



Geomatics for Resilience Against Water Scarcity

La Geomatica per la resilienza contro la scarsità di risorse idriche



**Workshop “Tecnologie satellitari e analisi multi-rischio:
l’esperienza dei progetti I4DP_SCIENCE e prospettive future”**

28 Maggio 2025, Roma

**G. Graldi¹, F. Bocchino¹, L. Ranaldi¹, A. Hamoudzadeh¹, D. Tapete², A. Ursi², M. Virelli²,
P. Sacco², V. Belloni¹, R. Ravanelli³, M. Crespi^{1,4}**

1 Sapienza Università di Roma, Divisione di Geomatica e Geodesia, Italia

2 Agenzia Spaziale Italiana

3 Università di Liège, Unità di Geomatica, Belgio

4 Scuola Superiore di Studi Avanzati, Sapienza Università di Roma, Italia



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



AU
BAC

Progetto GRAW: motivazione

Finanziato da ASI nell'ambito del programma Innovation for Downstream Preparation for Science (**I4DP SCIENCE**)
 Call for ideas: **Agriculture and Sustainable Use of Water Resources**



Necessità di **risorse idriche** con adeguata **continuità** da parte delle **amministrazioni** (locale e nazionale)

Incremento della domanda di acqua a livello globale (aumento popolazione, espansione settori produttivi)

Scarsità per usi civili, agricoli e industriali (crisi climatica, contaminazione risorse)

Progetto GRAW: motivazione

Finanziato da ASI nell'ambito del programma Innovation for Downstream Preparation for Science (**I4DP SCIENCE**)
 Call for ideas: **Agriculture and Sustainable Use of Water Resources**



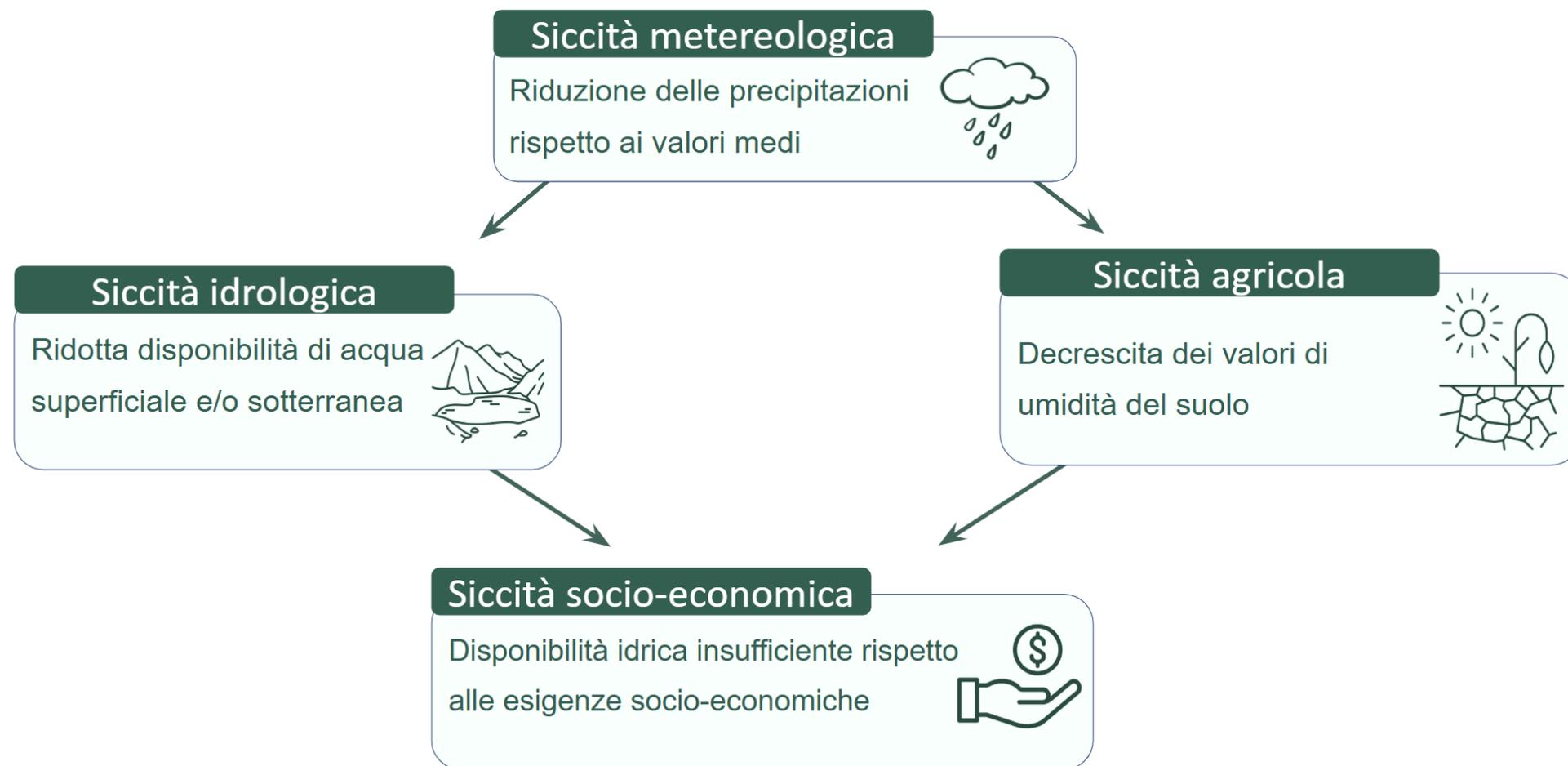
Necessità di **risorse idriche** con adeguata **continuità** da parte delle **amministrazioni** (locale e nazionale)



Monitoraggio e previsione del pericolo di **siccità**



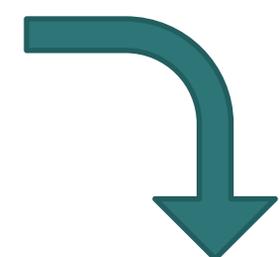
Progetto GRAW: motivazione



Wilhite, D.A., 2000. "Drought as a natural hazard: concepts and definitions" in Drought: A Global Assessment, Volume I, D. A. Wilhite (ed.). Routledge, London, pp. 3-18.

Progetto GRAW: motivazione

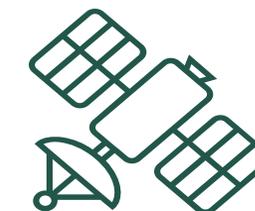
Monitoraggio e previsione del pericolo di **siccità**



Opportunità

Crescente disponibilità di dati geospaziali

- da sistemi di **osservazione della Terra**
- da **misure in sito**



Progetto GRAW: scopi

- S1) Scientifico – tecnico
- S2) Formativo
- **S3) Terza missione**



Realizzazione di applicativi per migliorare la gestione della siccità agricola e idrologica

- **Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale (AUBAC)**
ambito di interesse: monitoraggio della siccità idrologica
- **Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo e Alimentare (ISMEA)**
ambito di interesse: monitoraggio della siccità agricola





GRAW: monitoraggio della siccità agricola e applicativo pilota



G. Graldi¹, F. Bocchino¹, L. Ranaldi¹, A. Hamoudzadeh¹, D. Tapete², A. Ursi², M. Virelli², P. Sacco², C. Zaccarini⁵, A. Denaro⁵, M. R. Ortolani⁵, L. Rosatelli⁵, F. Giuliani⁵, V. Belloni¹, R. Ravanelli³, A. Nascetti⁶, M. Crespi^{1,4}

1 Sapienza Università di Roma, Divisione di Geomatica e Geodesia, Italia

2 Agenzia Spaziale Italiana

3 Università di Liège, Unità di Geomatica, Belgio

4 Scuola Superiore di Studi Avanzati, Sapienza Università di Roma, Italia

5 Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare

6 KTH Royal Institute of Technology, Divisione di Geoinformatica, Svezia



Agenzia Spaziale Italiana

Workshop “Tecnologie satellitari e analisi multi-rischio: l’esperienza dei progetti I4DP_SCIENCE e prospettive future”

28 Maggio 2025, Roma



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Monitoraggio siccità agricola: stato dell'arte

Riduzione della disponibilità idrica nel suolo



Insorgenza di condizione di stress nelle colture



Riduzione delle rese agricole e perdita di raccolto



Effetti della siccità sulla coltura del grano duro. Credit: Awenire.it

Monitoraggio siccità agricola: stato dell'arte (in situ)

Riduzione della disponibilità idrica nel suolo



Quantificata con reti di monitoraggio a terra



Insorgenza di condizione di stress nelle colture



Riduzione delle rese agricole e perdita di raccolto



Quantificata con perizie

- campione
- sulla base di segnalazioni



Monitoraggio siccità agricola: stato dell'arte (dati satellitari)

Riduzione della disponibilità idrica nel suolo



Quantificabile da dati di osservazione della terra sensibili alla costante dielettrica del terreno



Insorgenza di condizione di stress nelle colture



Riduzione delle rese agricole e perdita di raccolto



Quantificabile da dati di osservazione della terra sensibili alle condizioni chimico-fisiche della pianta

Monitoraggio siccità agricola: attività di ricerca svolte

Scala di campo

- Studio dello stress della vegetazione da immagini iperspettrali e multispettrali
 - PRISMA
 - Sentinel-2 **Applicativo**



- Studio dell'umidità del terreno da immagini radar
 - SAOCOM



Scala comunale

- Redazione di un indice di siccità integrato che integra dati meteorologici e di osservazione della terra
 - MODIS
 - SMAP **Applicativo**



Scala di campo: stato della vegetazione

Focus:

- coltura del grano duro nel Foggiano
- anno siccitoso 2022
- 29 campi periziati

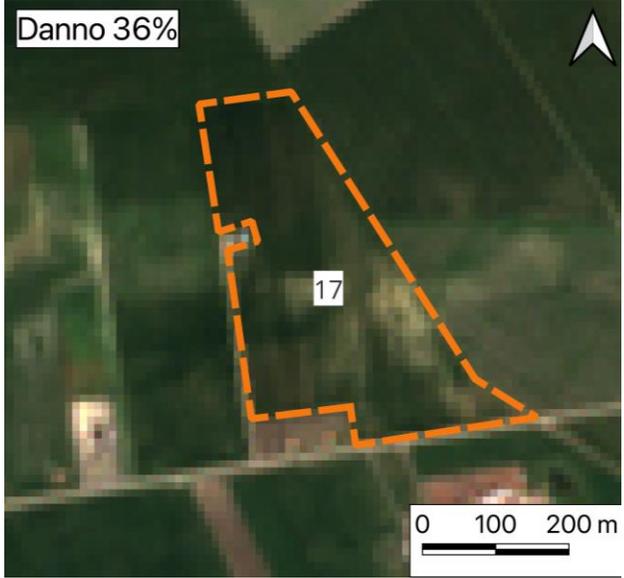
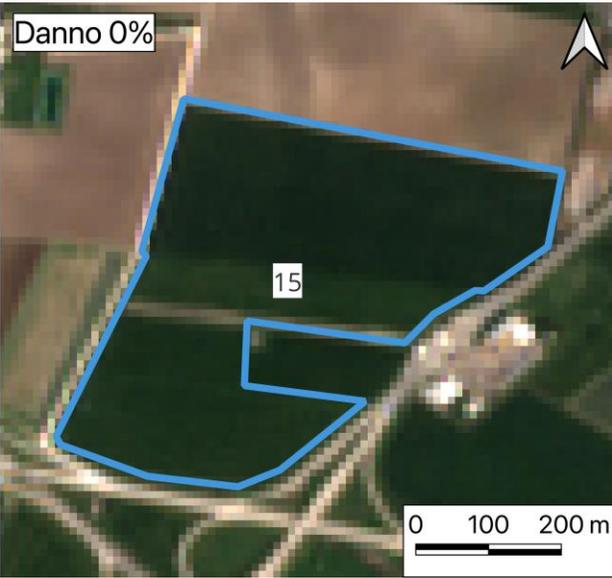


Identificare gli effetti della siccità nella risposta radiometrica a scala di campo

- PRISMA
- Sentinel-2



Area di studio situata a Foggia. Immagini di sfondo: Google Satellite secondo i loro termini di utilizzo



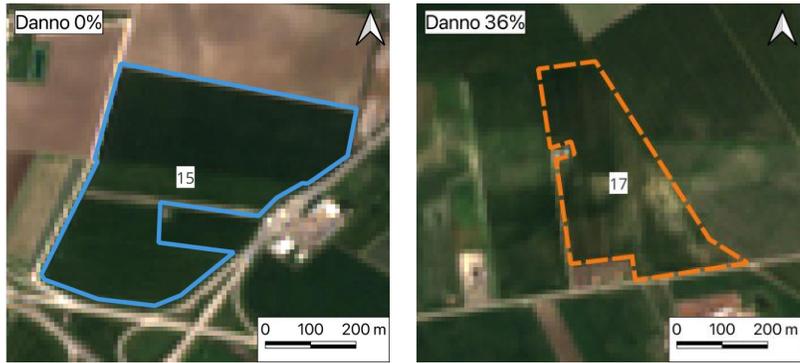
Digitalizzazione campi periziati con ID 15 e 17, rispettivamente caratterizzati da percentuali di danno pari a 0 % e 36 %. L'immagine di sfondo è un immagine a veri colori acquisita da Sentinel-2 il 27/04/2022.

Scala di campo: stato della vegetazione

PRISMA (Precursore IperSpettrale della Missione Applicativa)
>> alta risoluzione spettrale (240 bande)



Campi con livelli di danno diverso

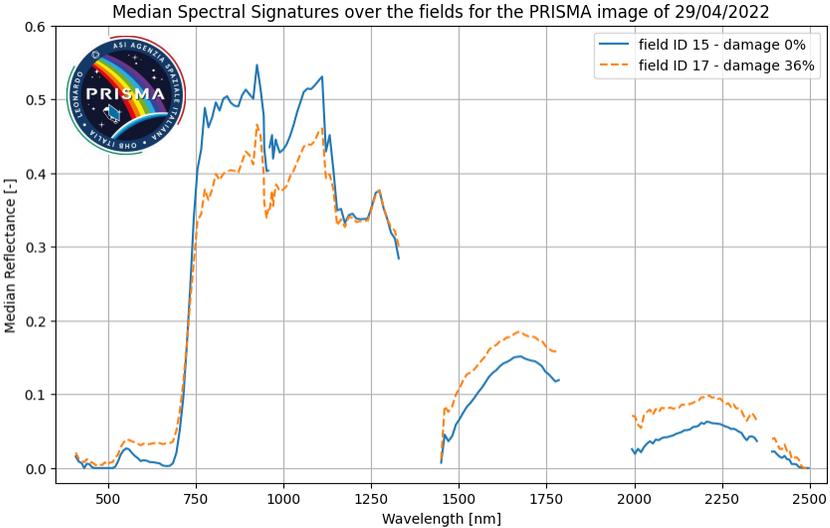
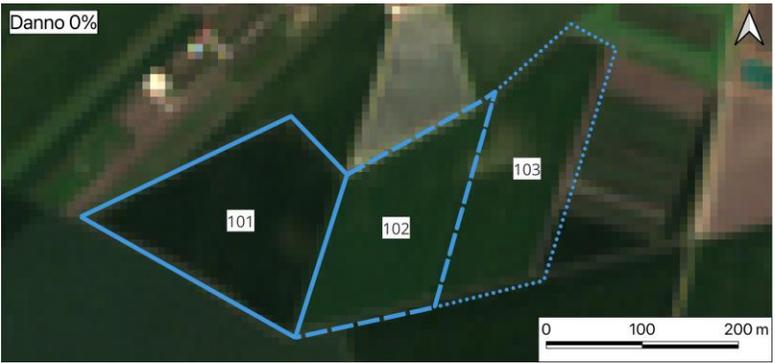


Data acquisizione PRISMA
29 aprile 2022

Stato vegetative grano duro:
fine picco vegetativo/
inizio maturazione

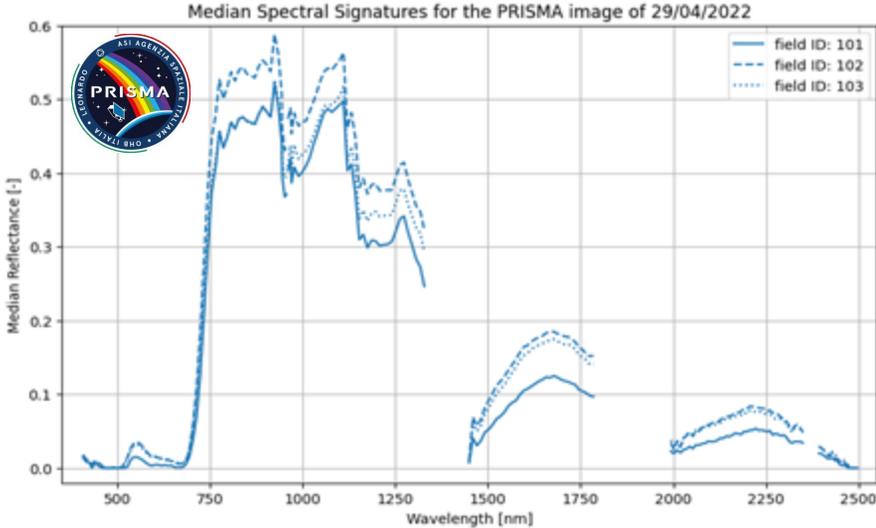
Campi con varietà colturali diverse

Grazie alla collaborazione con il Dott. Rinaldi del CREA



Differenza nell'intensità
radiometrica tra campi con
- dati di danno diverso
- varietà colturali diverse

Escursioni radiometriche
dello stesso ordine di
grandezza

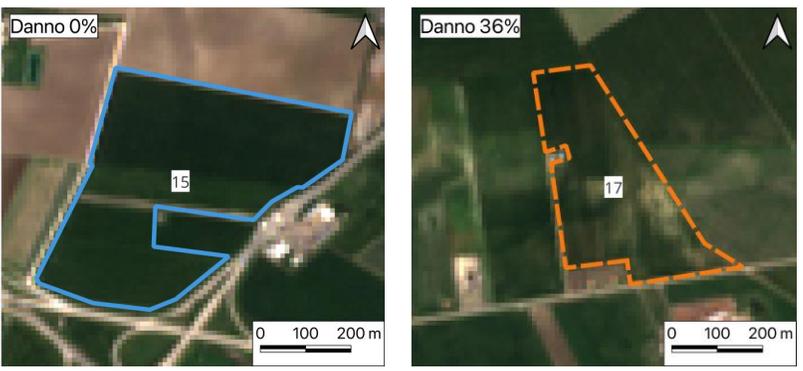


Scala di campo: stato della vegetazione

Sentinel-2 >> alta risoluzione spaziale (10 m) e frequenza di acquisizione (6 giorni)



Campi con livelli di danno diverso



Danno = 0% → 12 appezzamenti
 Danno > 30% → 9 appezzamenti

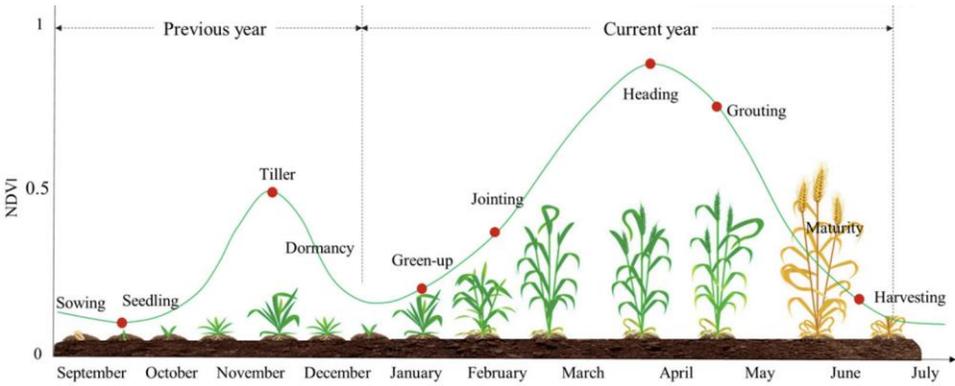
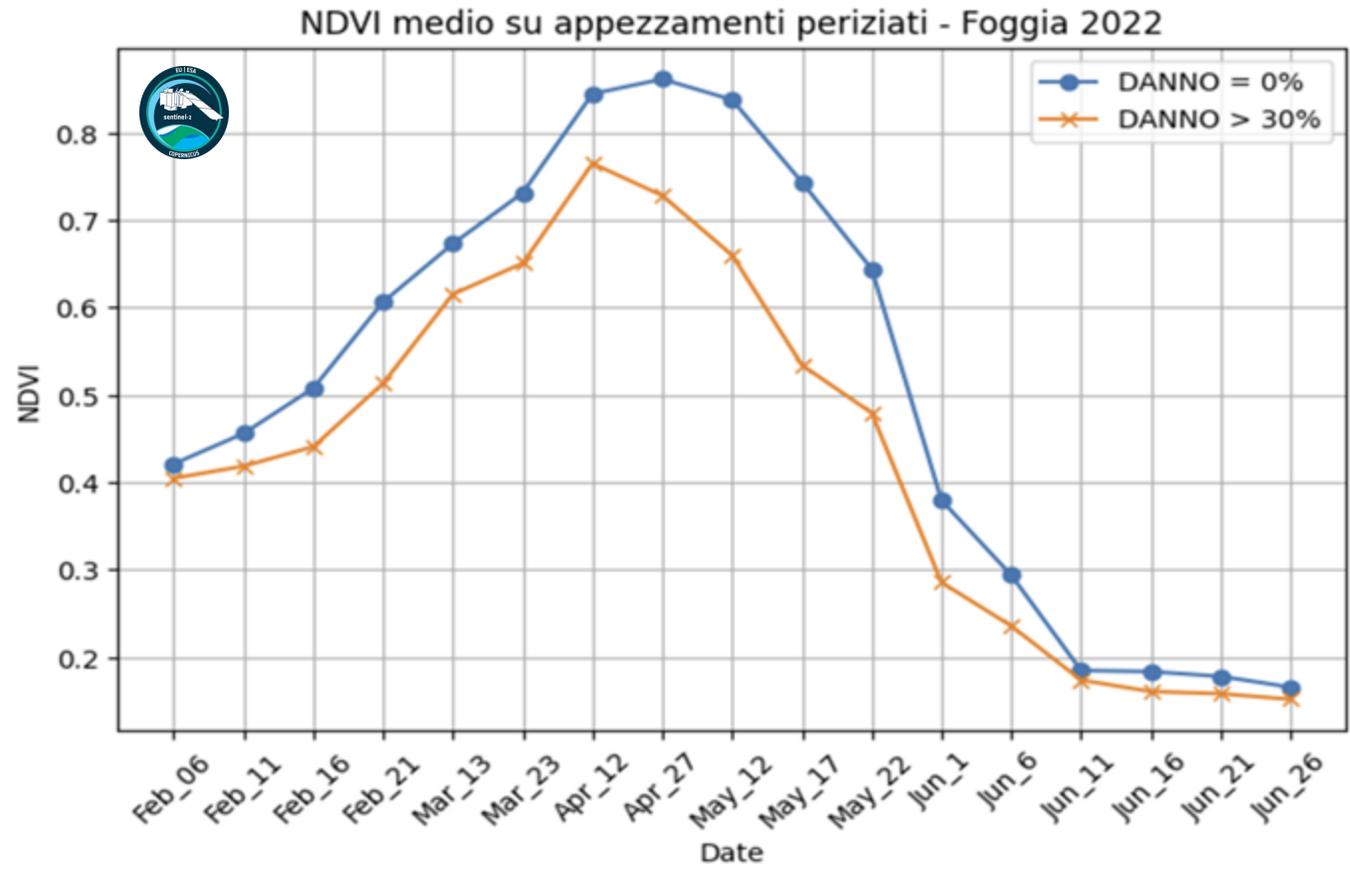


Immagine da Wang S. et al., 2021



Scala di campo: stato dell'umidità del terreno

SAOCOM (Satellite Argentino di osservazione CO_N Microonde >> banda L ($\lambda=20$ cm))



Sessione POSTER # 16

Focus:

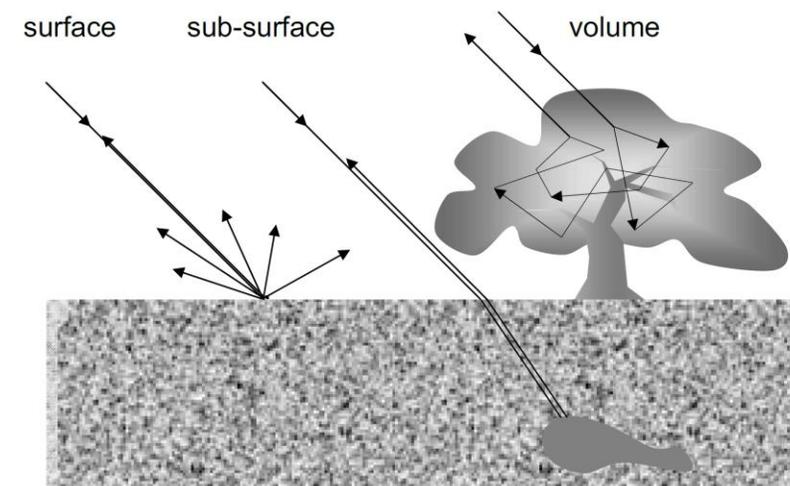
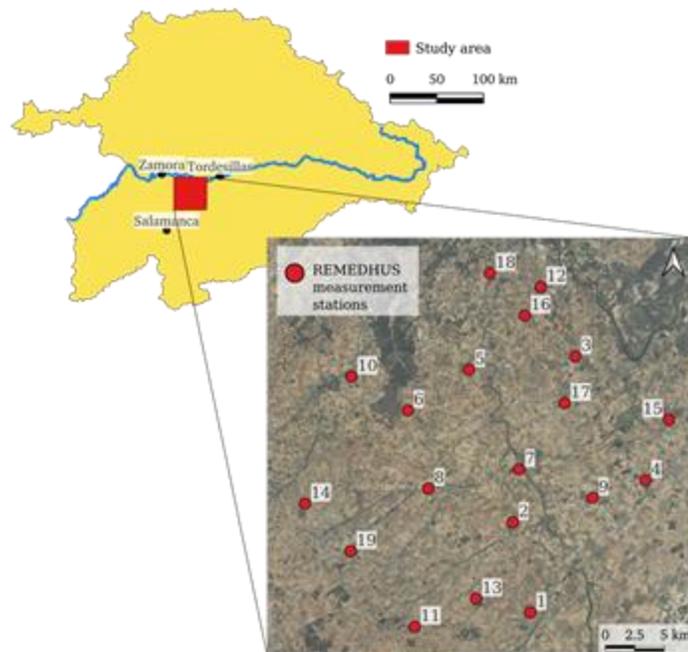
- coltura del grano tenero in Castilla y Leòn (Spagna)
- 11 campi investigati
- rete di monitoraggio **REMEDHUS** (24 stazioni)
- Anni 2022-2023 (23 immagini)

Isolare le dipendenze del segnale SAR dall'umidità modellando gli altri fattori che interagiscono con il segnale

- Sottosuolo
- Vegetazione



Background map is a screenshot of Microsoft Bing Aerial



Principali meccanismi di interazione del segnale SAR con la superficie terrestre. Immagine da [J. A. Richards, 2009](#)

Scala di campo: stato dell'umidità del terreno

Contributo del sottosuolo

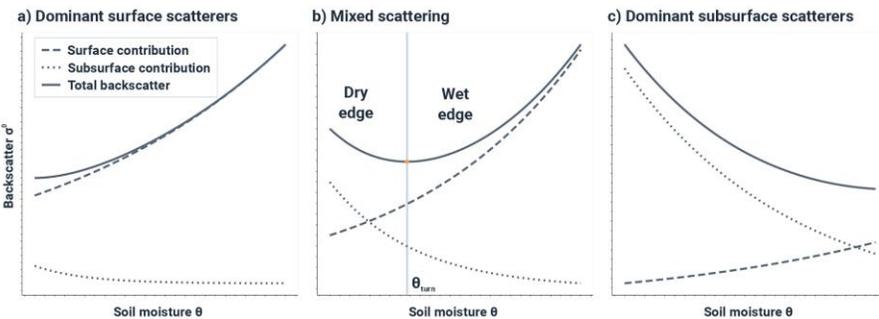


Immagine da [Wagner et al., 2022](#)

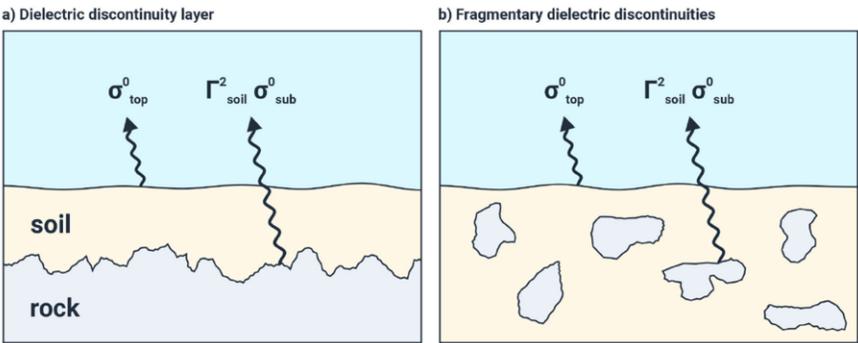
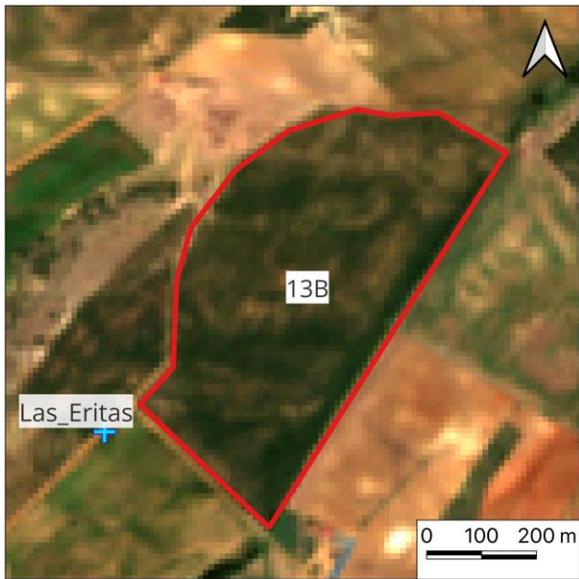


Immagine da [Wagner et al., 2022](#)

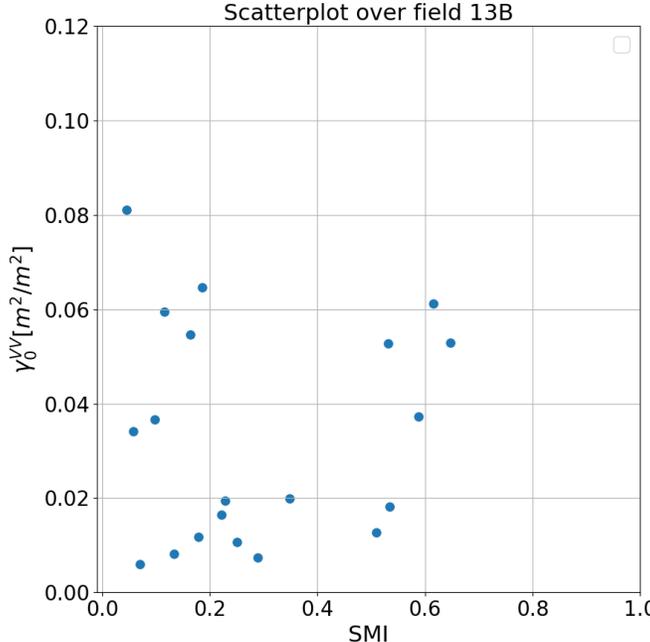


Digitalizzazione del campo 13B associato alla stazione Las Eritas della rete di monitoraggio REMEDHUS. Immagine di sfondo a veri colori acquisita da Sentinel-2 il 16/05/2022.

SAOCOM (Satellite Argentino di osservazione CO_N Microonde >> banda L ($\lambda=20$ cm)



Sessione POSTER # 16



Scatterplot tra la mediana sul campo 13B della banda VV di SAOCOM e l'indice di umidità del terreno della stazione 13 di REMEDHUS. Risultati prodotti da dati Prodotti Originali di SAOCOM - ©CONAE.

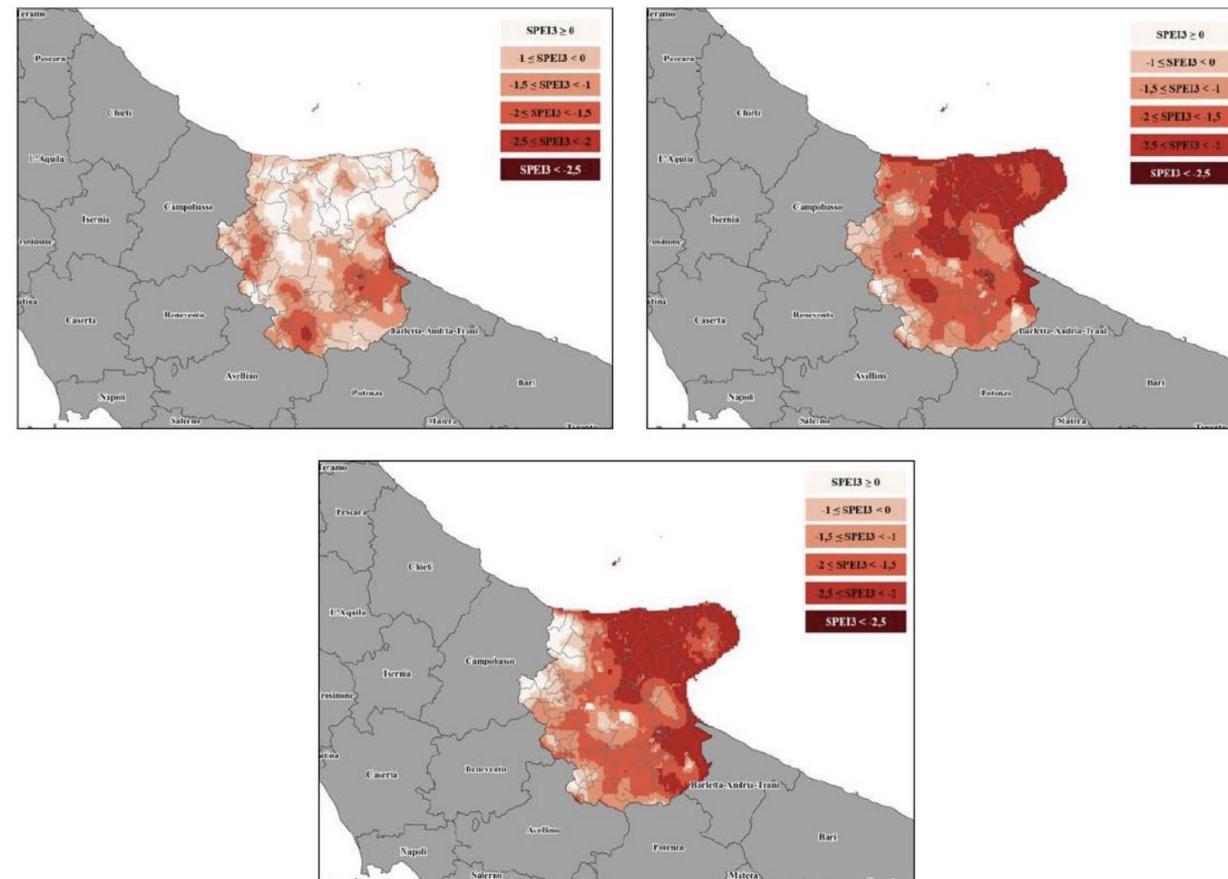
Scala comunale: stato dell'arte

Monitoraggio ISMEA: Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI3)

Bilancio idrico di dati **meteoclimatici storici** con aggregazione:

- Temporale > 3 mesi
- Spaziale > comunale

Superamento di una soglia da letteratura e validazione con dati a terra



Fonte: Elaborazioni Ismea su dati Radarmeteo

Immagine da: *Il Fondo Mutualistico Nazionale per la copertura dei danni catastrofali . Rapporto ISMEA sull'attività di sperimentazione 2022*

Scala comunale: indice di siccità integrato

Applicativo



Monitoraggio ISMEA: Standardized
Precipitation Evapotranspiration Index
(SPEI3)

Bilancio idrico di dati **meteoclimatici
storici** con aggregazione:

- Temporale > 3 mesi
- Spaziale > comunale

Superamento di una soglia da letteratura e
validazione con dati a terra



Integrazione con dati giornalieri di
osservazione della terra informativi di

- **Umidità del terreno:** dati radar passivo da prodotto SMAP L3 (risoluzione 9 km)
- **Temperatura superficiale del terreno (LST):** dato di LST da MODIS (risoluzione 1 km)
- **Indice di vegetazione:** dato multispettrale (NDVI) da MODIS (risoluzione 500 m)

Scala comunale: indice di siccità integrato Applicativo

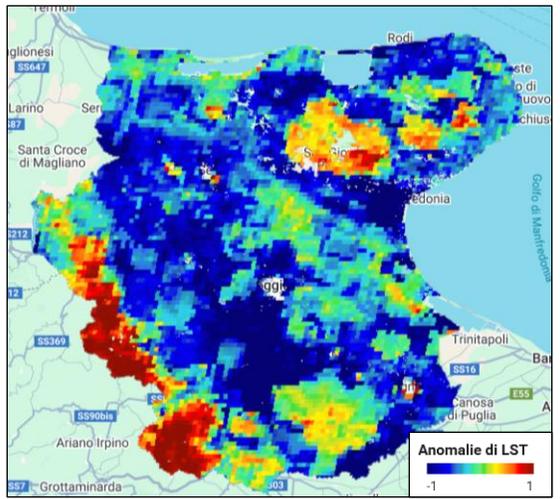
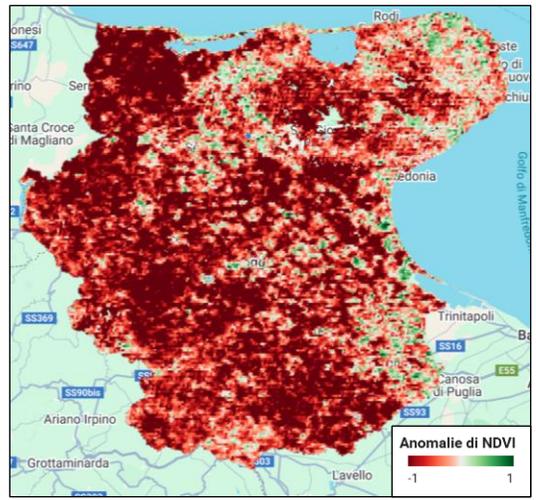


Indice gerarchico con SPEI3 e le **anomalie** degli **strati informativi (SI)** da dati di Osservazione della Terra

$$ANOMALIA = \frac{Mediana(SI_{attuale}^{30gg}) - Media(SI_{storico}^{30gg})}{Dev Std (SI_{storico}^{30gg})}$$

- Serie temporali: 2015-2022
- dataset disponibili su Google Earth Engine
 - scalabilità su altri casi di studio

Aggregazione dati a scala comunale
Produzione indice settimanalmente



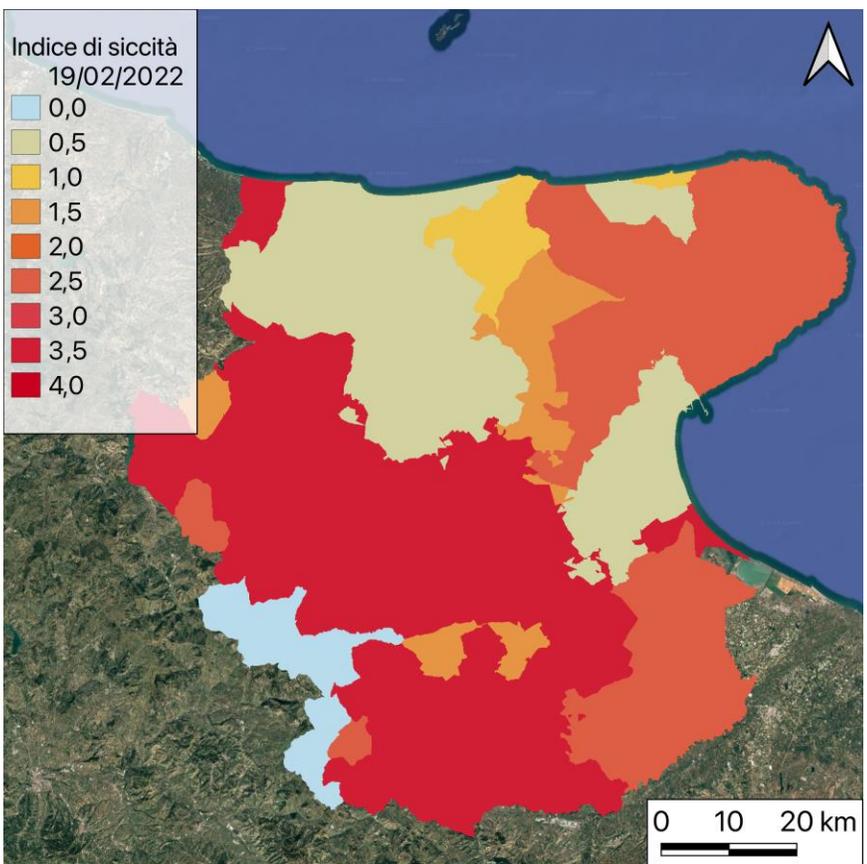
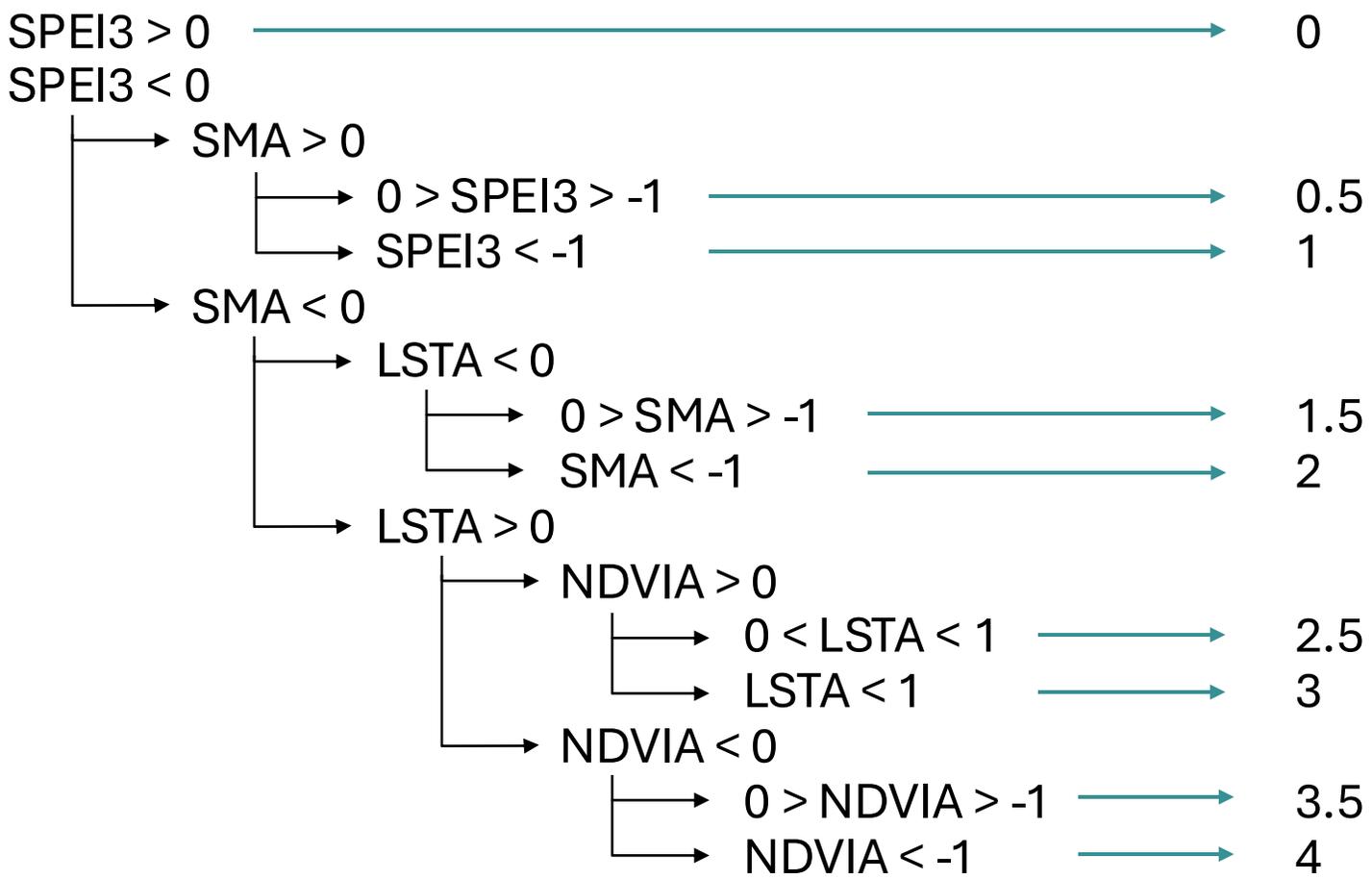
Anomalie di NDVI, LST e umidità del terreno calcolate per il 20/03/2022 sull'area di studio



Scala comunale: indice di siccità integrato Applicativo



Indice di siccità



Scala comunale: indice di siccità integrato

Applicativo



Focus:

- Provincia di Foggia, aree agricole
- Anni 2018 e 2022

Valutazione

- Differenza tra anno siccitoso e non
- Confronto tra SPEI3 e Indice siccità GRAW (2022)

Scala comunale: indice di siccità integrato Applicativo

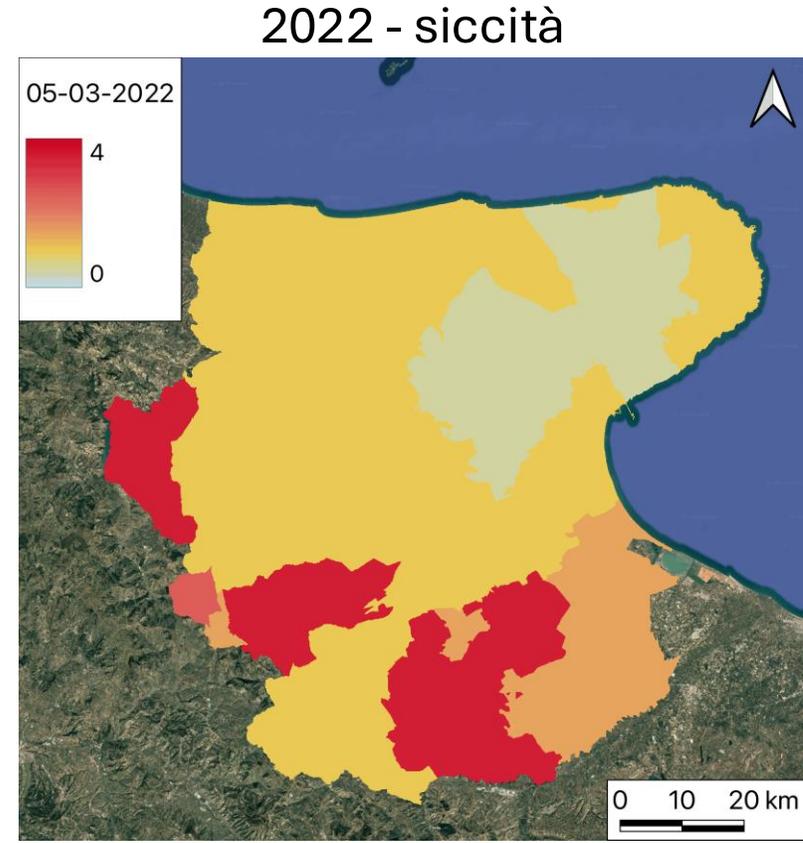
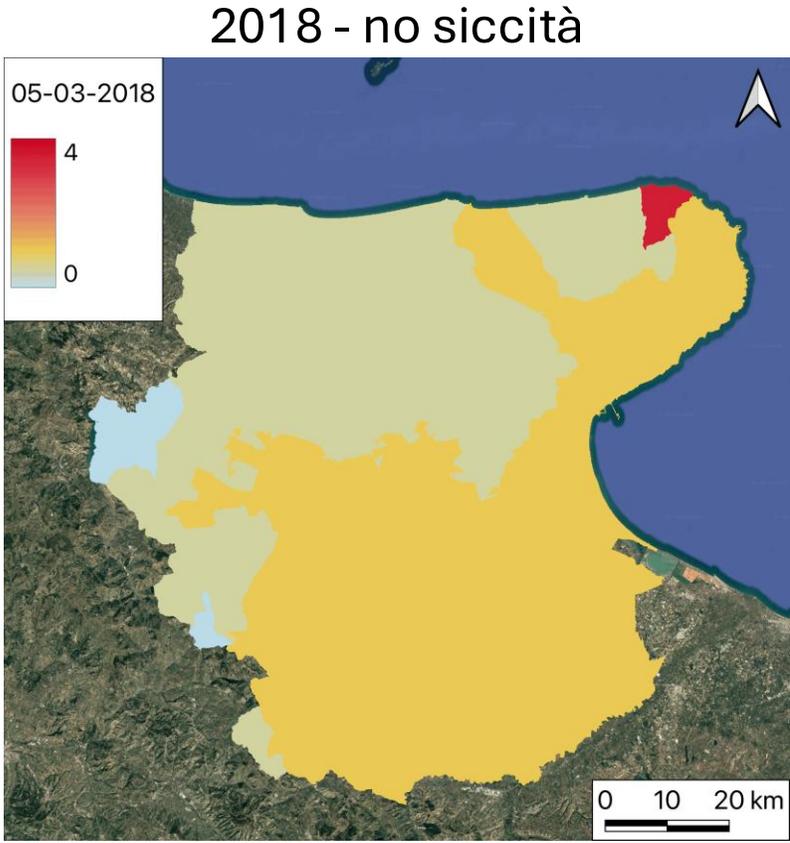
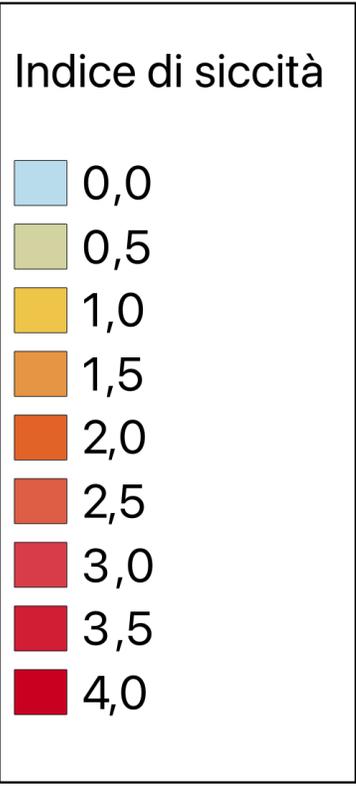


Focus:

- Provincia di Foggia, aree agricole
- Anni 2018 e 2022

Valutazione

- Differenza tra anno siccitoso e non



Scala comunale: indice di siccità integrato Applicativo

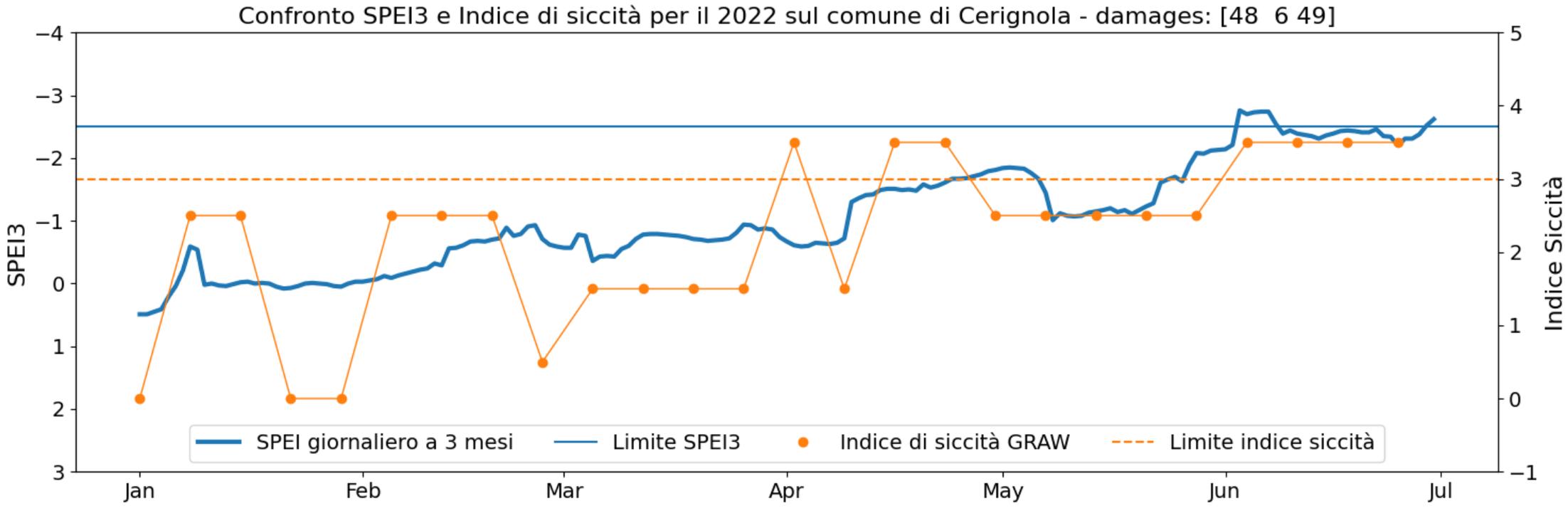


Focus:

- Provincia di Foggia, aree agricole
- Anni 2018 e 2022

Valutazione

- **Confronto tra SPEI3 e Indice siccità GRAW (2022)**



DEMO software

Applicativo a scala comunale

- Indice di siccità
- Mappe
- Serie temporali

Applicativo a scala di campo:

- Indice di vegetazione NDVI
- Mappe
- Serie temporali

- **Visualizzazione e scaricamento mappe**
- Visualizzazione **serie temporale** su tutti od una selezione di **comuni**
- Scaricamento **serie temporali** in **forma tabellare**

DEMO – Applicativo a scala comunale

Applicativo implementato su piattaforma **Google Earth Engine**

Possibilità da parte dell'utente di modificare **l'annata di interesse** e i **comuni di interesse**

```
// Imposta date di inizio e fine per il calcolo della serie temporale
var startDate = ee.Date('2022-01-01');
var endDate = ee.Date('2022-08-01');

//Imposta lista dei comuni di interesse
var lista_comuni_di_interesse=(['Foggia', 'Cerignola'])
```

DEMO software

Applicativo a scala comunale

- Indice di siccità
Mappe
Serie temporali

Applicativo a scala di campo:

- Indice di vegetazione NDVI
Mappe
Serie temporali

- **Visualizzazione e scaricamento mappe**
- Visualizzazione **serie temporale** sulle geometrie di interesse (**campi**)
- Scaricamento **serie temporali** in **forma tabellare**