



# GRAW: monitoraggio della siccità idrologica e applicativo pilota



L. Ranaldi<sup>1</sup>, A. Hamoudzadeh<sup>1</sup>, F. Bocchino<sup>1</sup>, G. Graldi<sup>1</sup>, D. Tapete<sup>2</sup>, A. Ursi<sup>2</sup>, M. Virelli<sup>2</sup>, P. Sacco<sup>2</sup>, M. Casini<sup>5</sup>, S. Taviani<sup>5</sup>, V. Belloni<sup>1</sup>, R. Ravanelli<sup>3</sup>, A. Nascetti<sup>6</sup>, M. Crespi<sup>1,4</sup>

*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 Autorità del Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale*

*6 Istituto Reale di Tecnologia, Divisione di Geoinformatica, Svezia*



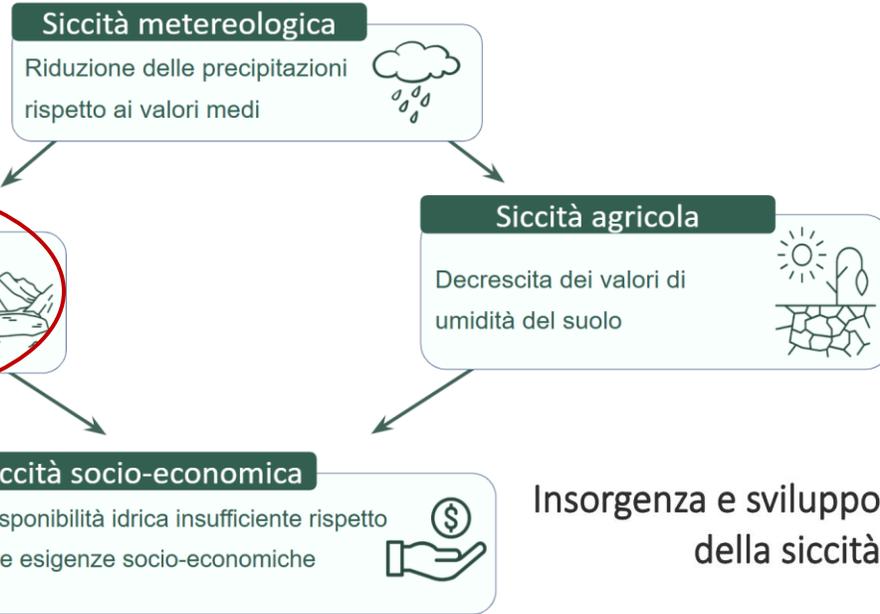
**Workshop “Tecnologie satellitari e analisi multi-rischio: l’esperienza dei progetti I4DP\_SCIENCE e prospettive future”**

28 Maggio 2025, Roma



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Siccità idrologica: le sfide e le soluzioni pro-attive

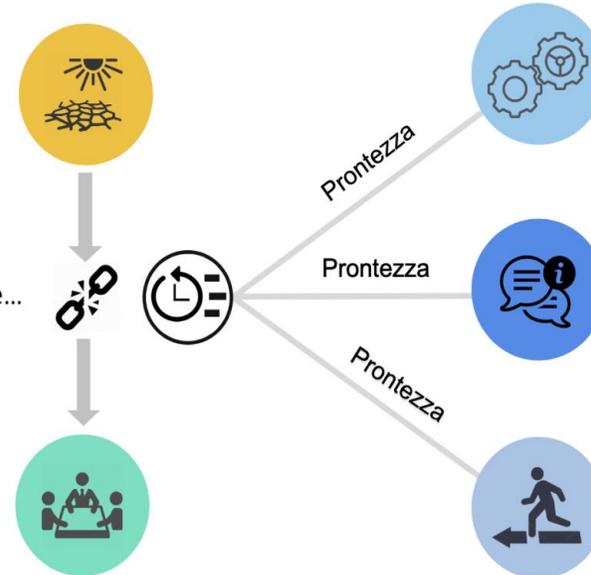


Wilhite, D.A., 2000

Insorgenza e sviluppo della siccità

...gap temporale...

Gestione delle emergenze legate alla siccità



◆ Implementando un sistema integrato di monitoraggio e previsione della siccità per valutare la disponibilità della risorsa idrica

◆ Fornendo un'informazione semplice e tempestiva sulle condizioni attuali e future di un evento siccitoso

◆ Supportando il processo decisionale per ridurre gli impatti

<https://droughtcentral.it/siccita/>

# Monitoraggio delle risorse idriche: il vantaggio nell'utilizzo di dati di Osservazione della Terra

## Metodi tradizionali

I metodi tradizionali di monitoraggio di risorse idriche sono basati sulla raccolta di dati **in campo** tramite stazioni di misura dotate di idrometri



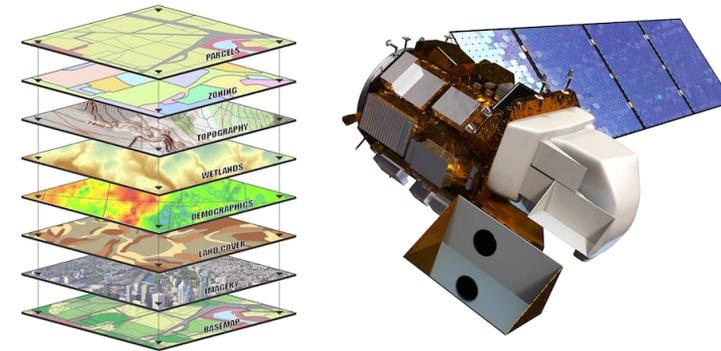
Credits: <https://hydraulics.unibs.it/hydraulic/il-monitoraggio-del-lago-diseo/>

- Alti costi di installazione e manutenzione
- Accesso difficile in zone remote



## Osservazione della Terra

I dati di osservazione della Terra vengono acquisiti **a distanza** tramite l'impiego di sistemi satellitari, aerei o con drone



Credits: <https://www.ruralhack.org/telerilevamenti-per-il-monitoraggio-delle-culture/>

- Copertura di vaste aree, incluse zone remote
- Monitoraggio frequente e continuo
- Dati uniformi e comparabili tra le risorse idriche

# Monitoraggio delle risorse idriche: il vantaggio nell'utilizzo di dati di Osservazione della Terra

**Analisi dell'estensione e del livello dei corpi idrici con metodologie di remote sensing per il monitoraggio della siccità**



<https://gedi.umd.edu/>



<https://www.asi.it/scienze-della-terra/cosmo-skymed/>



<https://swot.jpl.nasa.gov/>

# Analisi delle *estensioni* di corpi idrici tramite **COSMO-SkyMed**

## Workflow

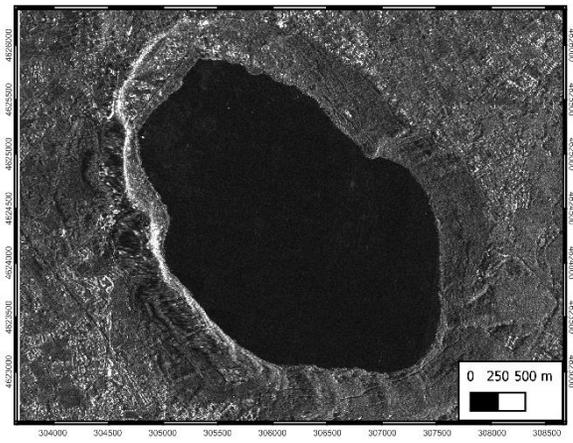
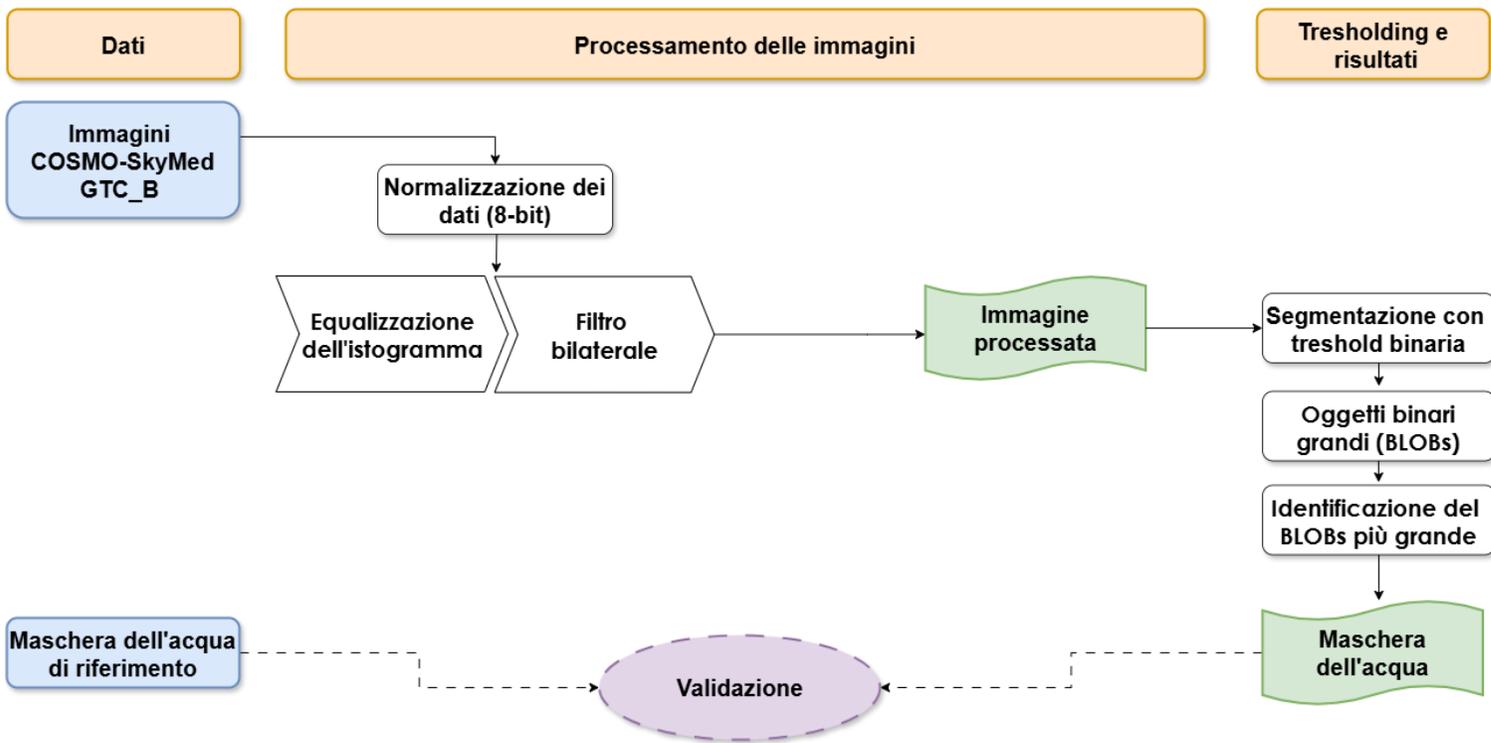
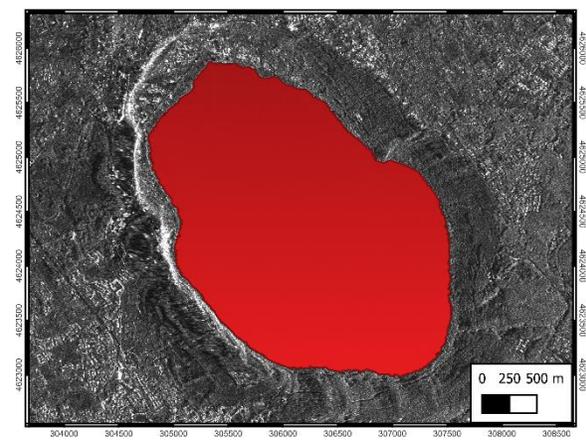


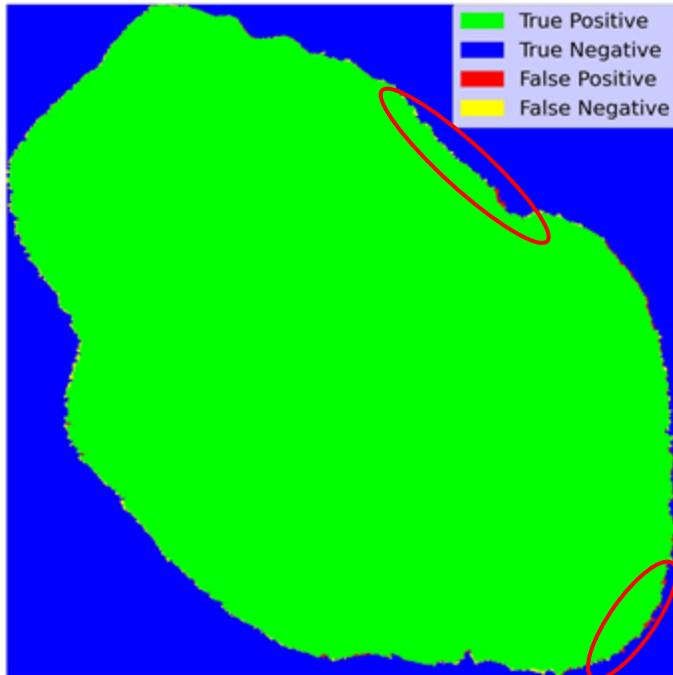
Immagine SAR COSMO-SkyMed 1° generazione



# Analisi delle estensioni di corpi idrici tramite COSMO-SkyMed

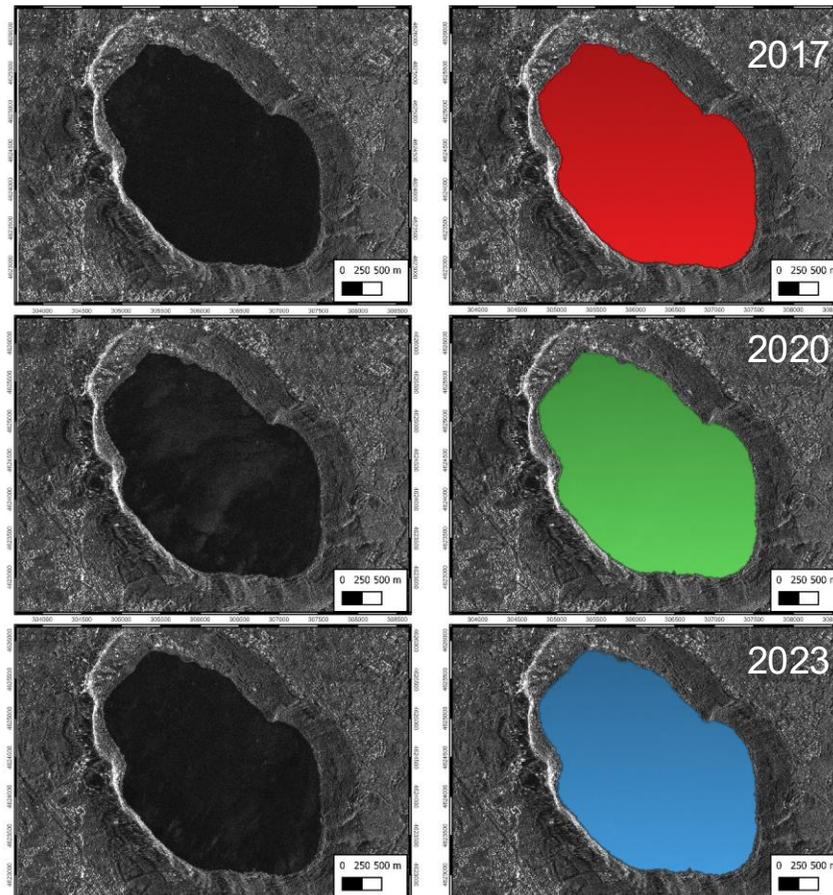
## CASO STUDIO: Lago di Albano, Regione Lazio, Italia

**Validazione:** digitalizzazione manuale vs automatica



F1 score	Accuratezza	Precisione	IoU
0.996	0.995	0.997	0.993

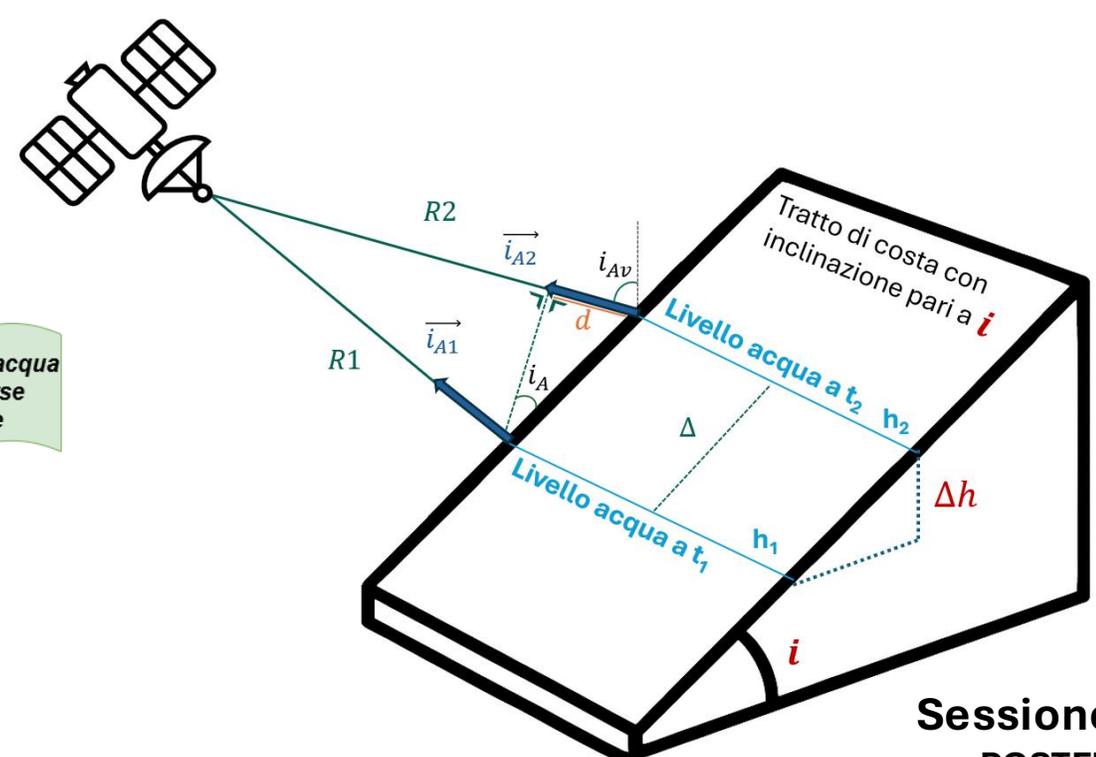
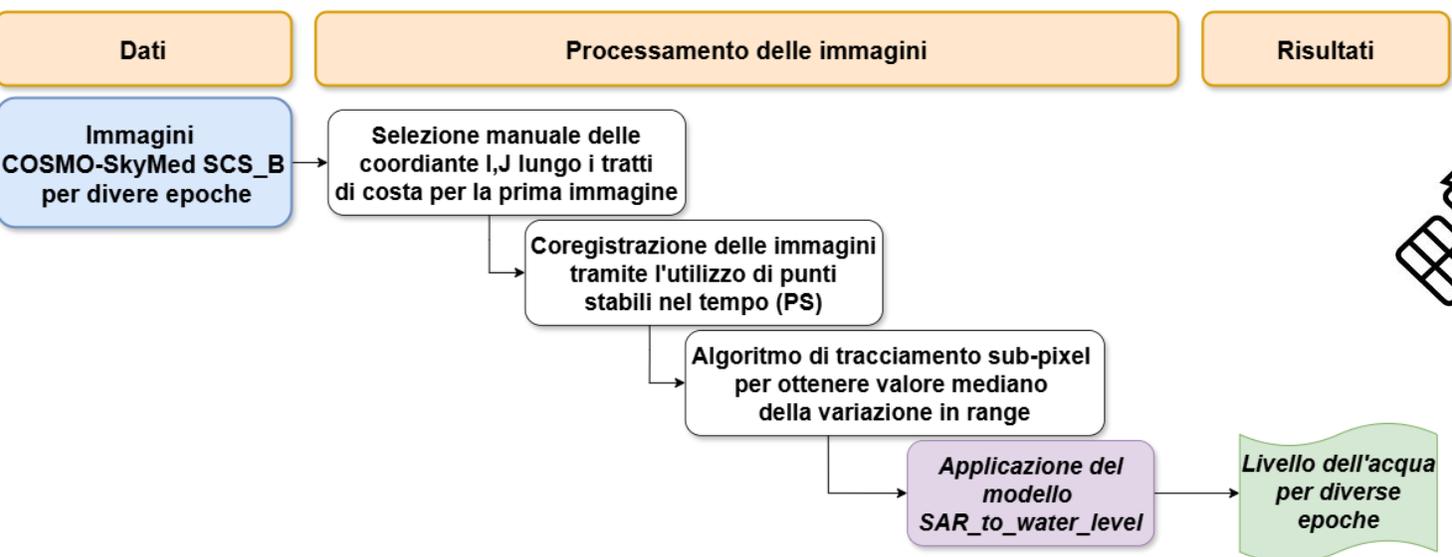
**Analisi:** confronto tra maschere in diversi anni



Anno	2017	2020	2023
Mese	Luglio	Luglio	Luglio
Area (km2)	5.53	5.53	5.51

# Analisi dei livelli di corpi idrici tramite COSMO-SkyMed

## Workflow



Variazione di livello (incognita)

$$d_{e,n} = \frac{\Delta h_e}{\alpha_{e,n}} \sqrt{A_{e,n} \gamma_n^2 + B_{e,n} \gamma_n^2 + C_{e,n}}$$

Osservazioni da immagini SAR (note)

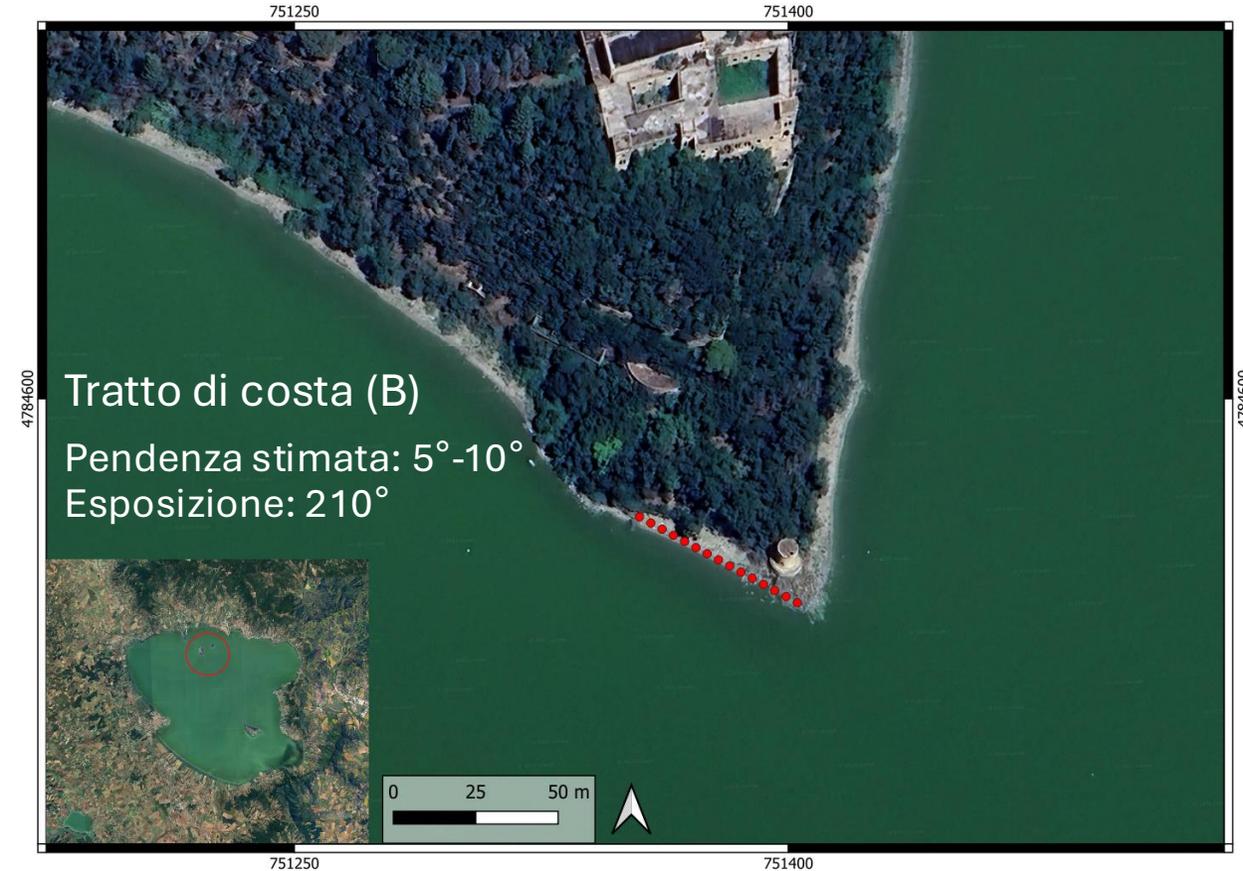
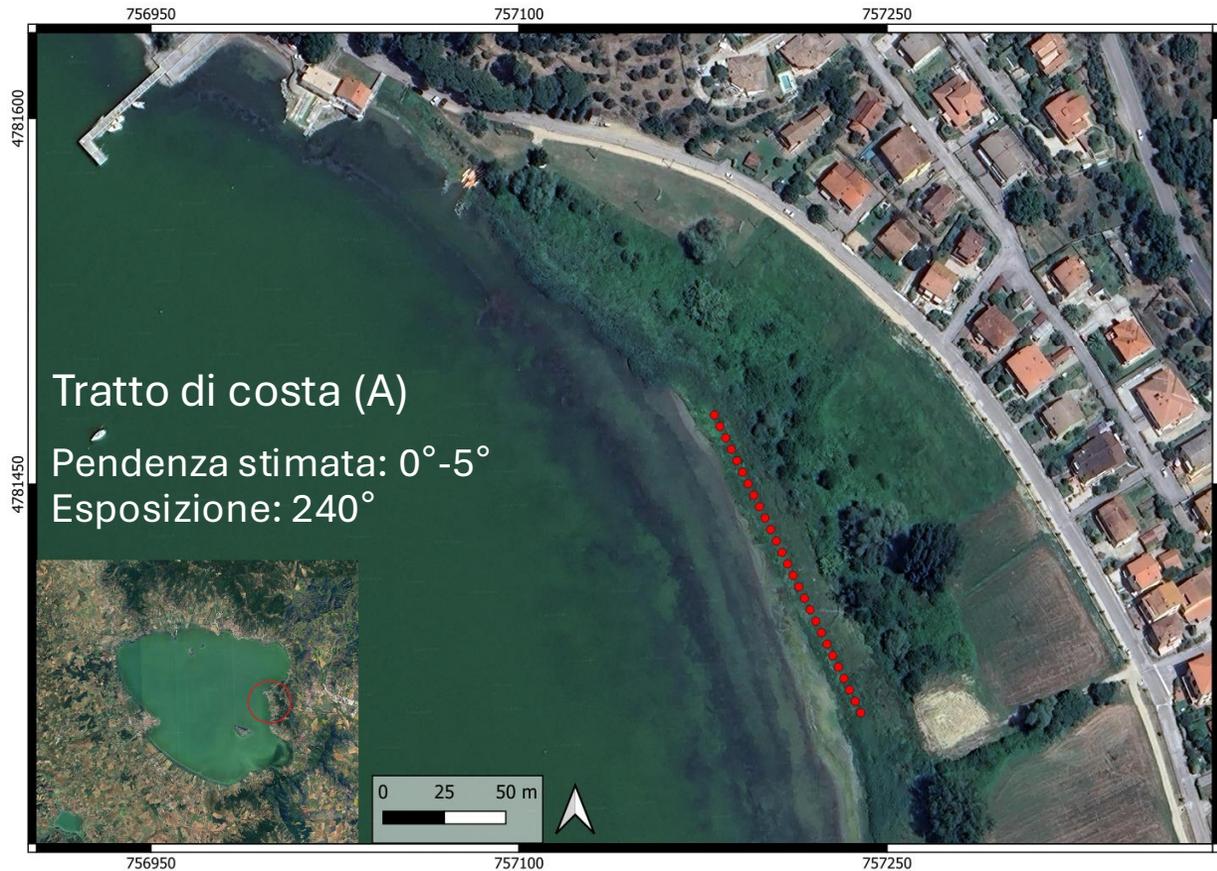
Pendenza della costa (incognita)

Sessione POSTER # 14

# Analisi dei livelli di corpi idrici tramite COSMO-SkyMed



## CASO STUDIO: Lago Trasimeno, Regione Umbria, Italia



# Analisi dei livelli di corpi idrici tramite COSMO-SkyMed

## Input

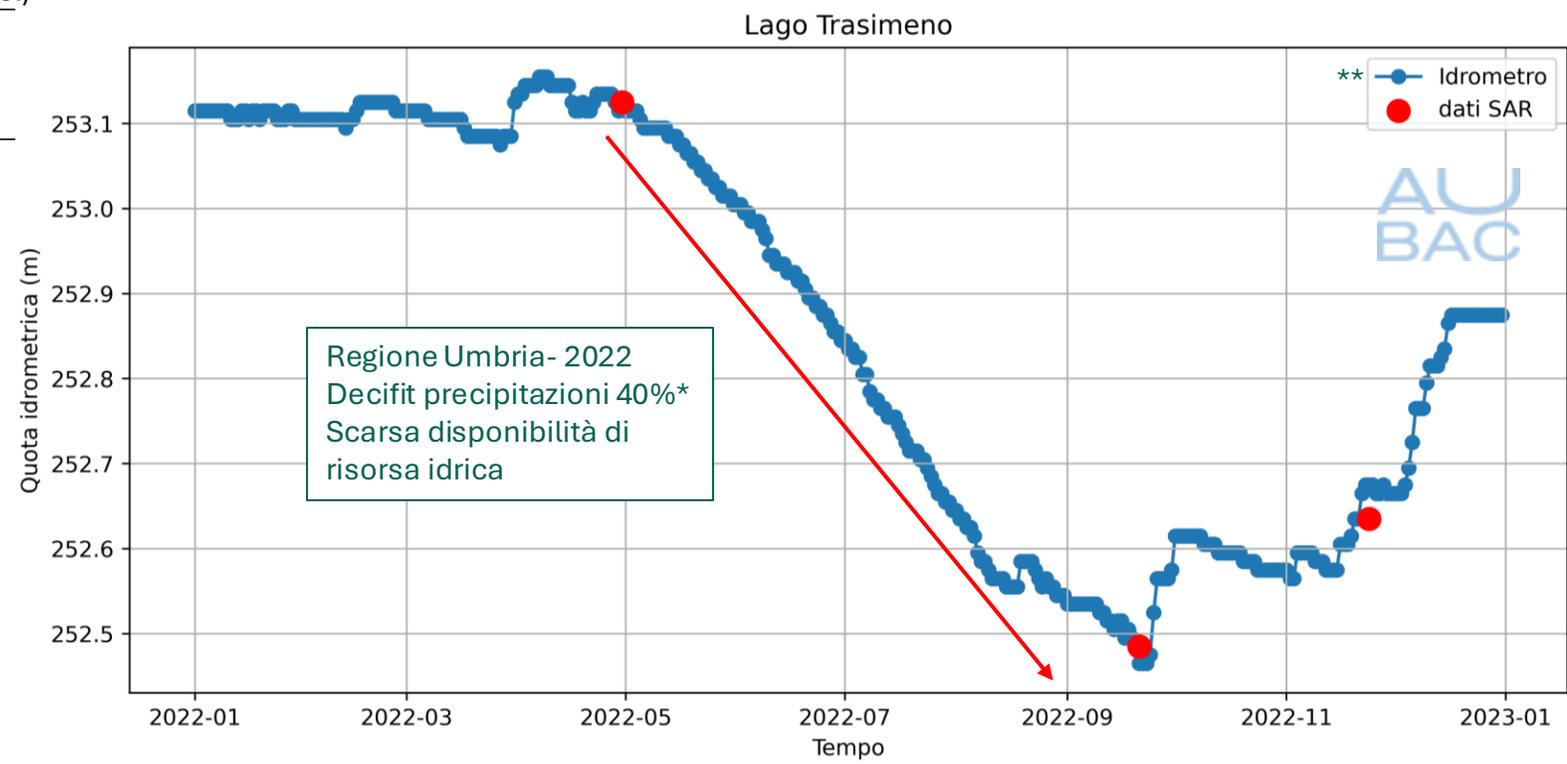
		Esposizione (°)	$\Delta h$ attuale (m)	$\Delta$ range mediano (pixel)
tratto costa (A)	epoca 1	240	-0.66	-21.20
	epoca 2	240	-0.45	-14.40
	epoca 3	240	0.21	5.00
tratto costa (B)	epoca 1	210	-0.66	-3.09
	epoca 2	210	-0.45	-2.10
	epoca 3	210	0.21	0.79

## Output

	$\Delta h$ SAR (m)	$\Delta h$ attuale - $\Delta h$ SAR (m)
epoca 1	-0.64	-0.02
epoca 2	-0.44	-0.01
epoca 3	0.15	0.06

	Inclinazione SAR (°)
tratto costa(A)	1
tratto costa(B)	9

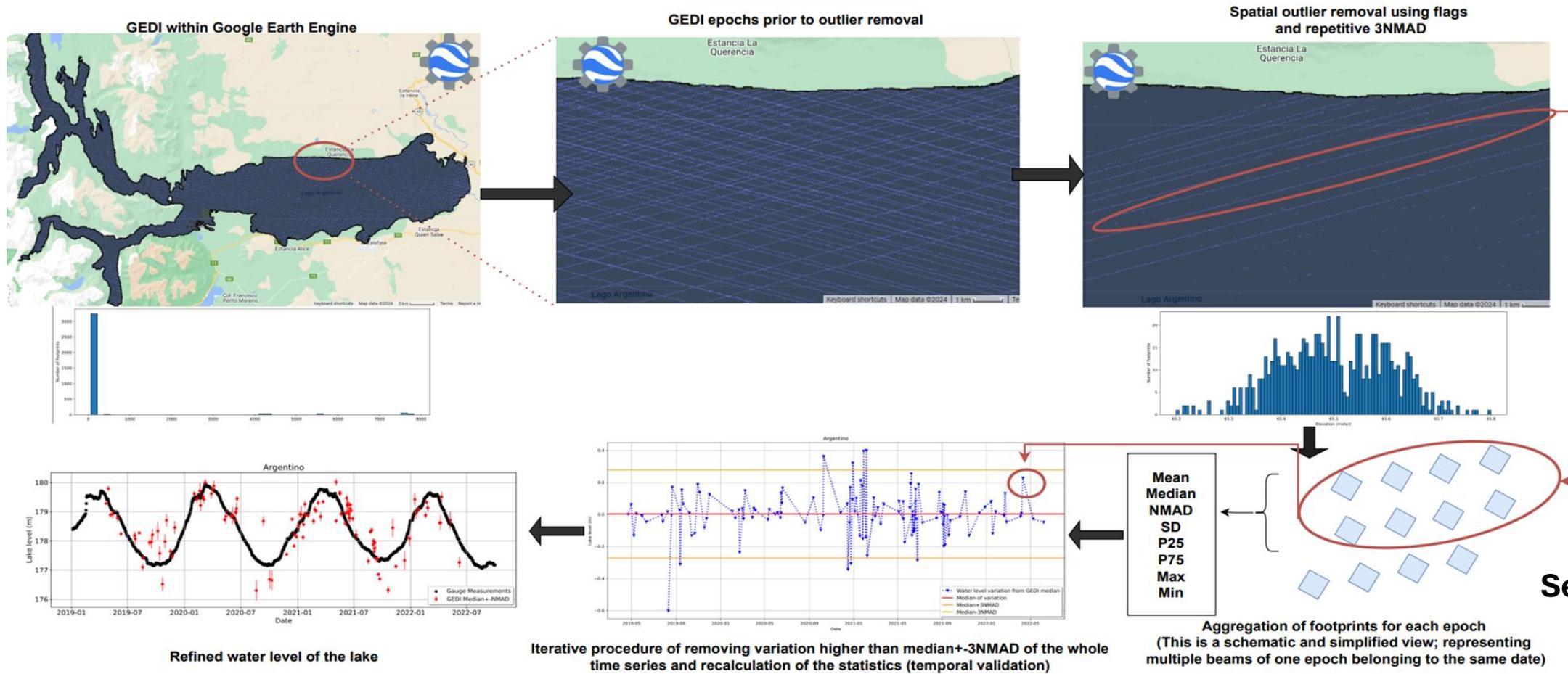


\*Osservatorio permanente sugli utilizzi idrici – AUBAC, Regione Umbria – Settembre 2022  
 \*\*Dati relativi ai livelli idrometrici forniti da AUBAC

# Analisi dei livelli di corpi idrici tramite Global Ecosystem Dynamics Investigation (GEDI)



## Workflow



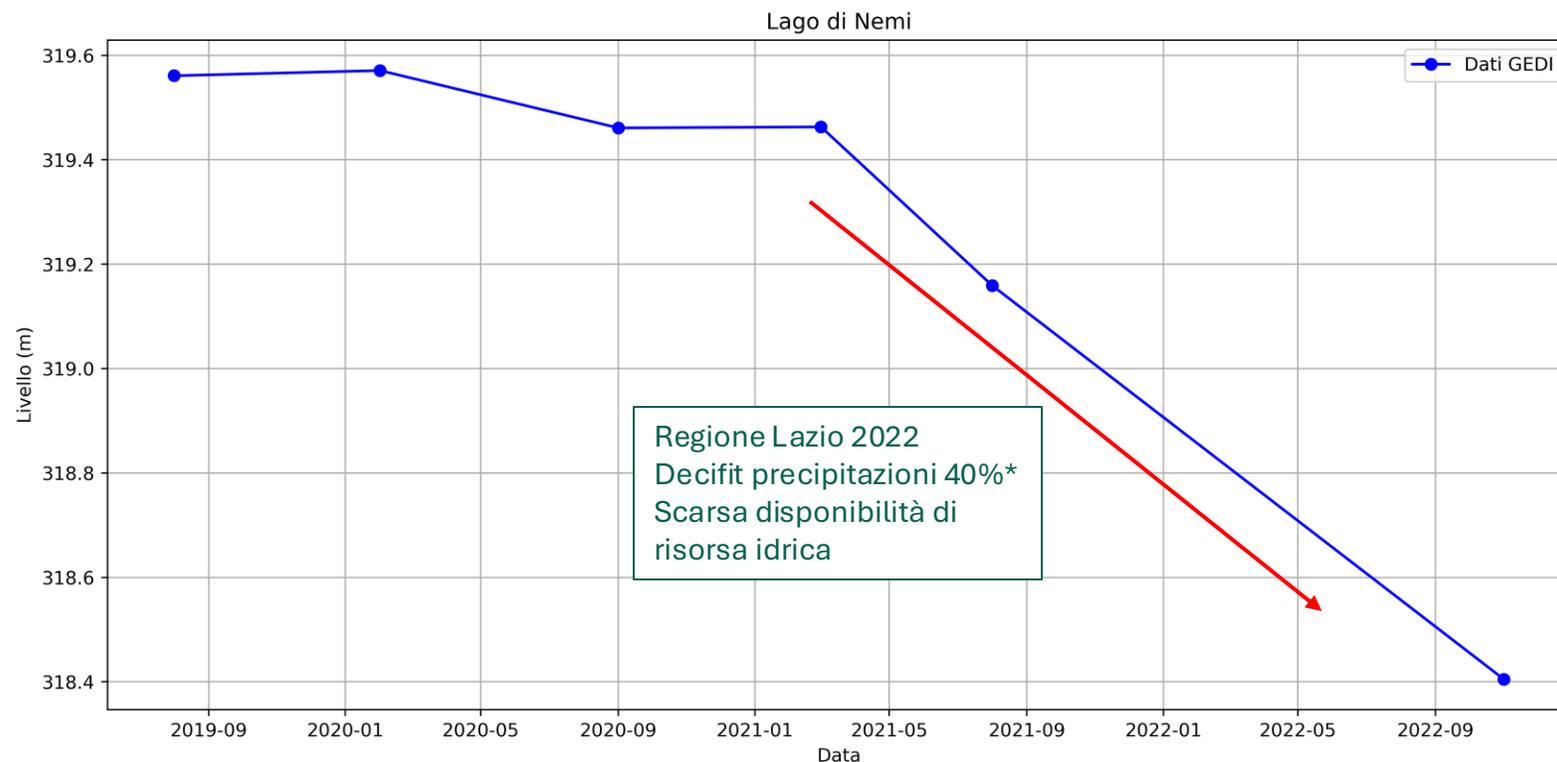
Sessione  
POSTER  
# 15

# Analisi dei livelli di corpi idrici tramite Global Ecosystem Dynamics Investigation (GEDI)

## Precisione delle misure di GEDI per i laghi del centro-Italia



Lake	SD(m)	NMAD(m)	Epochs	Area(km <sup>2</sup> )
Nemi	0.05	0.06	5	1.5
Bracciano	0.12	0.15	12	57
Trasimeno	0.10	0.11	26	128
Bolsena	0.10	0.12	36	113
Albano	0.08	0.07	7	6
Martignano	0.05	0.05	5	2.4



\*Osservatorio permanente sugli utilizzi idrici – AUBAC, Regione Lazio – Settembre 2022

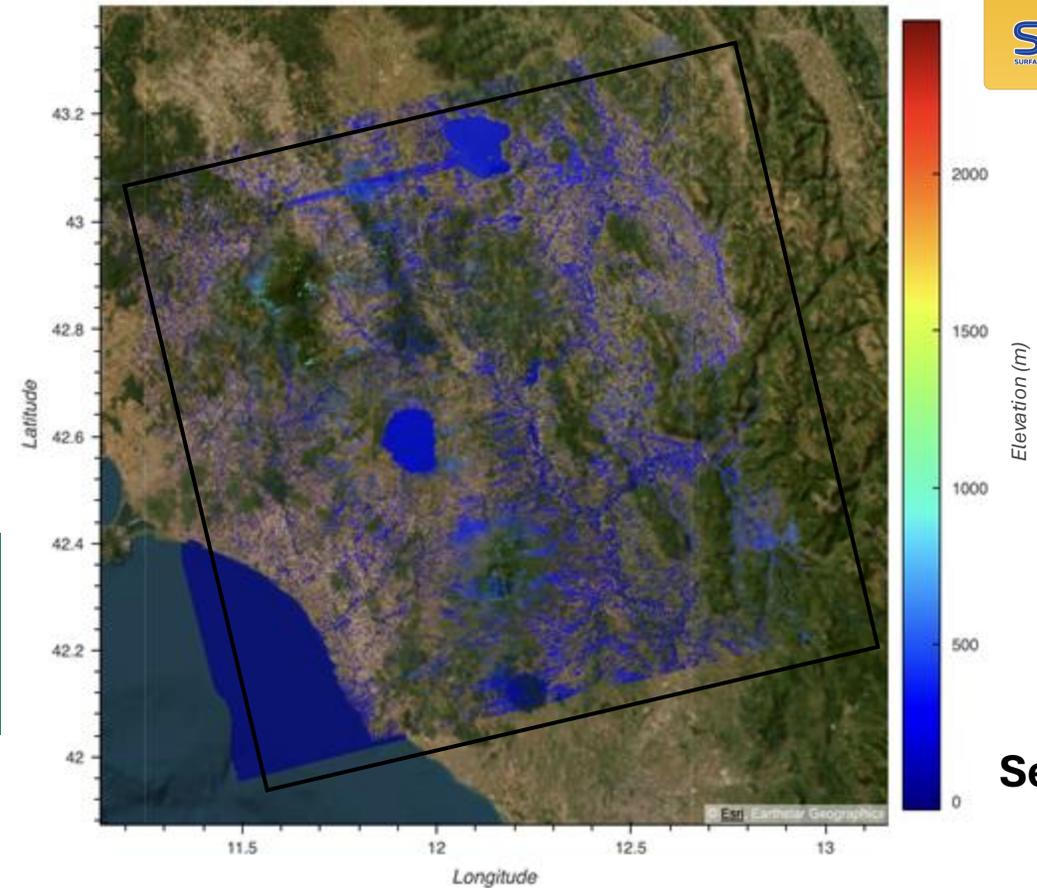
# Analisi dei livelli di corpi idrici tramite Surface Water and Ocean Topography (SWOT)

## Workflow

Accesso al dataset  
NASA tramite  
earthaccess api

Applicazione della  
procedura per la  
rimozione degli outlier  
temporali (stessa di GEDI)

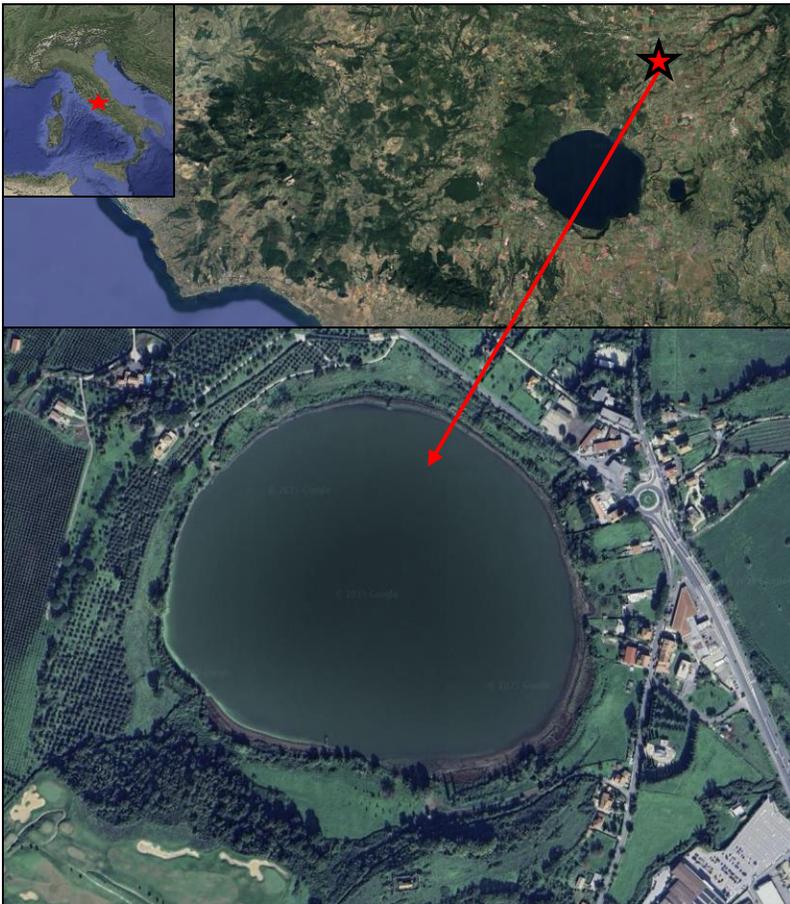
Livello delle risorse  
idriche ( $\pm 5$  cm  
precisione)



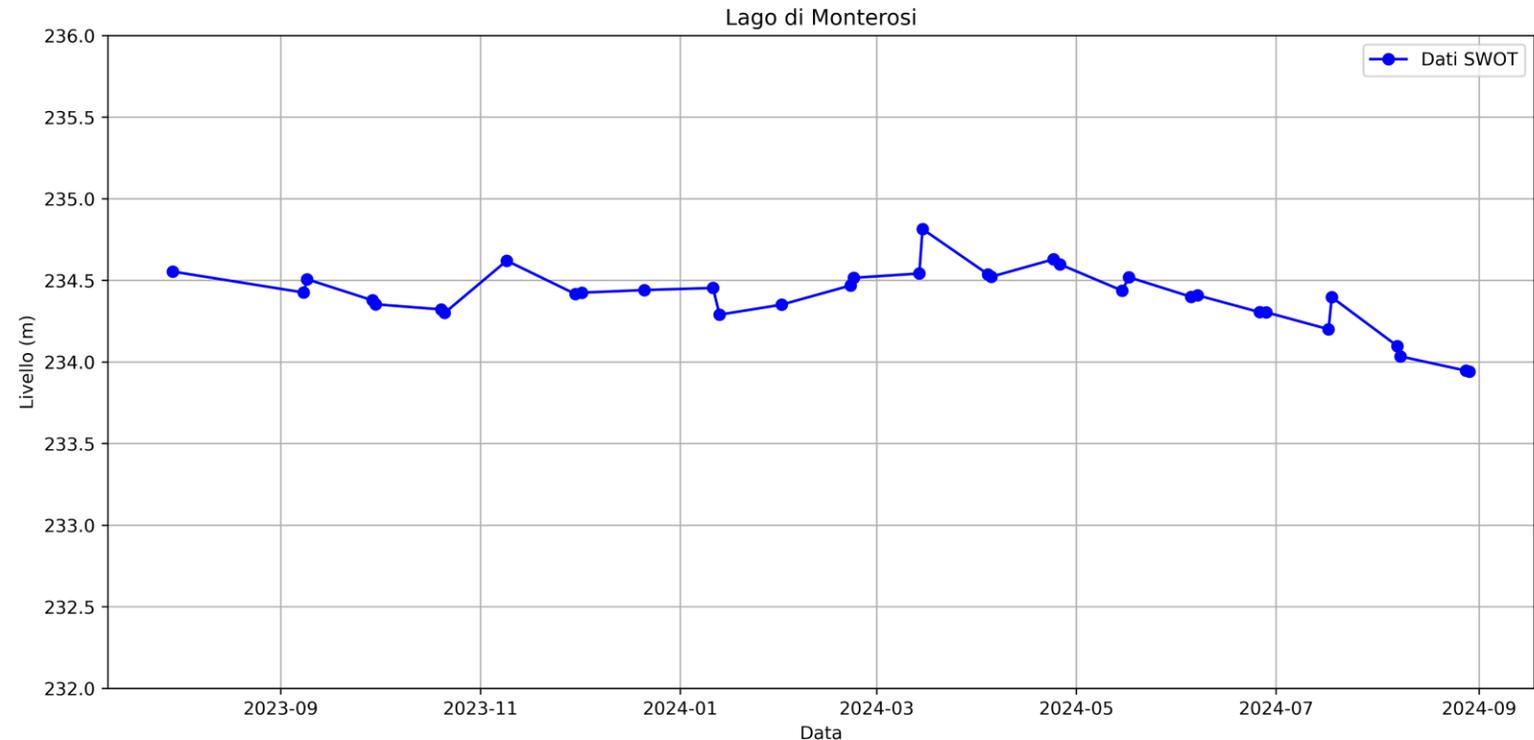
Sessione  
POSTER  
# 15

# Analisi dei livelli di corpi idrici tramite Surface Water and Ocean Topography (SWOT)

**CASO STUDIO: Lago Monterosi, Regione Lazio, Italia**



**Superficie: 0.3 km<sup>2</sup> Profondità: 7 m Estensione: 0.540 km**



# Analisi di *previsione* dei *livelli* di corpi idrici tramite dati di temperatura, pioggia e livello

## Workflow

### Dati input

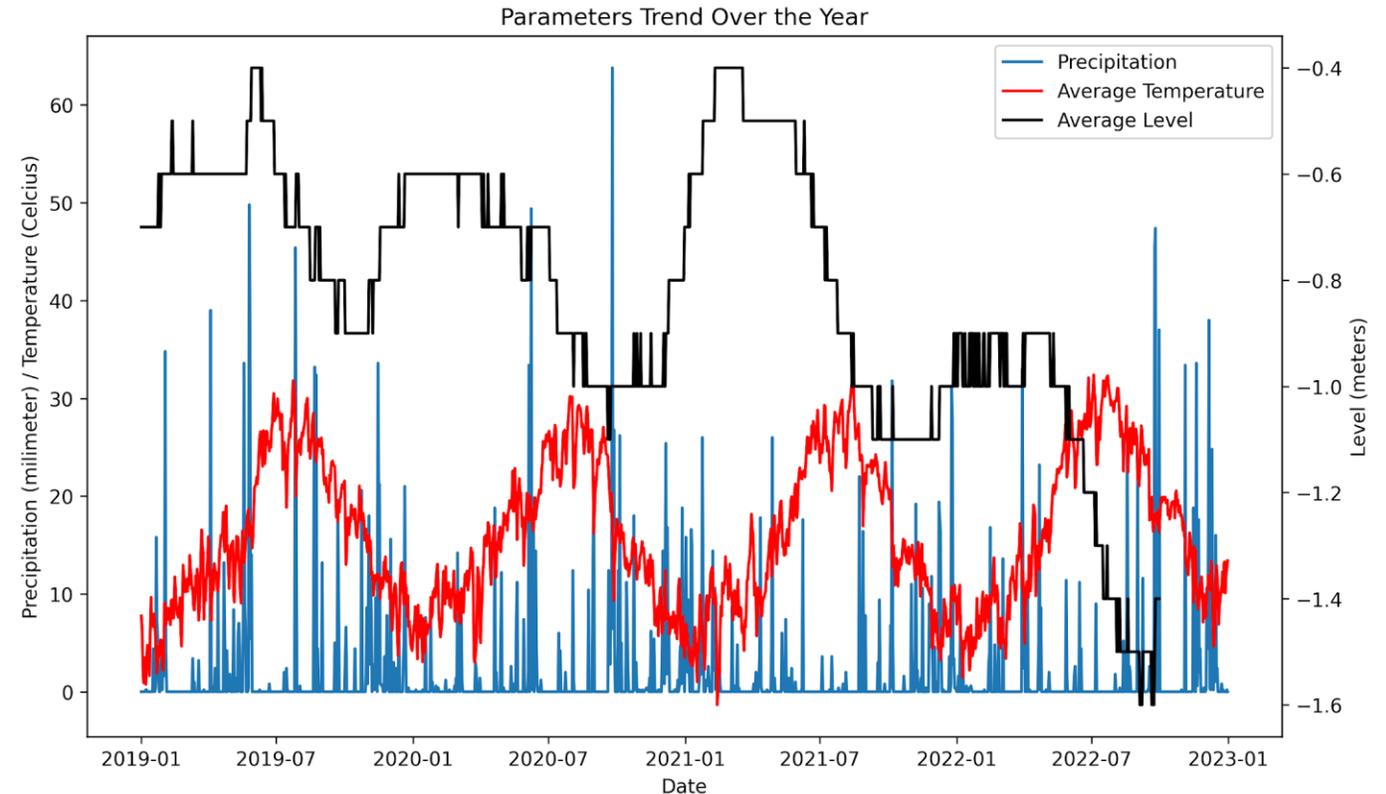
- Precipitazioni (mm)
- Temperatura (°C)
- Livello dell'acqua (m)

Previsione ricorsiva con Long Short-Term Memory (LSTM)

75% training  
25 % test

## CASO STUDIO: Lago Trasimeno, Regione Umbria, Italia

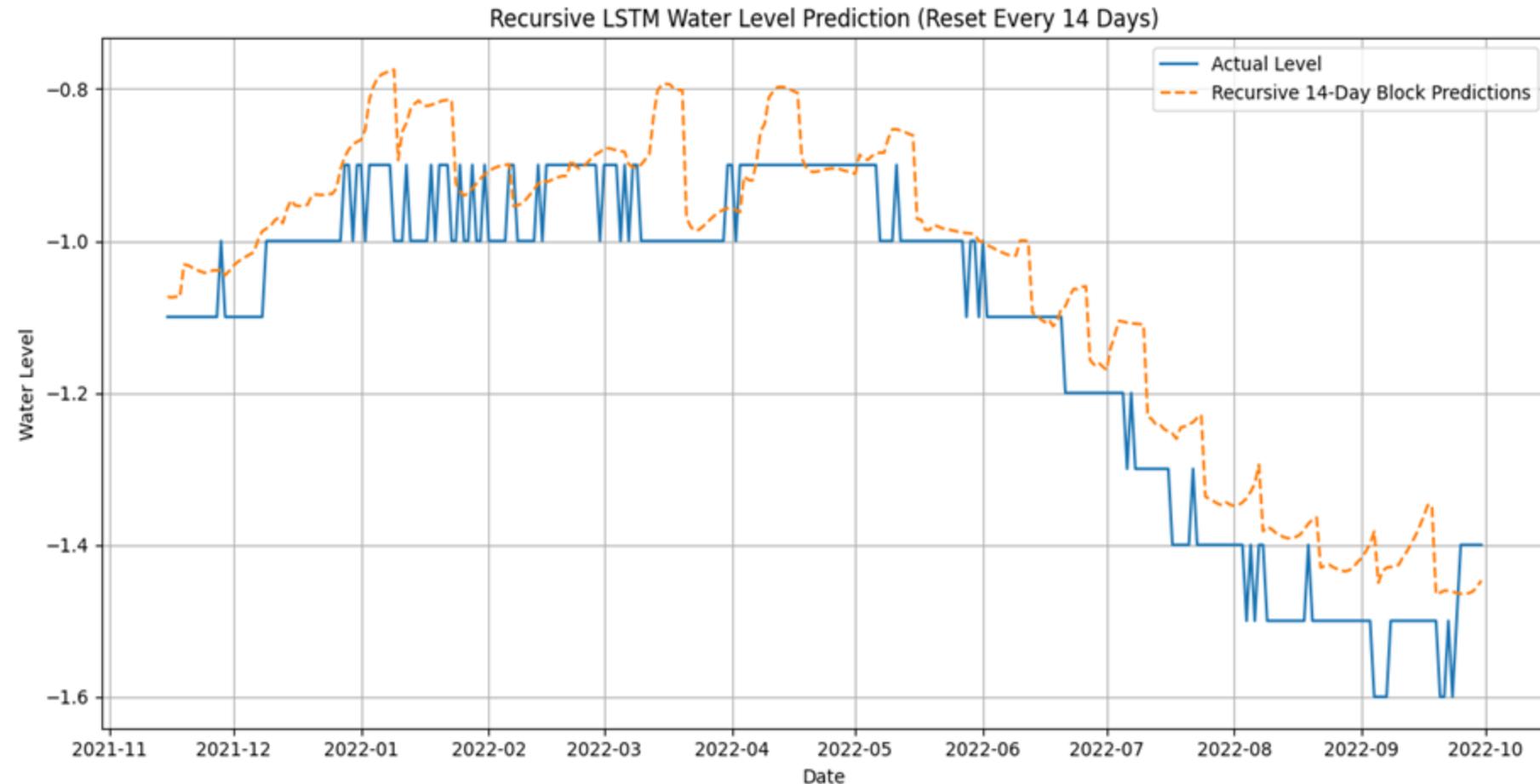
Dati dalla stazione di San Savino 2019-2023 (<https://annali.regione.umbria.it>)



# Analisi di *previsione* dei *livelli* di corpi idrici tramite dati di temperatura, pioggia e livello

## Previsione del livello idrico a 14 giorni

- Basata su tutti i dati osservati degli ultimi 3 mesi e sulle previsioni di temperatura e precipitazioni per i successivi 14 giorni
- Buona corrispondenza con i valori reali, possibilità di aggiornamento con i dati raccolti





# GRAW: monitoraggio della siccità idrologica e applicativo pilota



L. Ranaldi<sup>1</sup>, A. Hamoudzadeh<sup>1</sup>, F. Bocchino<sup>1</sup>, G. Graldi<sup>1</sup>, D. Tapete<sup>2</sup>, A. Ursi<sup>2</sup>, M. Virelli<sup>2</sup>, P. Sacco<sup>2</sup>, M. Casini<sup>5</sup>, S. Taviani<sup>5</sup>, V. Belloni<sup>1</sup>, R. Ravanelli<sup>3</sup>, A. Nascetti<sup>6</sup>, M. Crespi<sup>1,4</sup>

*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 Autorità del Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale*

*6 Istituto Reale di Tecnologia, Divisione di Geoinformatica, Svezia*



**Workshop “Tecnologie satellitari e analisi multi-rischio: l’esperienza dei progetti I4DP\_SCIENCE e prospettive future”**

28 Maggio 2025, Roma



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# GEDI per la stima del livello di risorse idriche (2019-oggi)

## Punti di forza

- Applicabilità in tutte le regioni del mondo con latitudini comprese tra  $-51.6^\circ$  and  $51.6^\circ$
- Aggiornamento con nuovi dati appena caricati sulla piattaforma
- Affidabilità delle misure, con precisione e accuratezza inferiori rispettivamente a 15 e 25 cm

## Limitazioni

- Area minima di studio (dataset sparso, 25 m footprint & 60 m along-track spacing)
- Elevato numero di outliers con impatto sulla risoluzione temporale
- Sviluppo in corso per analisi in cloud per laghi di grandi dimensioni

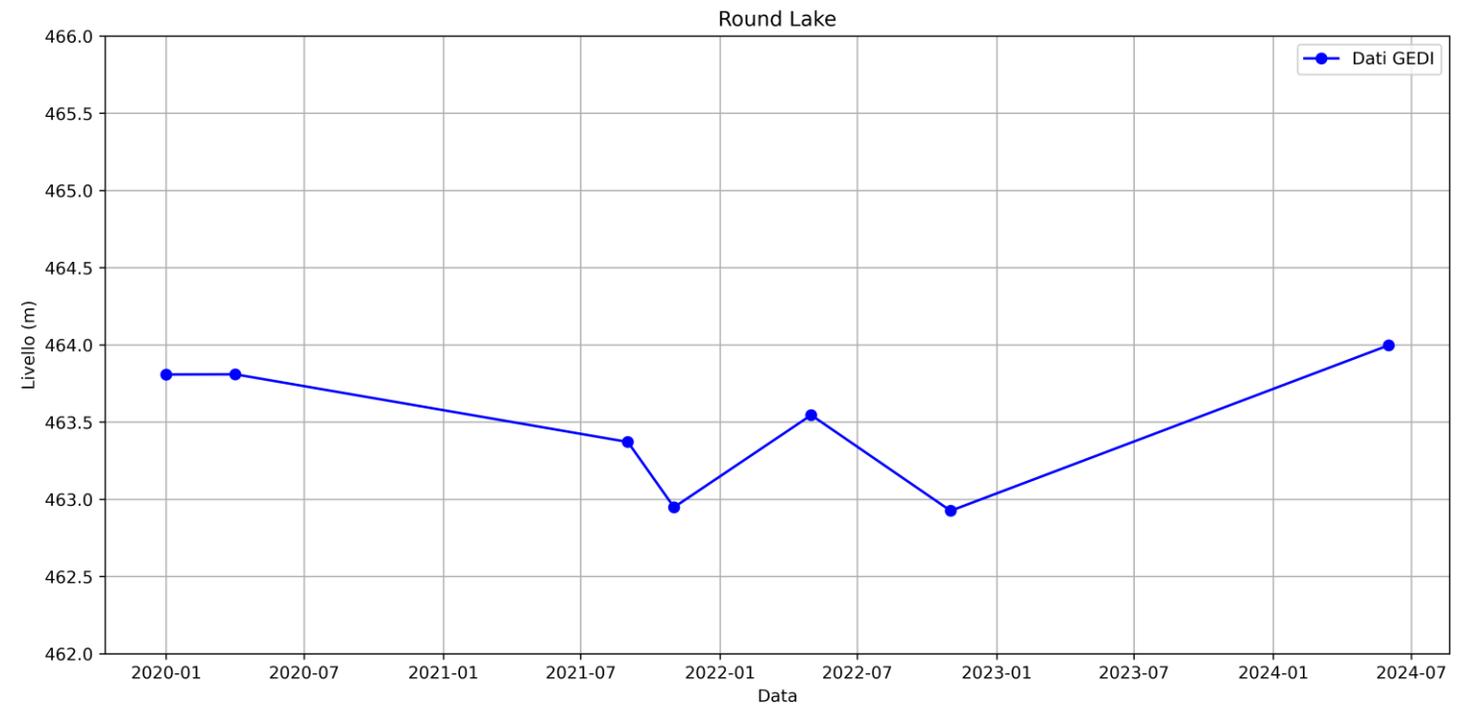
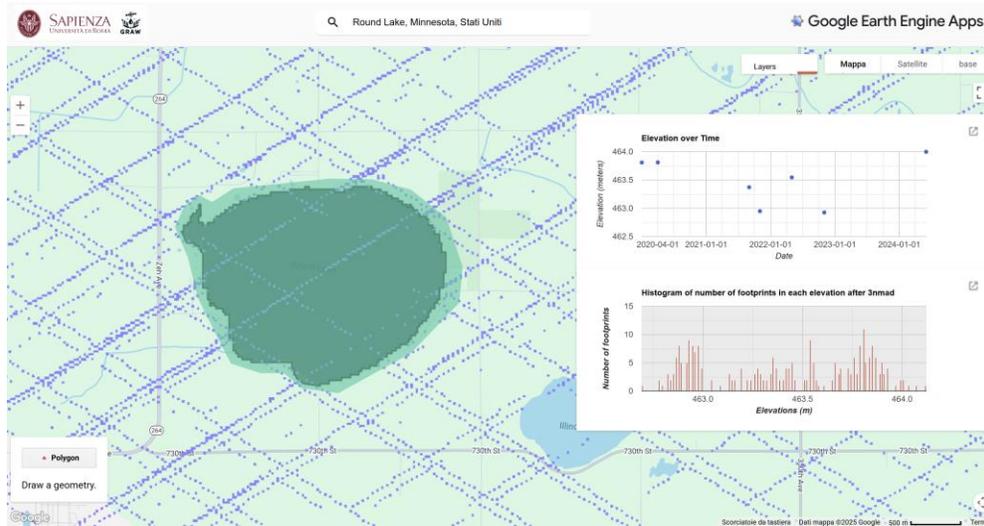
**Link per l'utilizzo dell'applicativo:** <https://ee-alirezahamoudzadeh.projects.earthengine.app/view/test1>

**References:** Hamoudzadeh, A., Ravanelli, R., & Crespi, M. (2025). Large-scale monitoring of inland water surface levels with GEDI data: an operational cloud-based approach in Google Earth Engine. *GIScience & Remote Sensing*, 62(1). <https://doi.org/10.1080/15481603.2025.2483027>

# GEDI per la stima del livello di risorse idriche (2019-oggi)

## Caso studio: Round Lake, Minnesota, Stati Uniti

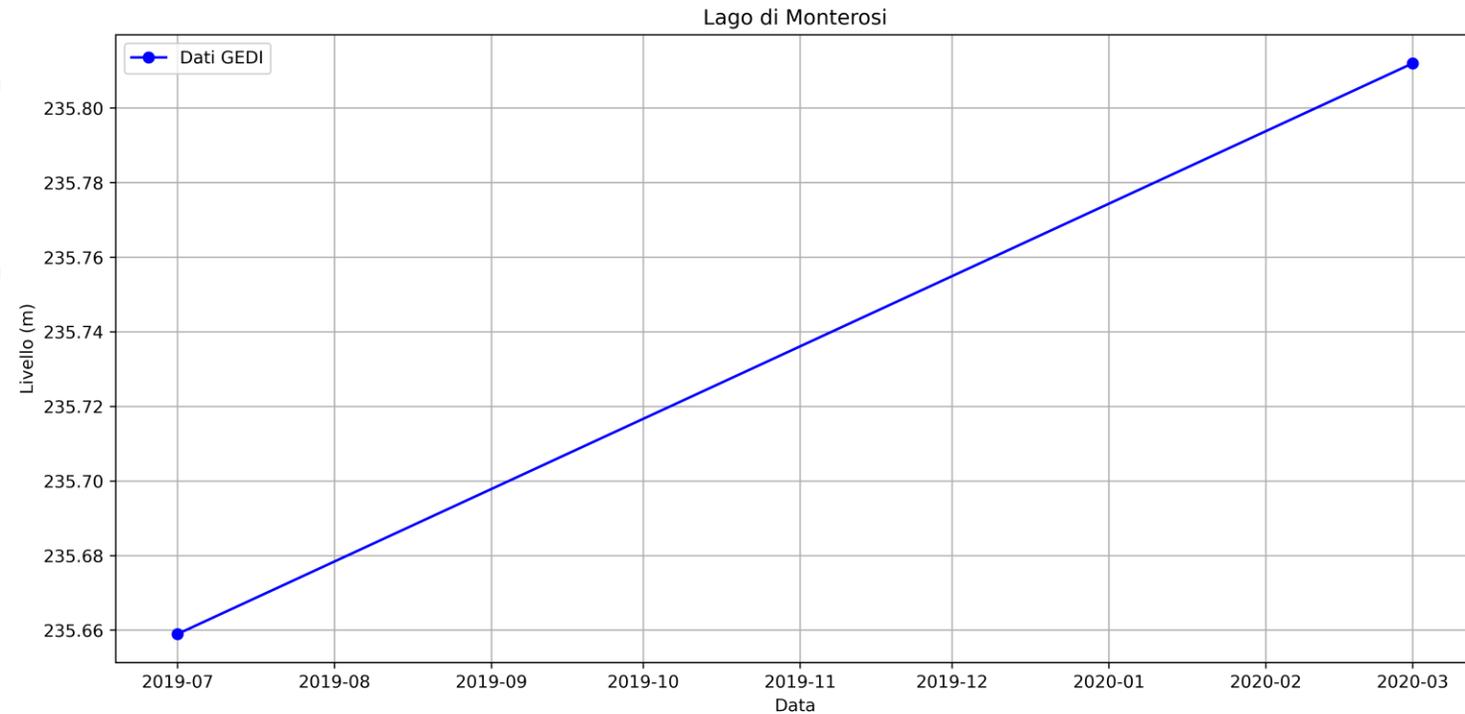
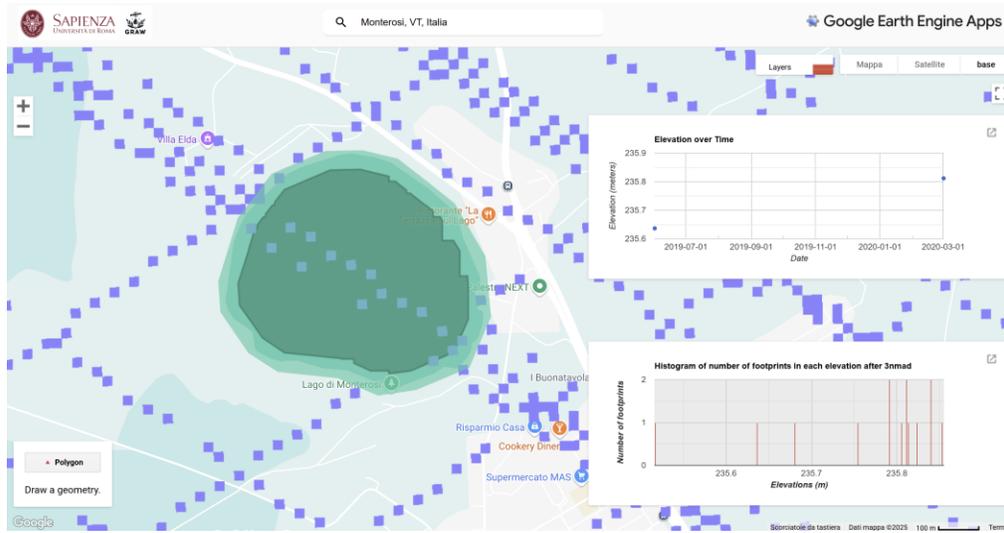
Lago naturale di piccole dimensioni (0,8 km<sup>2</sup>) utilizzato per scopi irrigui



# GEDI per la stima del livello di risorse idriche (2019-oggi)

## Caso studio: Lago di Monterosi, Regione Lazio, Italia

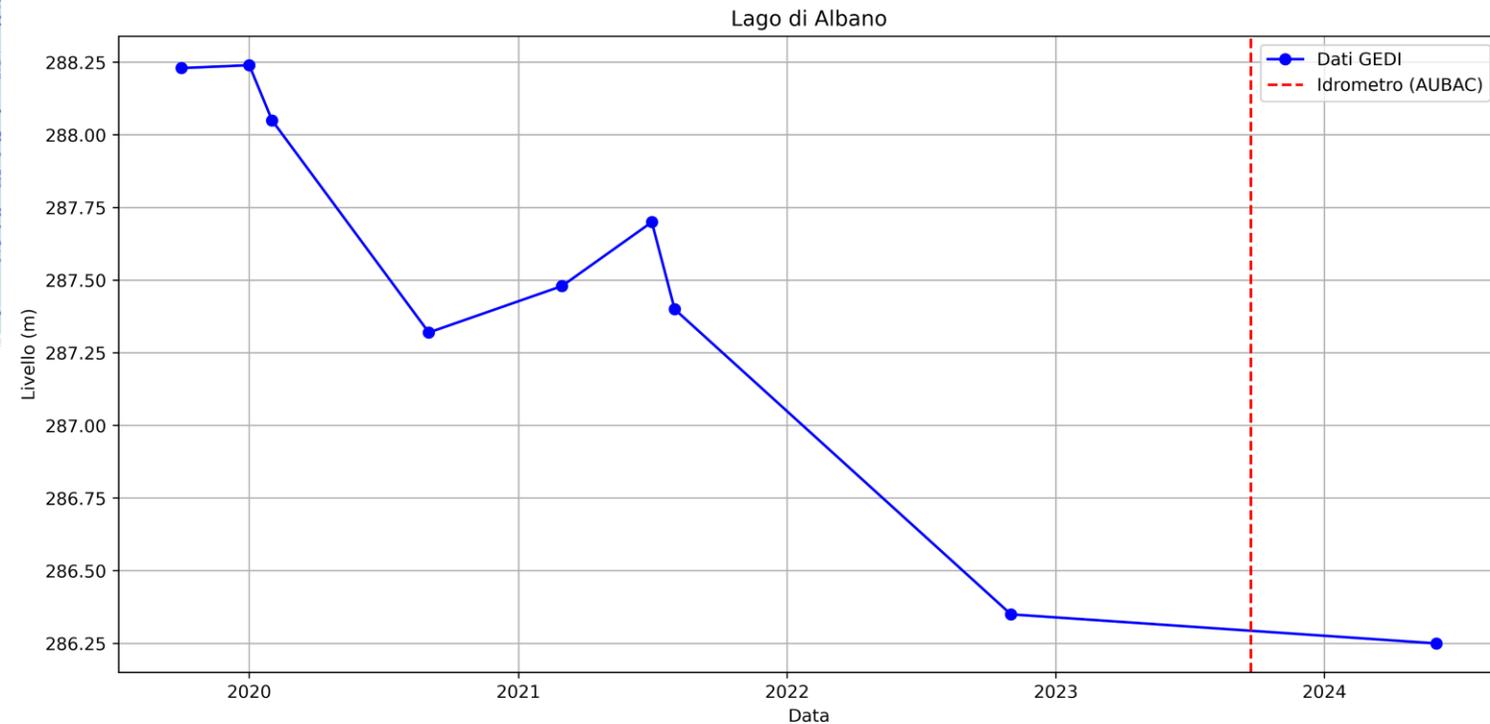
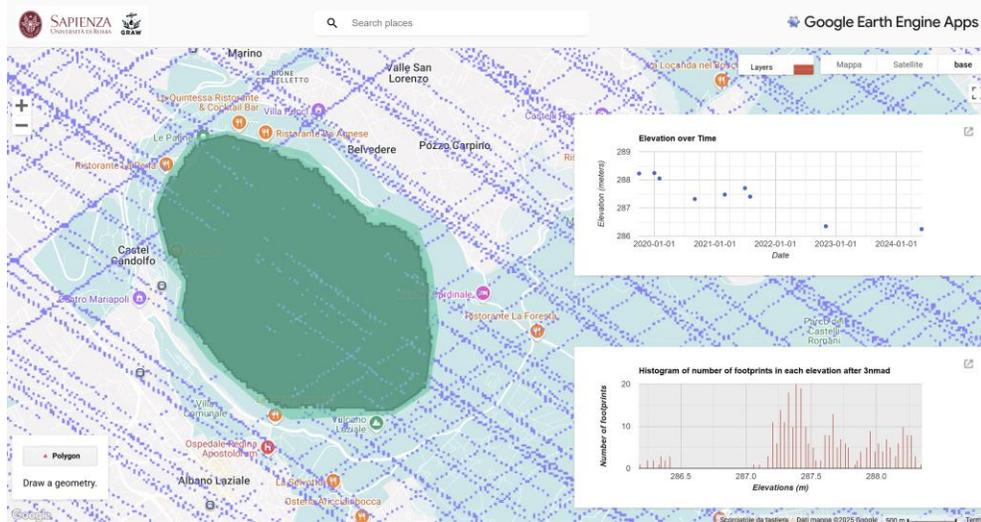
Lago di piccole dimensioni (0,3 km<sup>2</sup>), difficilmente monitorabile in dettaglio tramite GEDI



# GEDI per la stima del livello di risorse idriche (2019-oggi)

## Caso studio: Lago di Albano, Regione Lazio, Italia

Integrazione dei dati GEDI con i livelli idrometrici rilevati dall'idrometro installato da AUBAC





SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA



*Grazie per  
l'attenzione!*

AU  
BAC

