

# Il progetto Pomerium, un Sistema Multi-Tecnologico per il Monitoraggio Avanzato dei Beni Culturali.



Telerilevamento Applicato ai  
Processi di Conoscenza e  
Gestione del Territorio

13° Workshop Tematico Oratorio  
San Filippo Neri Bologna, 22-23  
settembre 2022



# Contesto

**Lo scopo di Pomerium realizzare un Sistema Multi-Tecnologico per il Monitoraggio Avanzato dei Beni Culturali.**

## Utenti di Riferimento di Pomerium

- **Sovrintendenza Speciale Archeologia, Belle Arti e Paesaggio di Roma**
- **Parco Archeologico del Colosseo**
- **Soprintendenza Capitolina di Roma**



Pomerium è un progetto realizzato nell'ambito della Call **ESA IAP "5G for l'Art"** da un Team di Aziende guidato da **e-Geos** e composto da:

- **ADPM Drones S.r.l.**
- **ARAKNE S.r.l.**
- **CISTEC – Università «Sapienza», Roma**
- **DBW S.r.l.**
- **Emersum S.r.l.**

**Il progetto è attualmente in fase di chiusura. (Ottobre 2022)**

# Scenari del Progetto

Pomerium affronta quattro scenari relativi ad altrettanti fenomeni in grado di generare criticità per la conservazione dei Beni Culturali esposti:



1. Movimenti del Terreno
2. Attività antropiche
3. Vegetazione infestante
4. Qualità dell'aria

*Il Sistema Pomerium intende supportare i Gestori, generalmente Pubblica Amministrazione, nelle loro attività ordinarie e straordinarie di prevenzione e manutenzione, consentendo loro l'accesso ad un' ampia Gamma di dati e funzionalità in modo centralizzato e semplificato.*

# Aree di interesse



Fiume Tevere dalla confluenza con l'Aniene a Ponte Marconi.

Scenari investigati:

- Attività antropiche, in particolare presenza di rifiuti dispersi
- Qualità dell'aria

Colosseo

Scenari investigati:

- Movimenti del terreno
- Qualità dell'aria

Piramide Cestia e Mura Aureliane.

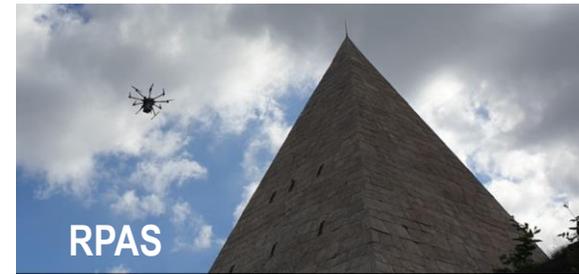
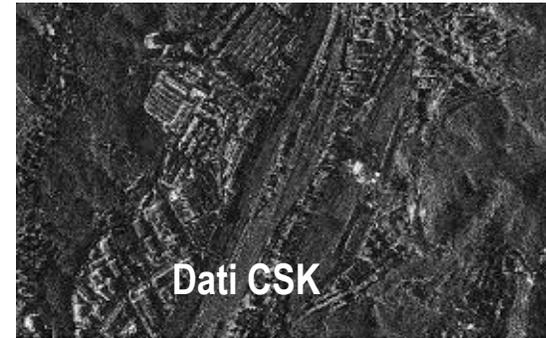
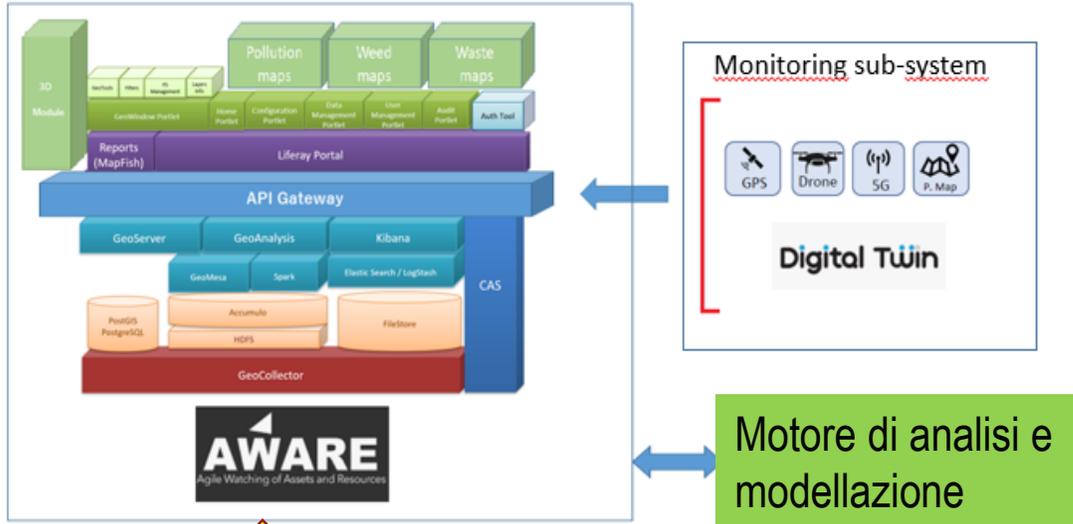
Scenari investigati:

- Movimenti del terreno
- Qualità dell'aria
- Vegetazione infestante

# Architettura di insieme



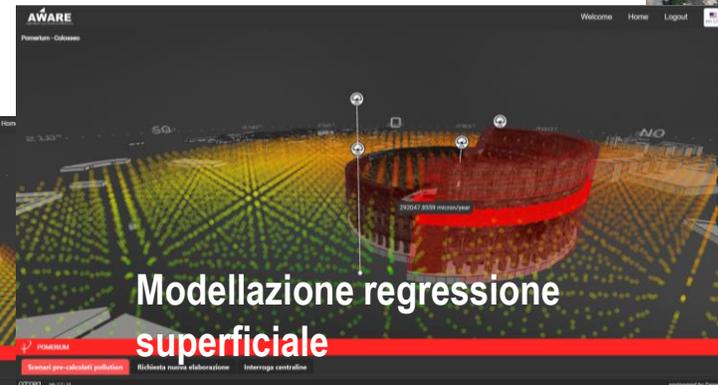
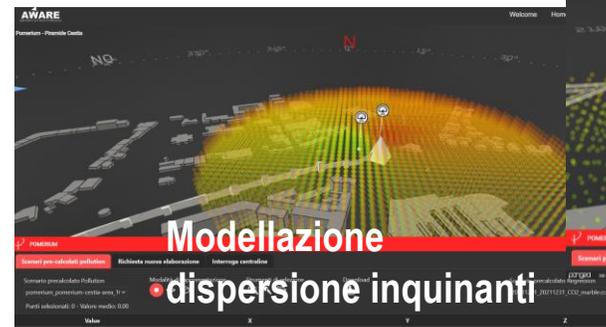
Sottosistema di Monitoring



Motore di analisi e modellazione



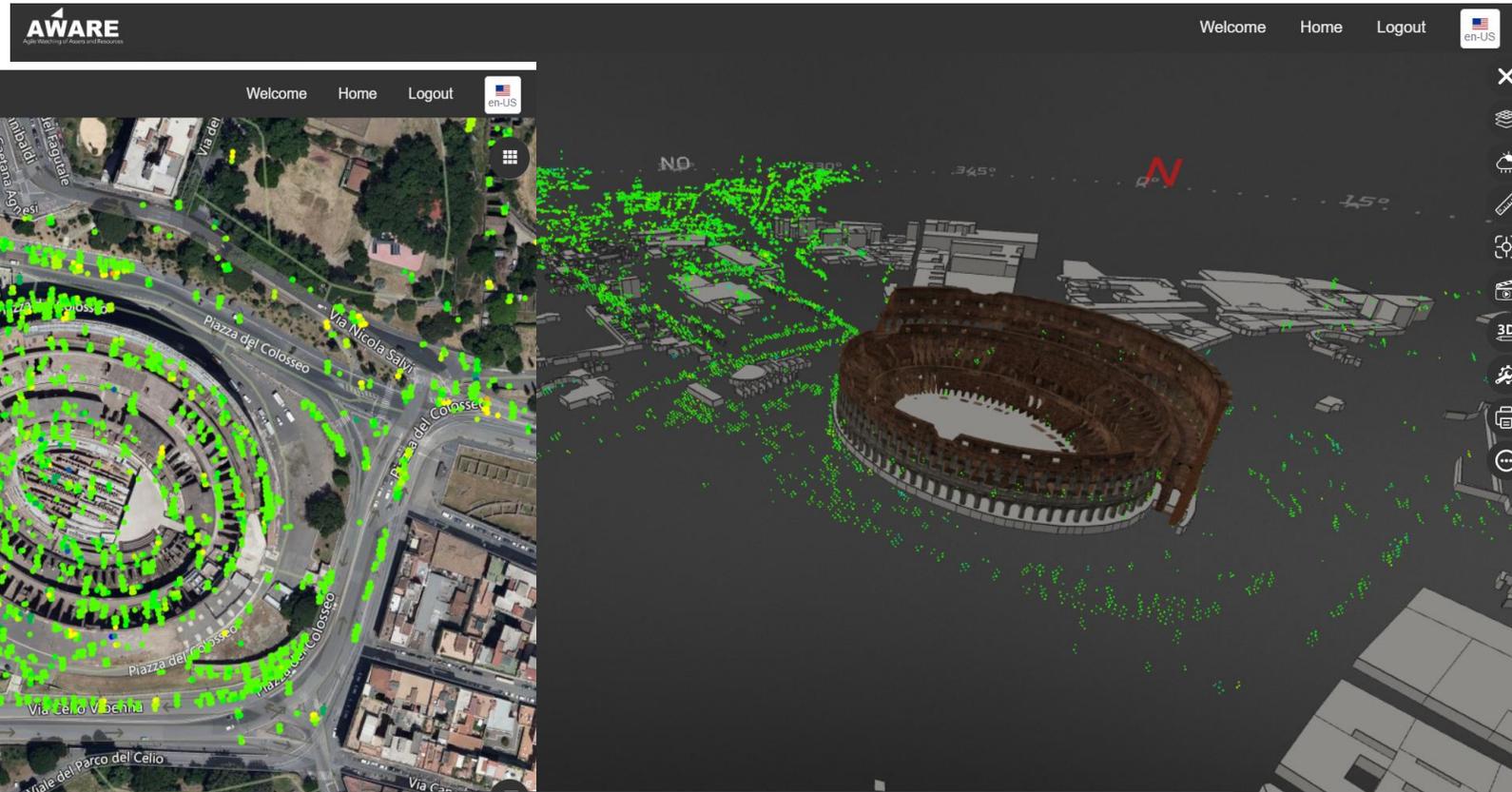
Pomerium si basa sulla piattaforma WebGIS AWARE di e-GEOS, completa di funzionalità 3D. L'architettura è integrata da un sottosistema di Monitoraggio, da un motore di modellazione e da un'applicazione per la gestione del Digital Twin.



Motore di analisi e modellazione

# Scenari investigati

- Movimenti del terreno:** L'analisi è basata sulla metodologia **DIF-SAR** che utilizza dati SAR **Cosmo SkyMed** per l'evidenziazione e il monitoraggio dei movimenti del terreno e delle infrastrutture nel tempo. Questo fenomeno rappresenta un serio fattore di rischio per la conservazione dei BB.CC., ragione per cui è indispensabile non solo conoscere l'esistenza dei movimenti, ma anche monitorare la loro evoluzione e pianificare strategie manutentive adeguate.



Analisi interferometrica in visualizzazione 2D and 3D nell'interfaccia AWARE

# Scenari investigati

- Movimenti del terreno:** Il monitoraggio è completato una rete di sensori IOT in sito applicati in punti strategici delle strutture, I cui dati sono direttamente trasmessi ad AWARE in tempo reale.



stationID	acquisition_timestamp	parameter	value
55641CE819623C56	2022-05-09T00:11:32.000Z	CO2	574.42
55641CE819623C56	2022-05-09T00:11:32.000Z	P	101780.85
55641CE819623C56	2022-05-09T00:11:32.000Z	T	15.97
55641CE819623C56	2022-05-09T00:11:32.000Z	U	100.0
55641CE819623C56	2022-05-09T00:11:39.000Z	NO2	2.92
55641CE819623C56	2022-05-09T00:11:47.000Z	O3	0.0
55641CE819623C56	2022-05-09T00:12:10.000Z	PM10	0.0
55641CE819623C56	2022-05-09T00:12:10.000Z	PM10	0.0
55641CE819623C56	2022-05-09T00:12:10.000Z	PM2_5	0.0
55641CE819623C56	2022-05-09T00:12:11.000Z	PWR	98.0
55641CE819623C56	2022-05-09T00:24:39.000Z	CO2	545.49
55641CE819623C56	2022-05-09T00:24:39.000Z	P	101785.15
55641CE819623C56	2022-05-09T00:24:39.000Z	T	16.0
55641CE819623C56	2022-05-09T00:24:39.000Z	U	100.0
55641CE819623C56	2022-05-09T00:24:46.000Z	NO2	3.53
55641CE819623C56	2022-05-09T00:24:54.000Z	O3	0.0
55641CE819623C56	2022-05-09T00:25:17.000Z	PM10	0.0
55641CE819623C56	2022-05-09T00:25:17.000Z	PM10	0.0

report\_55641CE819623C56\_2022-05

**Sensori di spostamento IOT in sito. Trasmettono I dati tramite rete 4G/5G**

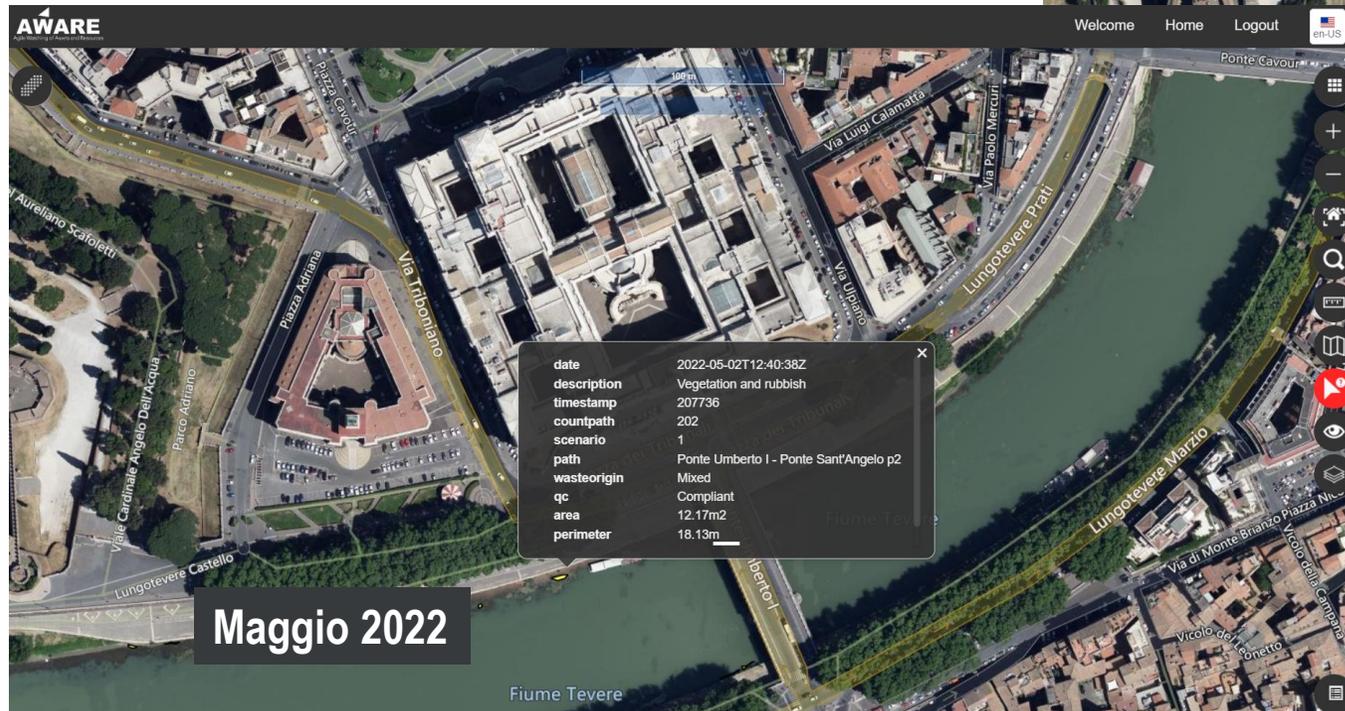


# Scenari investigati



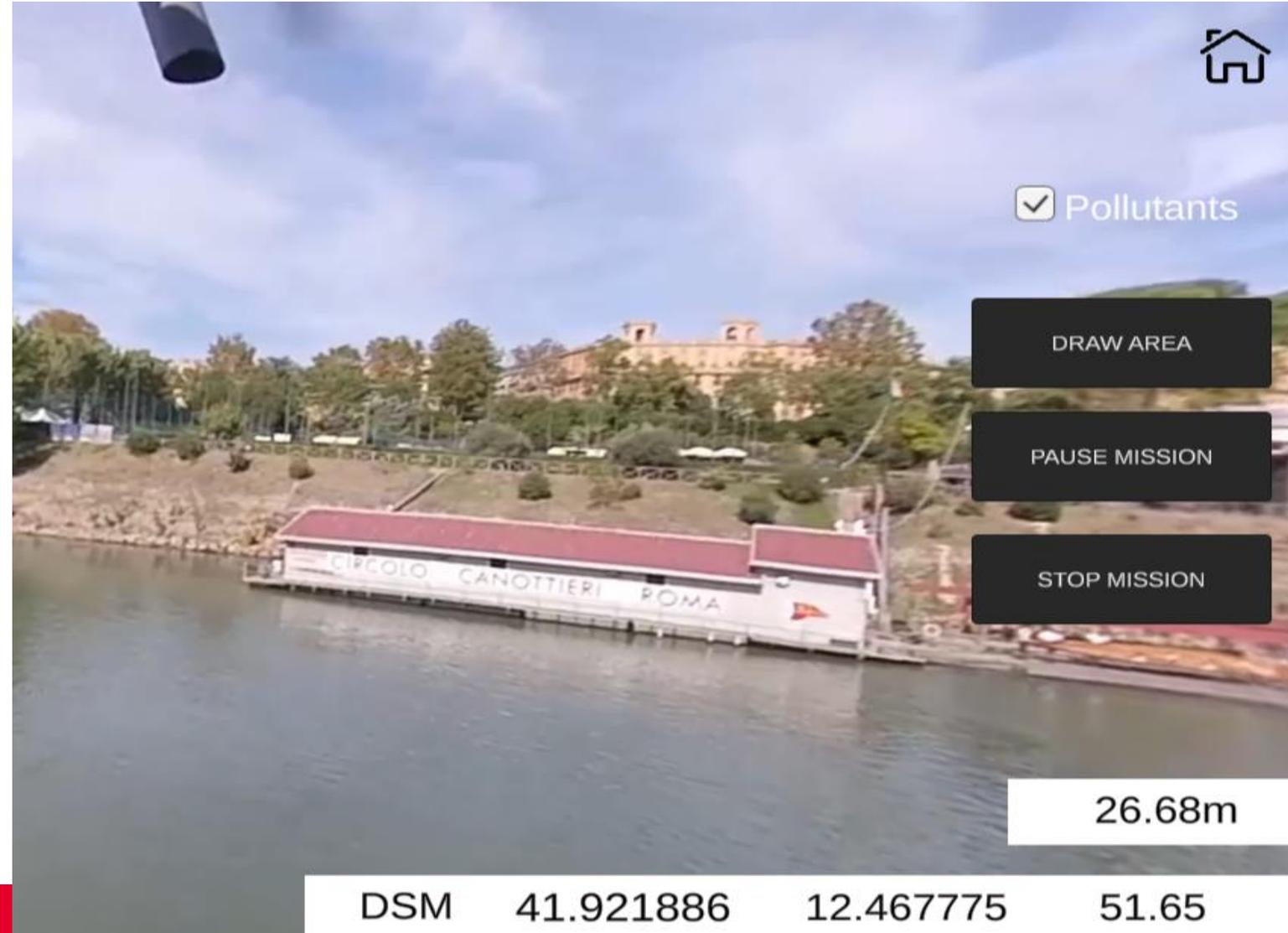
Welcome Home Logout en-US

2. **Attività antropiche:** Attività di individuazione e monitoraggio della presenza di detriti dispersi nell'alveo fluviale. Questo fenomeno può mettere in pericolo la stabilità dei ponti storici, in muratura e dalle luci ristrette, durante le piene, a causa dell'occlusione totale o parziale delle arcate. Il monitoraggio punta su immagini acquisite da camera ottica e video 360 installate a bordo drone.



# Scenari investigati

2. **Attività antropiche:** Sulla base di video ripresi con camera 360 installata su RPAS, è stato restituito un ambiente Digital Twin navigabile, per permettere agli Utenti di ispezionare i luoghi senza sopralluogo fisico. Le funzionalità presenti nell'ambiente consentono la creazione di punti o poligoni relativi ad oggetti di interesse, geometrie che sono trasmesse ad AWARE per la visualizzazione e la fruizione in ambiente WebGIS.



# Scenari investigati

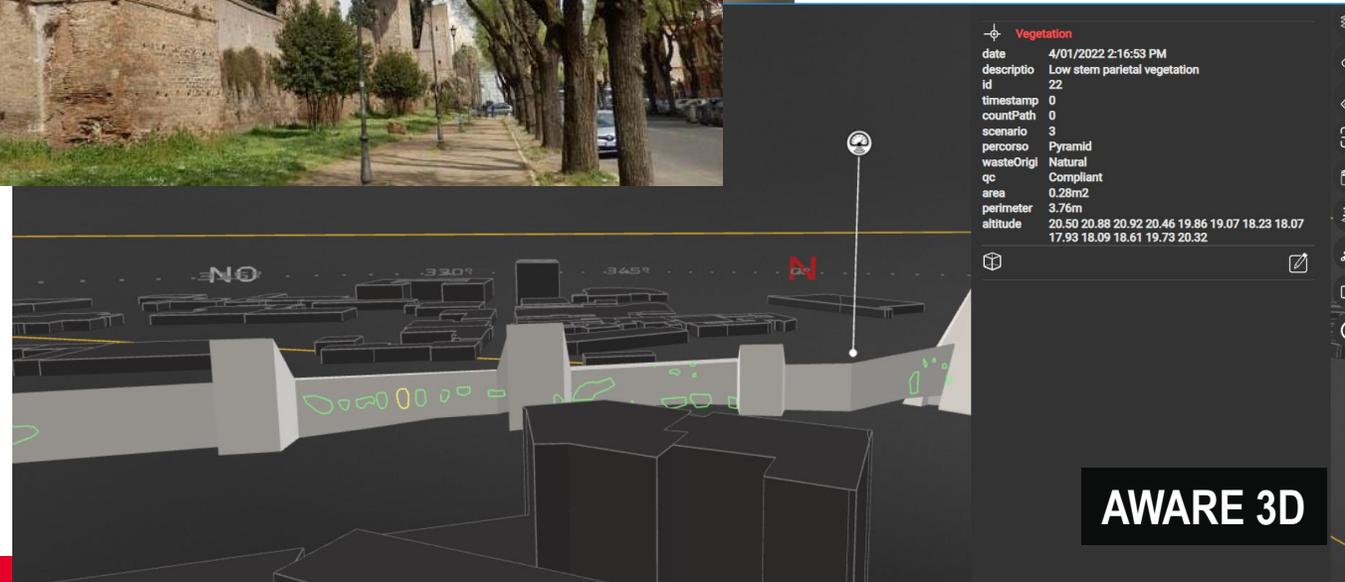
3. **Vegetazione infestante:** La vegetazione parietale infestante rappresenta un serio pericolo per le murature storiche. Il controllo della presenza e consistenza della vegetazione nei vari periodi dell'anno è utile per l'efficace pianificazione della manutenzione periodica e straordinaria. Anche in questo caso, l'uso di **drone equipaggiato con camera RGB e IR**, è stato decisivo per la produzione dei dati idonei alla ricostruzione tridimensionale del sito e alla creazione di un ambiente **Digital Twin (VR)** in cui l'Utente ha a disposizione le funzionalità necessarie per lo scontornamento della vegetazione e la creazione di uno strato informativo vettoriale che sarà visualizzato anche nell'ambiente 3D di AWARE.



Ambiente VR di editing

14.67m

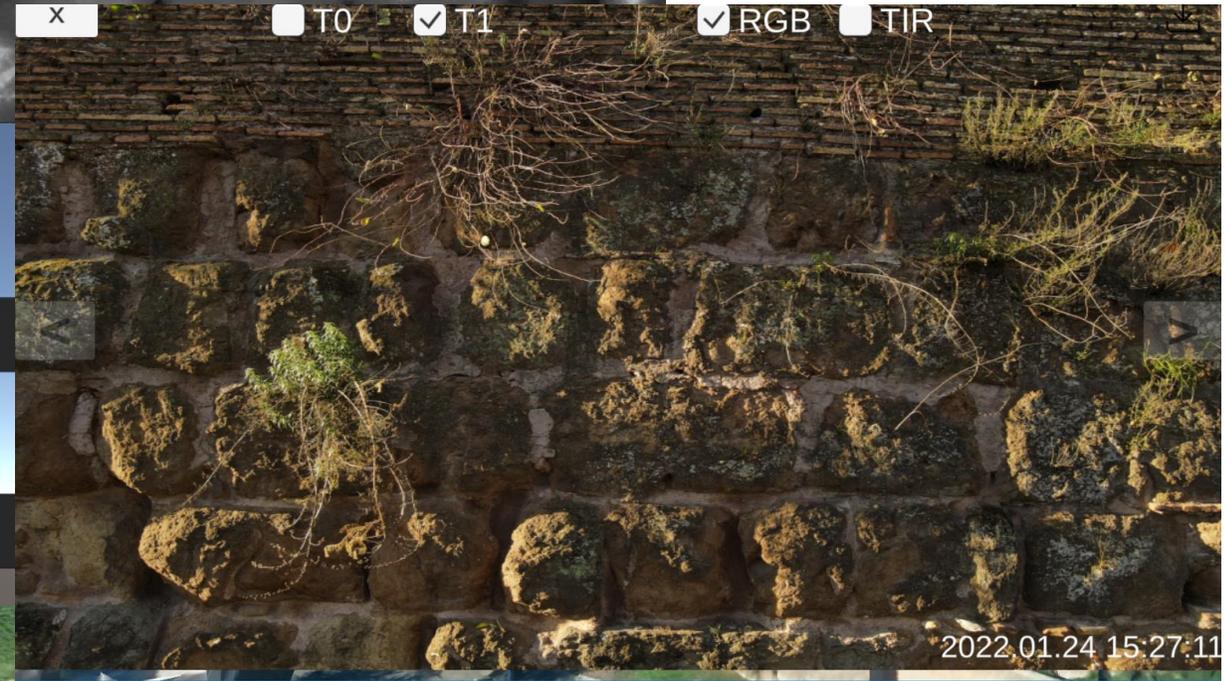
DSM	41.875338	12.478585	19.38
-----	-----------	-----------	-------



AWARE 3D

# Scenari investigati

3. **Vegetazione infestante:** Le riprese con camera a terra sono state effettuate sia con camera ottica che con camera termica, in modo da fornire agli esperti un dato supplementare per la determinazione del contenuto di acqua delle murature storiche. Tutte le immagini acquisite sono disponibili agli utenti nell'ambiente di Digital Twin



76.60m

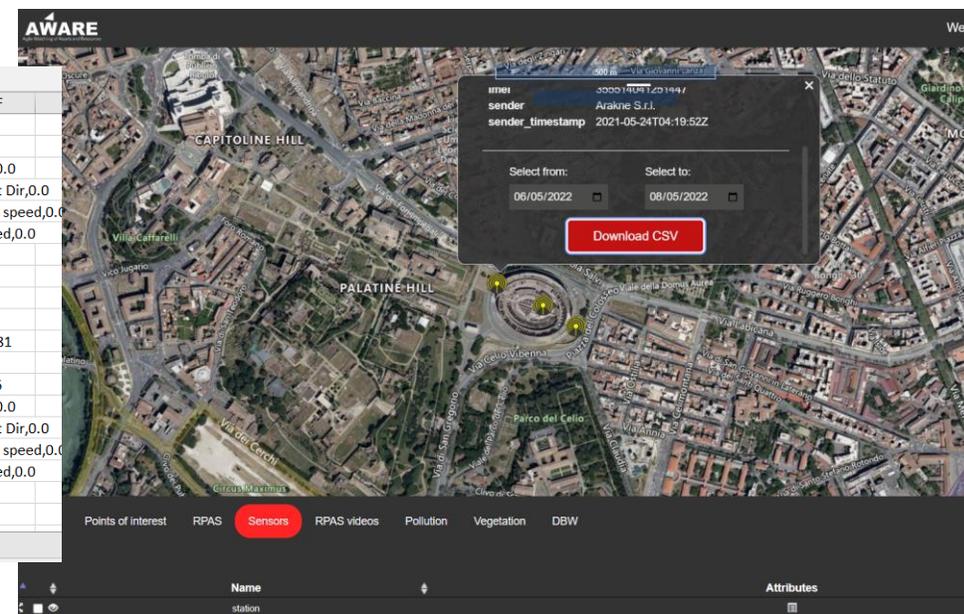
DSM	41.875912	12.479877	18.09
-----	-----------	-----------	-------

# Scenari investigati

4. **Qualità dell'aria:** Gli inquinanti chimici dispersi in atmosfera sono uno dei nemici più insidiosi della salvaguardia dei Beni Culturali, specialmente di quelli presenti in ambiente urbano, come i siti di interesse di Pomerium. Attraverso l'integrazione di dati rilevati da una rete di sensori IOT in campo e un set di modelli dedicati e specificamente tarati sui parametri di progetto, Pomerium è in grado di simulare la dispersione degli spray nell'immediato intorno del monumento e di predire gli effetti regressivi sulla sua superficie (micron/anno). I dati rilevati dai sensori sono resi disponibili per la visualizzazione ed il download attraverso apposite funzionalità.

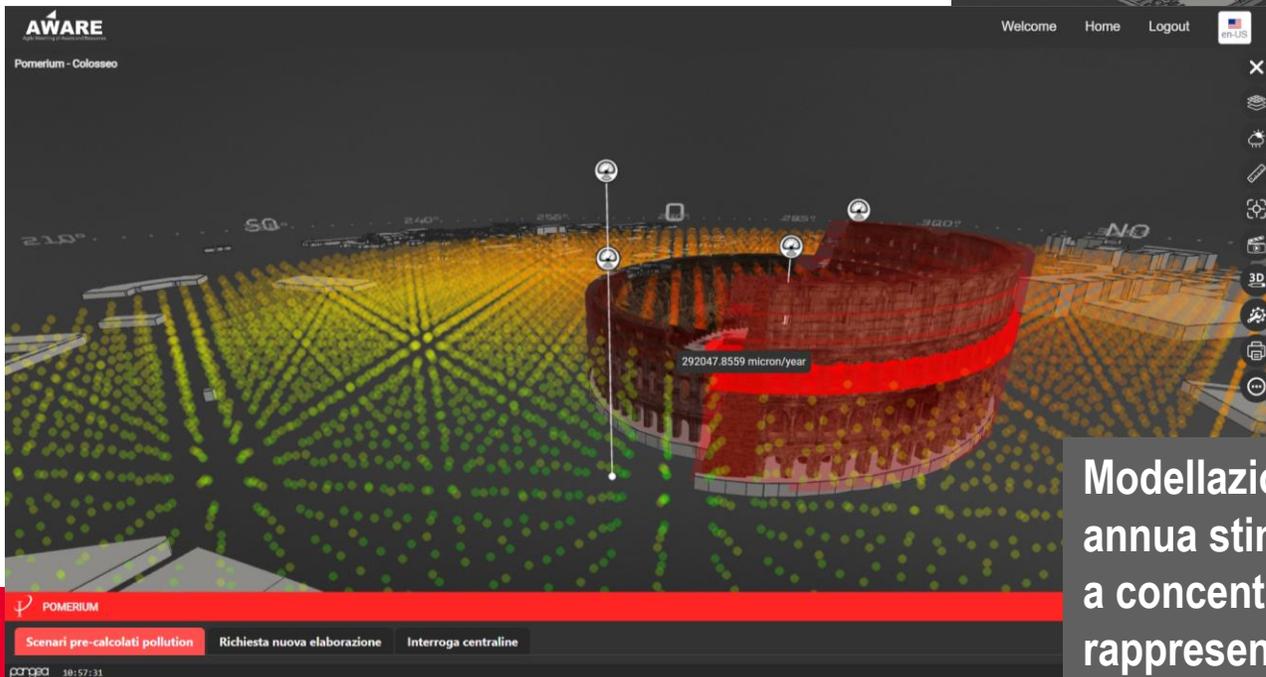
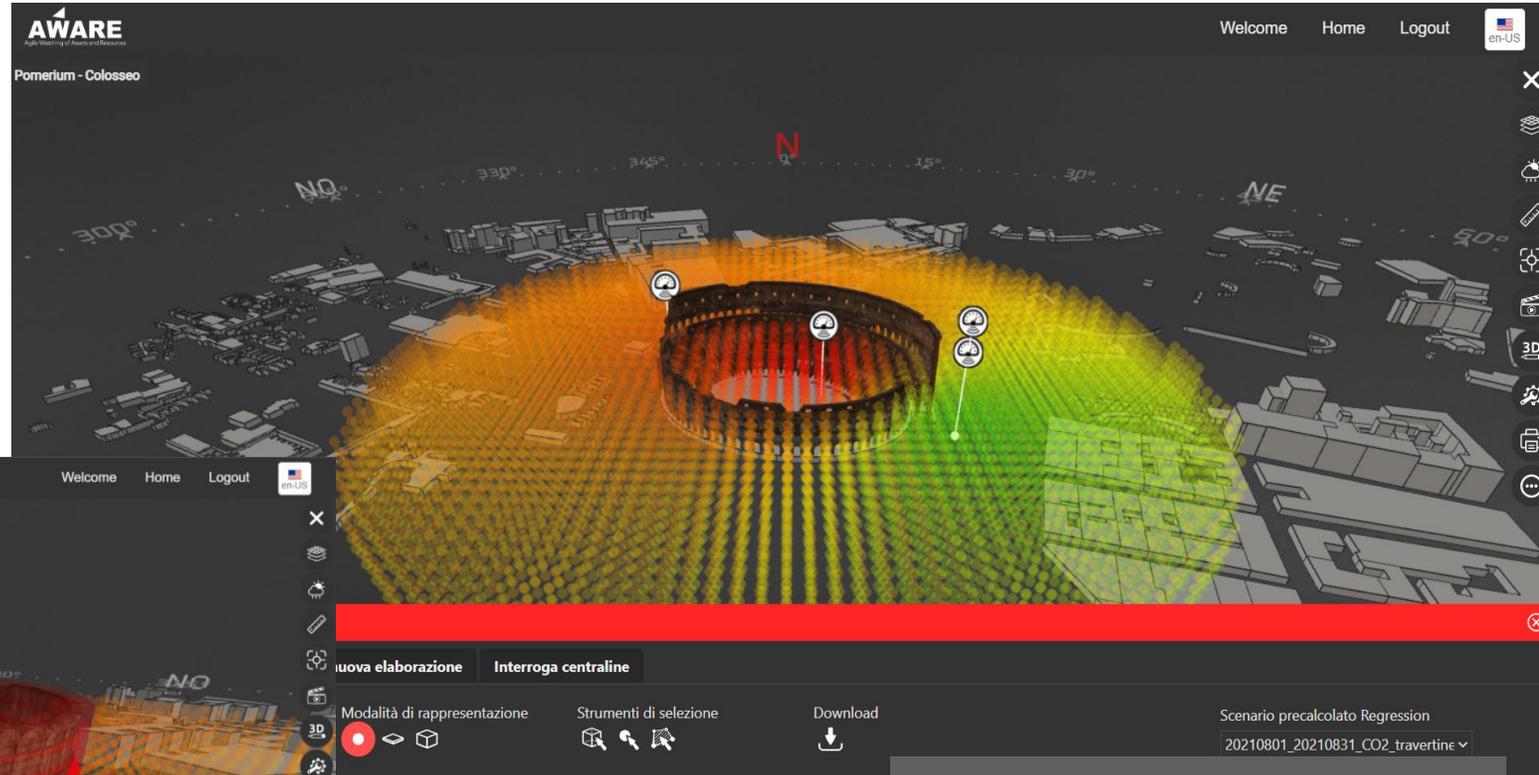


stationID	acquisition_timestamp	parameter	value
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:04:14.000Z	ABS H	11.4
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:04:14.000Z	AVG W Dir	0,0
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:04:14.000Z	AVG W Gust Dir	0,0
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:04:14.000Z	AVG W gust speed	0,0
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:04:14.000Z	AVG W speed	0,0
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:04:14.000Z	Air T	17.1
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:04:14.000Z	H rel	78.0
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:04:14.000Z	P st	1011.1
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:04:14.000Z	VW	281.0
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:04:14.000Z	W speed	0.81
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:04:15.000Z	PWR	100.0
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:09:00.000Z	ABS H	11.26
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:09:00.000Z	AVG W Dir	0,0
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:09:00.000Z	AVG W Gust Dir	0,0
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:09:00.000Z	AVG W gust speed	0,0
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:09:00.000Z	AVG W speed	0,0
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:09:00.000Z	Air T	17.1
50591CE819623C9B	2022-05-06T00:09:00.000Z	H rel	77.0



# Scenari investigati

- 4. **Qualità dell'aria:** I modelli utilizzati da Pomerium consistono in un modello per la spazializzazione dei dati rilevati dalle centraline in campo che simula i risultati ottenibili da una rete di acquisizione molto più fitta, riducendo quindi i costi per il monitoraggio in situ, e da un modello che, prendendo in input i dati spazializzati dell'algoritmo precedente, consente la previsione degli effetti regressivi sul materiale superficiale esposto a quelle determinate concentrazioni di inquinanti.



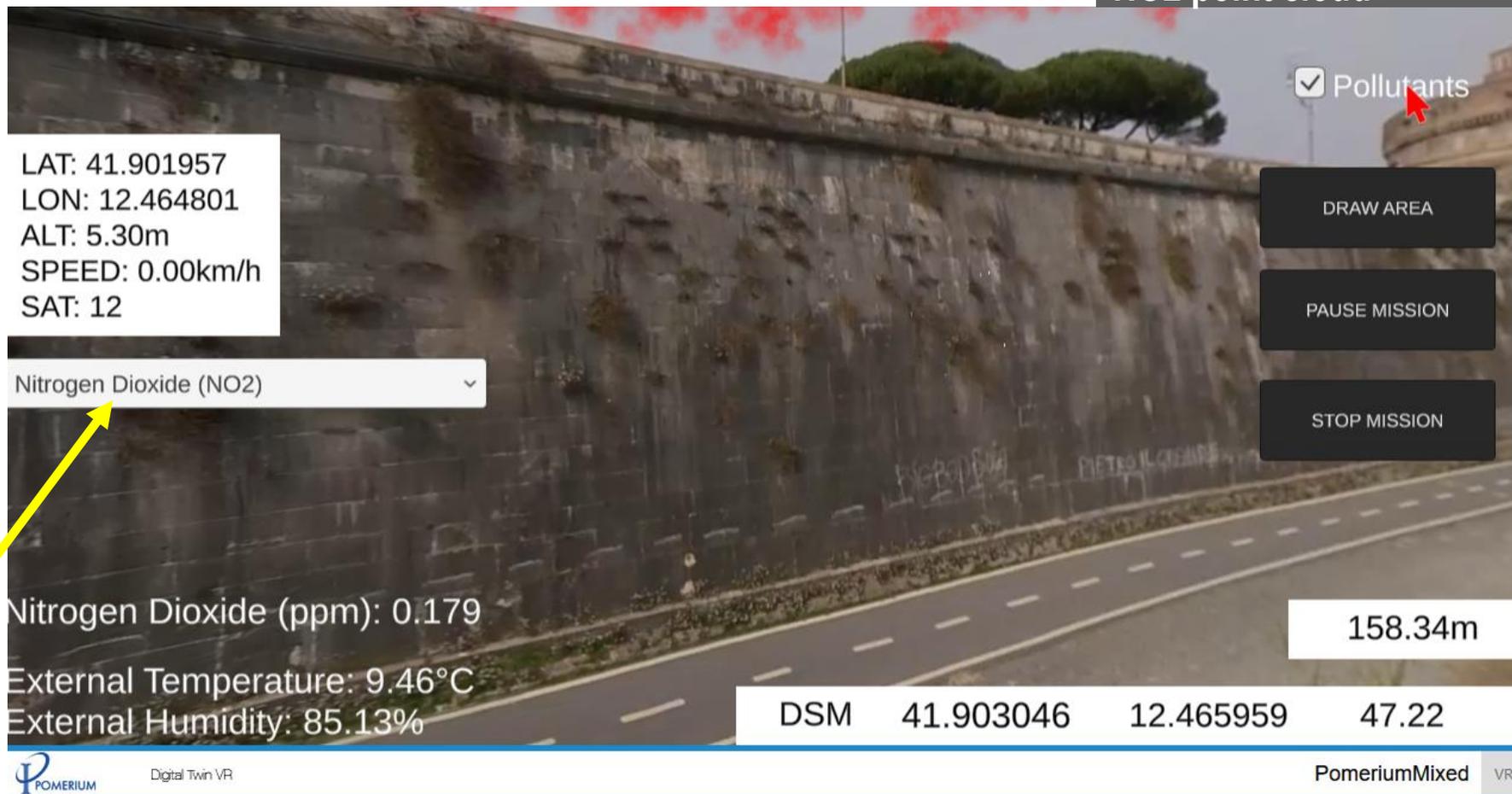
Spazializzazione della CO2 intorno al Colosseo - su dati di Novembre 2021

Modellazione della regressione annua stimata del travertino esposto a concentrazioni di CO2 del tipo rappresentato dalla spazializzazione.

# Scenari investigati

- 4. **Qualità dell'aria:** Particolato e spray chimici sono stati monitorati anche attraverso un laboratorio mobile installato su drone ed in grado di monitorare fino a 40 diversi parametri. I voli sono stati realizzati sul Tevere e i risultati sono visualizzabili in ambiente Digital Twin attraverso specifiche funzionalità.

## NO2 point cloud



LAT: 41.901957  
LON: 12.464801  
ALT: 5.30m  
SPEED: 0.00km/h  
SAT: 12

Nitrogen Dioxide (NO2) ▼

Nitrogen Dioxide (ppm): 0.179  
External Temperature: 9.46°C  
External Humidity: 85.13%

158.34m

DSM 41.903046 12.465959 47.22

POMERIUM Digital Twin VR PomeriumMixed VR

Selezione del parametro

# Conclusioni

Pomerium intende dimostrare la validità di un approccio multi- tecnologico ed integrato al servizio della salvaguardia dei Beni Culturali.

I punti di forza di questo approccio sono principalmente:

- **Offerta di un unico punto di accesso a dati e funzionalità di interesse attraverso la piattaforma WebGIS (AWARE è sviluppato secondo gli standard OGC e API Gateway ed è quindi in grado di cooperare applicativamente con sistemi esterni);**
- **Gestione dei contenuti 2D e 3D;**
- **Disponibilità di un Ambiente di Virtual Reality;**
- **Approccio multi- tecnologico e multi- scala per la migliore conoscenza dei fenomeni;**
- **Gestione di dati multi- sorgente;**
- **Capacità di modellazione;**
- **Strumenti dedicati per l'analisi esperta dei dati;**
- **Modularità, scalabilità ed interoperabilità;**
- **Conformità dei prodotti a standard OGC.**

# Grazie per la vostra attenzione!

# e-geos

AN ASI / TELESPAZIO COMPANY

All COSMO-SkyMed images © ASI - Agenzia Spaziale Italiana  
e-GEOS S.p.A – L.O. Contrada Terlecchie snc – Matera / HQ Via Tiburtina, 965 – Roma



[manuela.ferri@e-geos.it](mailto:manuela.ferri@e-geos.it)  
[elena.francioni@e-geos.it](mailto:elena.francioni@e-geos.it)

 [@e\\_geos](https://twitter.com/e_geos)

 [e-geos](https://www.linkedin.com/company/e-geos)

 [@egeosEO](https://www.facebook.com/egeosEO)

 [@e\\_geos](https://www.instagram.com/e_geos)