UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Centro Interdipartimentale di Ricerca e per i servizi nel settore delle Costruzioni e del Territorio - CRICT

Monitoraggio satellitare dei fenomeni deformativi e di dissesto di strutture e territorio

Le metodologie, sviluppate dal CRICT, consentono il monitoraggio di ambienti naturali e antropizzati, dalla scala locale e quella globale, grazie ai dati radar acquisiti con tecnica SAR (Synthetic Aperture Radar) a media e alta risoluzione spaziale forniti dalle varie costellazioni di satelliti disponibili.
Si utilizza la tecnica interferometrica PS-InSAR (Persistent Scatterers SAR Interferometry) che consente di rilevare spostamenti di entità millimetrica, tra successivi passaggi dei satelliti, per tutti i target che offrono una risposta coerente al segnale inviato dal satellite, ottenendo velocità medie annuali e serie temporali degli spostamenti.
L'utilizzo di dati ottenuti nell'ambito del progetto Copernicus, promuove le applicazioni orientate alla mitigazione degli effetti del cambiamento climatico e genera ricadute degli investimenti nel settore dell'osservazione satellitare, stimolando le varie attività prevedibili nell'ambito della *space economy*.

"Rilevare spostamenti millimetrici al suolo con dati radar satellitari"

Laboratorio	CRICT
Area di specializzazione	Digitale, Edilizia e Costruzioni
Referenti	Cristina Castagnetti, Francesco Mancini
Keyword	Earth observation, Monitoraggio satellitare, Dissesto del territorio, Strutture e infrastratture

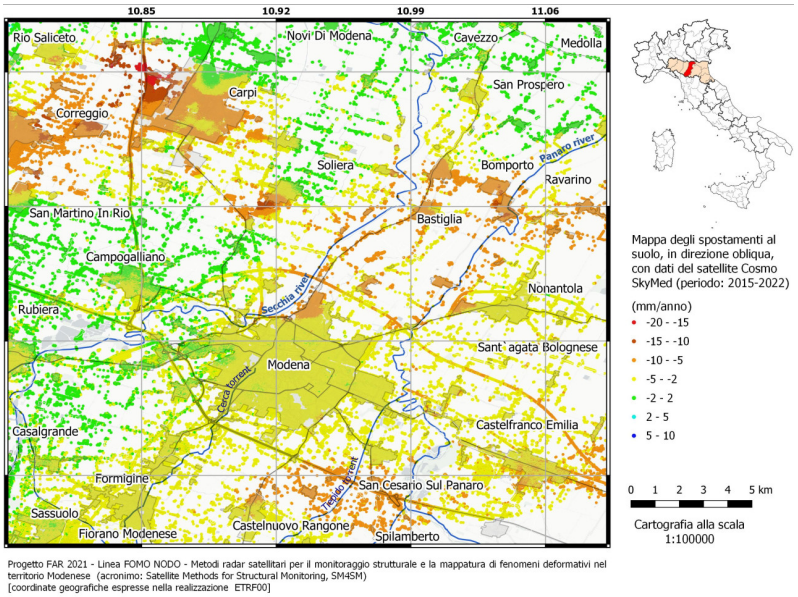


Fig. 1: Spostamenti al suolo ottenuti con tecnica PS-InSAR in una vasta area del territorio emiliano.

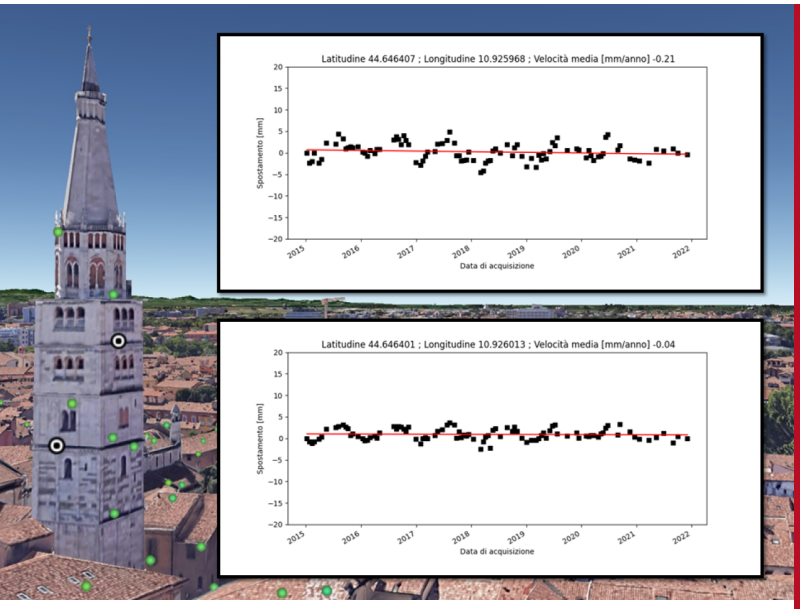


Fig. 2: Spostamenti (mm/anno) rilevati in corrispondenza di geometrie della torre Ghirlandina (Modena) ottenuti con tecnica PS-InSAR e dettaglio delle serie temporali relative a punti della struttura.

Descrizione

Il CRICT elabora dati radar acquisiti con tecnica SAR (Synthetic Aperture Radar) a media risoluzione spaziale (20 m x 5 m nelle due direzioni di rifermento) forniti dai satelliti ESA Sentinel (1a e 1b) e ad alta risoluzione spaziale (3 m x 3 m) della costellazione Cosmo SkyMed di prima e seconda generazione forniti da ASI, entrambi acquisiti nelle orbite ascendenti e discendenti. Altri dati saranno disponibili grazie alla nuova costellazione IRIDE (ASI) e NISAR (NASA) e da parte di numerosi progetti riconducibili alle agenzie spaziali di versi paesi.
Il personale del CRICT è in grado di elaborare i dati radar-satellitari Grazie al centro di calcolo interno e con procedure che utilizzano software open source e commerciale.

Aspetti innovativi

Gli aspetti innovativi riguardano la possibilità di monitorare da piattaforma spaziale il comportamento, sul lungo termine, di strutture, infrastrutture, territorio, dissesti e qualunque processo avvenga sulla superficie terrestre che produca effetti, anche minimi, su geometrie riflettenti:
• precisione di livello millimetrico;
• possibilità di operare con satelliti che utilizzano segnali radar differenti;
• monitorare trend deformativi anche del passato, in presenza di dati e missioni radar-satellitari;
• possibilità di indagare una situazione locale o aree di maggiore estensione;
• disponibilità di dati satellitari e prodotti grazie e progetti comunitari (vedi Copernicus);
• produrre mappe aggiornate dei processi monitorati con frequenza settimanale.

Applicazioni

Tra le applicazioni principali:
• monitoraggio della subsidenza e di altri fenomeni deformativi al suolo (ad esempio dovuti al prelievi idrico o di idrocarburi dal sottosuolo);
• monitoraggio dei fenomeni di dissesto dei pendii;
• controllo del comportamento rigido di strutture/infrastrutture e dei processi deformativi;
• verifica degli effetti superficiali dello stoccaggio di gas nel sottosuolo;
• monitoraggio degli effetti superficiali legati alla variazione di livelli piezometrici;
• mappatura dei fenomeni deformativi dopo eventi sismici.
• supporto alle agenzie regionali attive nella protezione del territorio.

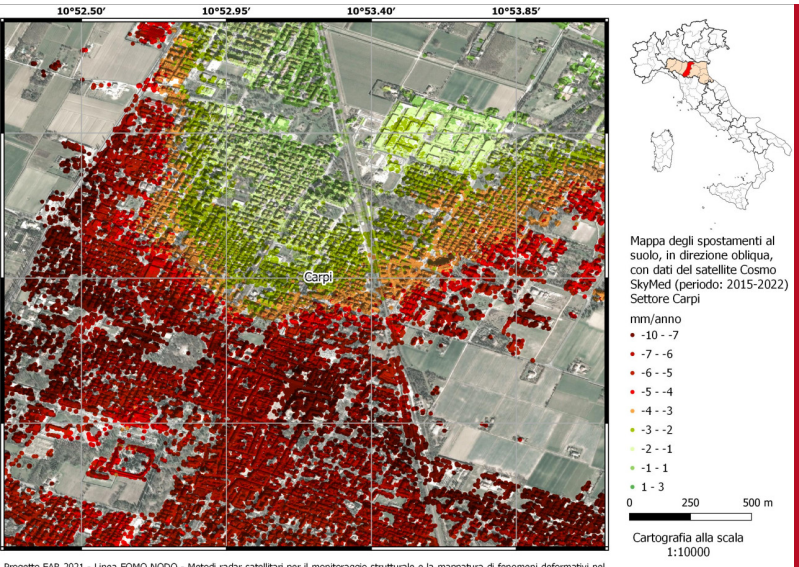


Fig. 3: Mappa degli spostamenti di Carpi (MO). L'entità (mm/anno) è quantificata dalla colorazione associata (vedi legenda). Elaborazione a cura del Laboratorio di Geomatica

Partner coinvolti

- CIRI - Edilizia e Costruzioni
- CICCREI
- Fondazione di Modena
- TekneHub
- Agenzie spaziali

Tempi di realizzazione

3 mesi

Livello di maturità tecnologica

TRL 5 - tecnologia validata in ambiente rilevante

Valorizzazione applicazione

La tecnica è stata applicata in recenti progetti di ricerca:

- POR-FESR ER - ASSE1 Manutenzione predittiva, preventive e programmata per la conservazione, il recupero e il restauro
- FAR2020 Satellite Methods for Structural Monitoring
- PR-FESR ER INspiring City InformaTion modEling for urban resilience
- FAR 2024 Ensembling SATellite monitoring and BIM methods in the SAFety assEssment of road infrastructure

Esempio di applicazione

Monitoraggio della subsidenza e di altri fenomeni deformativi al suolo

Le mappe di deformazione costituiscono il tipico risultato ottenibile dalle analisi interferometriche condotte con metodo PS-InSAR multi-temporale su aree di maggiore estensione. I Persistent Scatterers, dove avviene una risposta coerente nel tempo rispetto al segnale emesso dal satellite informano sull'entità degli spostamenti (mm/anno) del PS riferita alla direzione obliqua di osservazione del sensore (LOS, Line Of Sight). Per ciascuno dei punti è disponile la serie temporale degli spostamenti, dalla quale è possibile valutare il comportamento del PS nel periodo relativo all'acquisizione dei dati satellitari. Si rilevano movimenti di entità centimetrica su aree molto estese.

UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Centro Interdipartimentale di Ricerca e per i servizi nel settore delle Costruzioni e del Territorio - CRICT

CRICT

Centro Interdipartimentale di Ricerca e per i Servizi nel settore delle Costruzioni e del Territorio



Il Centro Interdipartimentale CRICT-UniMoRe raccoglie competenze tecniche e scientifiche nell'ambito dell'ingegneria sismica, idraulica e civile e delle scienze geologiche e ambientali volte, in particolare, alla valutazione e gestione dei rischi naturali (sisma, alluvioni, dispersione di inquinanti, ecc…) e alla progettazione avanzata di strutture e infrastrutture del territorio. Gli obiettivi del Centro includono la prevenzione dei danni e la protezione delle strutture nei riguardi delle calamità naturali e dei dissesti ambientali, la caratterizzazione fisica e meccanica di materiali innovativi e delle strutture, la progettazione e il monitoraggio delle infrastrutture e del territorio, nonché il miglioramento della qualità dell'ambiente. Con tali finalità, il Centro, oltre a implementare le attività e i progetti programmati nel settore della industria delle costruzioni e della tutela del territorio e dell'ambiente, favorisce lo scambio di informazioni e iniziative scientifiche e formative atte a promuovere collaborazioni interdisciplinari nei predetti ambiti culturali, sia a livello regionale che nazionale ed internazionale, con particolare riguardo all'Unione Europea.
Il Centro CRICT-UniMoRe coordina, tramite i propri afferenti, le unità operative per le attività di ricerca, cura i programmi di ricerca scientifica e tecnologica, anche in collaborazione con altri Atenei, nazionali e internazionali, enti pubblici e privati e promuove attività di divulgazione scientifica.

Sito web	http://www.crict.unimore.it/site/home.html
Direttore	Luca Lanzoni
Data pubblicazione	29/01/2026