

Conoscere per proteggere.
Tecnologie digitali e ricerca per la resilienza del patrimonio culturale e dei territori

3 giugno 2026
Sala Magna | Rocca Malatestiana,
Via Rocca 42, Verucchio (Rimini)

Gruppo di lavoro : Alessandro Capra, Cristina Castagnetti,
Paolo Rossi, Francesca Grassi, Adriana Martella, Ghita
Eslami Varzaneh, Claudia Parenti, Annalisa Adinolfi

Organizzato da:



Con il Patrocinio di :



Comune di Verucchio



Comune di Tredozio



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI
PAESAGGISTI
E CONSERVATORI

In collaborazione con Ordine degli
Architetti P.P.C della provincia di Rimini:



ordine degli architetti,
pianificatori, paesaggisti e conservatori
della provincia di Rimini

Partners:



CONSORZIO PULVIO IN RICERCA



EDILIZIA E COSTRUZIONI



CIDEA



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



CICCREI



RETE ALTA TECNOLOGIA
EMILIA-ROMAGNA
HIGH TECHNOLOGY NETWORK



Media Partner:



Progetti cofinanziati da Fondo Europeo Regionale:



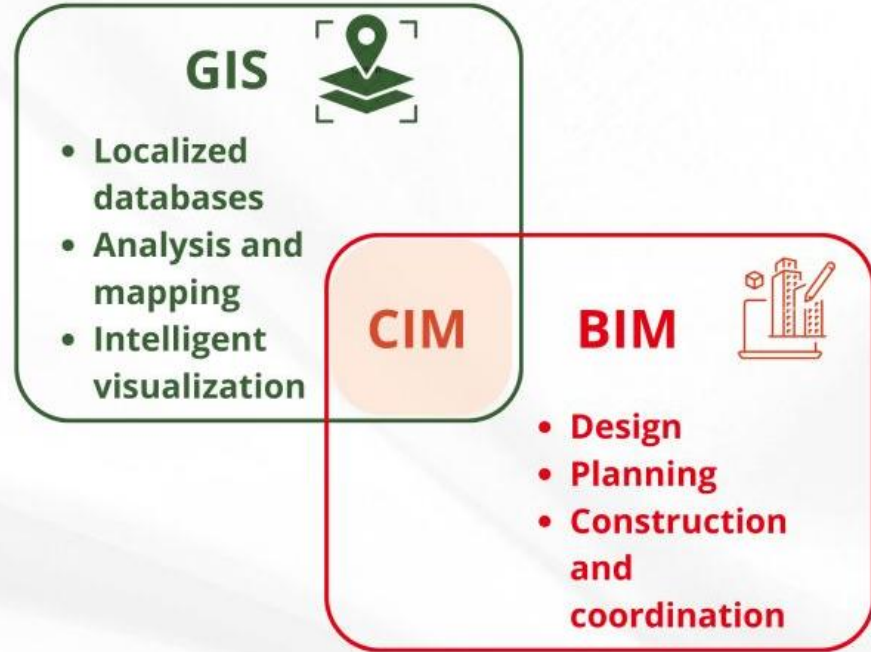
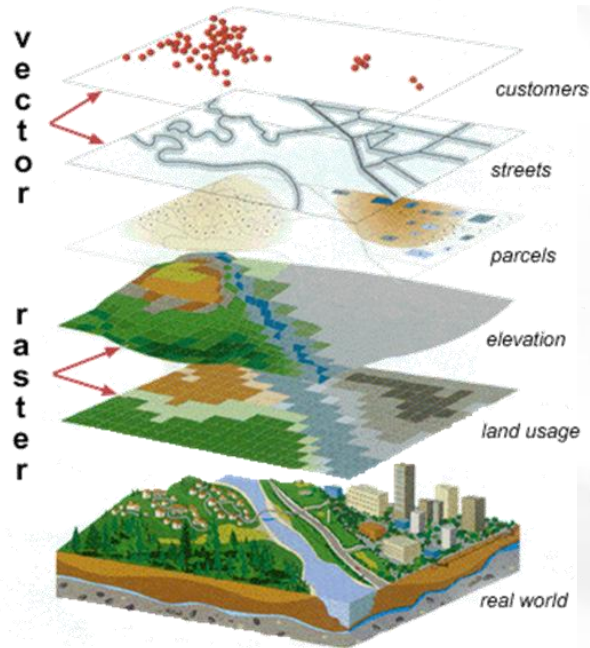
I metodi satellitari come strumento di conoscenza dei processi di dissesto del territorio e il caso studio di Rovereto sul Secchia

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

Il ruolo del CRICT nel progetto INCITE

- ✓ **Testare procedure semplificate di modellazione urbana con dati acquisiti tramite tecniche di produzione massiva**
 - Definizione della quantità e tipologia minima dei dati necessari in relazione all'uso;
 - Definizione dell'estensione geografica utile alla rappresentazione del fenomeno/parametro;
 - Estrazione di dati su ambiente naturale/vegetazione.
- ✓ **Verificare la possibilità di implementare dati di monitoraggio satellitare nel modello urbano/CIM**
 - Approfondimento del metodo radar interferometrico;
 - Inserimento dati nei CIM.
- ✓ **Definire l'utilità di tali informazioni nell'analisi dei processi di dissesto del territorio**
 - Rappresentazione degli elementi di pericolosità;
 - Valutazione di aspetti relativi a vulnerabilità (sismica, idraulica ...);
 - Monitoraggio dell'efficacia di eventuali interventi di mitigazione;
 - Supporto alle analisi sugli effetti dei cambiamenti climatici.

Tra il BIM e il GIS: City Information Modeling (CIM)



LIMITI:

- ✓ **Rappresentazione 3D del costruito**
- ✓ **Profondità, sottosuolo**
- ✓ **Formato dei dati e loro dettaglio geometrico**
- ✓ **Gestione dati IoT**

LIMITI:

- ✓ **Gestione dati territoriali**
- ✓ **Analisi processi a scala urbana**
- ✓ **Scarsa disponibilità di dati**
- ✓ **Limitato utilizzo nelle amministrazioni locali**

- CIM allows**
- Integrated vision for urban management
 - Informed decision-making
 - Advocated urban sustainability

https://www.linkedin.com/posts/master-executif-sap-d-um6p_knowmoreaboutcim-executivemasterbimtocim-activity-7164206205542871043-SgnR/

Acquisizione massiva di dati geometrici: tecniche

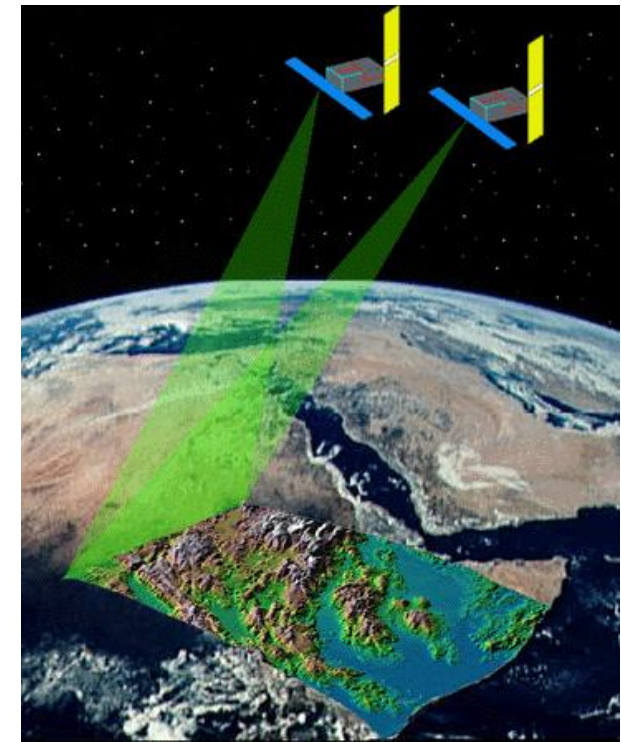
Mobile mapping multi-sensore



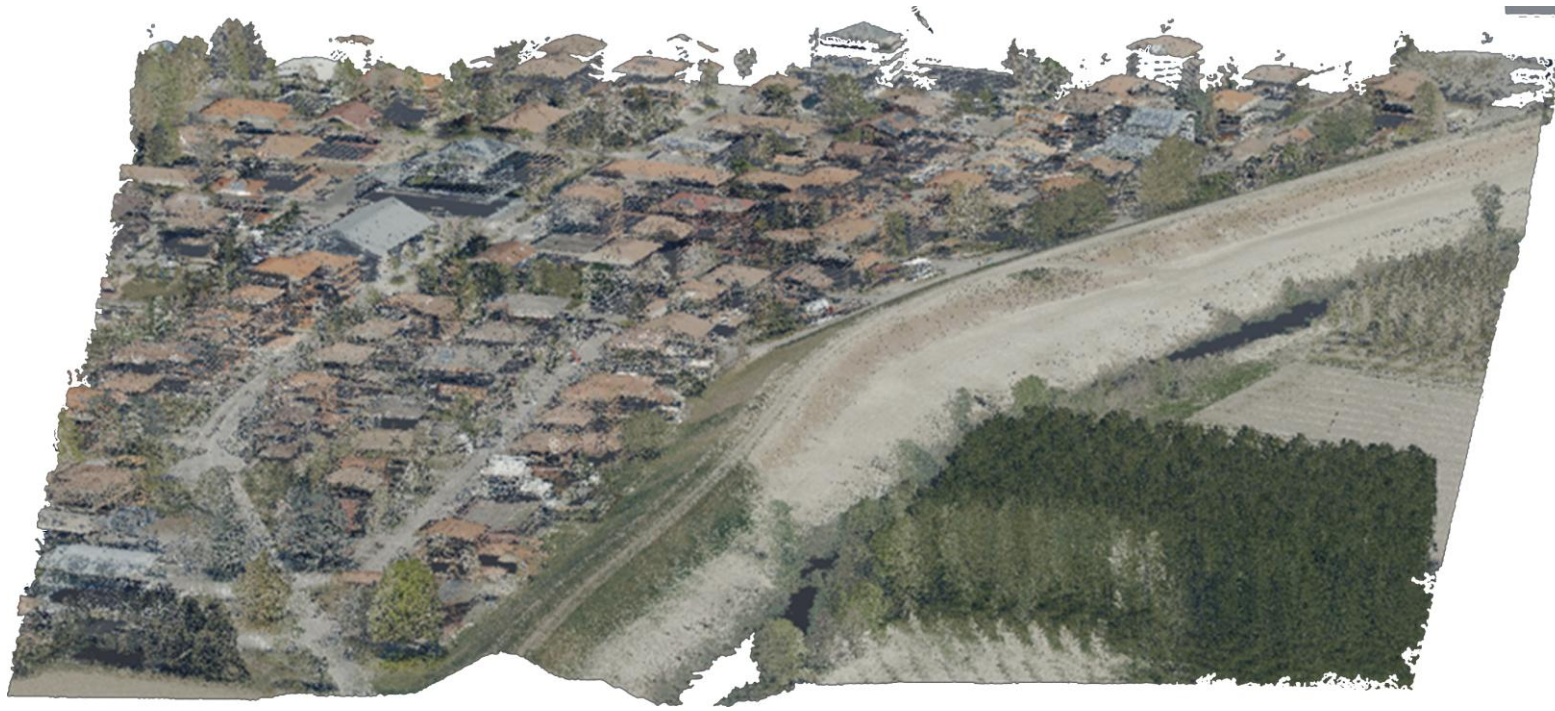
Rilevamento aereo (LiDAR e fotogrammetria)



Metodi satellitari (radar-interferometrici)



Acquisizione dati: il rilevamento con LiDAR aereo



Rovereto sulla Secchia (Novi di Modena)

Rilievo del 2021 eseguito con
il volo di un sensore LiDAR e
fotocamera

Sono stati forniti:

- DTM
- DSM
- ortofoto (formato tif)
- nuvole di punti LiDAR

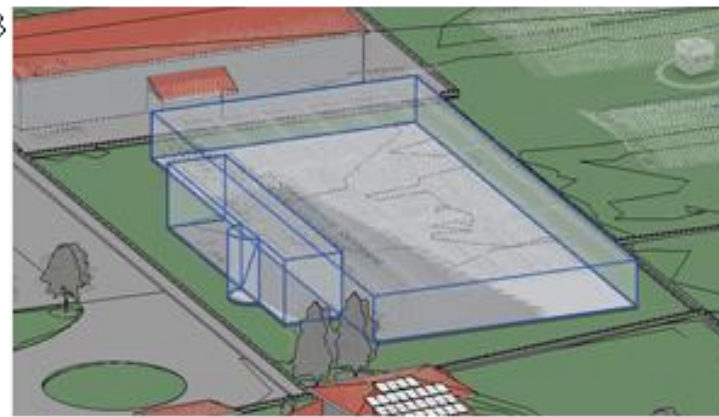


Fasi di modellazione di un edificio industriale

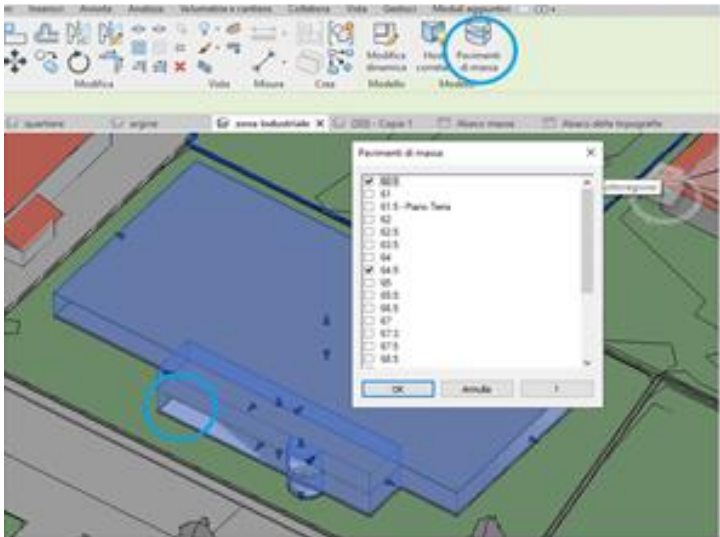
- A) creazione della piattaforma a partire dalla nuvola di punti relativa al terreno;
- B) creazione della massa locale;
- C) selezione dei livelli e creazione dei pavimenti di massa;
- D) selezione delle superfici della massa e creazione dei muri;
- E) creazione del tetto a partire dalla massa locale e modellazione in accordo con la nuvola di punti relativa alle superfici;
- F) completamento con la piattaforma circostante l'edificio e vegetazione, come visibile dalla nuvola di punti.



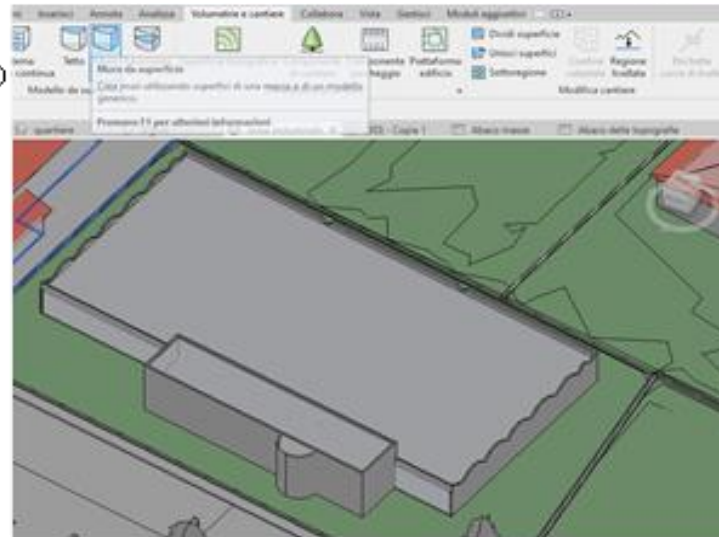
A



B



C



D



E



F

Dalla nuvola di punti LiDAR al modello BIM



Vegetazione
Secondo nuvola di punti



Infissi
Indicativi, non visibili da nuvola



Attrezzature speciali

Secondo nuvola, da librerie

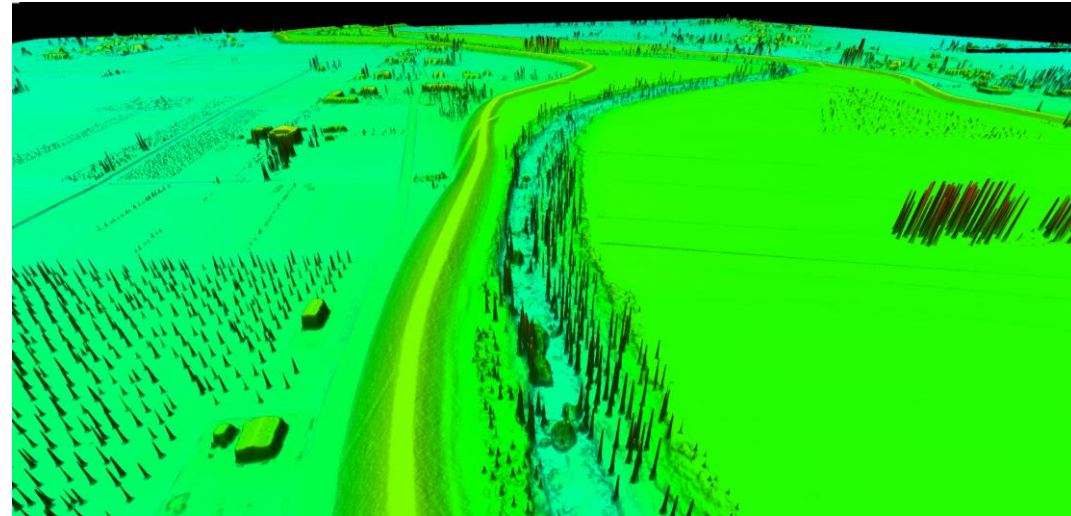
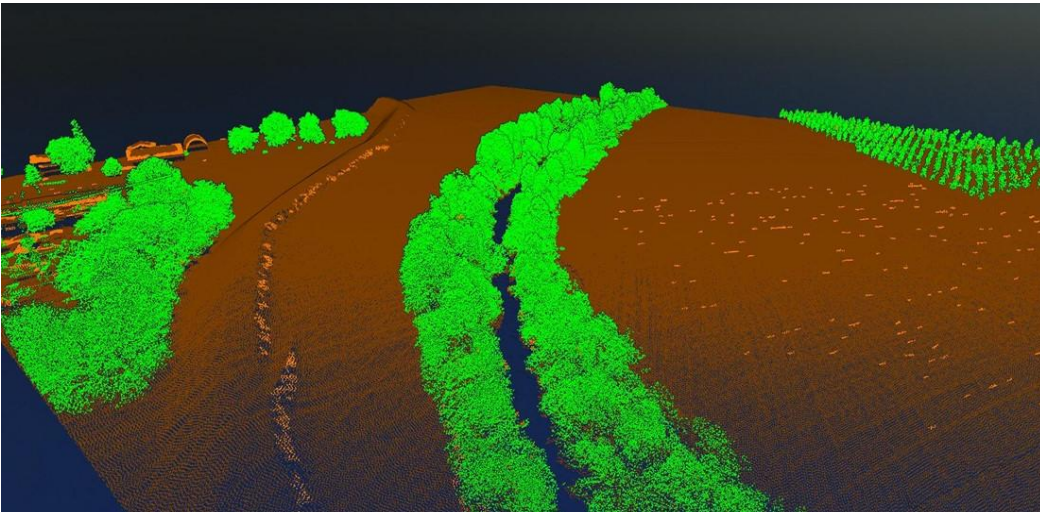
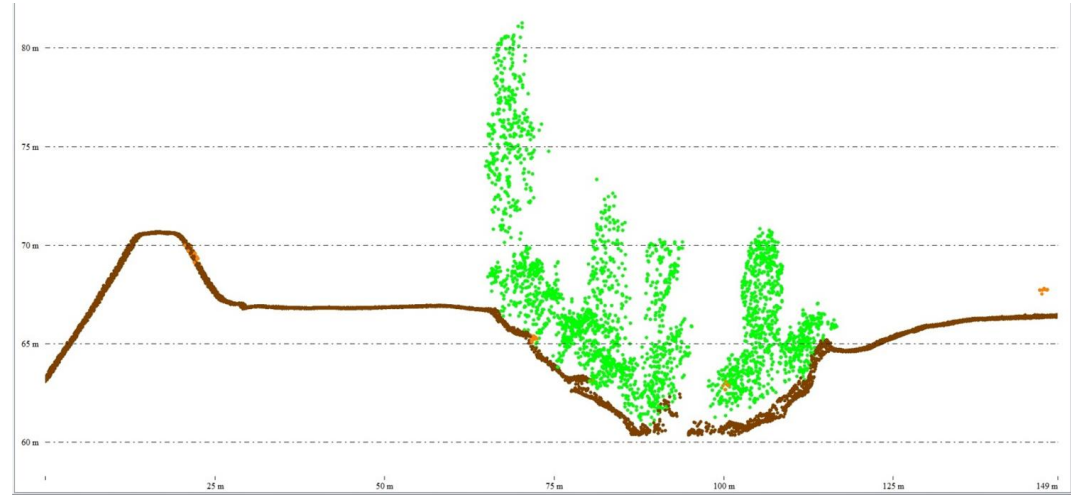
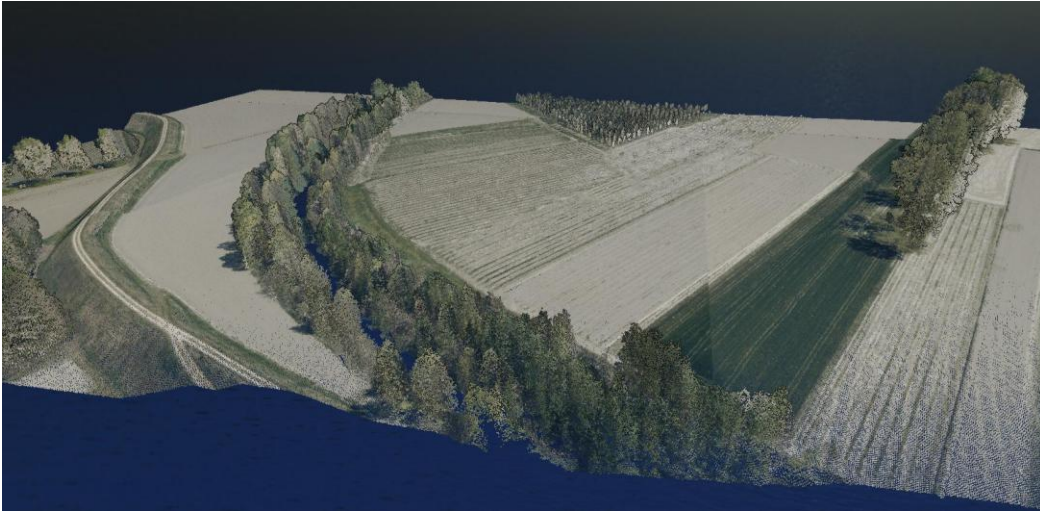
+
Creazione di parametri per connettere elementi e contesto urbano



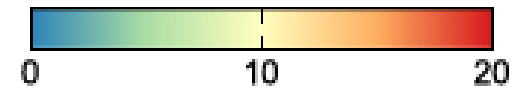
Contesto completo a scala urbana



Estrazione di informazioni sulla vegetazione



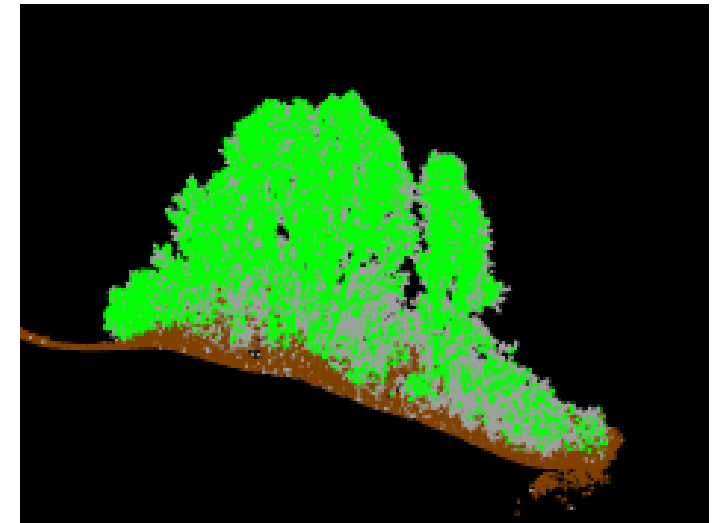
Estrazione di informazioni sulla vegetazione



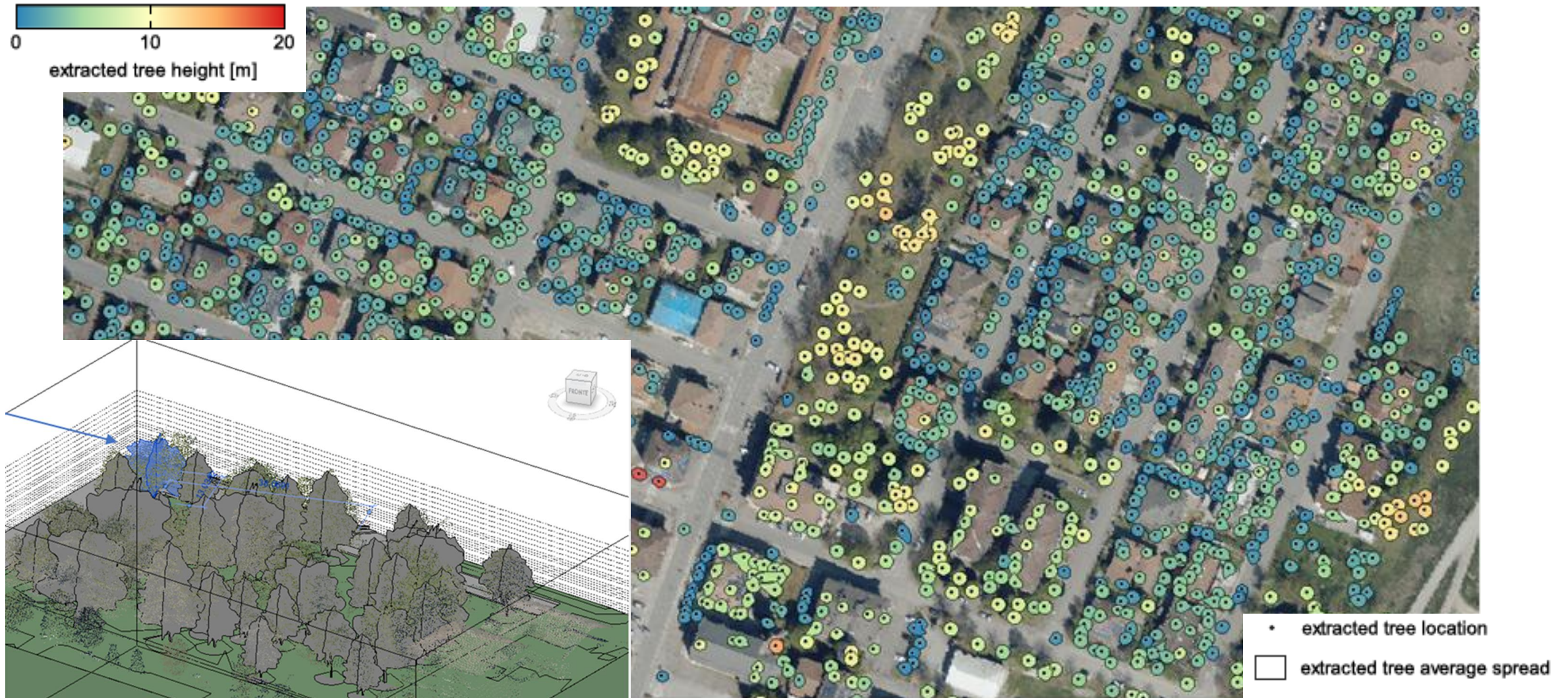
extracted tree height [m]

- extracted tree location
- extracted tree average spread

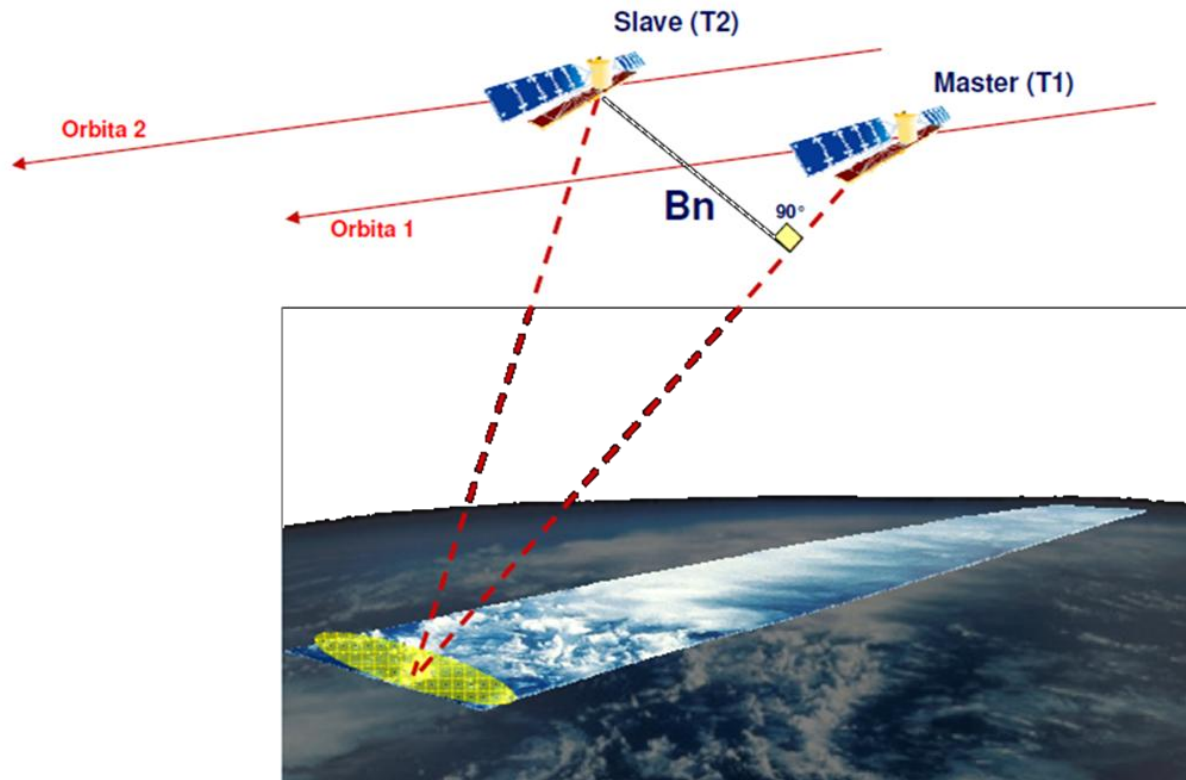
Validazione con rilievo TLS



Estrazione di informazioni sulla vegetazione



Utilizzo di dati di monitoraggio in ambiente BIM: metodo DInSAR (Differential *Interferometry Synthetic Aperture Radar*)



Geometria di acquisizione obliqua dei sensori satellitari con SAR. Le misure di fase avvengono lungo la LOS (*Line of Sight*)

$$\Delta\phi = \Delta\phi_{topographic} + \Delta\phi_{displacement} =$$

$$= \frac{4\pi B_N}{\lambda R \sin\theta} \Delta q + \frac{4\pi}{\lambda} \Delta s + \phi_\alpha + \phi_\lambda$$

B_N perpendicular baseline

R radar-target distance

Δq altitude of the point targets referred to a horizontal reference plane

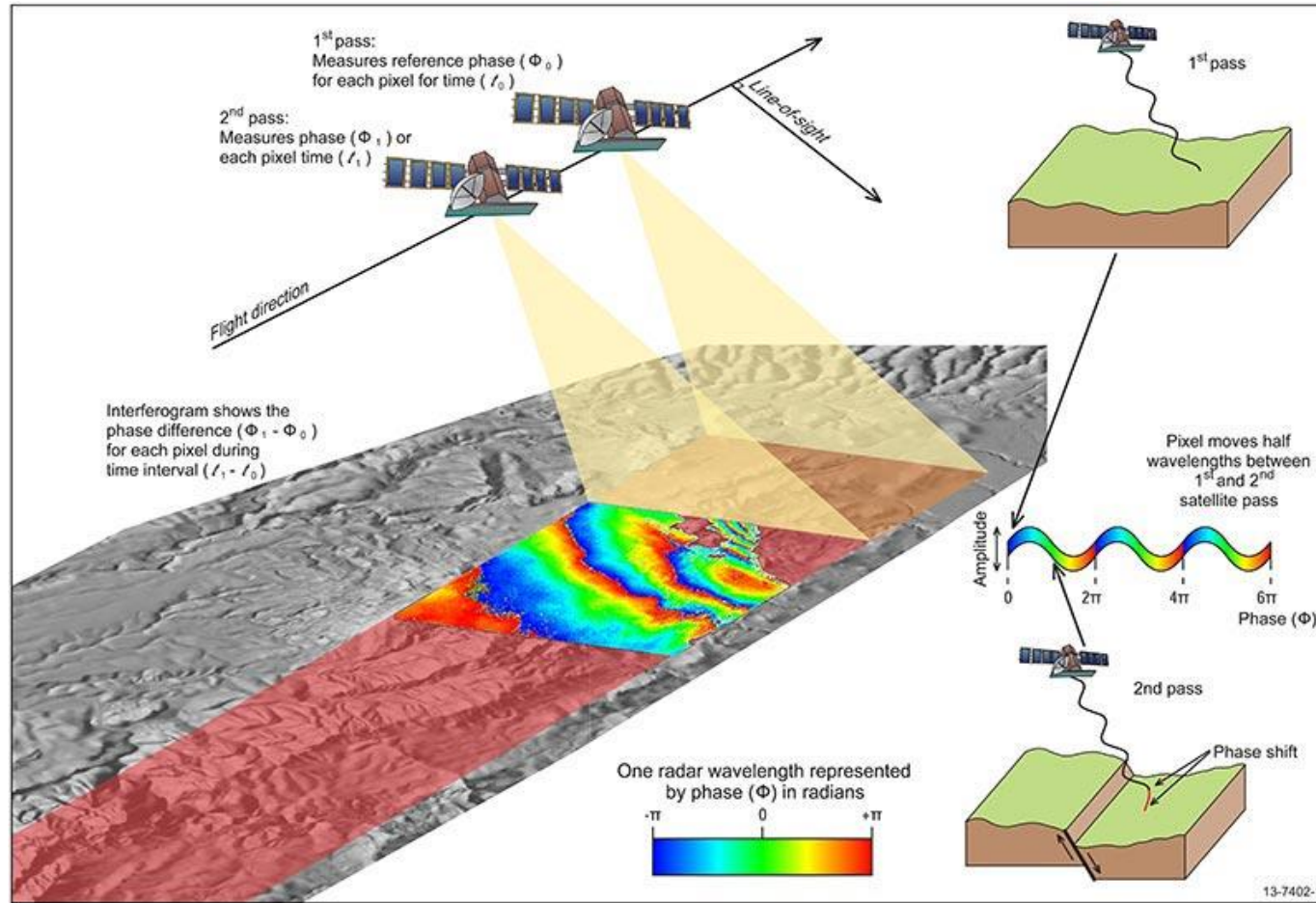
θ radiation incidence angle

Δs target displacement, between passes, along the slant range

ϕ_α differential atmospheric phase contribution

ϕ_λ differential phase noise (due to temporal and geometric decorrelations)

Utilizzo di dati di monitoraggio in ambiente BIM: metodo DInSAR (Differential *Interferometry Synthetic Aperture Radar*)



Nature, Vol 364, 8 July 1993 Issue no. 6433
Surface displacement after the June 1992 magnitude 7.3
earthquake in Landers

Utilizzo di dati di monitoraggio in ambiente BIM: metodo radar-satellitare dei PS-InSAR

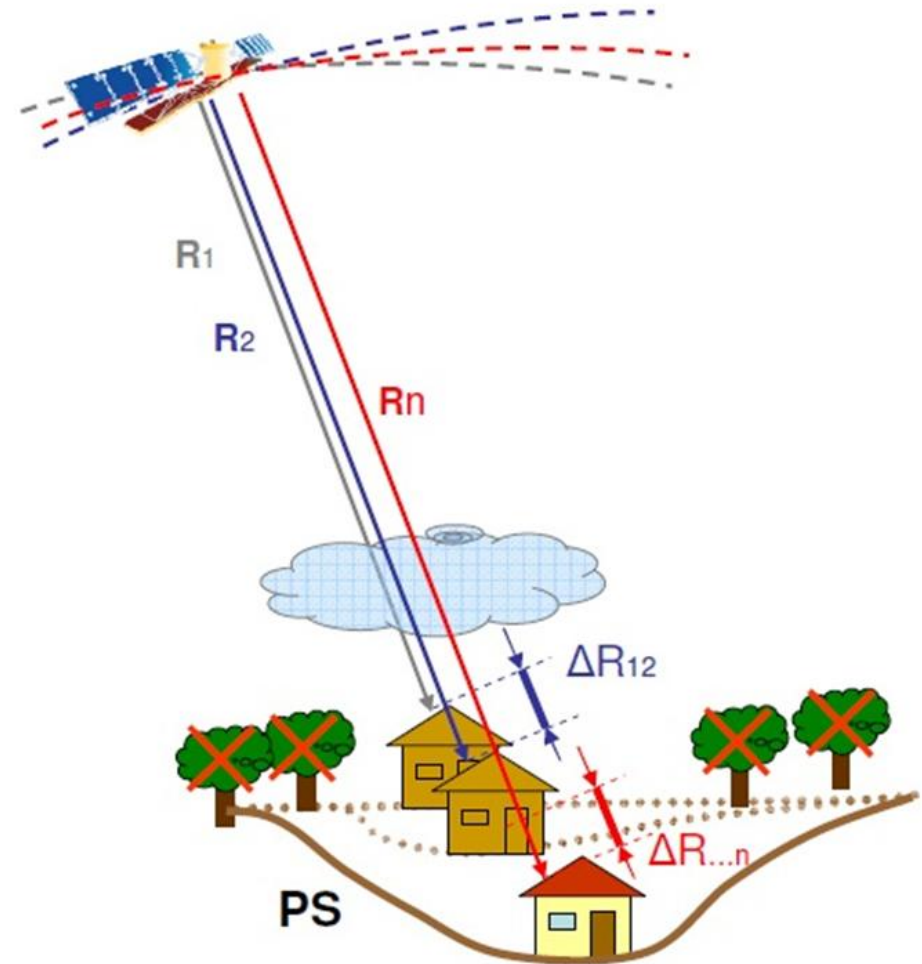
Principio di funzionamento

La tecnica PS-InSAR (*Persistent Scatterer Interferometry Synthetic Aperture Radar*) sfrutta tutte le immagini SAR disponibili su una stessa area e individua quei bersagli radar sulla superficie terrestre che si distinguono per una elevata stabilità nel tempo della risposta elettromagnetica (Persistent Scatterer);

Lo spostamento di un bersaglio nel tempo produce uno sfasamento tra i segnali acquisiti in passaggi successivi del satellite (interferogramma);

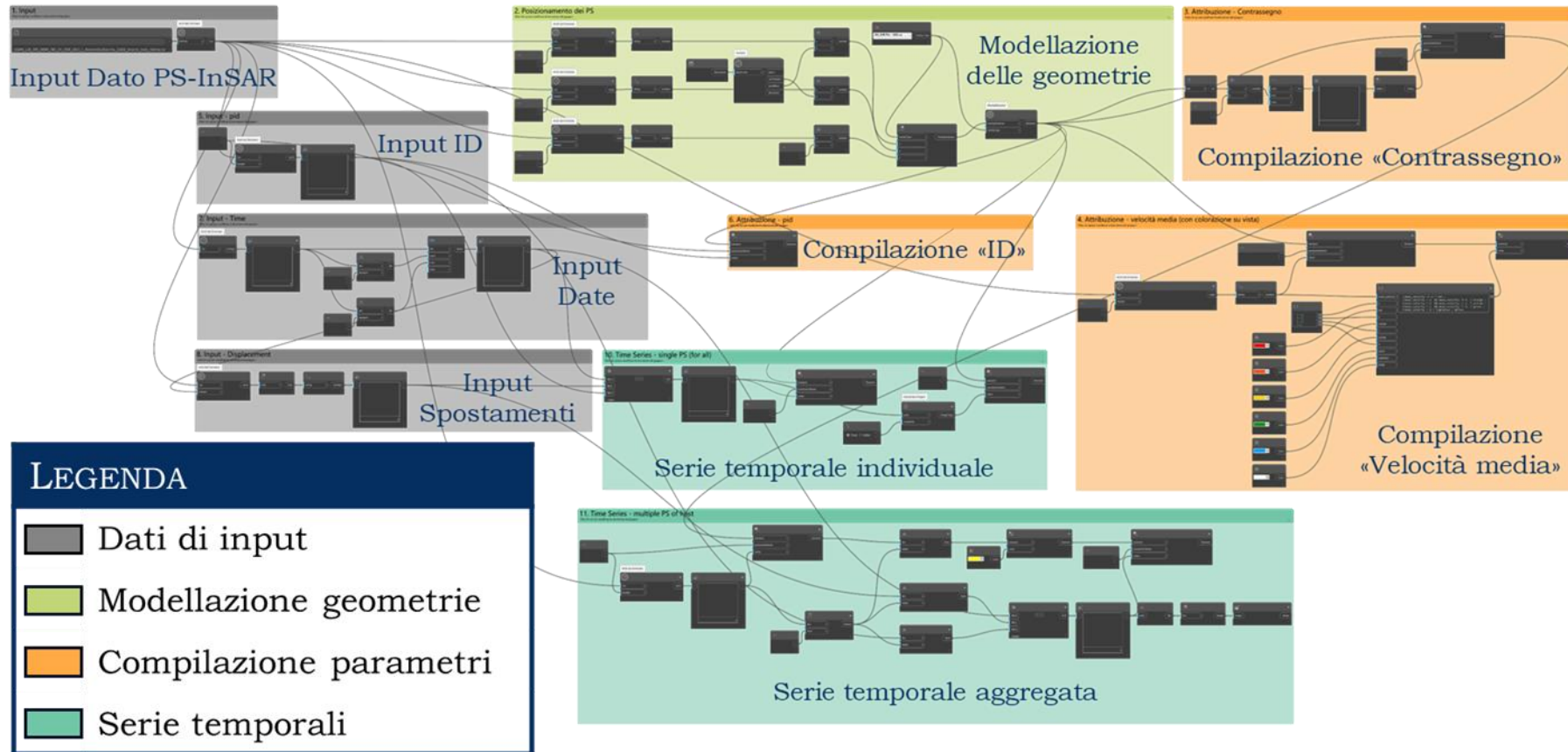
L'uso di molte immagini (*stack* interferometrico) produce una serie temporali degli spostamenti;

La precisione degli spostamenti misurati è di circa 1-2 mm/anno.



Utilizzo di dati di monitoraggio in ambiente BIM: metodo radar-satellitare dei PS-InSAR

CODICE DYNAMO



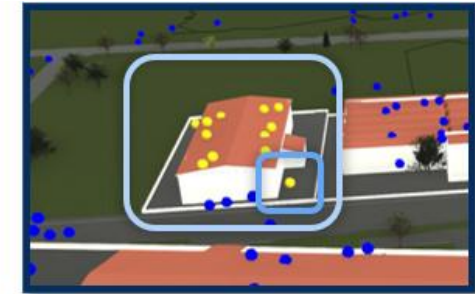
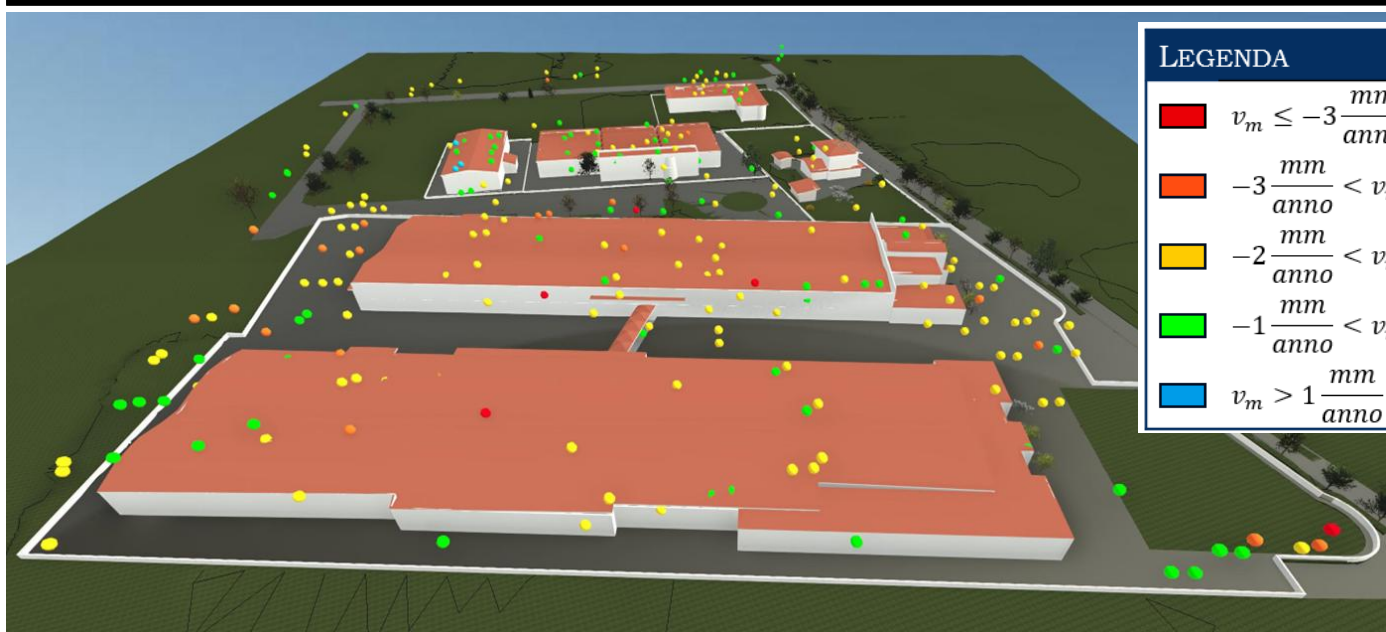
Parametri compilati:

- Contrassegno
- ID
- Velocità media
- Host
- Serie temporale individuale
- Serie temporale aggregata

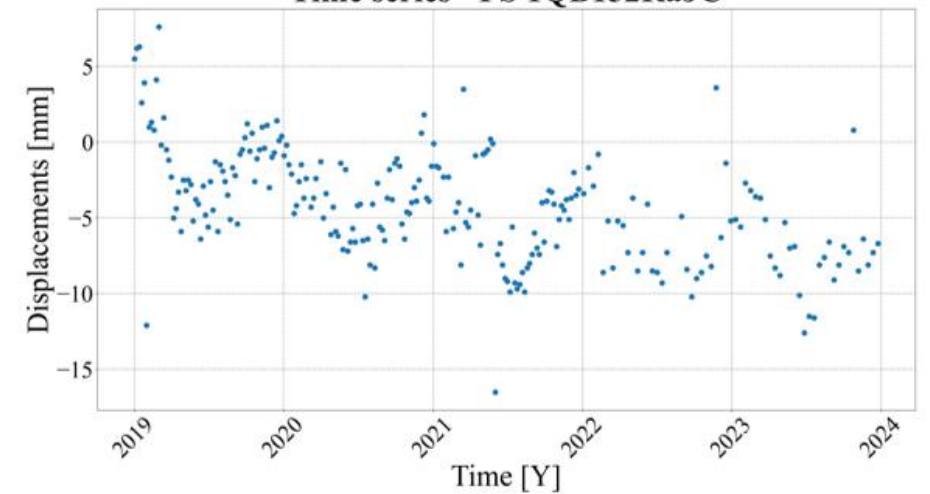
Componenti aggiuntivi:

- Archi-lab Grimshaw
- Crumple
- WombatDynamo
- Orchid-RevitProjec

Utilizzo di dati di monitoraggio in ambiente BIM: metodo radar-satellitare dei PS-InSAR



Time series - PS 1QB152RaJC



Considerazioni

Compatibilità tra BIM/InSAR. Compilazione automatica dei parametri.
Metodologia versatile. Modello interoperabile.

Necessità di associazione automatica tra dati puntuali e geometrie.

PS-InSAR e processi di dissesto del territorio: il caso di Verucchio

Breve introduzione

Analisi dei dati di spostamento ottenuti con il metodo radar interferometrico (progetto Copernicus, European Ground Motion Service).

Verifica dei fenomeni di dissesto rilevati dalle orbite ascendenti e discendenti del satellite sentinel-1.

Visualizzazione in ambiente GIS di eventuali processi di dissesto in atto e dei trend temporali di tali fenomeni.

Considerazioni relative alla vulnerabilità del territorio in relazione alla presenza di dissesti.



Modello Digital del Terreno con Ortofoto – RER 2023/24

PS-InSAR e processi di dissesto del territorio: il caso di Verucchio

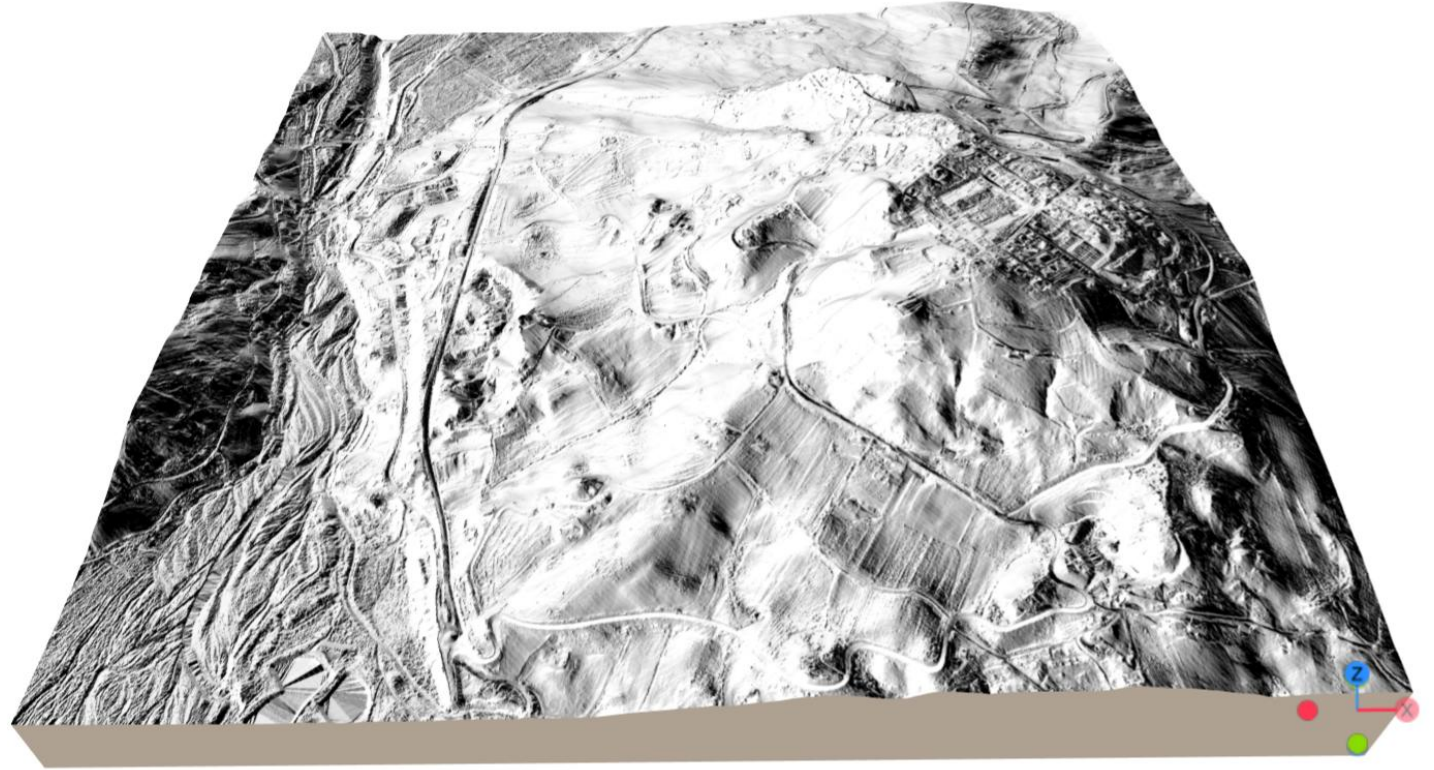
Breve introduzione

Analisi dei dati di spostamento ottenuti con il metodo radar interferometrico (progetto Copernicus, European Ground Motion Service).

Verifica dei fenomeni di dissesto rilevati dalle orbite ascendenti e discendenti del satellite sentinel-1.

Visualizzazione in ambiente GIS di eventuali processi di dissesto in atto e dei trend temporali di tali fenomeni.

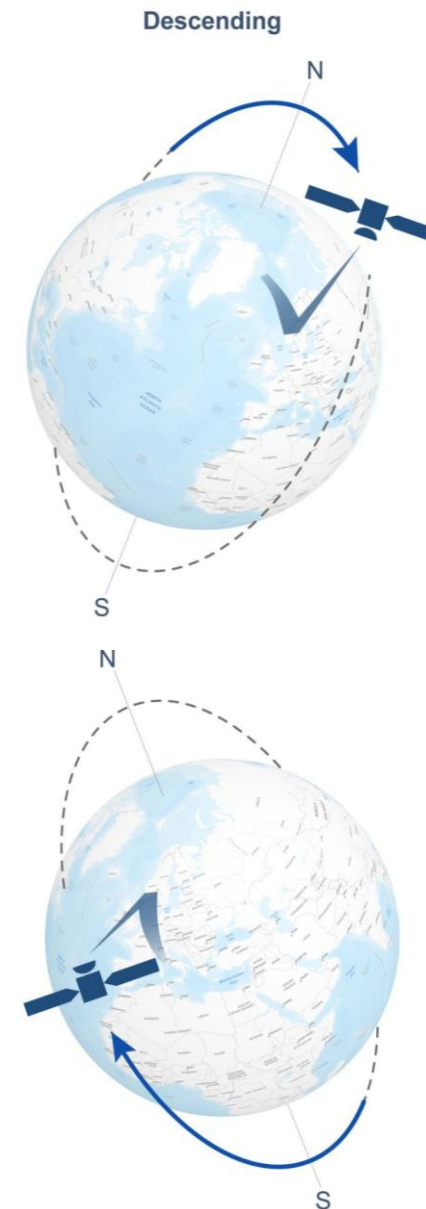
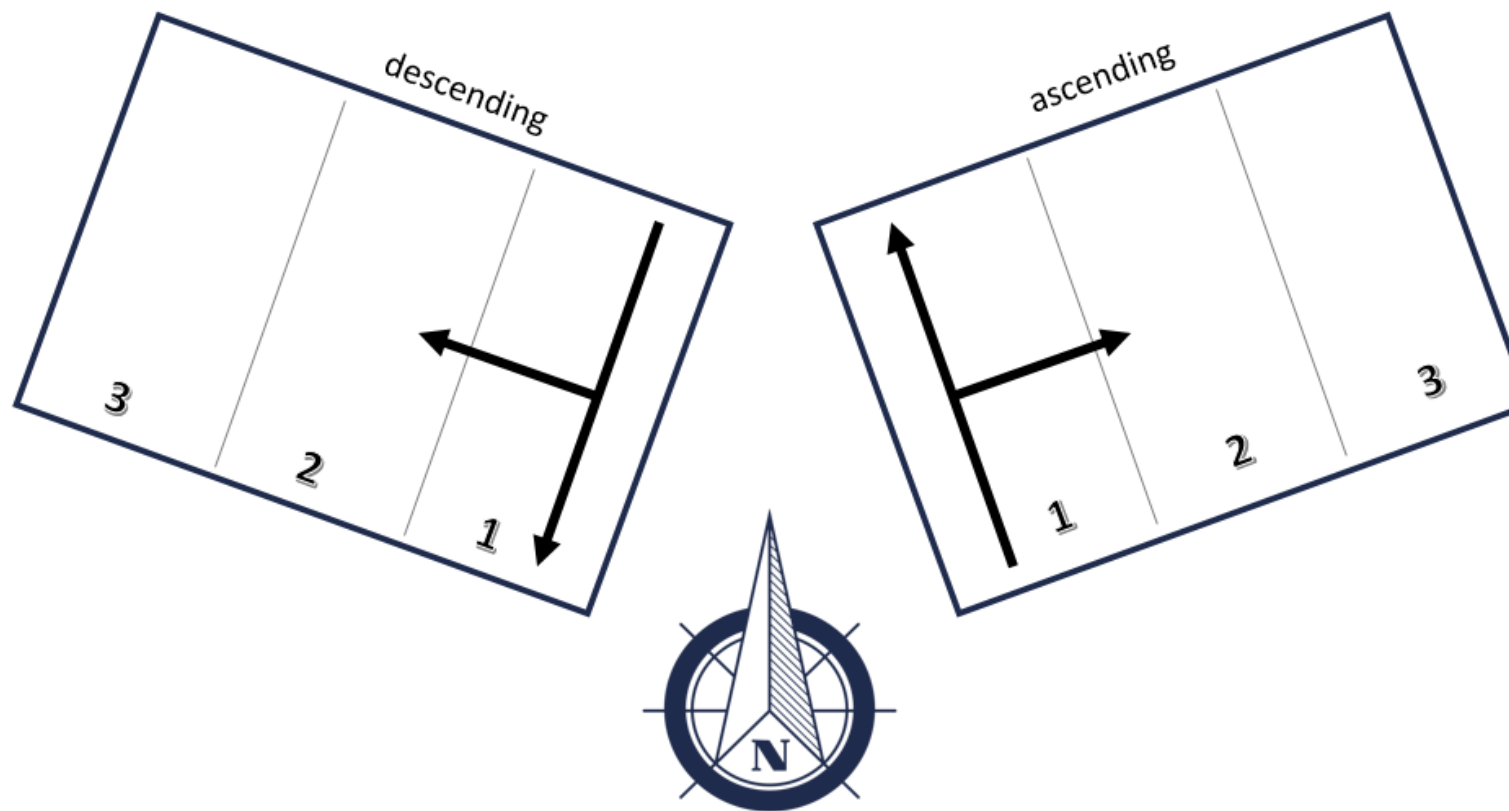
Considerazioni relative alla vulnerabilità del territorio in relazione alla presenza di dissesti.



Modello Digital del Terreno – RER 2023/24

PS-InSAR e processi di dissesto del territorio: il caso di Verucchio (orbite discendenti e ascendenti)

Geometria di acquisizione obliqua del satellite Sentinel-1

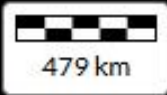


Place/coordinates (lat lon)

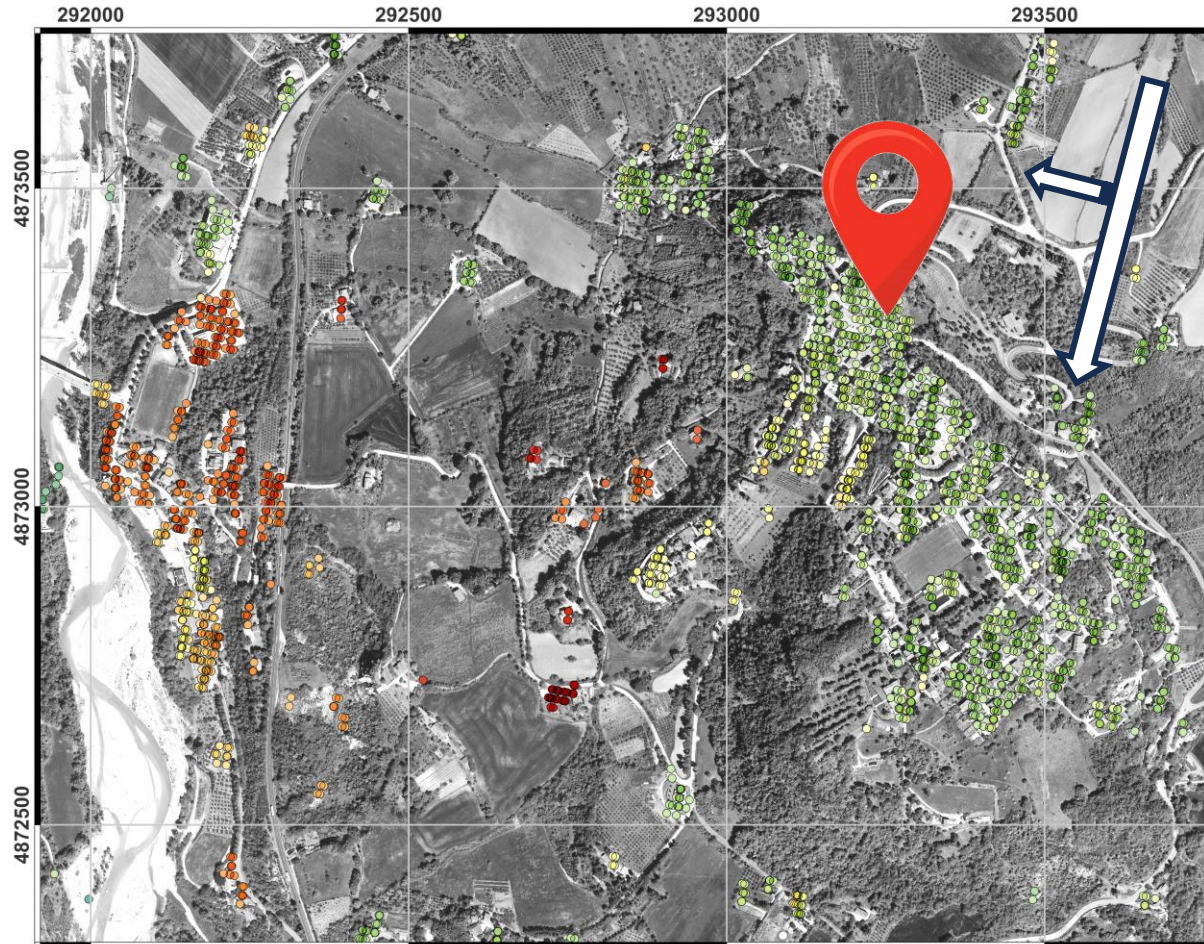


European Ground Motion Service (EGMS)

WGS84 47.5737 N 20.3766 E 62.92 m Live [Credits](#)



PS-InSAR e processi di dissesto del territorio: il caso di Verucchio (orbita discendente)

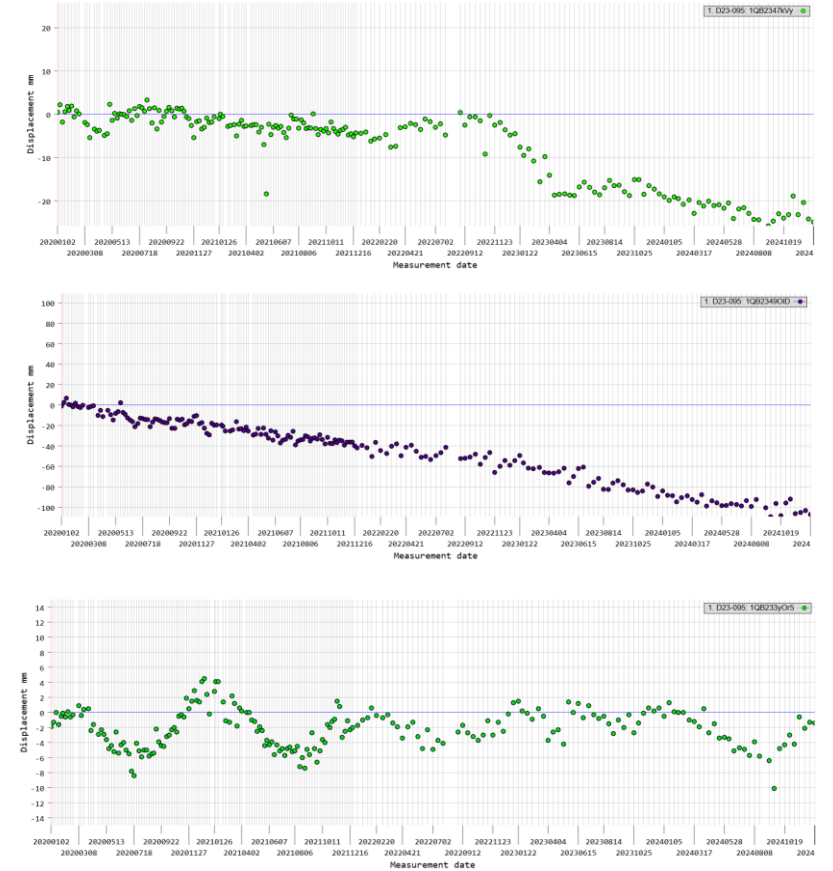


Entità spostamenti
in direzione obliqua
(orbita discendente)
(mm/anno)

- -32 - -20
- -20 - -15
- -15 - -12
- -12 - -10
- -10 - -8
- -8 - -6
- -6 - -4
- -4 - -2
- -2 - -1
- -1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 30

0 100 200 m

Dati del progetto EGMS
(European Ground
Motion Service)



PS-InSAR e processi di dissesto del territorio: il caso di Verucchio (orbita ascendente)

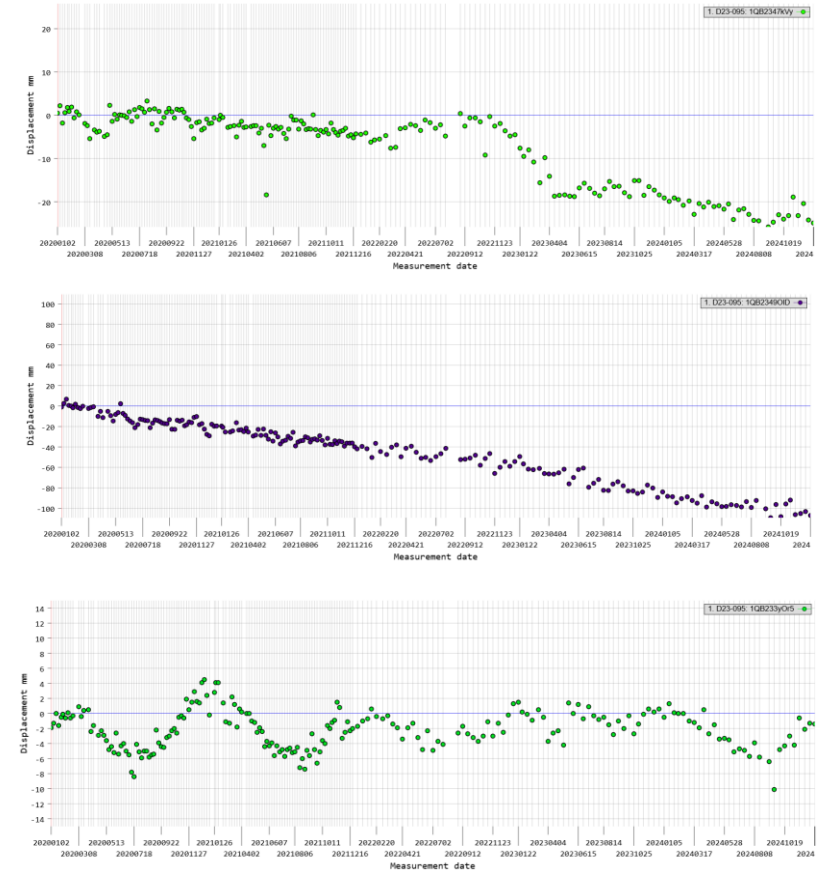


Entità spostamenti
in direzione obliqua
(orbita ascendente)
(mm/anno)

- -32 - -20
- -20 - -15
- -15 - -12
- -12 - -10
- -10 - -8
- -8 - -6
- -6 - -4
- -4 - -2
- -2 - -1
- -1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 30

0 100 200 m

Dati del progetto EGMS
(European Ground
Motion Service)



Grazie dell'attenzione!





Presentazione a cura di
Francesco Mancini

**CRICT – Centro interdipartimentale di ricerca
e per i servizi nel settore delle costruzioni e del territorio
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia**

indirizzo mail: francesco.mancini@unimore.it



Il fenomeno del "movimento delle sponde«
Come evidenziato dalle relazioni geomorfologiche e storiche del nodo idraulico, una delle criticità strutturali intrinseche del sito non è legata solo all'acqua, ma alla spinta geologica dei versanti. Le due sponde della valle tendono a muoversi e ad avvicinarsi leggermente tra loro. Questo lento movimento macro-strutturale ha generato nel tempo forti sollecitazioni visibili sulle strutture accessorie del ponte, come le deformazioni delle ringhiere e dei giunti di dilatazione.

5 maggio 2019. La stabilità del ponte di Ponte Verucchio non è messo in crisi dall' erosione fluviale, essendo i piloni piantati direttamente nella roccia sottostante, ma dal "movimento" delle due sponde della valle che tendono ad avvicinarsi fra loro, (movimento visibile sulla ringhiera del ponte che si piega/accartoccia su se stessa lato Torriana)«

La voragine stradale e i problemi alle reti (Fine 2025 - Inizio 2026)A ridosso del ponte si è verificata un'ulteriore emergenza stradale a partire dal 7 novembre 2025, a causa di un dissesto idrogeologico che ha aperto una vasta voragine profonda circa tre metri nel centro della carreggiata di via Ponte

Durante il cantiere di ripristino gestito da Hera all'inizio del 2026, sono emerse ulteriori criticità strutturali alle condotte fognarie e all'acquedotto limitrofo, allungando i tempi di chiusura e i disagi al traffico.

