



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI
DELLA BASILICATA**



Tecnologie per le Osservazioni
della Terra ed i Rischi Naturali

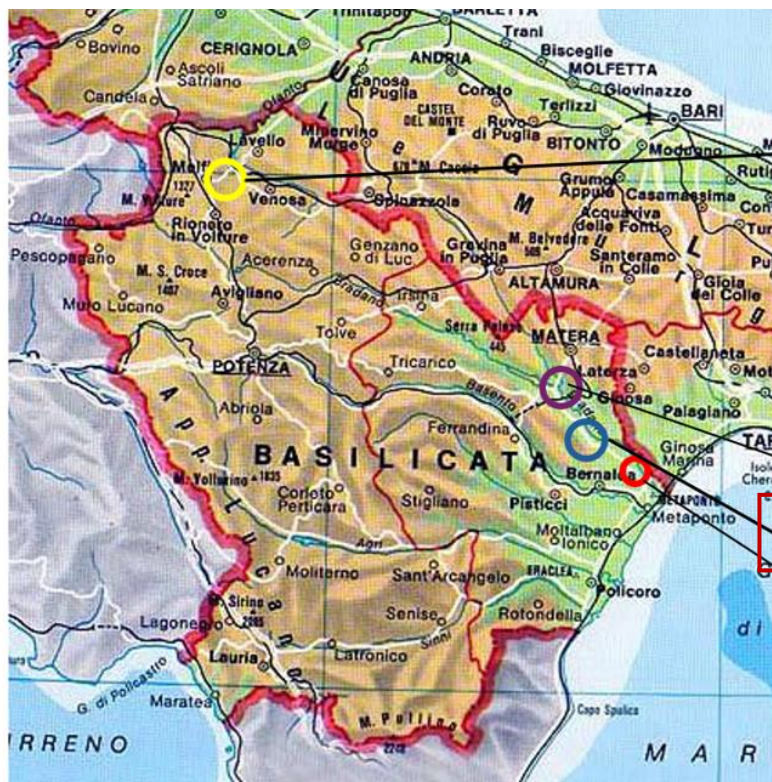


SM@RT IRRI.FERT – Evento di disseminazione risultati del progetto – ALSIA 18/dic./2024

**Realizzazione di un sistema di monitoraggio ed
integrazione dati da remoto per l'analisi, la
gestione e la protezione di colture di pregio, in
un contesto di reti interoperabili**

**Domenico Conte in collaborazione con
Costanza Fiorentino (UniBas) e Angelo Donvito**
TeRN/Digimat S.p.A. - Divisione Sviluppi SW e Ricerca Industriale
domenico.conte@digimat.it

Il servizio: Realizzazione di un sistema di monitoraggio ed integrazione dati da remoto per l'analisi, la gestione e la protezione di colture di pregio in un contesto di reti interoperabili



Cerealicoltura



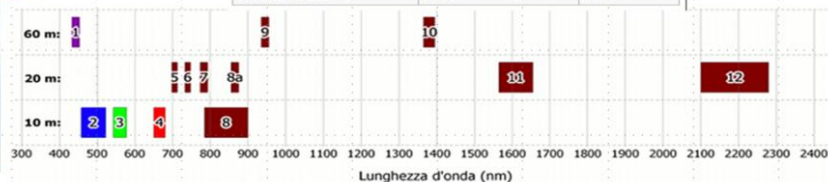
Vigneto

Actinidia (coltivazione Kiwi)

fragole in serra

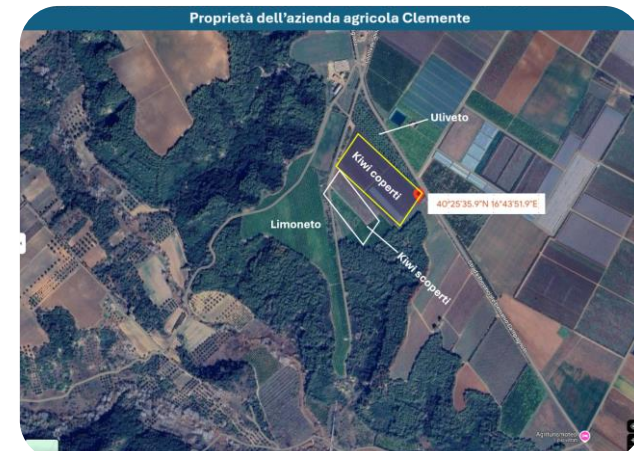


(A)

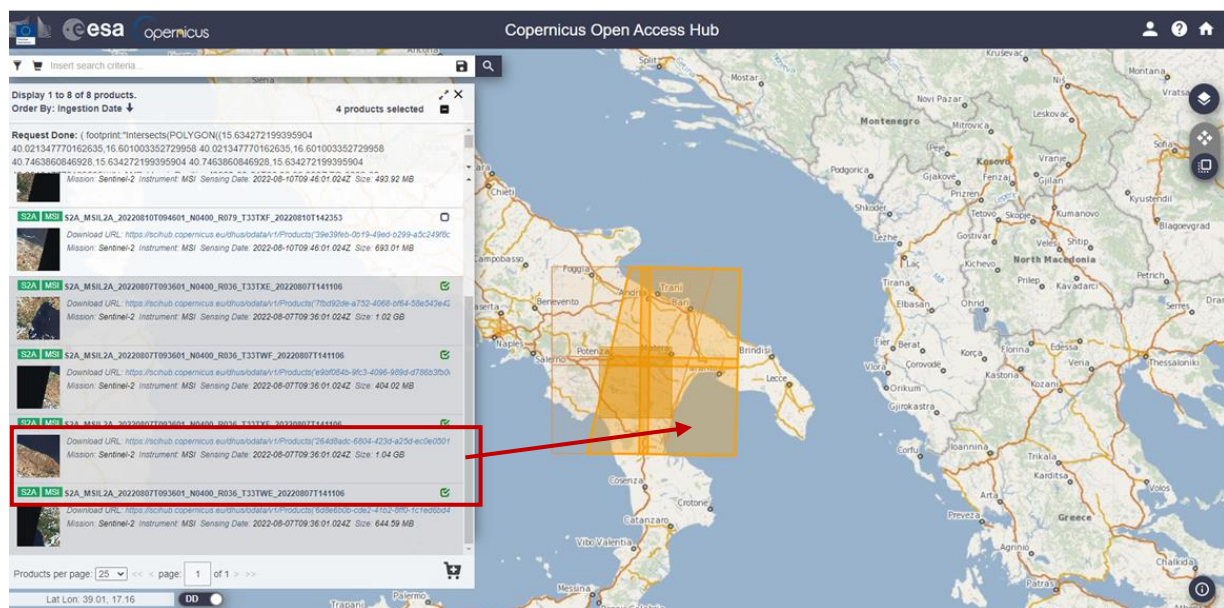


Sentinel-2 missione ESA nell'ambito del programma europeo Copernicus

(D)



(B)

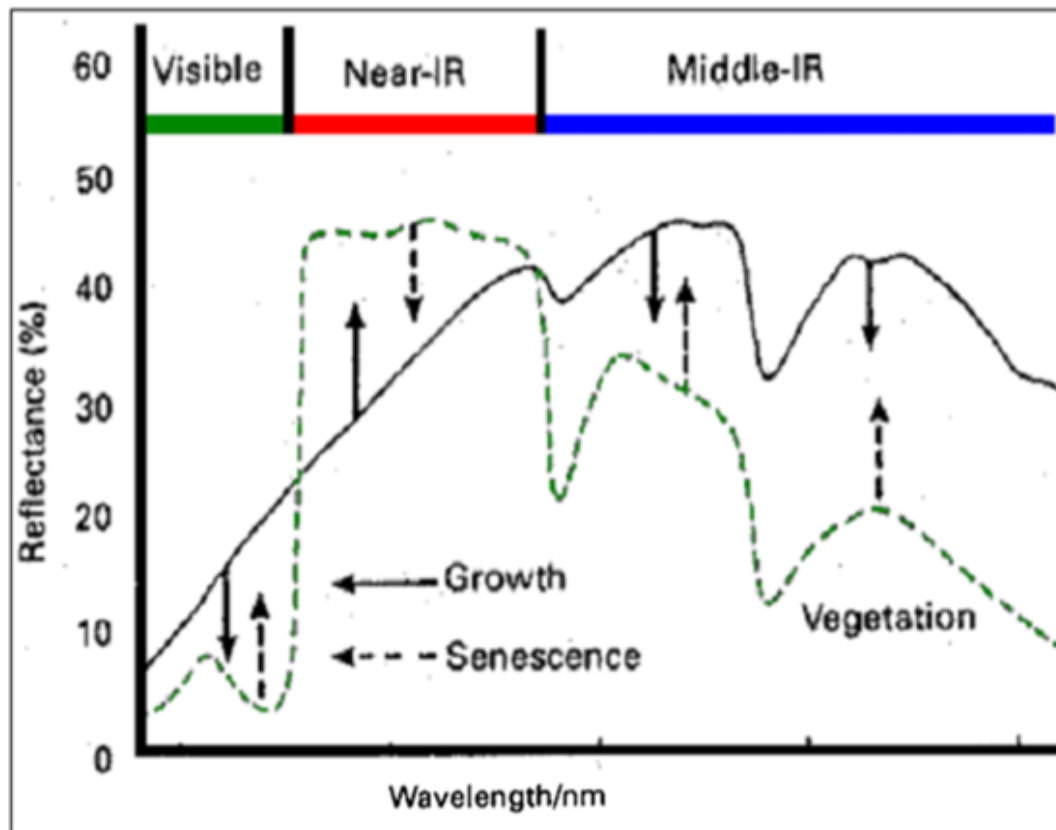


(C)



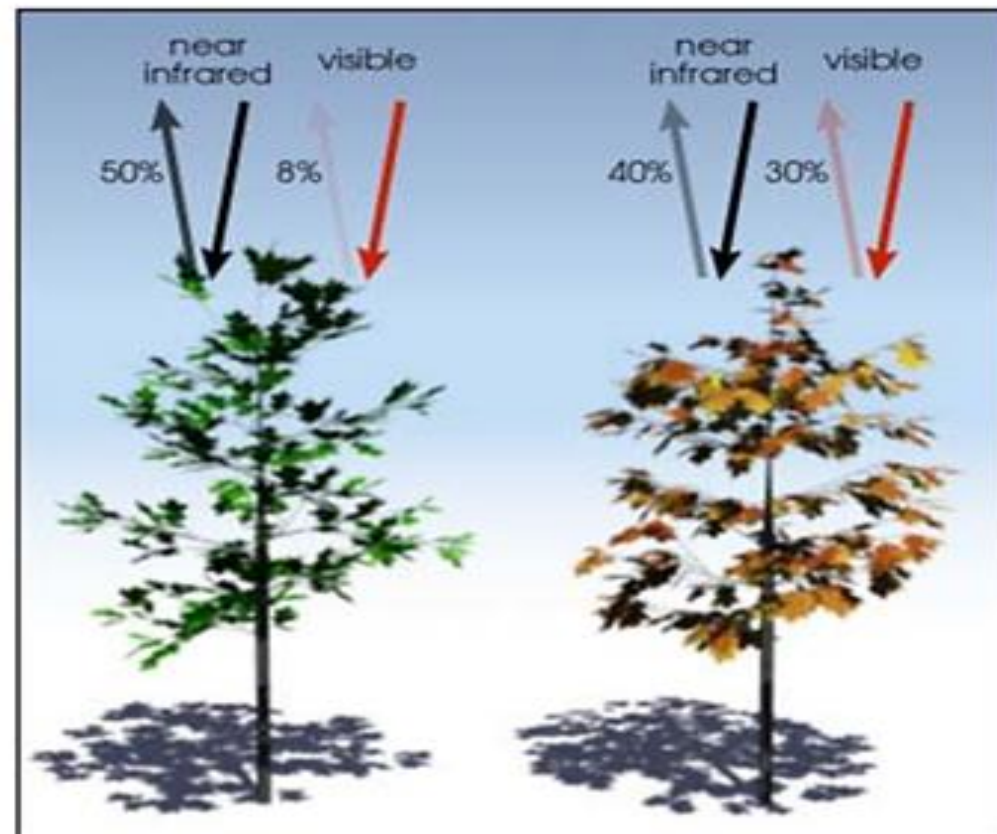
Scelta del frame sulla base dell'area di interesse

Firma spettrale della vegetazione



pianta sotto stress

Risposta della pianta in salute



$$\frac{(0.50 - 0.08)}{(0.50 + 0.08)} = 0.72$$

$$\frac{(0.4 - 0.30)}{(0.4 + 0.30)} = 0.14$$

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{Red}) / (\rho_{NIR} + \rho_{Red})$$

Nella presentazione incontreremo:

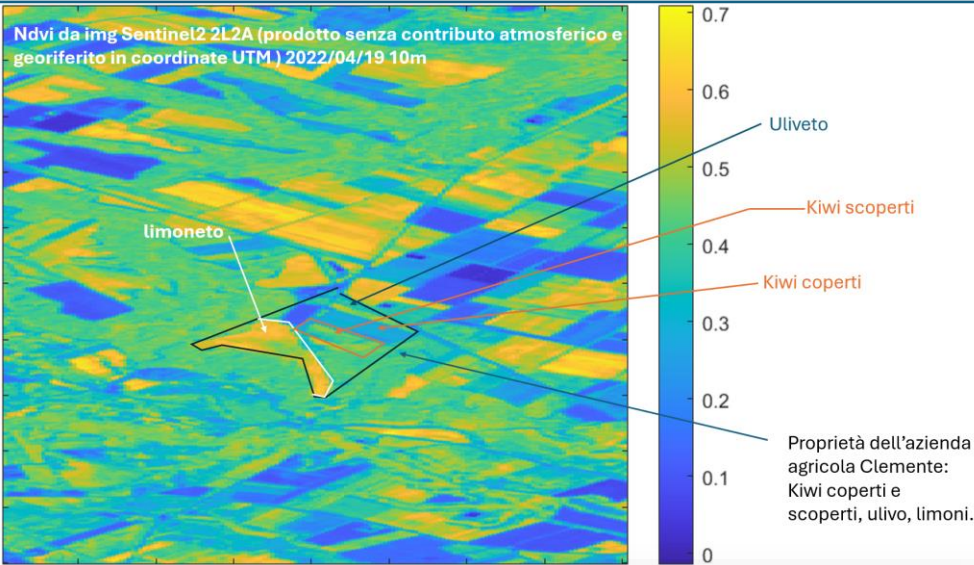
$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED})$$

$$NDMI = (\rho_{NIR} - \rho_{SWIR}) / (\rho_{NIR} + \rho_{SWIR})$$

Ulteriore indice NDWI = $(\rho_{GREEN} - \rho_{NIR}) / (\rho_{GREEN} + \rho_{NIR})$

Normalized Difference Vegetation Index

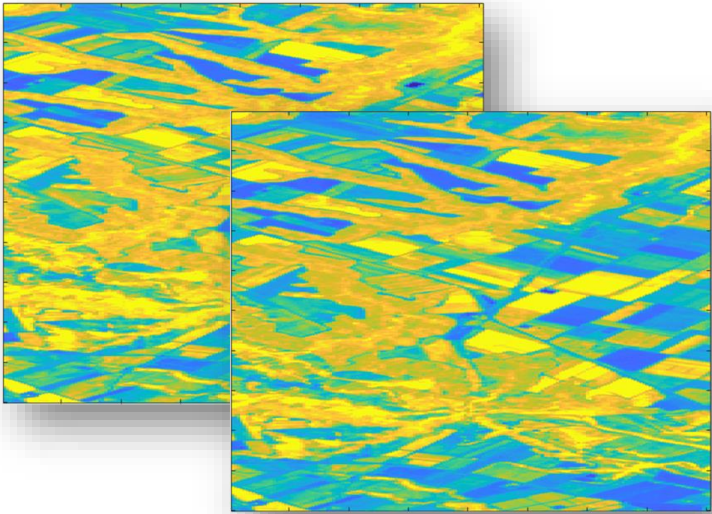
$$NDVI = \frac{pNIR - pRED}{pNIR + pRED}$$



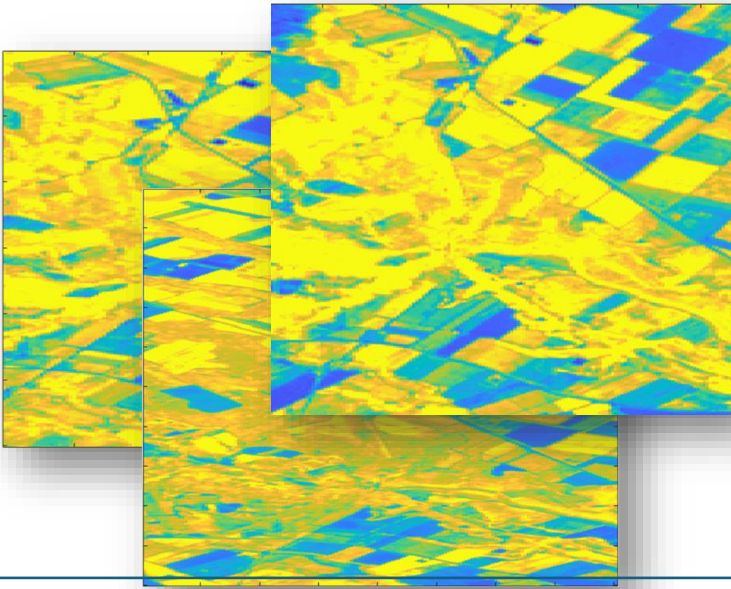
Sentinel-2 : immagine a colori reali su Aol



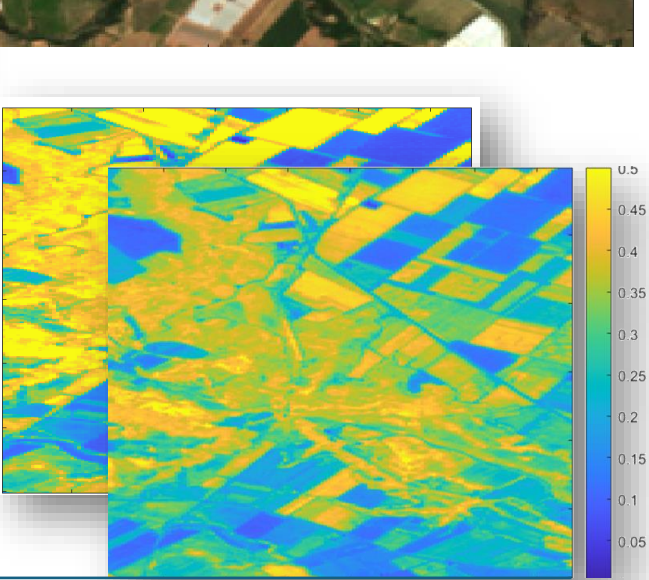
aprile maggio 2022



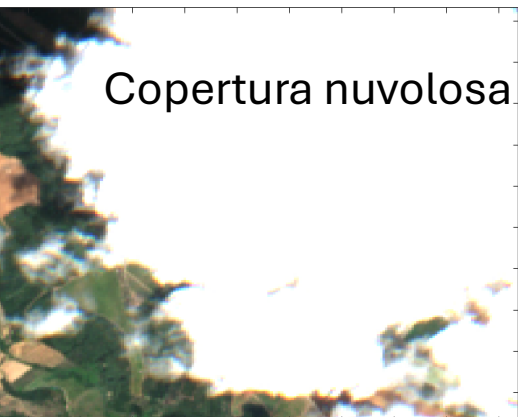
aprile maggio 2023



aprile maggio 2024



Copertura nuvolosa su Aol



se non arriva Sentinel -2 per copertura nuvolosa, è sempre possibile utilizzare Copernicus con i dati del modello ERA5-Land forniti da ECMWF (European Centre for Medium Weather Forecast)

Sorgente dati: satellitare, aerei, radiosonde, ground radar, boe marine

Specifiche: frame is 1°x1°

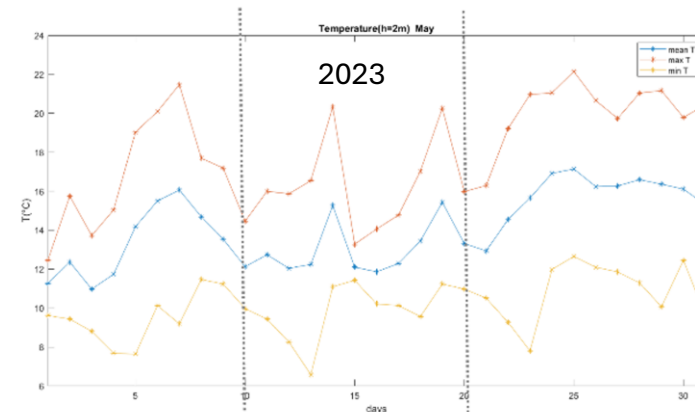
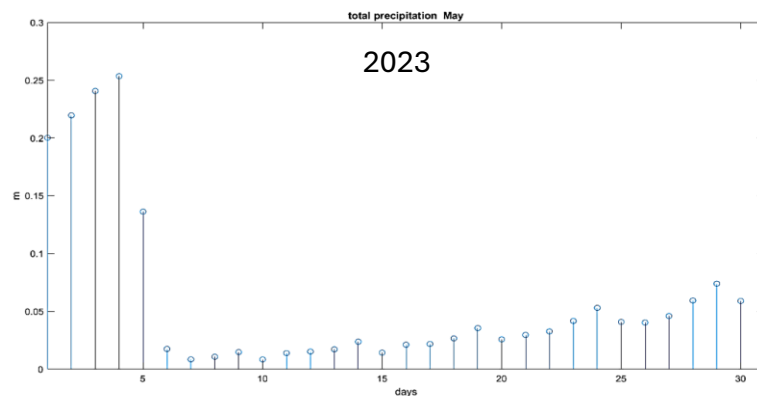
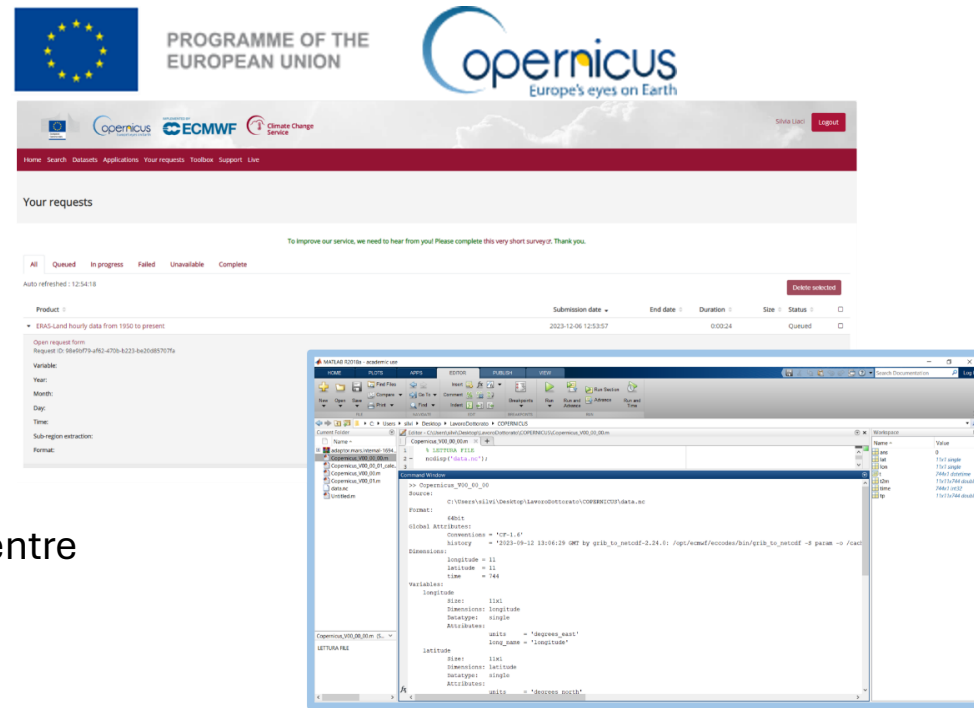
Coord. geodetiche (lat/lon) spacing 0,1° (~9km),

Risoluzione temporale: 1 ora

Formato dati: netcdf

Dati estratti ed utilizzati: Temperatura °C a 2m

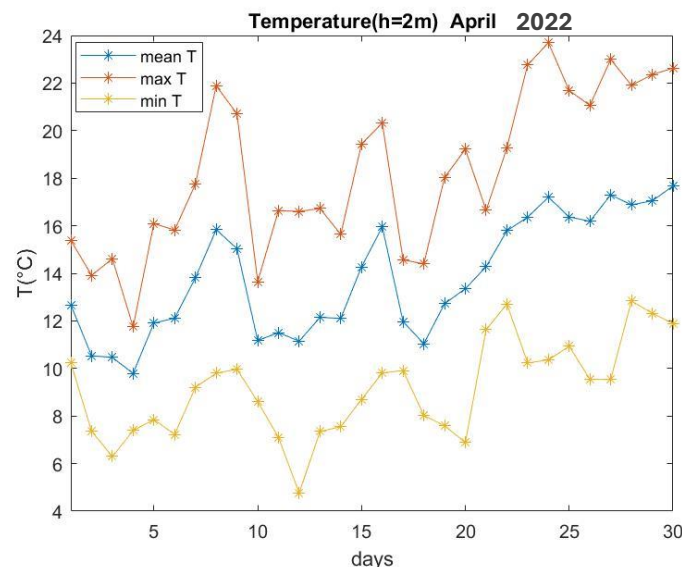
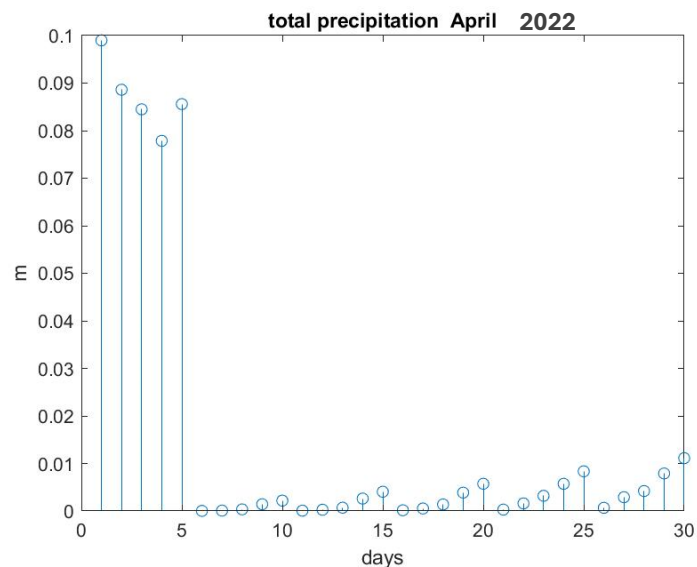
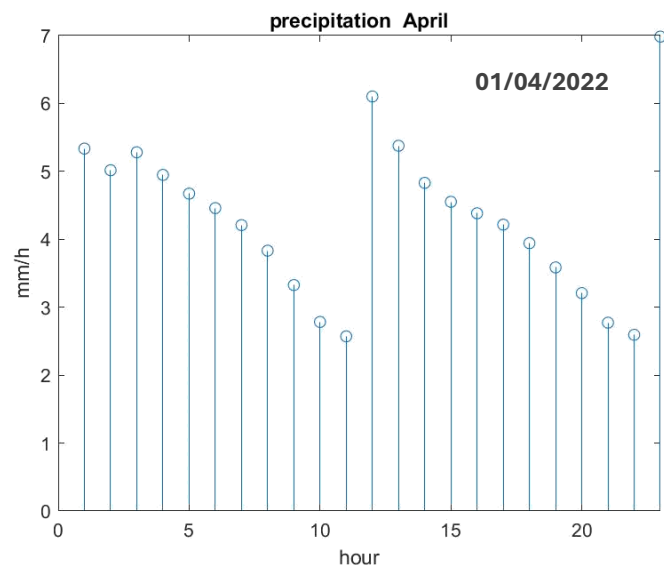
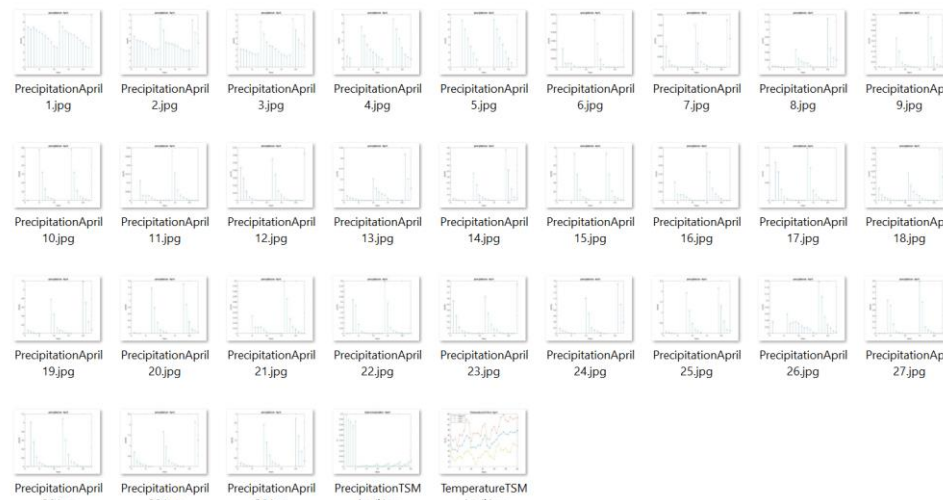
Total precipitation value (rain and snow) in metri



SM@RT IRRI.FERT - Sviluppo sperimentale di una piattaforma pilota flessibile di Smart Farming per la gestione dell'irrigazione e della fertilizzazione

%% La funzione utilizza i dati cds climate copernicus era5-land per un confronto con le misure acquisite all'interno di aree museali.

```
% Dati input:
% PathEra5LandMeteoData (formato stringa) - Path per l'importazione del dato era5-Land formato net.cdf5.
% il dato contiene:
% - le coordinate geodetiche lat/long per un grado di intervallo spacing al decimo di grado
% - Il tempo riferito al calendario gregoriano 'hours since 1900-01-01 00:00:00.0'
% - la temperatura a 2m in gradi Kelvin su matrice lon, lat e stack on time,
% - il valore di precipitazione totale: acqua liquida e ghiacciata accumulata (piggia e neve)
% sulla superficie terrestre da precipitazioni su larga scala e precipitazioni convettive,
% unità di misura in metri su matrice lon, lat e stack on time.
% PathEra5LandMeteoDataExport (formato stringa) - Path di esportazione dei vettori:
% - serie temporale di Temperatura media, massima e minima giornaliera in gradi celsius (val numerici)
% - serie temporale di precipitazione giornaliera in metri (val numerici)
% PoI (val numerico) - vettore (1 riga, 2 colonne) con le coordinate del Punto di Interesse in
% lon,lat, precisione al primo valore decimale
% NDays (val. numerico) - numero di giorni contati nel dato nc.
% SelectedMonth (formato stringa) - Indica il mese selezionato per la verifica
% il contenuto del dato nc può essere visualizzato attraverso il comando nodisp
```



Caso d'uso Azienda agricola Clemente Rocco Luigi

Concentriamo la nostra attenzione sulla coltivazione del Kiwi (Caso di Studio)

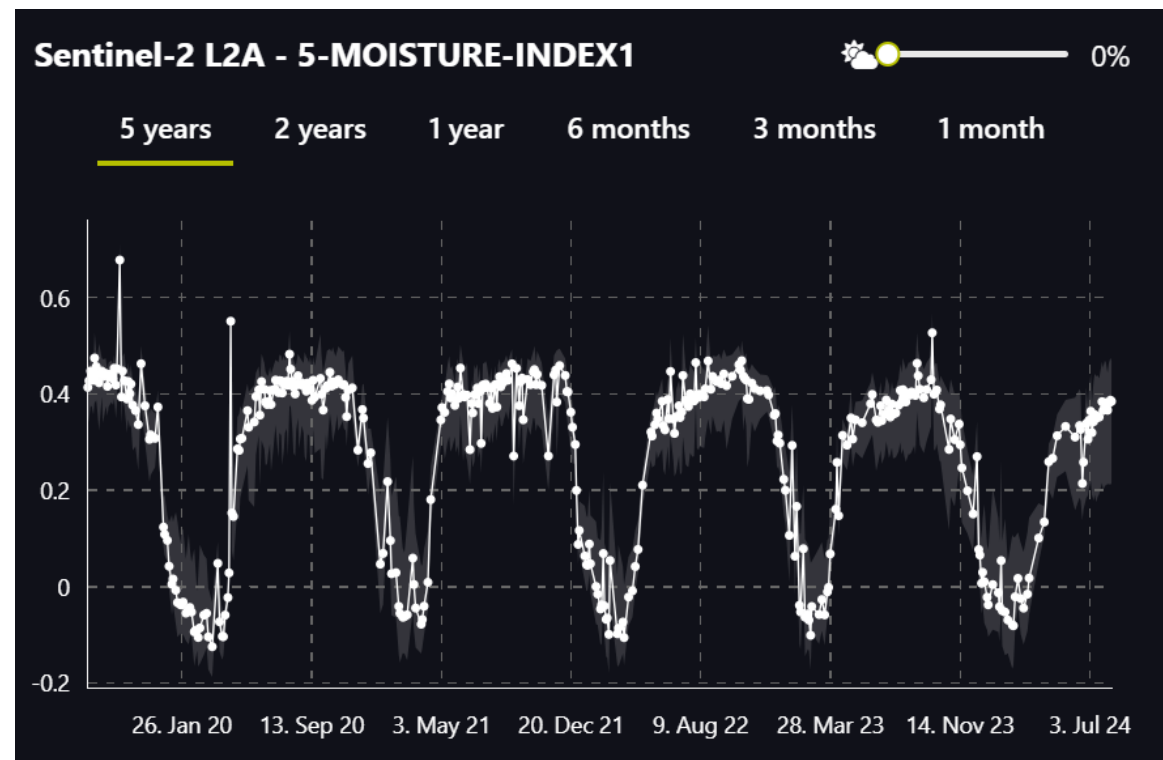
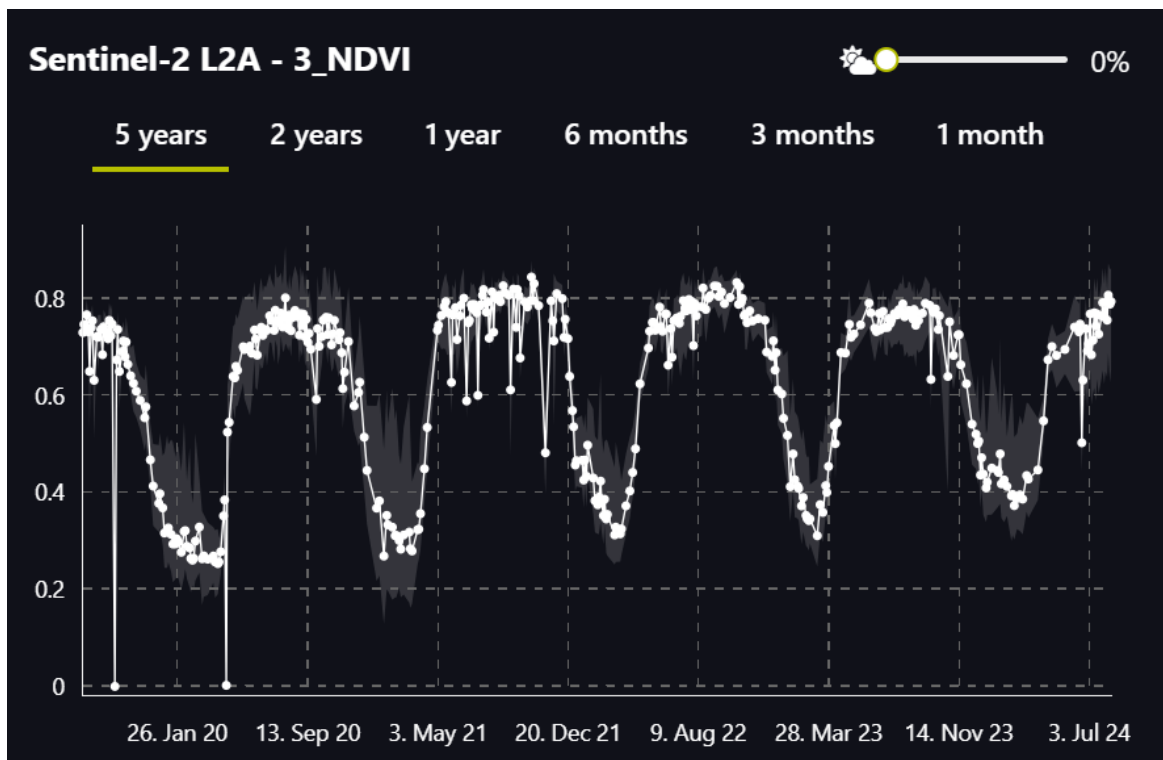
- Gli alberi sono coperti da rete protettiva dalla grandine e in misura secondaria dal vento
- Campi irrigati
- Buona Resa 2022 e 2023, problemi il 2024



Analisi

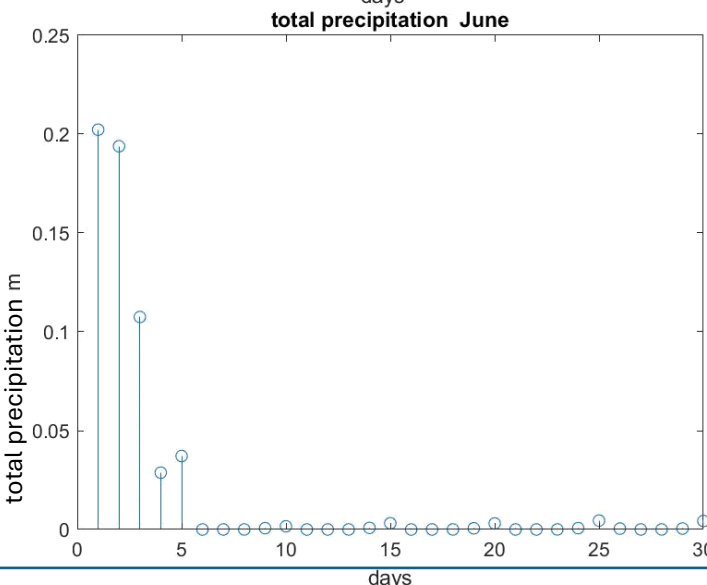
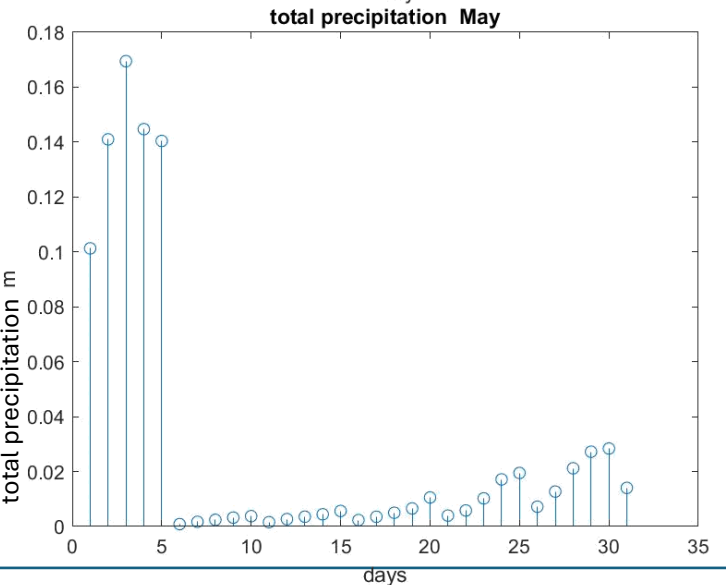
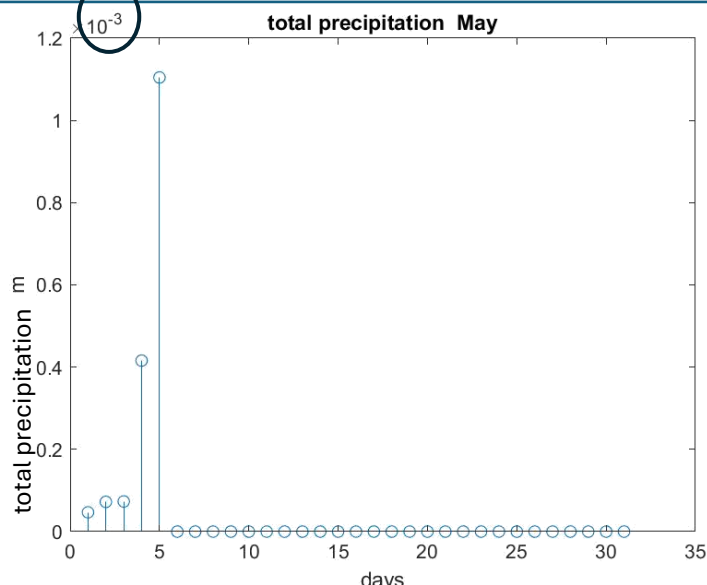
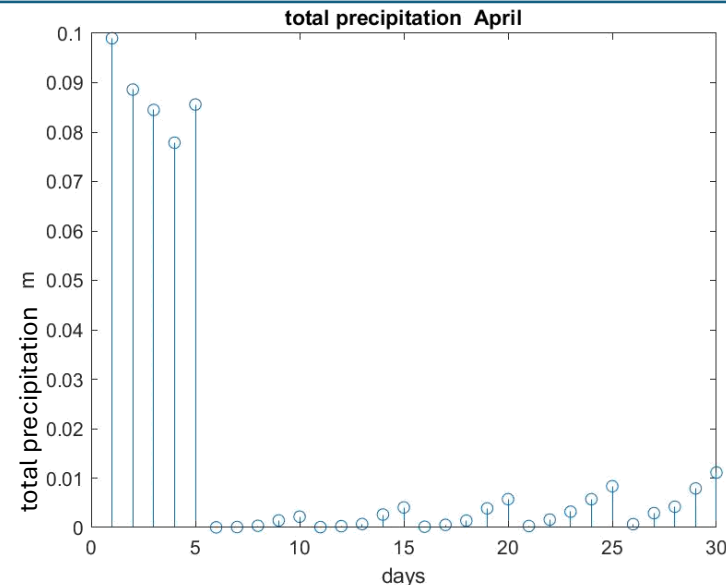
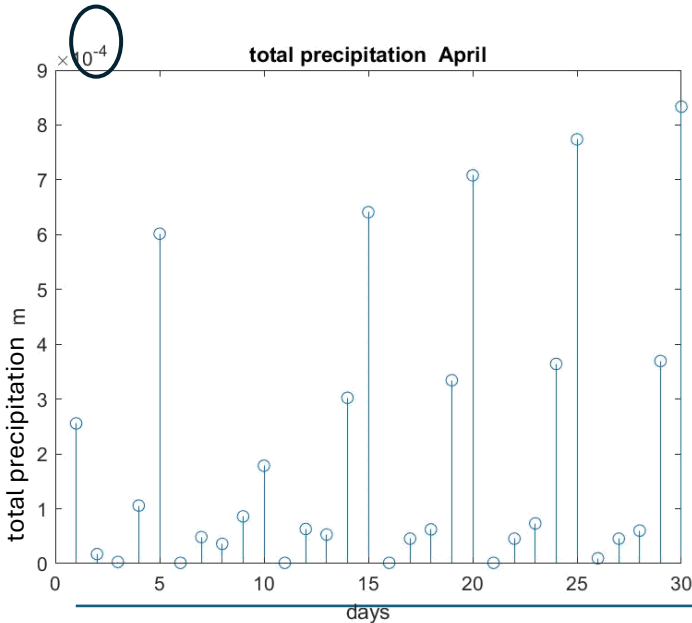
Sentinel-2 L2A Andamento su 5 anni di acquisizioni: gennaio 2020 ÷ luglio 2024. Copernicus: serie temporali su tutte le immagini disponibili:

Prodotti: NDVI e NDMI indice di umidità



Analisi Dettaglio ECMWF
Precipitazione giornaliera in metri

2022

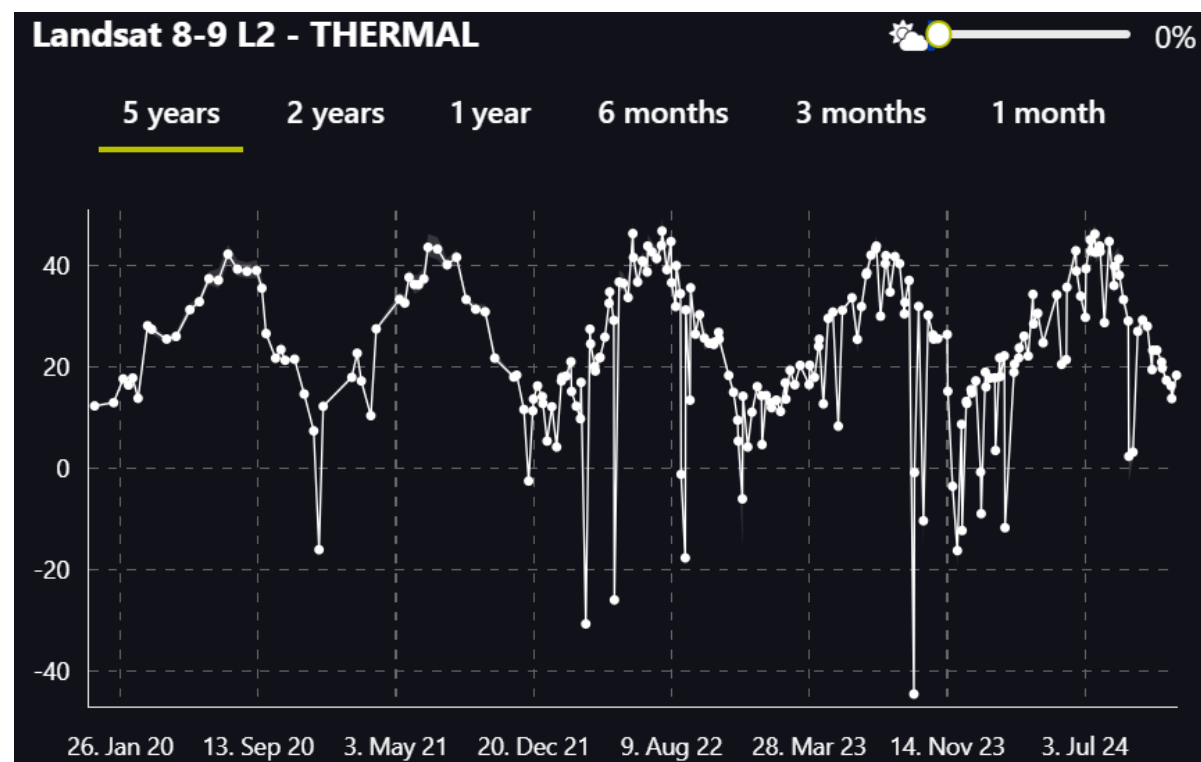


2023

Analisi

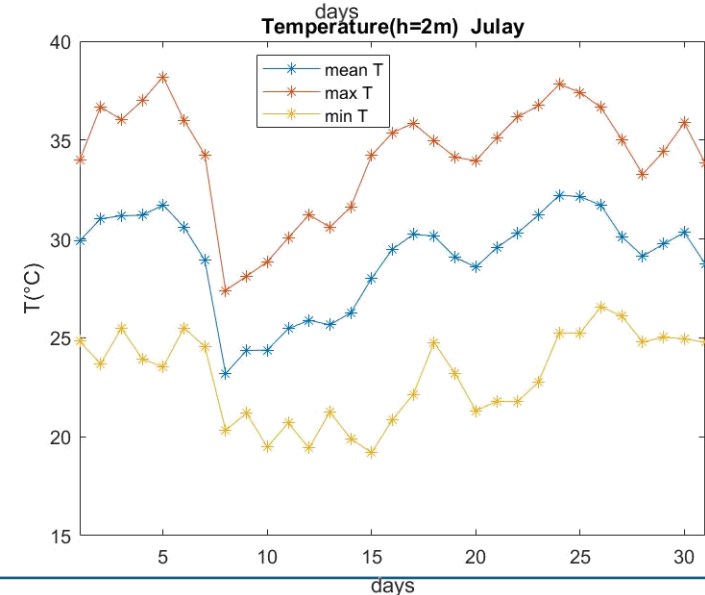
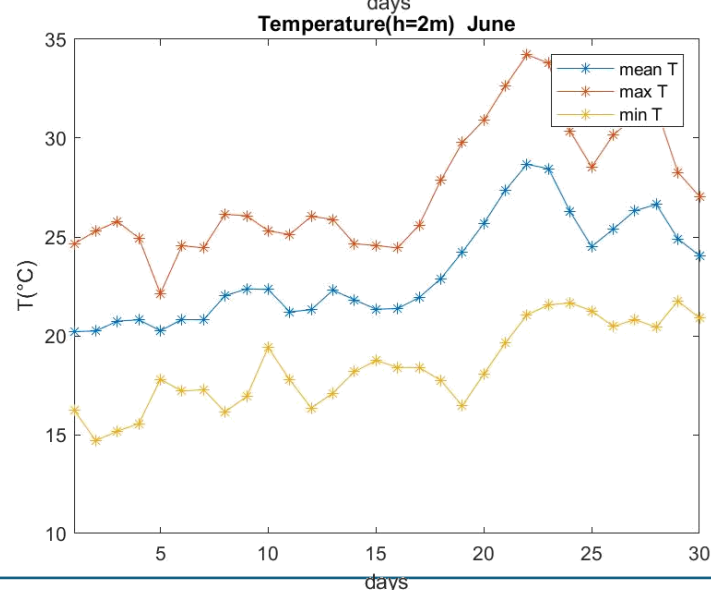
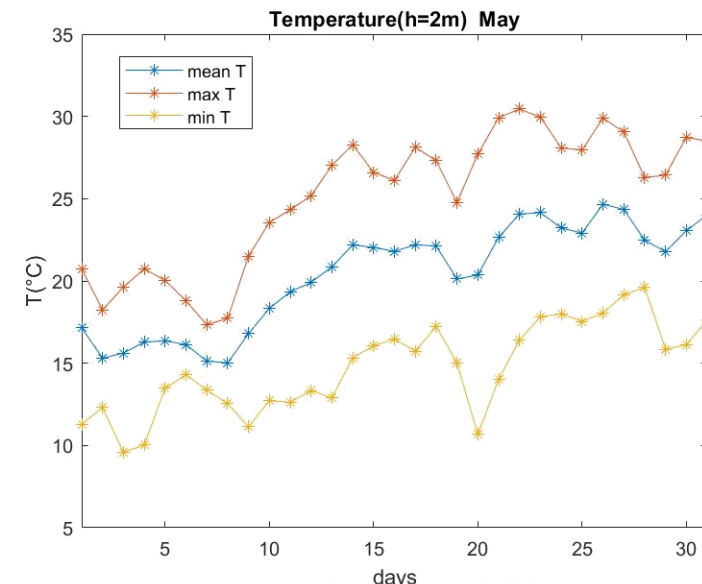
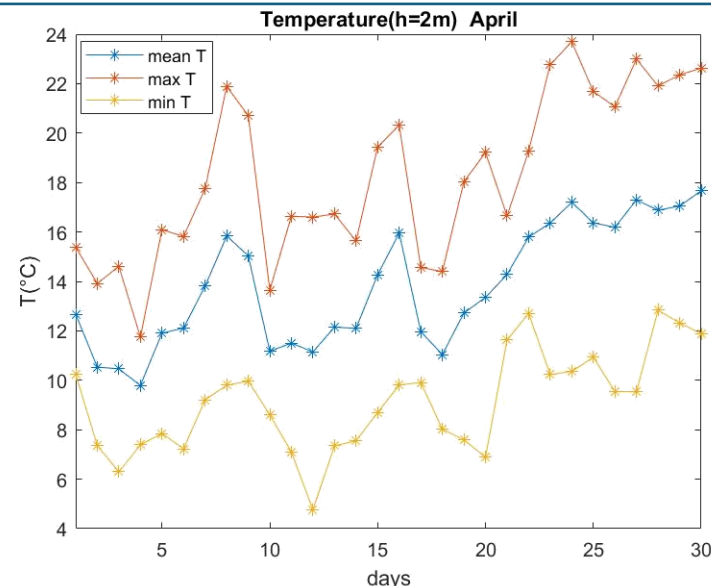
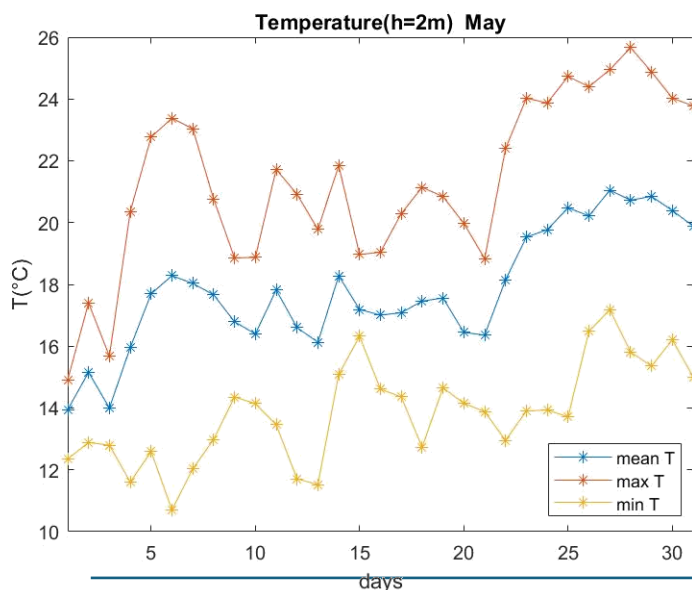
Sentinel-2 L2A e dati Landsat 8-9 L2 Andamento su 5 anni di acquisizioni: gennaio 2020 ÷ luglio 2024. Copernicus: serie temporali su tutte le immagini disponibili:

Prodotti: Emissività, plot del termico



Analisi Dettaglio ECMWF Temperatura a 2metri

2022

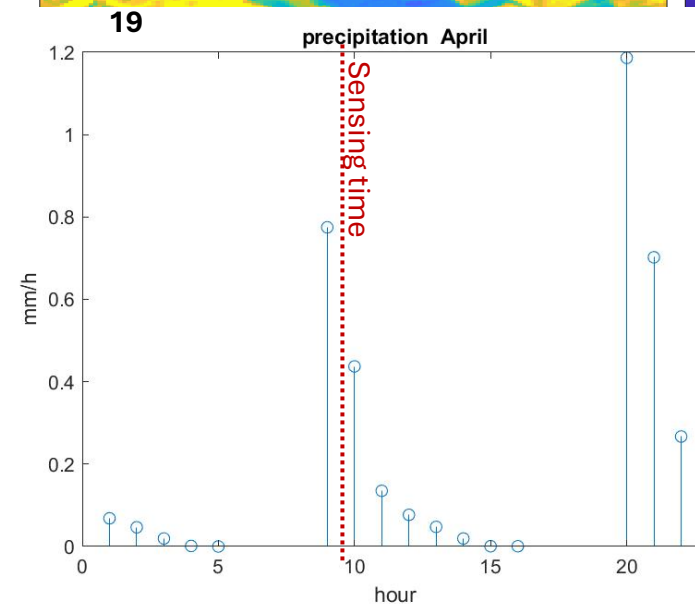
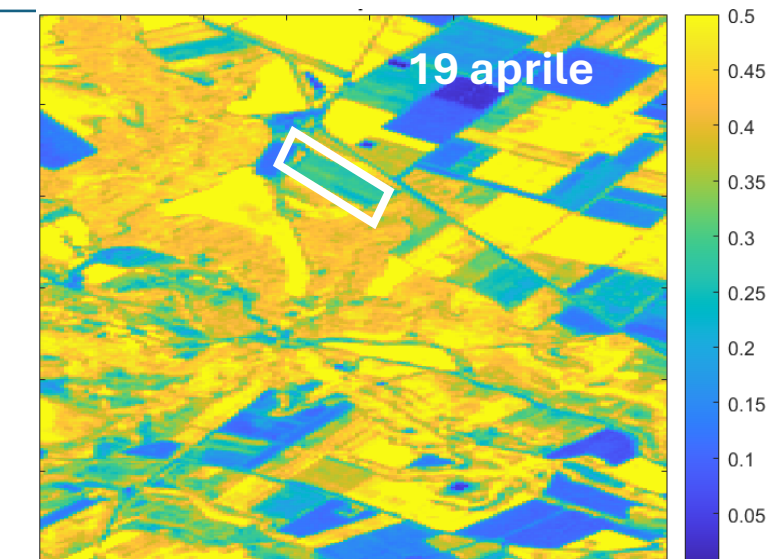
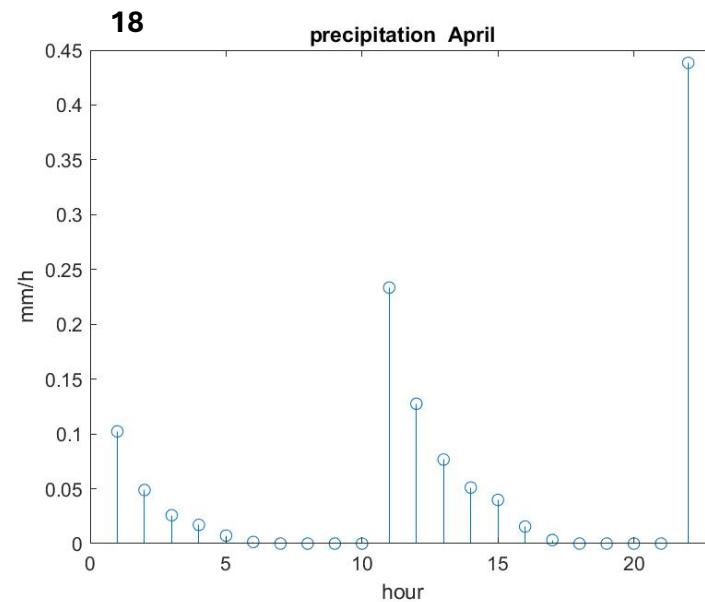
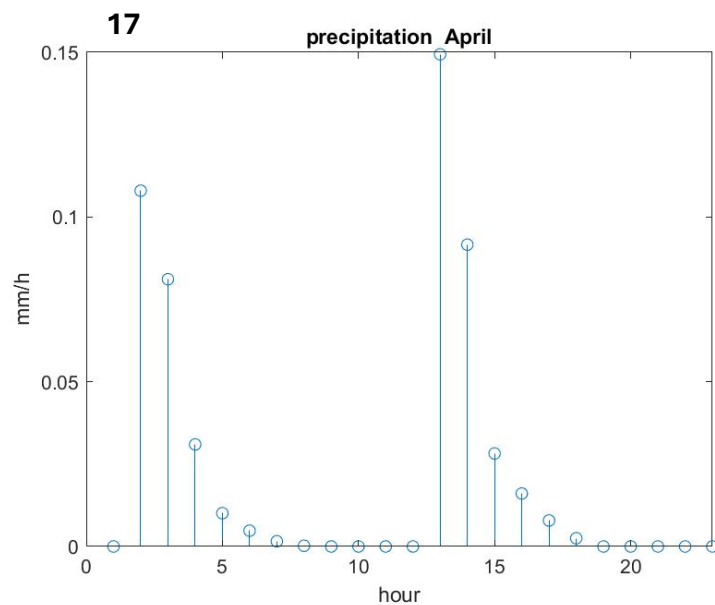


2023

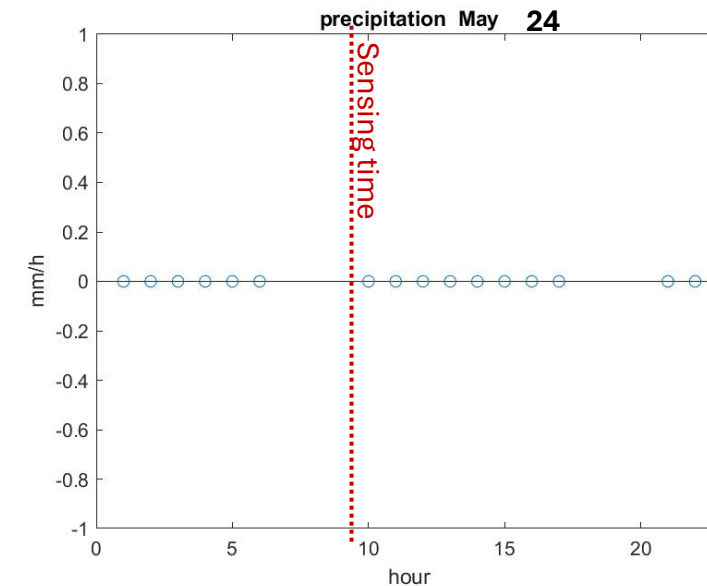
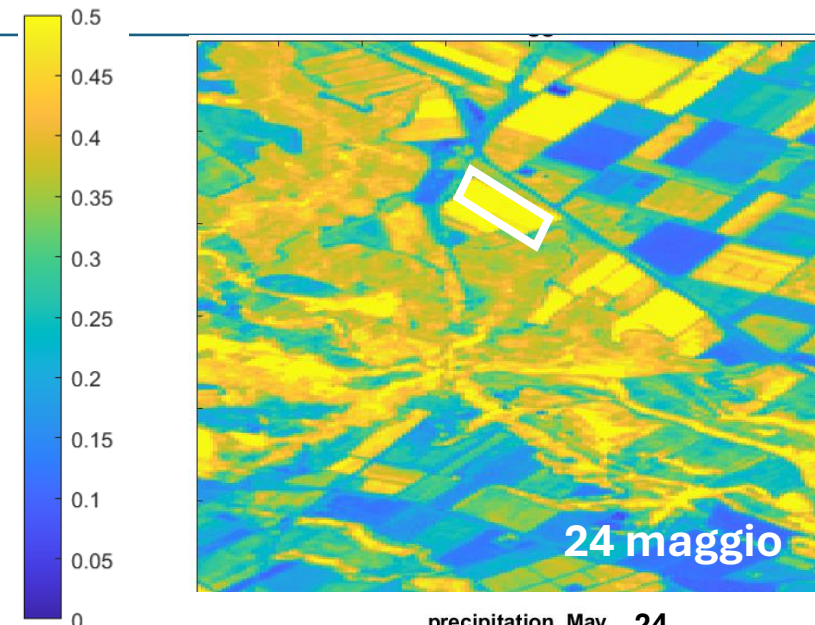
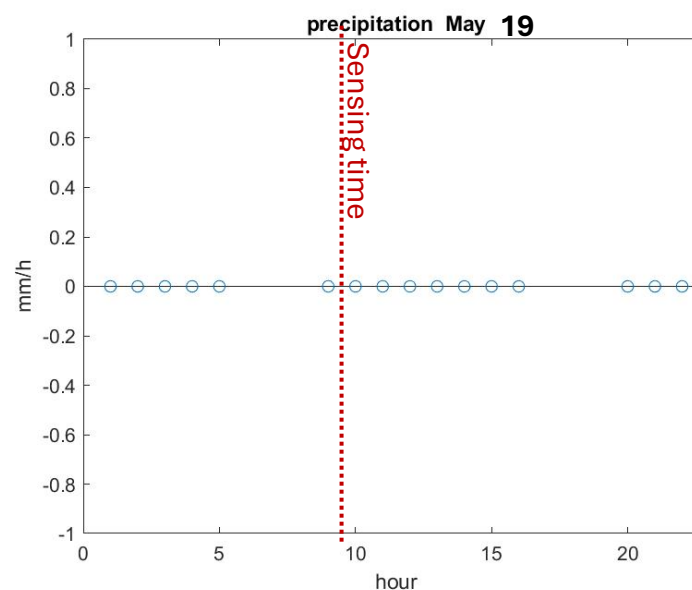
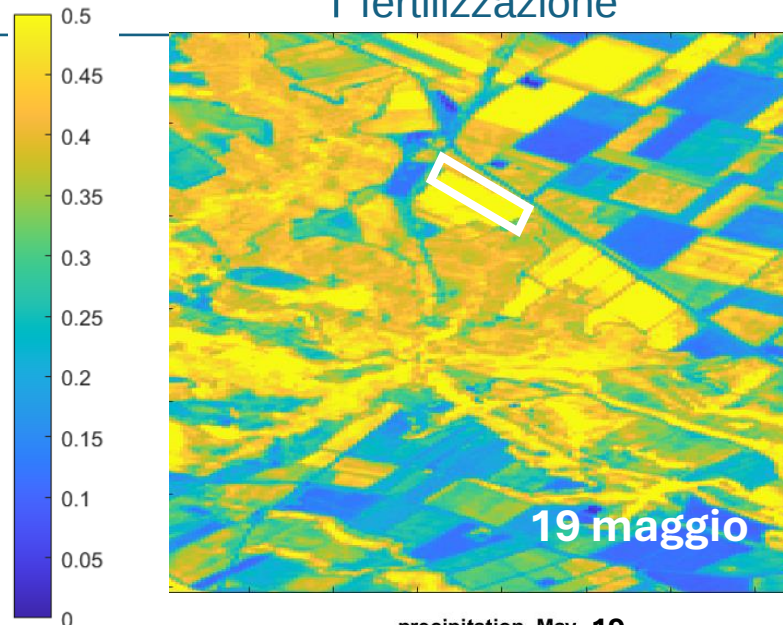
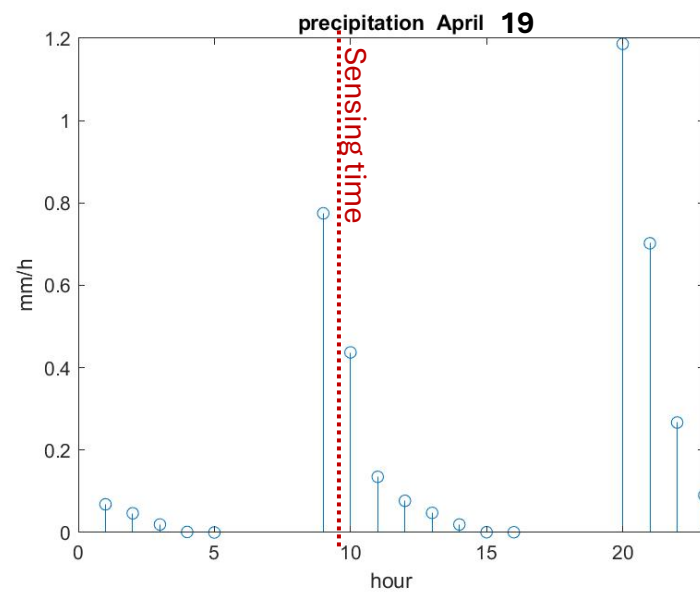
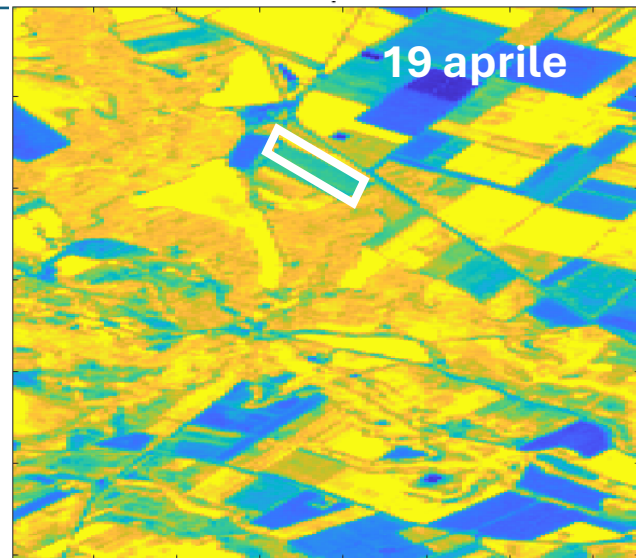


Analisi Dettaglio NDVI / dati di precipitazione oraria ECMWF

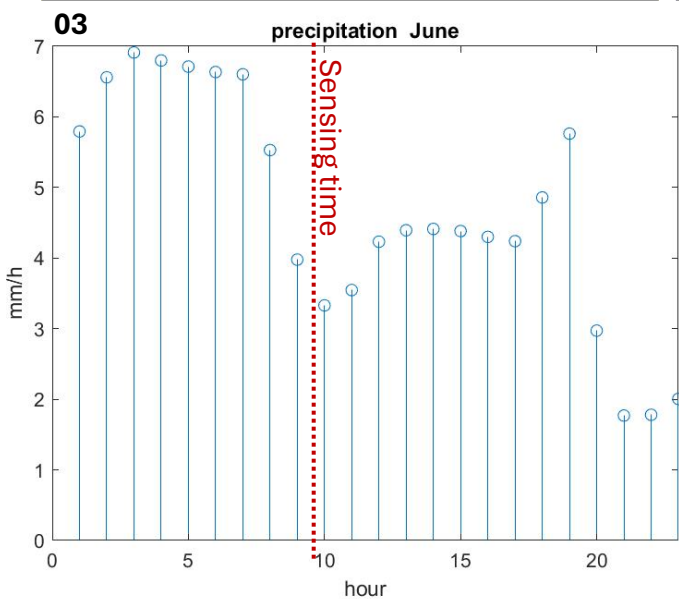
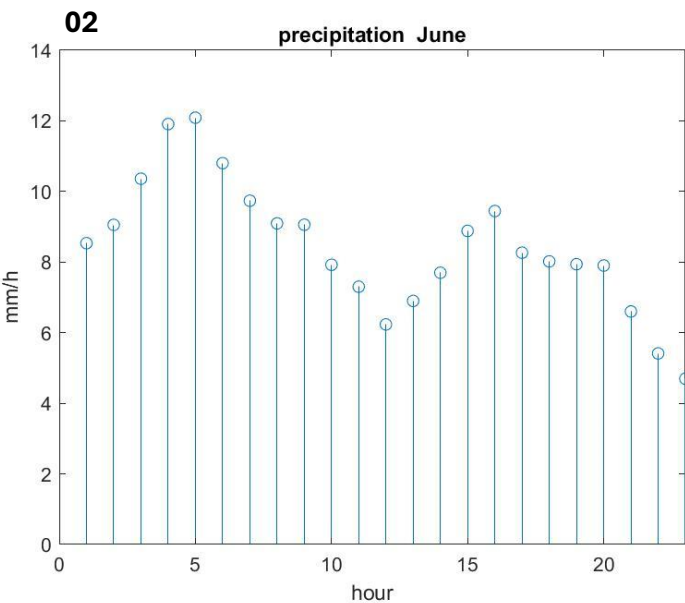
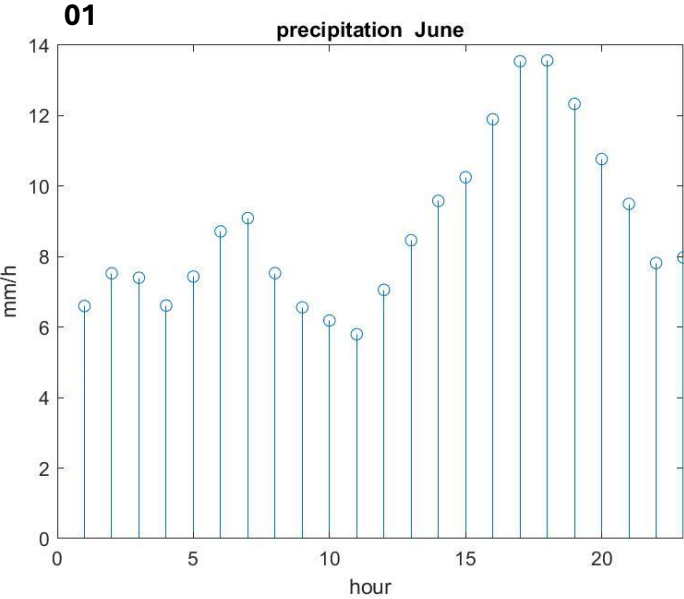
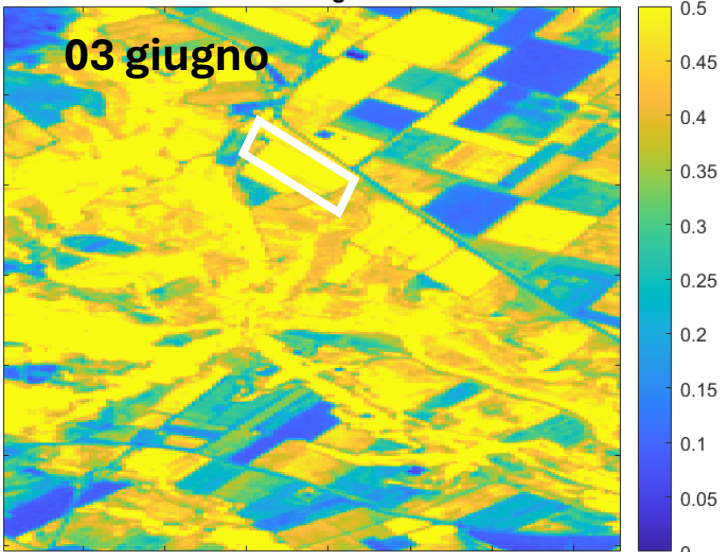
2022



SM@RT IRRI.FERT - Sviluppo sperimentale di una piattaforma pilota flessibile di Smart Farming per la gestione dell'irrigazione e della fertilizzazione

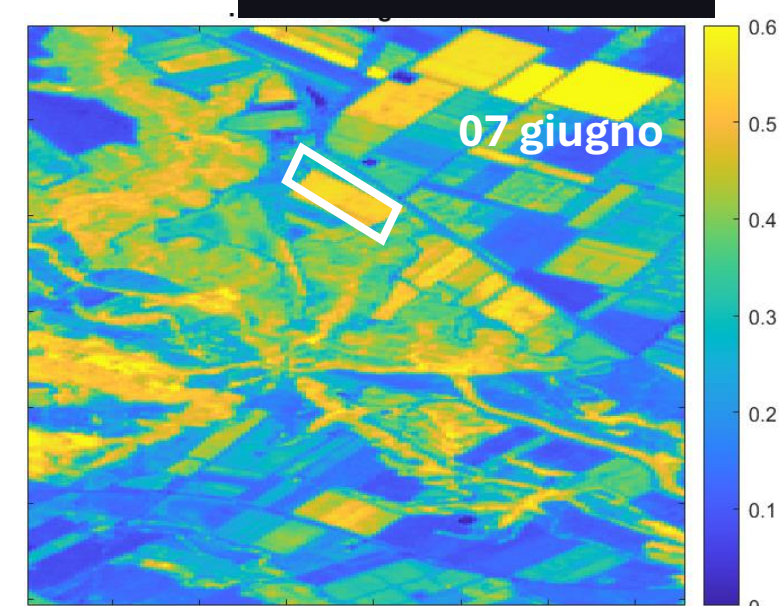
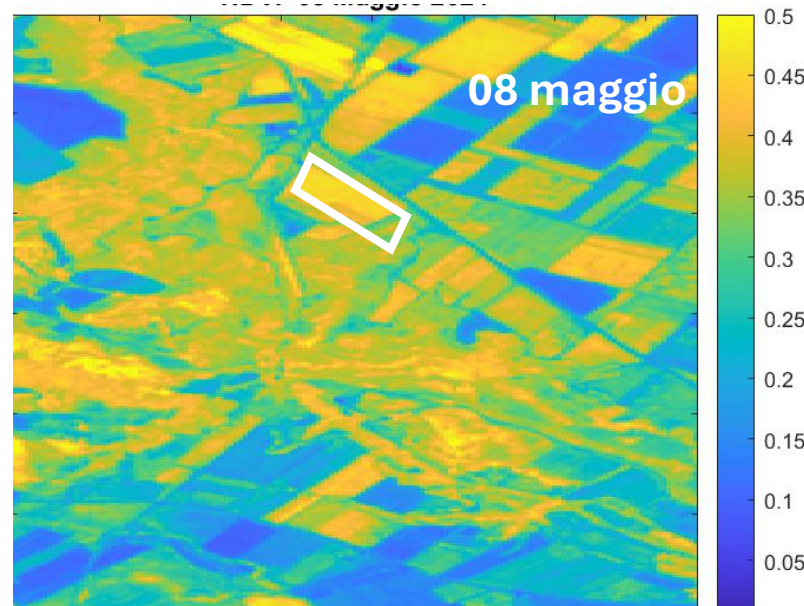
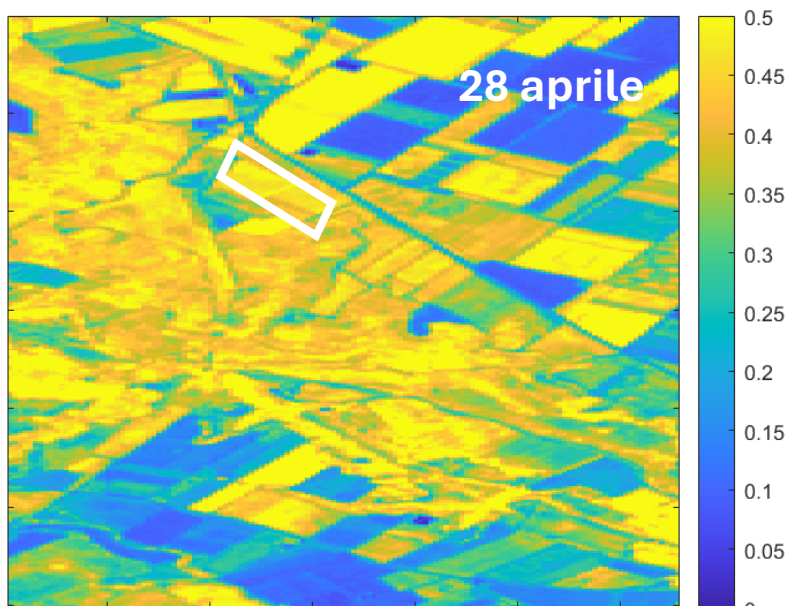
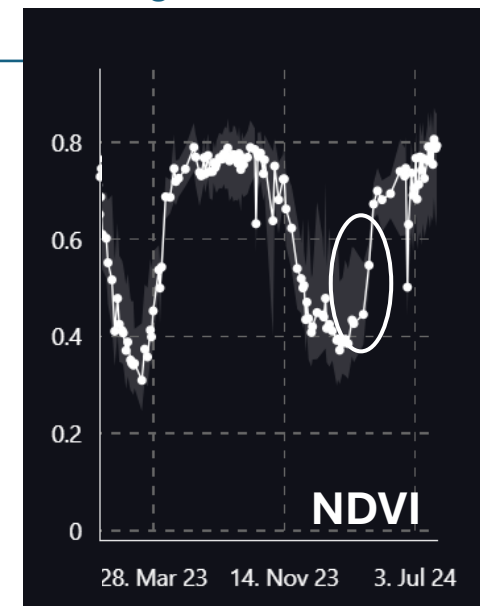


Analisi Dettaglio NDVI / dati di precipitazione oraria ECMWF
2023

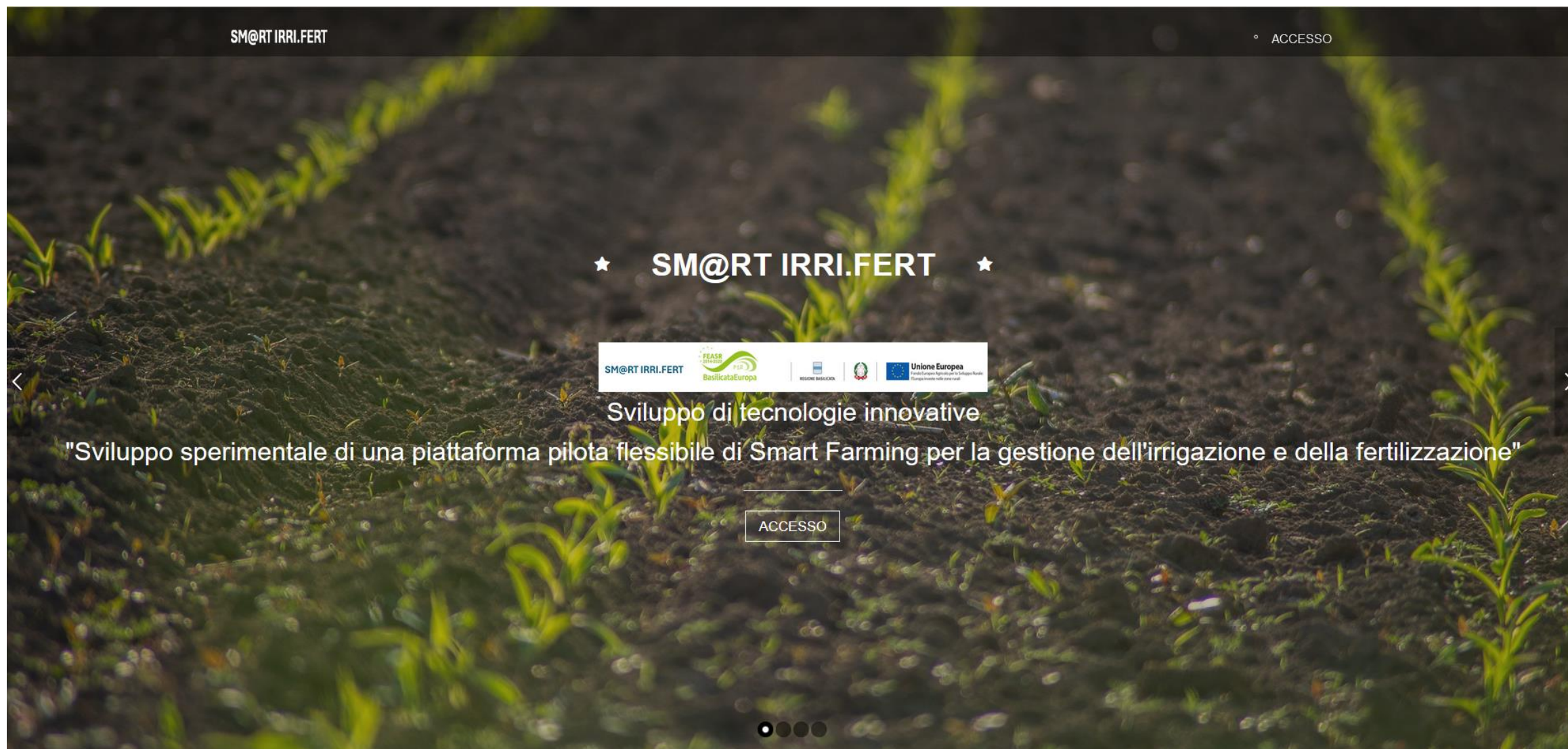


Analisi Dettaglio NDVI Ritardo nella crescita delle piante

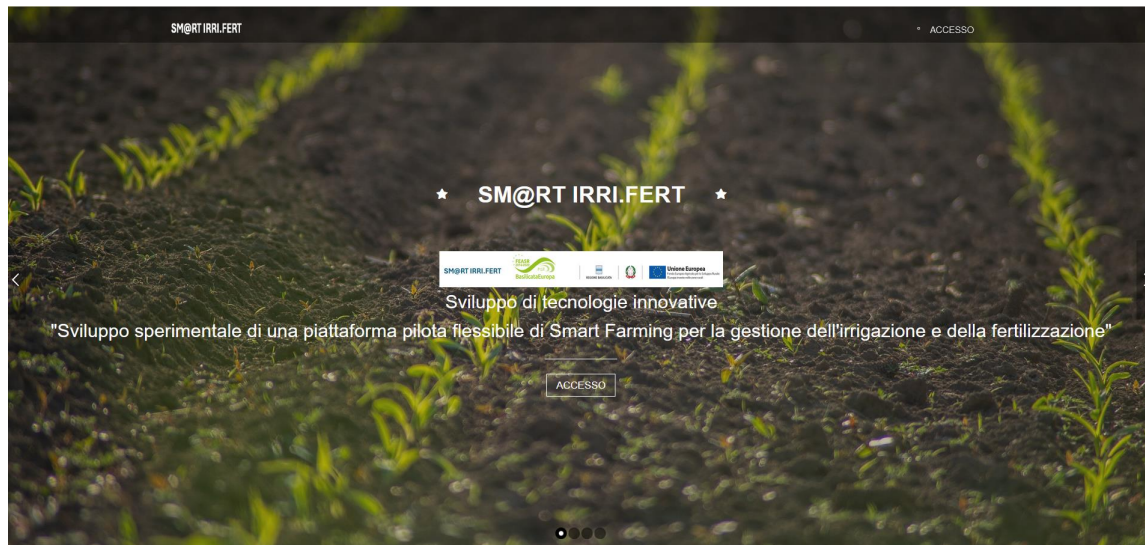
2024



La piattaforma di monitoraggio



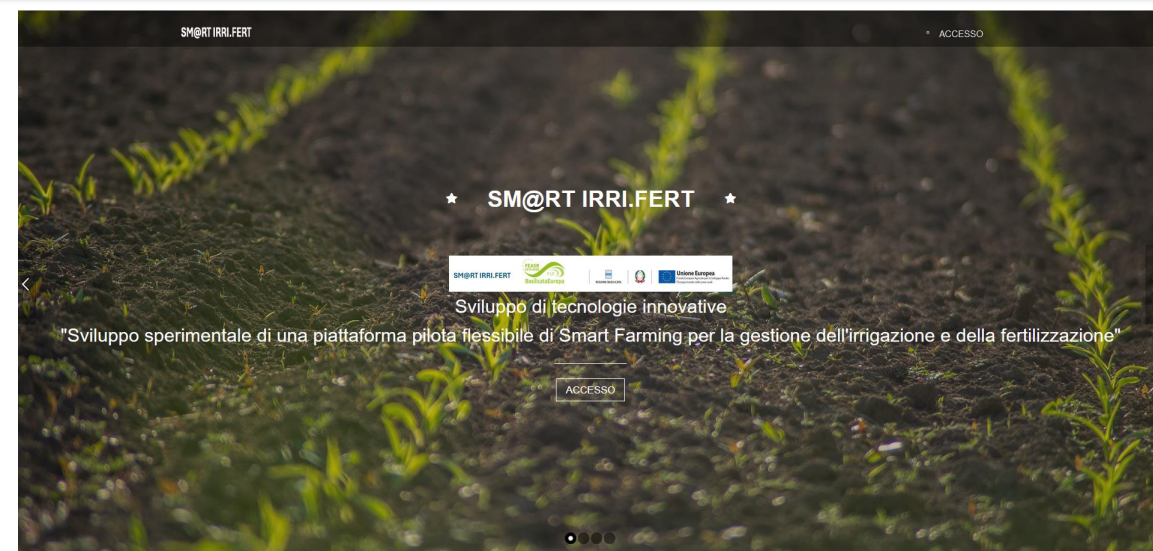
La piattaforma di monitoraggio: Una tecnologia che permette l'espandibilità e l'interoperabilità



- ☐ **Geonode.** Scelta perché permette di caricare set di dati geospaziali nei diversi formati disponibili che rispettano le linee guida ISPIRE
- ☐ **Geoserver 2.1.7.2.** Scelta per l'affidabilità di configurazione dei diversi componenti del portale, in grado di gestire diversi formati raster e vettoriali
- ☐ **Postgresql12+postGIS.** Scelta per la gestione di database relazionali
- ☐ **Python 3.7.** Linguaggio di programmazione a livello di sistema

Sistema informativo dei servizi:

- Modalità **Web GIS** con visualizzazione a cruscotto
- **Semplice** utilizzo da parte di operatori non esperti
- Soluzioni **aperte e interoperabili** così da garantire l'integrazione con:
 1. Infrastrutture e sistemi già in uso modelli «Smart cities»
 2. Altre piattaforme di monitoraggio e servizi (Es. Copernicus, Geoportale RSDI della Basilicata, Protezione Civile)



Caso d'uso, vigneto azienda agricola in contrada Marineto Miglionico (Matera): monitoraggio da remoto per la gestione e la protezione delle colture attraverso la realizzazione di una rete interoperabile.

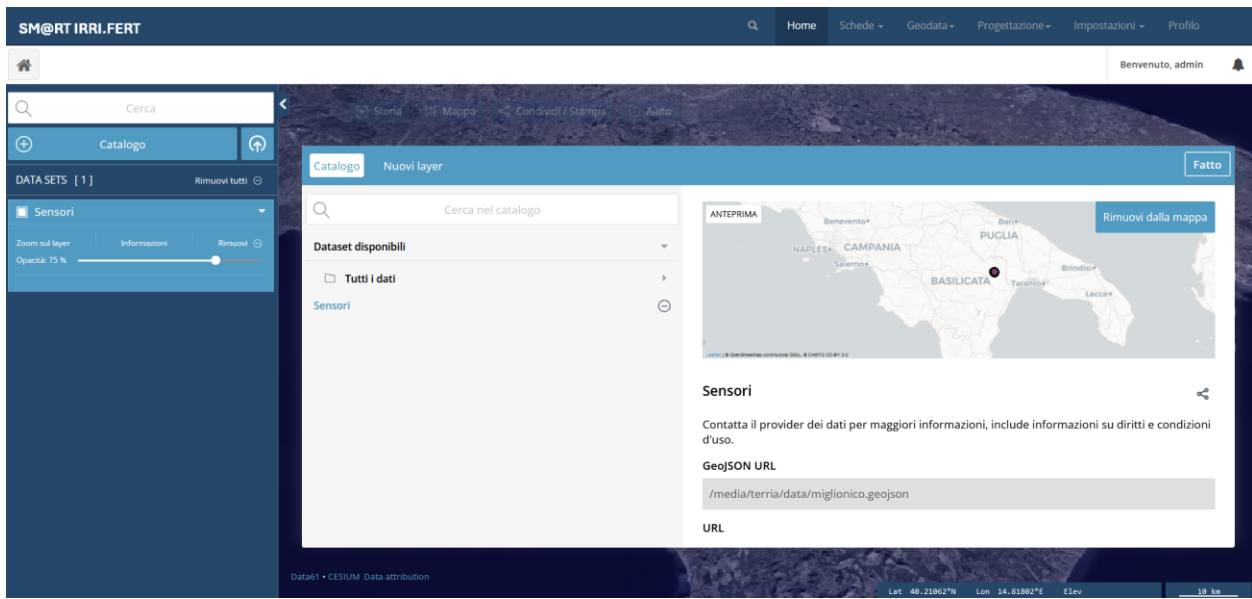


Infrastrutturazione HW

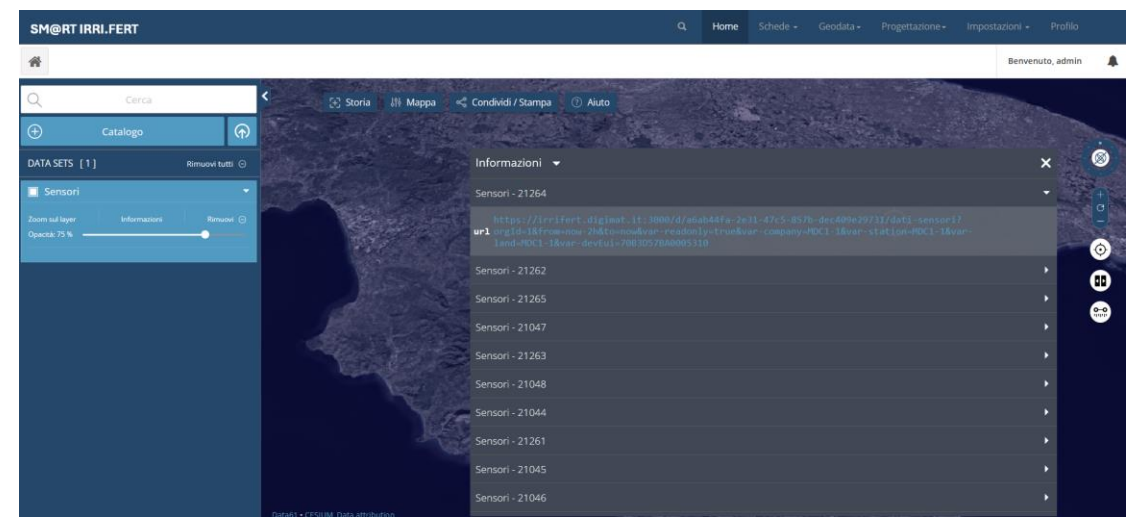
- 10 profilatori per misure di temperatura del terreno e soil moisture. *Ognuno dei profilatori è in grado di acquisire 6 misure per variabile con passo 10 cm fino ad una profondità di 60 cm*
- 1 stazione meteo per misure di temperatura, umidità e velocità del vento, dati utili per un confronto e validazione delle misure prese dai profilatori
- Raspberry per prodotti locali e pilotaggio trasmissione dati
- Dorsale di tlc composto da gateway LoRA per il networking locale e rete 5G per connessione con il server Digimat

La piattaforma di monitoraggio

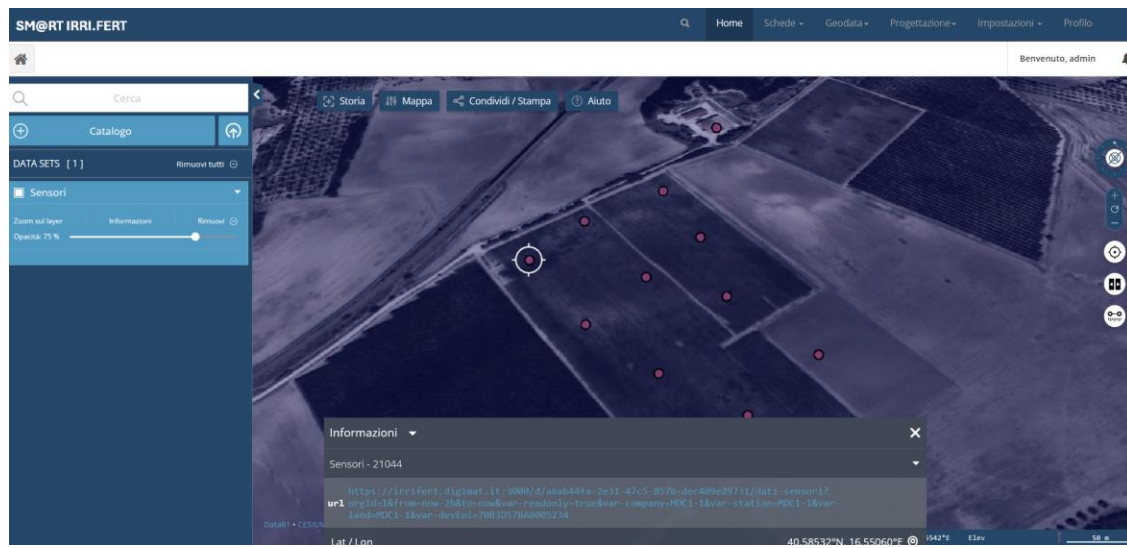
Scelta del dimostratore (es. vigneto di Miglionico)



Elenco dei sensori



Scelta del sensore



La piattaforma di monitoraggio:

profilatore

SENSORS

Sub-surface 600 mm profile with 6x capacitance-based soil moisture and soil temperature sensors

MOISTURE / SCALED FREQUENCY UNIT

Range: 0 (air) ... 100% (water)

Resolution: 0.01

Accuracy: $\pm 1\%$ at calibration

TEMPERATURE

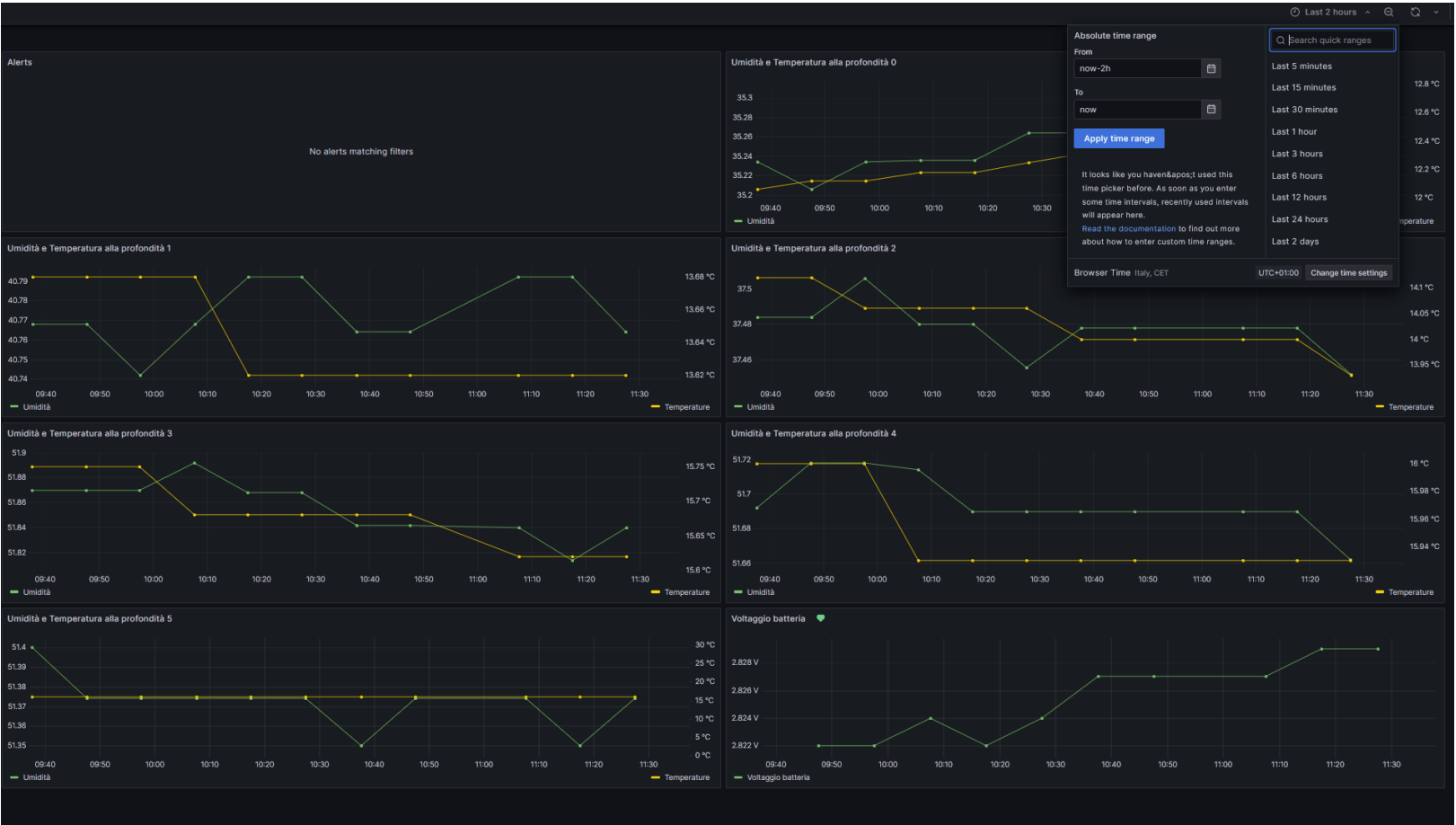
Range: -20 ... +50 °C

Resolution: 0.1 °C

Accuracy: ± 0.2 °C, 0.1% per °C



Dati profilatore



Disponibilità di dati in modalità Near Real Time (frequenza trasmissione dati dei profilatori ~20min) con la possibilità di decidere l'intervallo di tempo di rappresentazione delle serie storiche di temperatura e soil moisture livello terreno fino a 60 cm

La piattaforma di monitoraggio:

Dati centralina meteo



Disponibilità in modalità Near Real Time di velocità e direzione del vento, umidità relativa, pressione e temperatura atmosferica. Possibilità di serie storiche dei dati, su intervallo temporale scelto dall'utente.