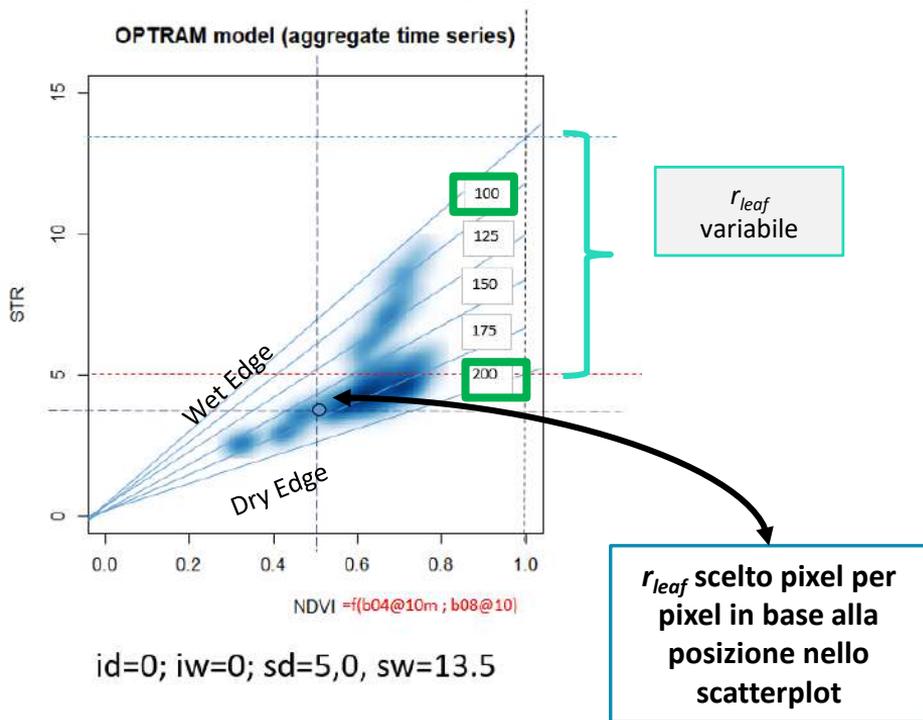
Sadeghi et al (2017)\*  
"Optical TRAPEZOID Model"



\*Sadeghi, M., Babaeian, E., Tuller, M., Jones, S. B. (2017). The optical trapezoid model: A novel approach to remote sensing of soil moisture applied to Sentinel-2 and Landsat-8 observations. Remote sensing of environment, 198, 52-68.

# Utilizzo di osservazioni nelle bande dell'infrarosso medio con il calcolo dell'indice STR (SHORT WAVE INFRARED TRANSFORMED REFLECTANCE) per modulare la resistenza della superficie

Sentinel-2 - Based on n°29 acquisitions (from April to September)



Nel grafico NDVI-STR i pixel si posizionano in base al contenuto idrico complessivo del sistema suolo-pianta.

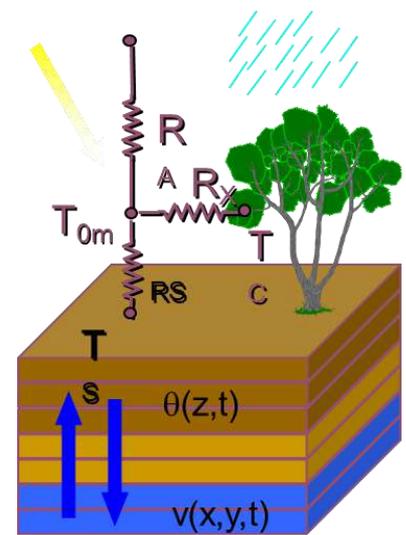
Ipotesi:

$$r_c = \frac{r_{leaf}}{0.5 LAI}$$

La resistenza  $r_{leaf}$  nel calcolo di  $r_c$  viene quindi modulata in funzione di NDVI e STR

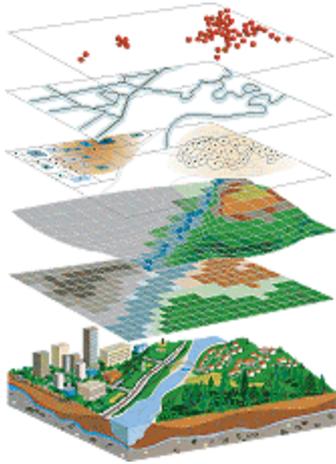
Caratteristica	Sistemi basati solo su modello	Sistemi basati anche su dati da satellite
Estensione delle colture irrigate	Dato di input da fornire al sistema in base a dati storici, statistici	 <p><b>Dati desumibili dall'analisi dei dati satellitari</b></p>
Mappa delle colture irrigate	Non fornita	
Sviluppo colturale effettivo	Basato su coefficienti colturali standard, è necessario fornire l'elenco delle colture, periodo di semina e di raccolta presunto	
Calcolo del fabbisogno irriguo	Basato su coefficienti colturali standard,	
Livello di aggregazione dei risultati	Alla scala del calcolo effettuato. In genere, non è possibile disaggregare i dati	

## Valutazione dei fabbisogni irrigui



# IL PROGRESSO DELLE CONOSCENZE E DELLE TECNOLOGIE NEL MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE AGRARIO

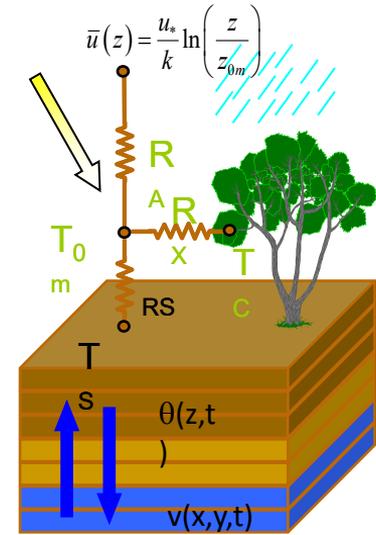
GIS



+ Osservazione della Terra

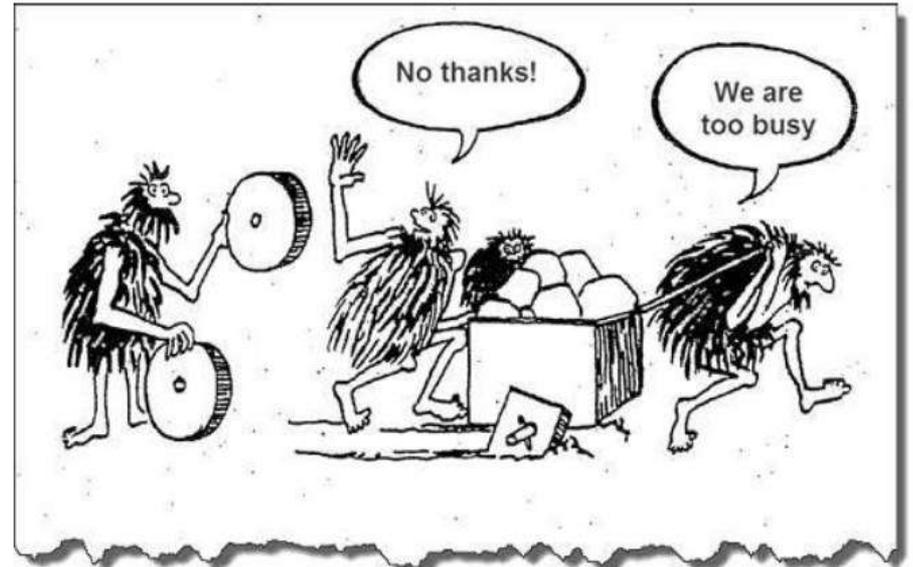


+ modelli



+ tecniche di assimilazione di dati, integrazione con sensori in-situ, etc....

# Sono pronti i nostri agricoltori per l'Agricoltura 4.0 ?





**La piattaforma aziendale**  
***Web app for Farmers based on Satellite data***

# Irrisat®: Regione Campania

Irrisat® è attualmente il servizio di consulenza all'irrigazione della Regione Campania dal 2007



HOME CHI siamo Programmi Servizi Comparti Tematiche

## Piano Regionale di Consulenza all'Irrigazione

Home / Piano Regionale di Consulenza all'Irrigazione

### Irrigazione assistita da satellite



IRRISAT Campania  
Piano Regionale di Consulenza all'Irrigazione della Regione Campania

Aziende Agricole Consorzi di Bonifica

<http://www.irisat.com/project/irisat-campania>

[vai al servizio](#)

Menu

- [Come aderire al Piano](#)

## Vista campo



## Pannello irrigazione

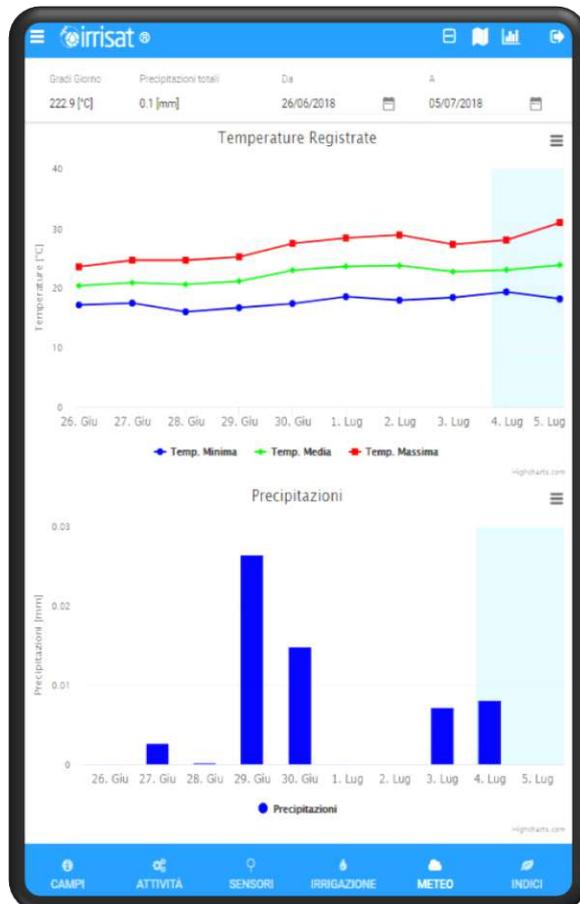


Gestione  
irrigua  
Da  
smartphone

## Indici di vegetazione

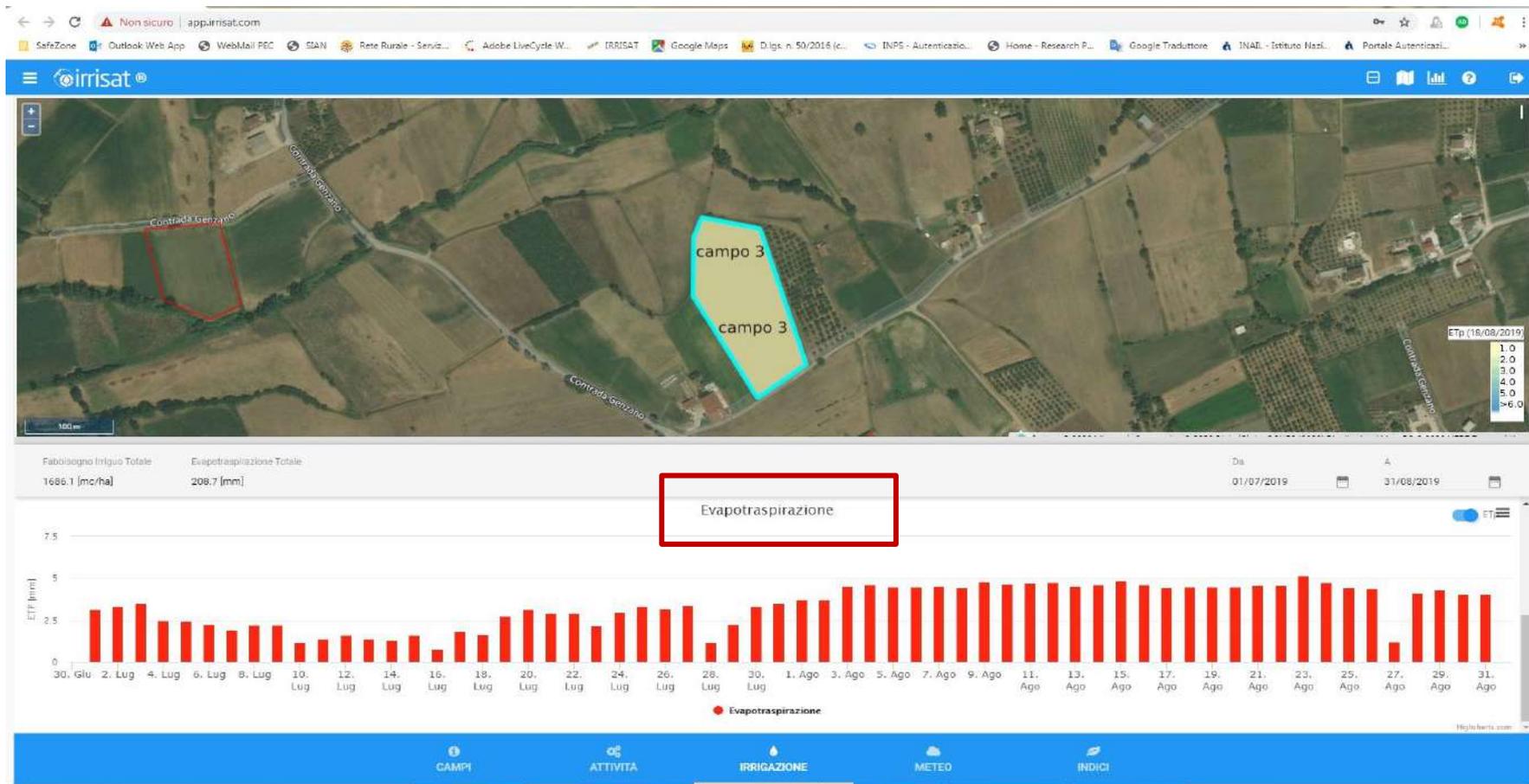


## Dati Meteo

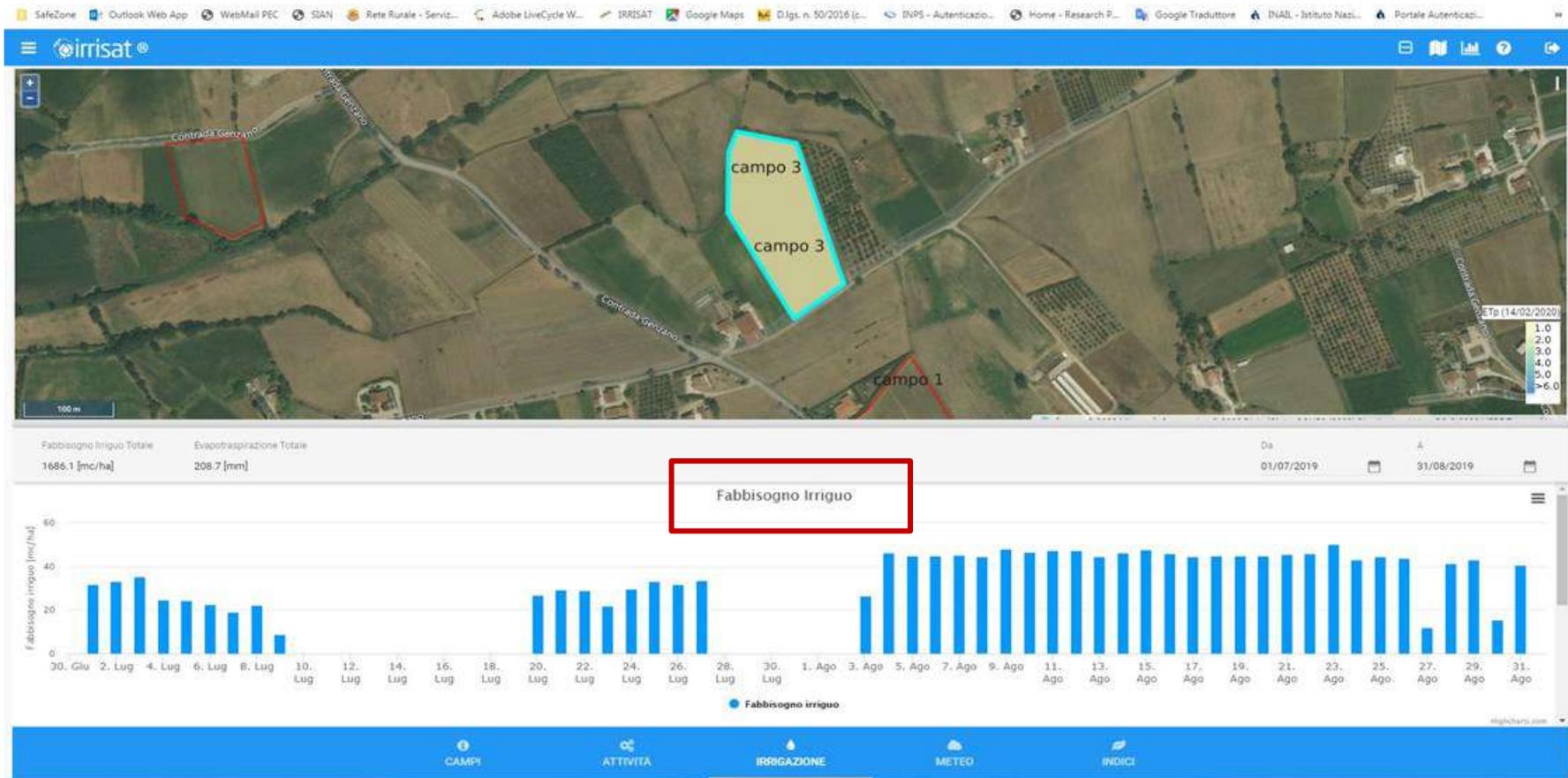


Sviluppo  
della coltura  
e dati meteo

# Accesso anche da pc



# Accesso anche da pc



# Verifiche in situ



Misure di **Indice di Area Fogliare (LAI)** in diversi siti nel corso della stagione irrigua



Misure dei **volumi irrigui forniti**



# La piattaforma per i Consorzi di Bonifica

# Piattaforma per i Consorzi di bonifica: vantaggi

Attività del  
Consorzio

Servizi basati su dati di Osservazione della Terra (irrisat®)



**Controllo delle  
Domande Irrigue**

Verifica su base catastale delle domande irrigue incrociando le **dichiarazioni** con la **mappa delle aree irrigate prodotta da satellite**



**Guidare le  
ispezioni in  
campo**

**Lista delle particelle catastali** che in base alla classificazione fatta durante la stagione irrigua risultano **irrigate ma senza permesso.**

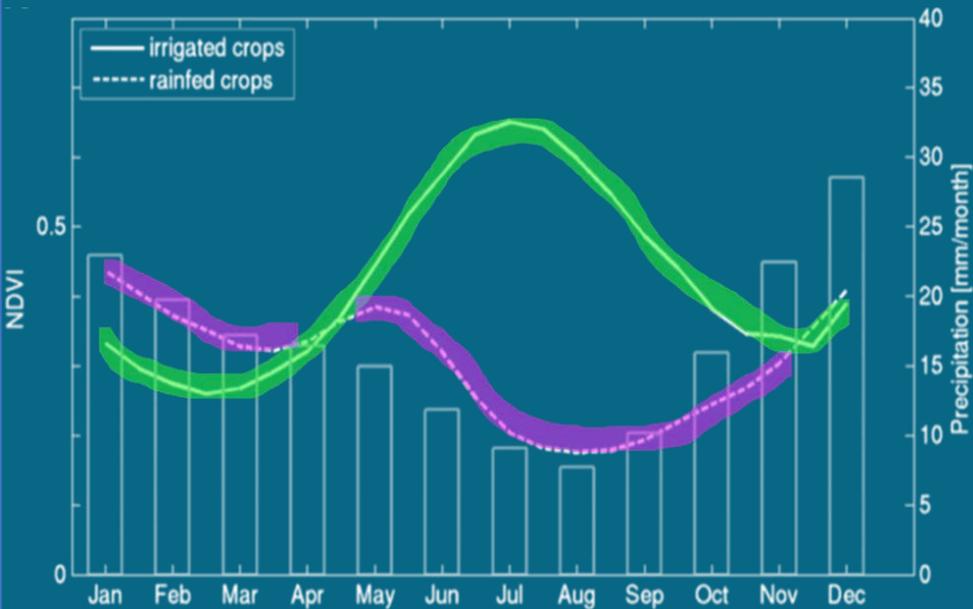


**Calcolo del ruolo  
irriguo**

Per ogni particella catastale **l'area irrigata** e il **volume irriguo utilizzato**



## Come funziona?



Il sistema si basa:

variabilità temporale degli indici di vegetazione

Applicazione della procedura FAO56 per la stima dei fabbisogni



Ispezione in un campo di Mais

Foto dell'appezzamento



## Particella irrigua non dichiarata dal proprietario

Generazione Report 1.0

About

Comune:	GIOIA SANNITICA
Foglio:	38
Particella:	137
Anno:	2016
Mese iniziale:	Giugno
Mese Finale:	Agosto
Efficienza:	1

Interfaccia alternativa



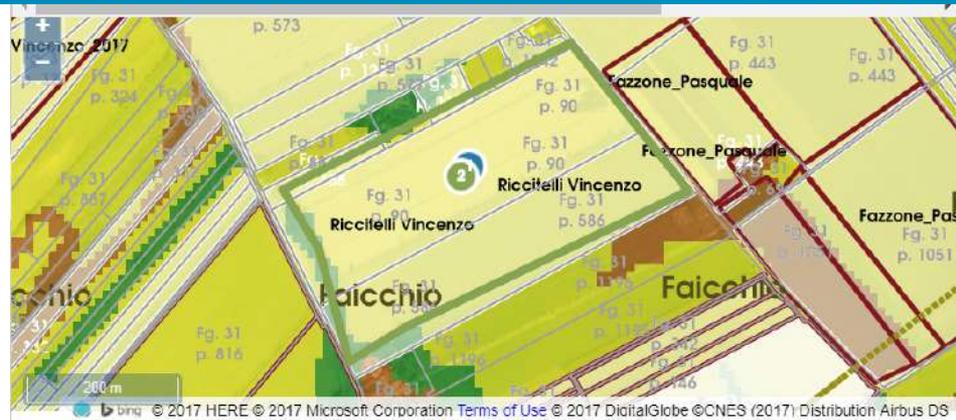
# Confronto tra volumi misurati e stimati

## Misurato

AREA (ha)	Volume irriguo (m3)
10.74	51.490

## Stimato da satellite

AREA (ha)	Volume irriguo (m3)
10.74	53.915

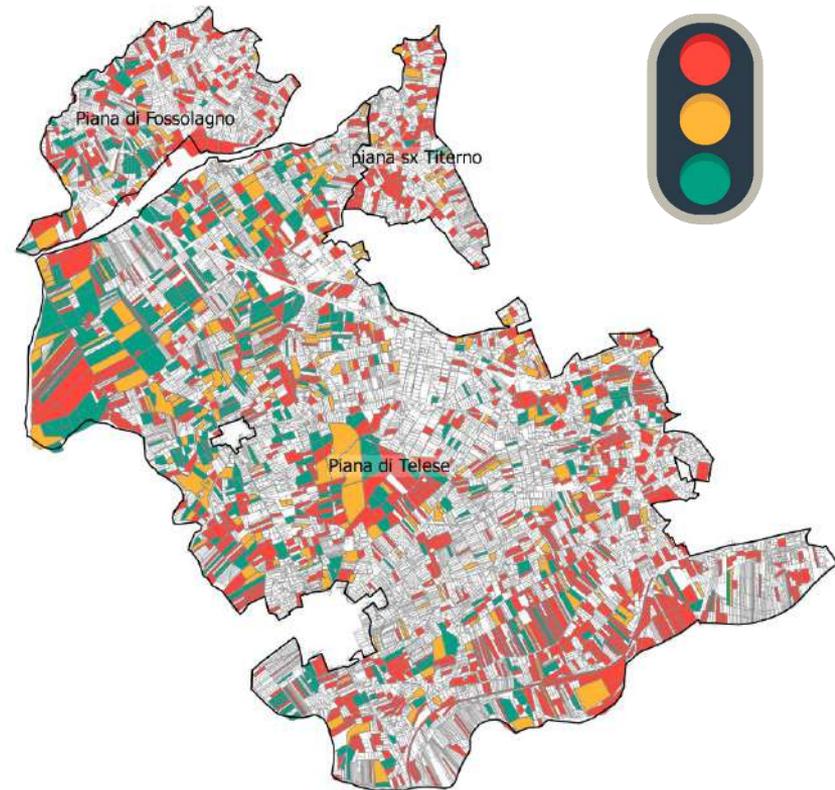


Fabbisogno irriguo decadale 2017 - Graph



# Particelle irrigate senza domanda o con domanda non conforme

- Rosso:** irrigate senza domanda
- Giallo:** irrigato con domanda non conforme
- Verde:** irrigato con domanda conforme





**Stime delle aree irrigate e dei volumi a  
scala regionale**  
*La piattaforma regionale*

# Normativa di contesto

*(Regolamento delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo)*

Regolamento del 22 maggio 2017 n.

1

- Direttiva 2000/60/CE (*Direttiva Quadro sulle Acque – DQA*);
- *Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152: "Norme in materia ambientale"*;
- *Regolamento 12 novembre 2012 n. 12 "Regolamento per la disciplina delle procedure relative a concessioni per piccole derivazioni, attingimenti e uso domestico di acque pubbliche"*;
- *Regolamento (UE) n. 1305/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 dicembre 2013, sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR)*;
- ***Decreto del 31 luglio 2015 dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali "Linee guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo"***.

### Art. 3 comma 6

Nelle more dell'installazione di misuratori e nei casi di esclusione, è **fatto obbligo di stimare i volumi utilizzati** secondo le metodologie riportate all'articolo 8.

# Cosa prevede il Regolamento regionale del 22 maggio 2017 n. 1 all'art 8.a?

ALTRI MODELLI UTILIZZABILI

**Art. 8 comma 3** - Per il calcolo dei fabbisogni irrigui è possibile adottare:

a) **sistemi di consiglio irriguo**, opportunamente calibrati sulla metodologia FAO 56 **basati su osservazioni satellitari** e che tengano in considerazione l'efficienza dalla testa del distretto irriguo al campo

b) modelli sviluppati dalle amministrazioni pubbliche che **prevedano la stima dei fabbisogni irrigui**

c) **modello FAO Cropwat**

([http://www.fao.org/nr/water/infores\\_databases\\_cropwat.html](http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html))

# Estratto da “Tavolo permanente per la quantificazione dei volumi irrigui, (articolo 3 del D.M. MIPAAF 31 luglio 2015), Metodologie di stima dei volumi irrigui, (prelievi, utilizzi e restituzioni)”

Tabella 1 Analisi dei servizi di consiglio irriguo

Servizio	Proprietario/gestore	Metodologia di stima utilizzata	Usabilità per la stima
IRRIFRAME	ANBI	Bilancio idrologico ET <sub>0</sub> : HG/PM	Alta
<b>IRRISAT</b>	<b>Ariospace srl</b>	<b>Stima da immagini satellitari</b> <b>ET<sub>0</sub> : PM</b>	<b>Alta</b>
IRRISIAS	Regione Sicilia	Bilancio idrologico ET <sub>0</sub> : PM	Media
IRRITRE	Trentino	Bilancio idrologico ET <sub>0</sub> : HG	Servizio in dismissione sostituito da PICA prodotto commerciale di CAVIT solo per Vite
IRRINET Sardegna	ARPAS	Bilancio idrologico ET <sub>0</sub> : (?)	Media
IRRI.IT/ARSIA	Regione Toscana	Bilancio idrologico ET <sub>0</sub> : HG	Media/Bassa

Irrisat<sup>®</sup> è l'unico Sistema di consiglio irriguo che utilizza metodologia FAO 56 basata su osservazioni satellitari

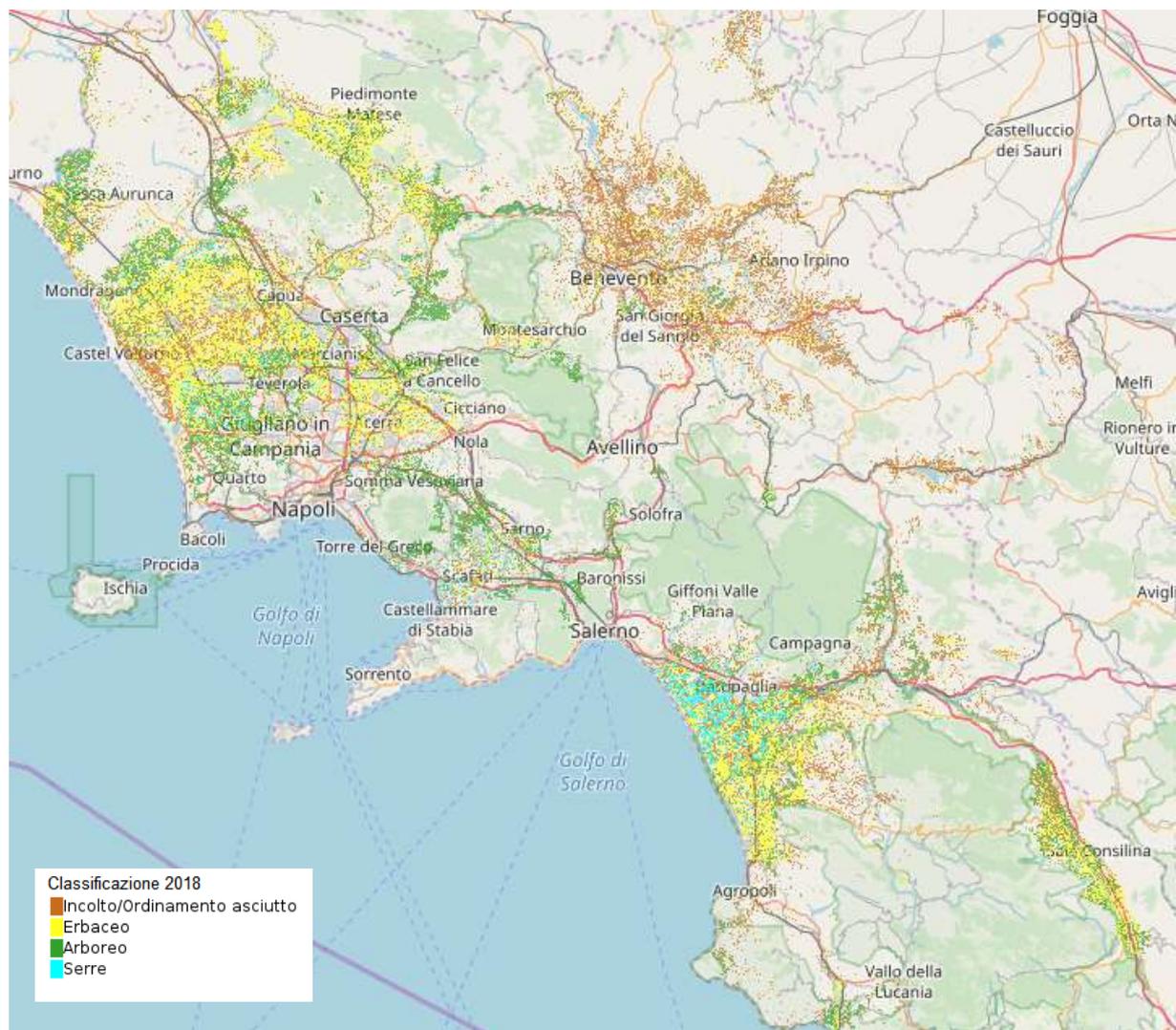


Estratto da “Tavolo permanente per la quantificazione dei volumi irrigui, (articolo 3 del D.M. MIPAAF 31 luglio 2015), Metodologie di stima dei volumi irrigui, (prelievi, utilizzi e restituzioni)”

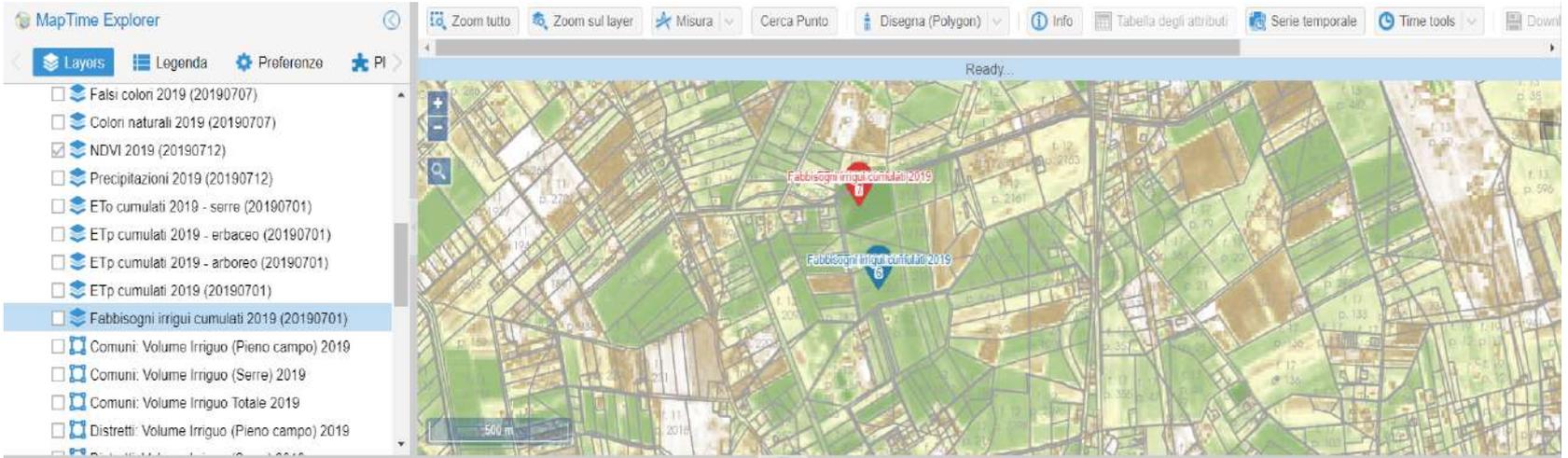


# Regione Campania

## Identificazione aree irrigate 2018

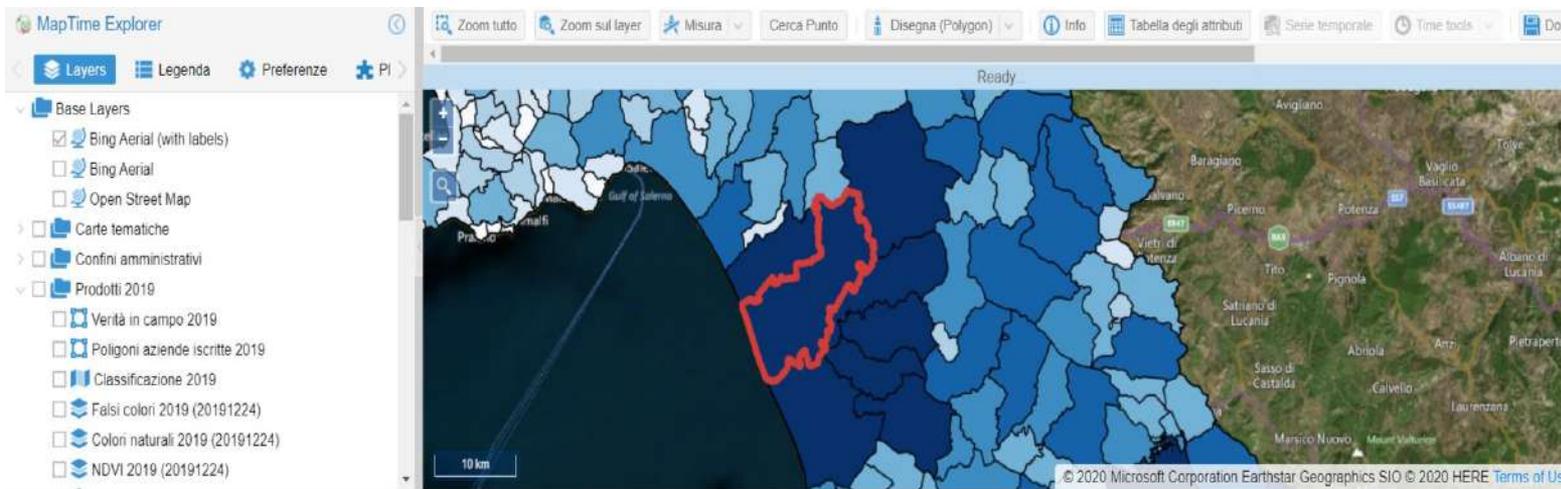


# Web Gis Irrisat®: Regione Campania – Dati a scala Comunale



Grafici NDVI - piattaforma MTE Irrisat® Campania <http://campania.irrisat.com/>

# Web Gis Irrisat®: Regione Campania – Dati a scala Comunale



Comuni: Volume Imguo (Serre) 2019 - Table

Seleziona tutti Deseleziona Zoom sui records selezionati Esporta

GID	_GID	COMUNE	ID	SERRA_HA	APRILE_MC	MAGGIO_...	GIUGNO_...	LUGLIO_MC	AGOSTO_...	SETTEMB...	OTTOBRE...	TOTALE_MC	Azioni
171	171	Crispano	170	1	655	725	1108	1186	1084	749	468	5975	
172	172	Cuccaro Vetere	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
173	173	Curti	172	1	419	461	737	763	700	456	276	3812	
174	174	Durazzano	173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
175	175	Eboli	174	2488	1956279	2187501	3514999	3598168	3321246	2172417	1388589	18139199	

Esporta in CSV  
<http://campania.irisat.com/proprietari.html>

Page 7 of 23

Disclaiming Innis 151 - 175 of 551

# Web Gis Irrisat®: Regione Campania – Dati a scala di distretto irriguo

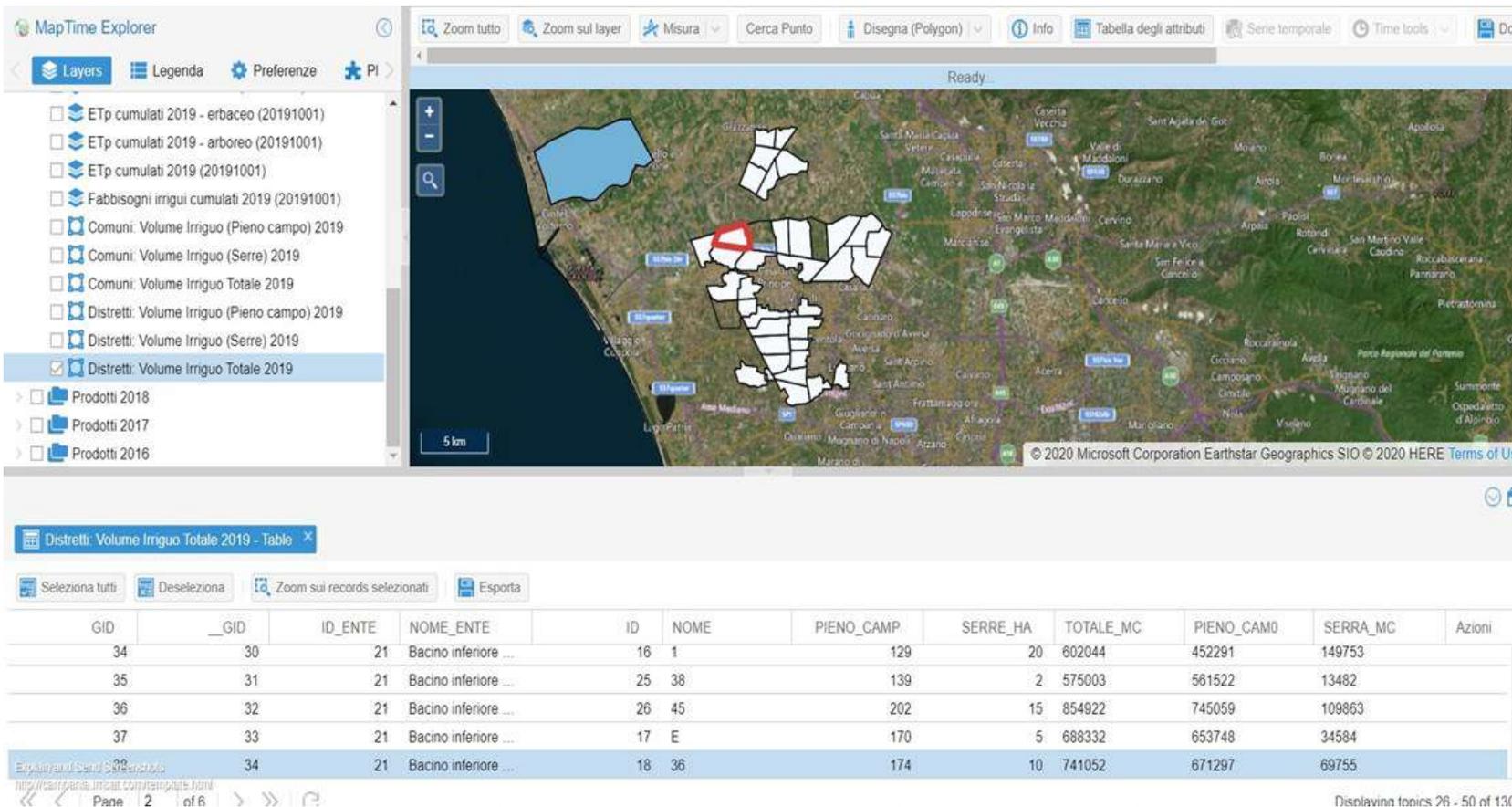


Tabella 5-14 - Confronto tra aree irrigate, volumi irrigui (VIM e VIS) e rapporto volumi/ettaro misurati dal Consorzio di Bonifica di Velia e stimati da satellite per le aree pilota relativi agli anni 2016 e 2017.

Distretto	Anno	Dati consorzio			Dati Stimati		
		Area irrigata (dato consorzio)	VIM	Volume per ettaro	Area irrigata stimata EO	VIS	Volume stimato per ettaro
		(ha)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /ha)	(ha)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /ha)
D2	2016	110	127 551	1 160	26.1	120 553	4 162
	2017	110	190 335	1 730	30.9	152 669	4 452
F3	2016	80	239 022	2 988	63.5	248 391	3 522
	2017	80	409 897	5 124	83.5	412 229	4 443

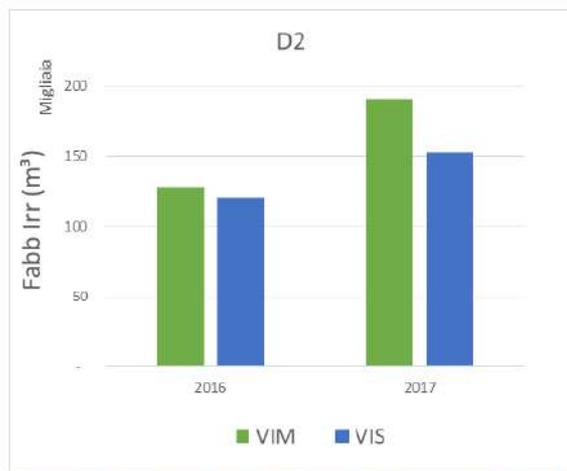


Figura 5-32 - Volumi irrigui misurati (VIM) (in verde) dal Consorzio di Bonifica di Velia e volumi irrigui stimati da satellite (VIS) (in blu), per il distretto irriguo D2 relativi agli anni 2016 e 2017.

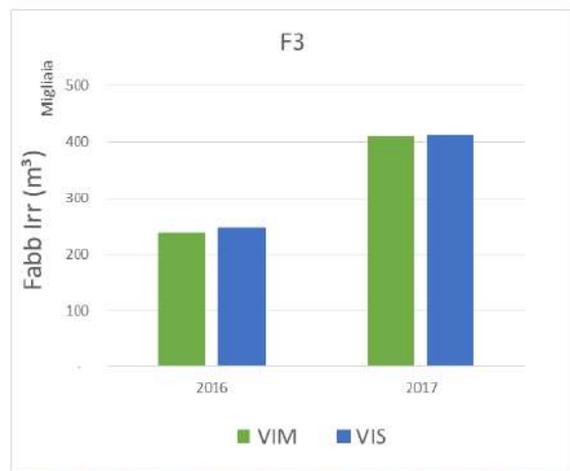


Figura 5-33 - Volumi irrigui misurati (VIM) (in verde) dal Consorzio di Bonifica di Velia e volumi irrigui stimati da satellite (VIS) (in blu), per il distretto irriguo F3 relativi agli anni 2016 e 2017.

# VERIFICA della STIMA DEI VOLUMI

## Test su aree pilota anni 2016-2017

### Consorzio Velia



# VERIFICA DEGLI OUTPUT della STIMA DEI VOLUMI

## Test su aree pilota – anno 2016

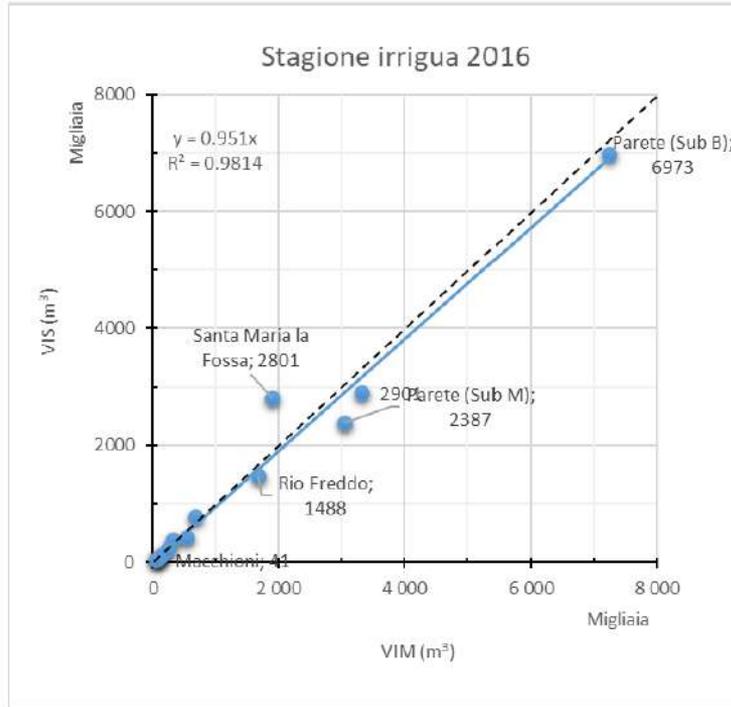


Figura 6-4 – Scatterplot dei volumi irrigui misurati (VIM), (asse delle ascisse) e dei volumi irrigui stimati (VIS) (asse delle ordinate). Stagione irrigua 2016, efficienza media  $\eta=0.90$ ; coefficiente di stress medio  $K_s=0.95$

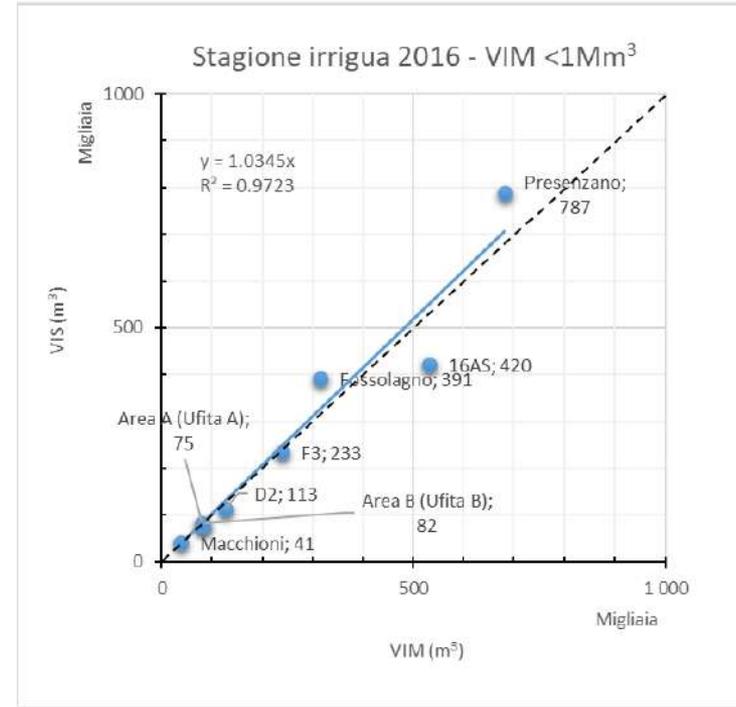


Figura 6-5 – Scatterplot dei volumi irrigui misurati (VIM), (asse delle ascisse) e dei volumi irrigui stimati (VIS) (asse delle ordinate). Stagione irrigua 2016, efficienza media  $\eta=0.90$ ; coefficiente di stress medio  $K_s=0.95$ . Ingrandimento per i distretti con meno di 1Mm³ fornito.

# VERIFICA DEGLI OUTPUT della STIMA DEI VOLUMI

## Test su aree pilota – anno 2017

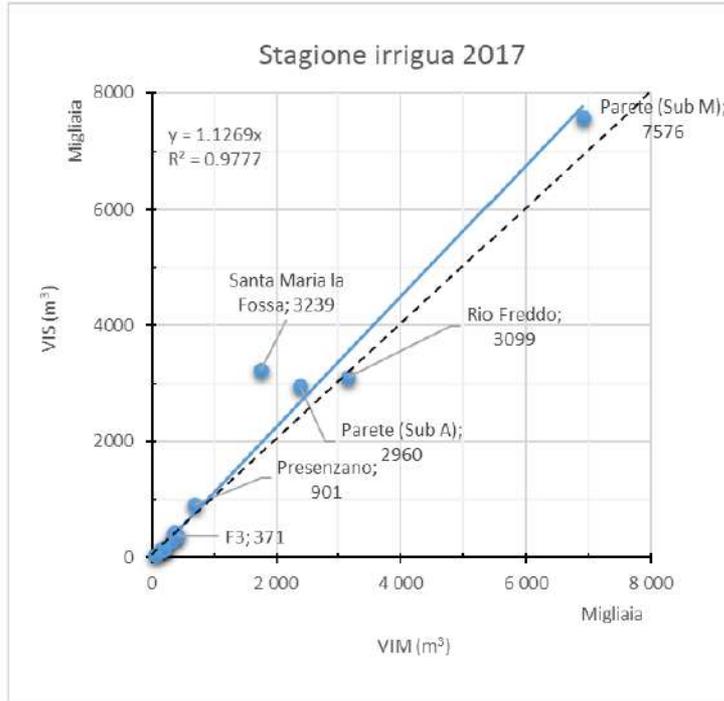


Figura 6-6 – Scatterplot dei volumi irrigui misurati (VIM), (asse delle ascisse) e dei volumi irrigui stimati (VIS) (asse delle ordinate). Stagione irrigua 2017, efficienza media  $\eta=0.90$ ; coefficiente di stress medio  $K_s=0.92$

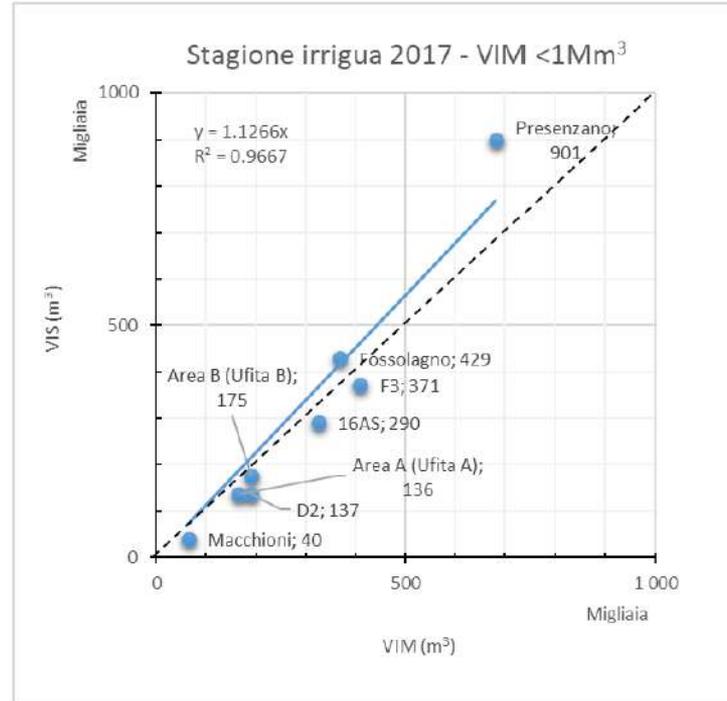


Figura 6-7 – Scatterplot dei volumi irrigui misurati (VIM), (asse delle ascisse) e dei volumi irrigui stimati (VIS) (asse delle ordinate). Stagione irrigua 2017, efficienza media  $\eta=0.90$ ; coefficiente di stress medio  $K_s=0.92$ . Ingrandimento per i distretti con meno di 1Mm<sup>3</sup> fornito.

# VERIFICA DEGLI OUTPUT MODELLISTICI PER LA STIMA DEI VOLUMI UTILIZZATI

## Test su aree pilota



Spin off dell'Università degli Studi di Napoli Federico II



GIUNTA REGIONALE DELLA CAMPANIA

Ufficio Speciale – IOD 01 – Centrale acquisti procedure di finanziamento di progetti relativi ad infrastrutture - Direzione Generale per le Politiche Agricole, Alimentari e Forestali

Procedura n. 2663/M/2018

PROCEDURA TELEMATICA PER L'AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI CONSULENZA PER LE STAGIONI IRRIGUE 2018/2019 PER LE AZIENDE AGRICOLE RICADENTI NEL TERRITORIO DELLA REGIONE CAMPANIA - CUP: B21D18000050009 - CIG: 7464673805

VERIFICA DEGLI OUTPUT MODELLISTICI  
PER LA STIMA DEI VOLUMI UTILIZZATI

*Test su aree pilota*

Secondo le disposizioni del Tavolo permanente per la quantificazione dei volumi irrigui del MIPAAF contenute nel documento "Metodologie di stima dei volumi irrigui" - paragrafo 2.1

Giugno 2020



Accordo di cooperazione tra MIPAAF e CREA per il PNSR 2014-2020  
Sottomisura "Investimenti in infrastrutture irrigue"

SIED LEGALE  
Via Pio, 14 - 00158 Roma (Italy)  
T +39 06 47036.1  
C.F. 97231970589 f P.I. 08183101008

VERBALE

Assistenza tecnica al PSRN 2014-2020

Sottomisura 4.3

Gruppo di lavoro per la verifica dei risultati del test su aree pilota dei metodi di stima dei volumi irrigui utilizzati nell'ambito del progetto "Accordo di Cooperazione per il PNSR 2014-2020" (OR.FU. 1.99.10.33.00).

” **Valutazione risultati test:** per quanto riguarda il confronto tra volumi misurati e stimati il gruppo di lavoro osserva un buon accordo tra i volumi misurati e quelli stimati”

” **...il gruppo di lavoro ritiene il suddetto metodo di stima valido e in linea con le disposizioni del documento “Metodologie di stima dei volumi irrigui (prelievi, utilizzi e restituzioni)” e ritiene adeguato l’utilizzo della metodologia proposta ...**





---

## Il monitoraggio dell'irrigazione da satellite...

.... è adottato come **metodologia ufficiale** per la stima delle aree irrigate nel Report della DG Ambiente **dell'Unione Europea**, "Applying Earth Observation to support the detection of non-authorized water abstraction"



ed è segnalata come **l'unica effettivamente applicabile** su vasta scala dall'Unione Europea nel **"Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources"** del Novembre 2012.

*“The eye in the sky is the key to the future of the Common Agricultural Policy (CAP)”, says the European Commissioner for Agriculture Phil Hogan (Farmers Journal, 2017)*

---

Nella proposta di regolamento sul finanziamento, sulla gestione e sul monitoraggio della politica agricola comune [COM(2018) 393 final] il termine **“dati satellitari”** compare diverse volte: all’Articolo 7 per il quale, su iniziativa o per conto della Commissione, i Fondi possono finanziare l’acquisizione da parte della Commissione dei dati satellitari necessari per il sistema di monitoraggio delle superfici

L'Europa ha l'ambizioso obiettivo di diventare una regione sostenibile entro il 2030.

Il telerilevamento da satellite, tramite il programma **Copernicus**, è una componente chiave del New Green Deal.





IRRISAT: l'utilizzo dei dati satellitari per gestire l'irrigazione secondo il DM 31.07.2015

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE



**Guido D'Urso**

Dipartimento di Agraria -Università degli Studi di Napoli Federico II  
[duroso@unina.it](mailto:duroso@unina.it)



*Satellite Solutions for Agriculture*

**Carlo De Michele**

Ariospace srl -Spin-off Company Università degli studi di Napoli Federico II  
[carlo.demichele@ariespace.com](mailto:carlo.demichele@ariespace.com)