



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



PRESENTAZIONE DEL PROGETTO E DEI PRIMI RISULTATI

Convegno 4 – 5 Aprile 2022

OR4

SVILUPPO DI SISTEMI INTEGRATI DI MONITORAGGIO

Angela Perrone

*Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale
(CNR-IMAA)*

Aula Magna dell'Università della Basilicata
Via N. Sauro – 85100 Potenza



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Ministero dell'Università
e della Ricerca*



PON
RICERCA
E INNOVAZIONE
2014 - 2020



Estratto da: Convegno di presentazione del progetto MITIGO e dei primi risultati - 4-5 Aprile 2022 –
Sommari degli interventi e presentazioni

© 2022 Università degli Studi della Basilicata

Editrice Universosud – Potenza

ISBN 9788899432850



9 788899 432850

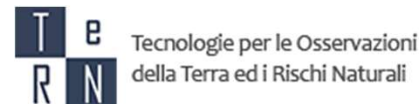
Pubblicazione realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea – FESR, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020.

www.ponricerca.gov.it

- Sviluppo di un **sistema di indagine multi-scala** basato sull'integrazione di **tecniche di osservazione *in-situ* e da remoto (telerilevamento) per il monitoraggio delle infrastrutture viarie di collegamento dei centri urbani montani e di selezionate strutture strategiche e per lo studio dell'interazione terreno di fondazione – infrastruttura**
- Sviluppo di **piattaforme integrate per il monitoraggio e il supporto alle decisioni**

Partners

*Università della Basilicata (UNIBAS), *Politecnico di Bari (POLIBA), *Università di Trento (UNITN), *Università di Salerno (UNISA-CUGRI), *Università di Napoli (UNINA-CUGRI), *e-GEOS (TeRN), *CNR-IMAA (TeRN), *GEOCART (CREATEC), *CEDAT (CREATEC), *Publysis (CREATEC), *Exprivia.



SISTEMI DI MONITORAGGIO IN SITU

Monitoraggio di una infrastruttura viaria in campo statico e dinamico con tecniche geofisiche

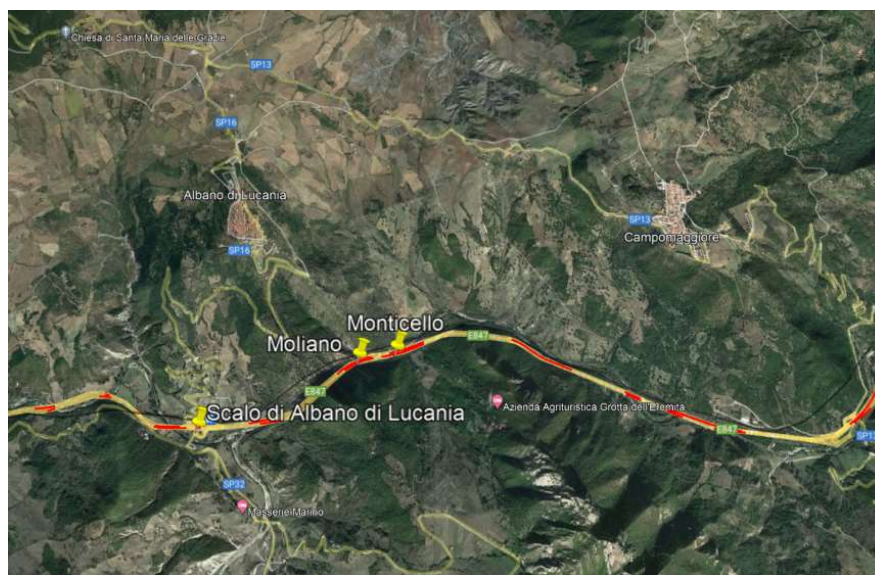
Applicazione di **metodi sismici ed elettromagnetici** per il **monitoraggio del comportamento dinamico (oscillazione)** di un ponte in condizioni di normale esercizio e in corrispondenza del verificarsi di possibili eventi naturali (frane, terremoti).

Sviluppo di algoritmi di analisi dei dati acquisiti in continuo dai sensori sismici passivi.

Esempio Ponte Gravina (Matera)



Siti di indagine individuati in accordo con ANAS nell'area delle Dolomiti Lucane



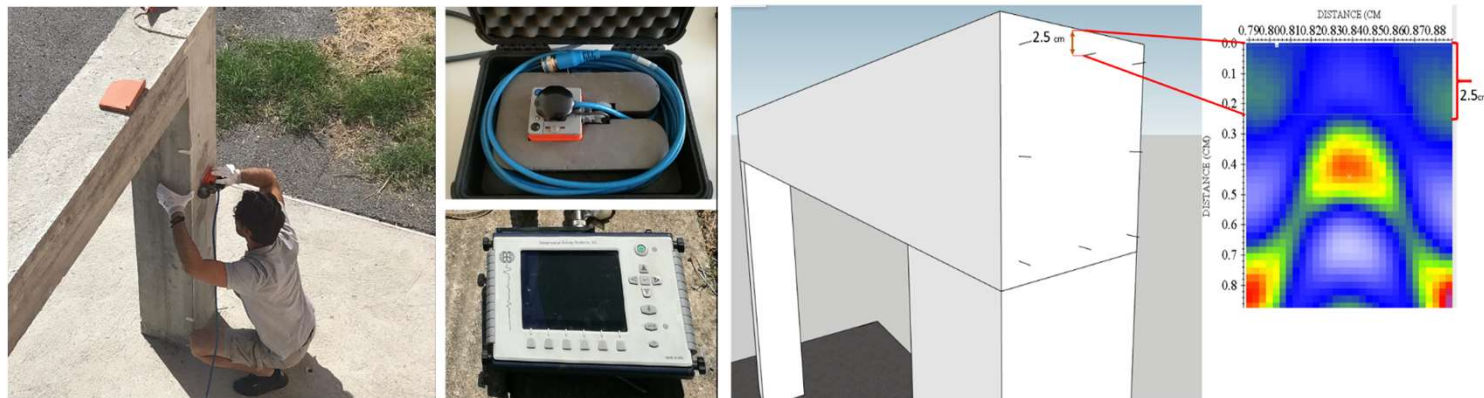
Viadotto Monticello



Applicazione di tecniche geofisiche non invasive per lo studio del degrado di elementi strutturali

Applicazione di **metodi geoelettrici ed elettromagnetici** per lo studio del **degrado** di elementi strutturali del ponte.

Test di laboratorio effettuati su una struttura edile costruita presso il laboratorio Hydrogeosite del CNR.

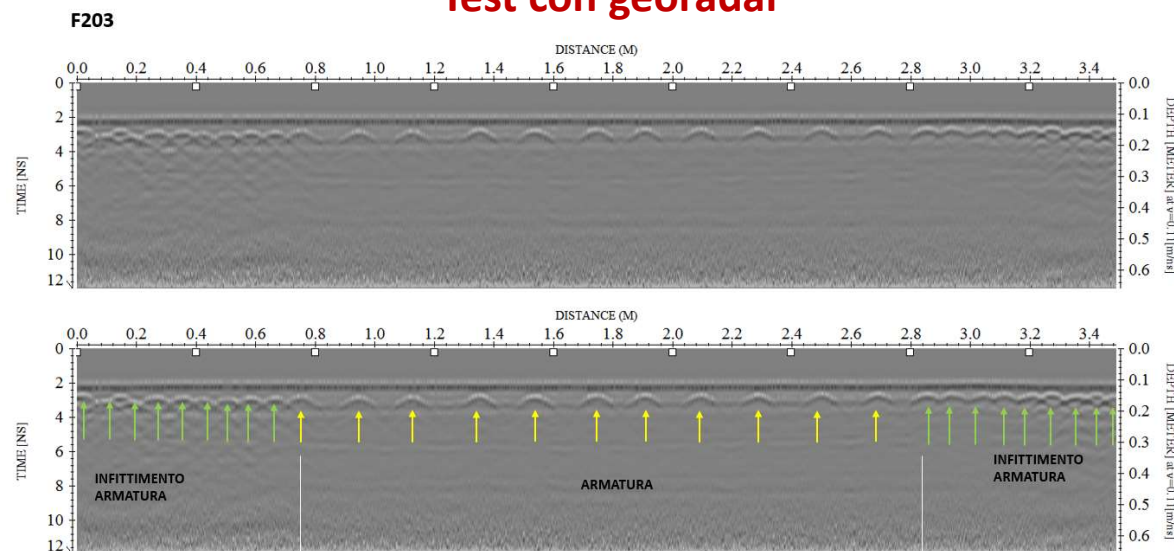


Sito di indagine individuato in accordo con ANAS

Viadotto Moliano



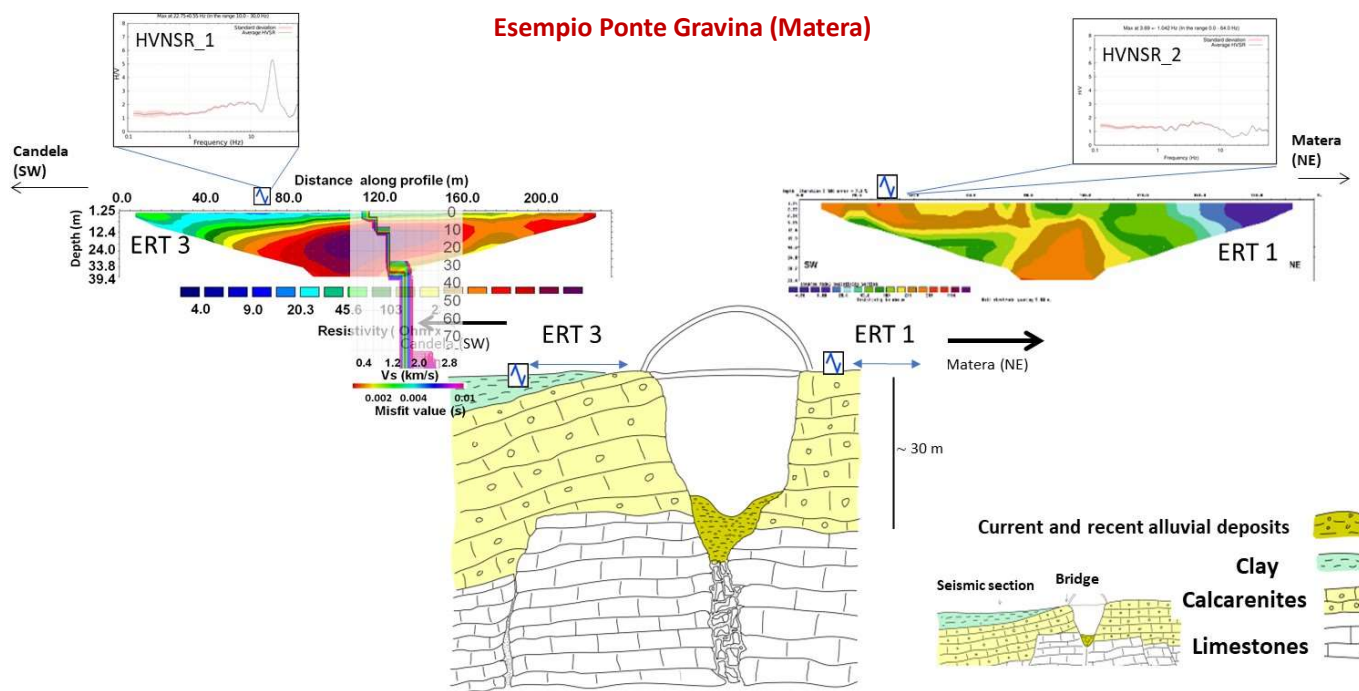
Test con georadar



Caratterizzazione del contesto geologico dell'area di pertinenza della infrastruttura viaria

Caratterizzazione strutturale, lito-stratigrafica, geomeccanica ed elettrica del contesto geologico nell'area di pertinenza della infrastruttura viaria mediante l'applicazione di metodi sismici, geoelettrici ed elettromagnetici.
 Valutazione dell'interazione terreno di fondazione – infrastruttura.

Area di pertinenza del viadotto Monticello



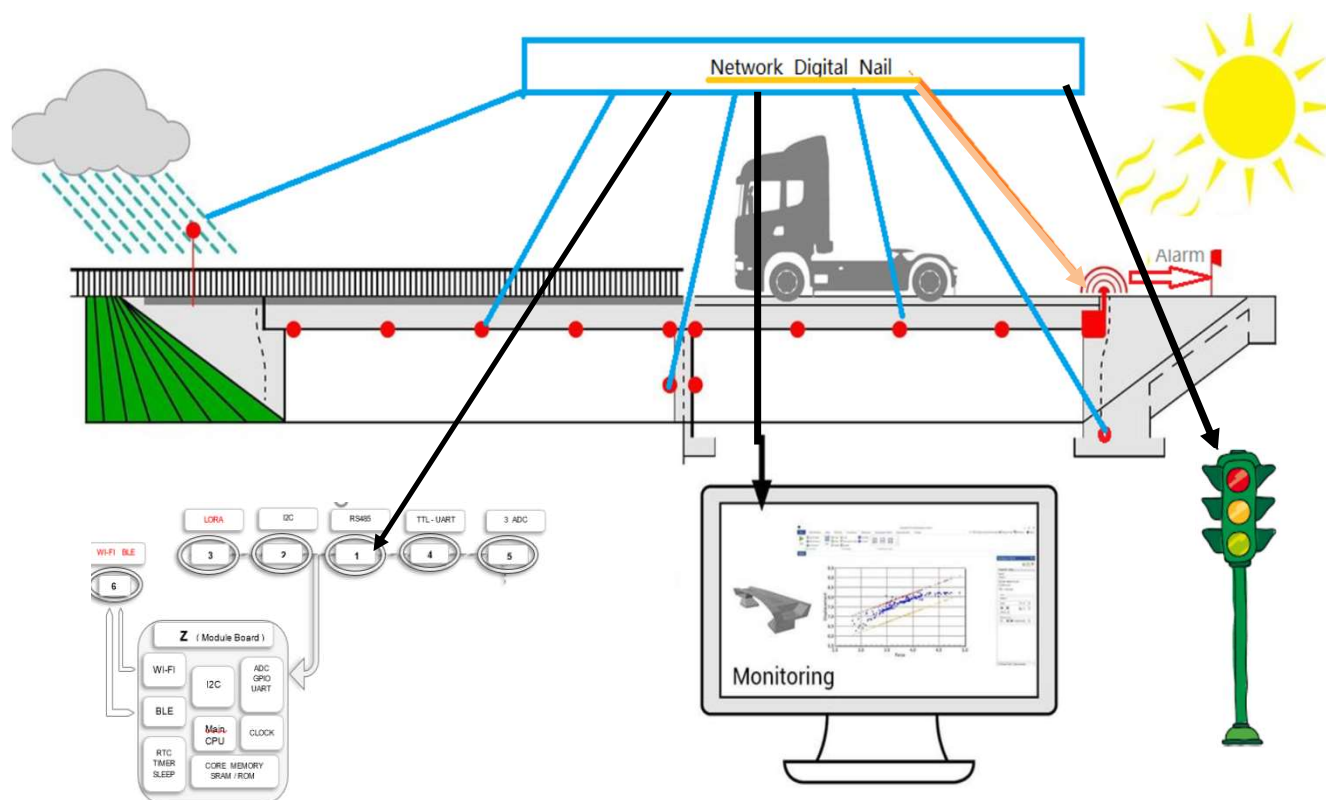
Possibile applicazione del Network Digital Nail per ponti

Sviluppo di un sistema di indagini multi-sensore basato su tecniche di monitoring in-situ utilizzando sistemi **Smart Object** e progettazione di un **Edge-Computer** customer con proprietà di **gateway e controller**.

- Componente **controller**: attivazione di un sistema di telecomunicazione capace di inglobare segnali bluetooth (BLE), wi-fi e LoRa.

- Componente **Edge**: sviluppo di algoritmi di machine learning su microcomputer a 32 bit che consentono di operare in situ, con opportuni **algoritmi di deep-learning**, un pre-processing dei dati acquisiti dai sensori IoT.

Questa soluzione permetterà di realizzare un sistema di sensor data ingestion integrando i dati provenienti dai diversi sensori.



Danneggiamento infrastrutture strategiche

ATTIVITA' SVOLTE

Rilievo multi-temporale **del danno** da remoto ed analisi archivi storici (Google Street View) dello stato di danneggiamento delle **infrastrutture** (strade e ponti) esposte a rischio **frana a cinematica lenta**.



Street View



ATTIVITA' FUTURE

Rilievi in situ mediante la compilazione di schede di danneggiamento predisposte ad-hoc e contestuale **classificazione dei livelli di severità del danno** registrati. Elaborazione e interpretazione dei risultati ai fini dell'analisi del rischio.



Classificazione dei livelli di severità del danno



Elaborazione ed interpretazione

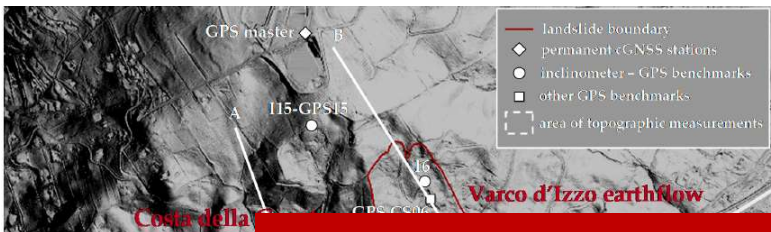


Data Processing



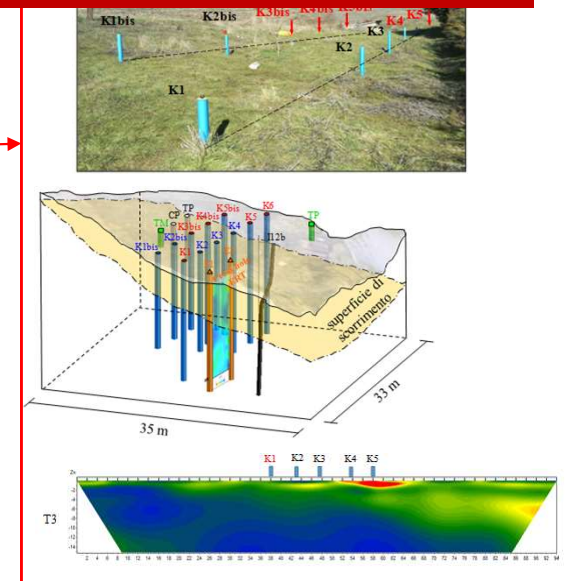
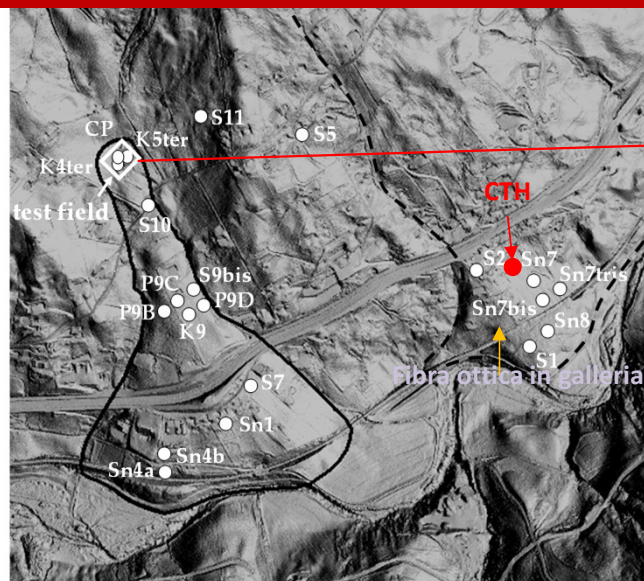
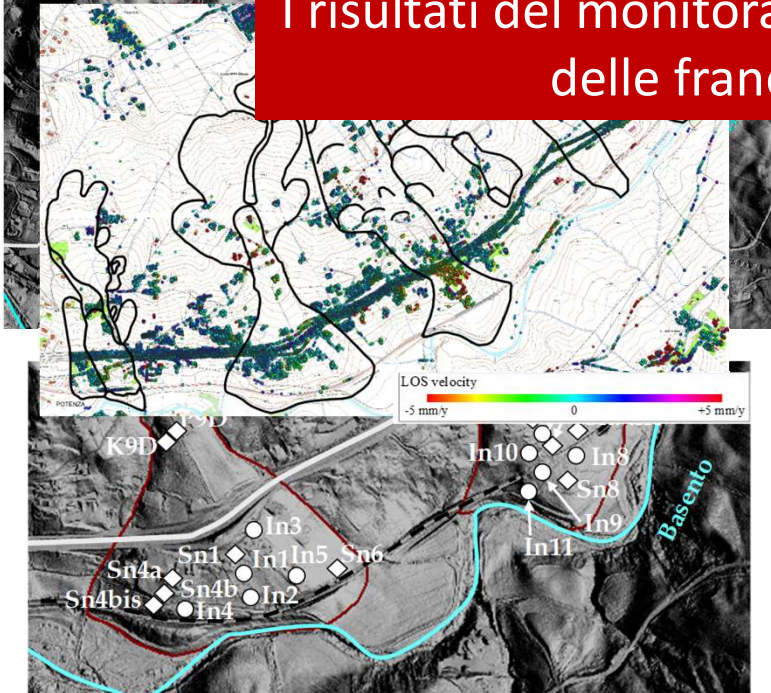
Monitoraggio geotecnico del versante di Costa della Gaveta, Potenza est

Spostamenti superficiali e profondi (inclinometri, antenne GPS, colonnine topografiche, dati satellitari)

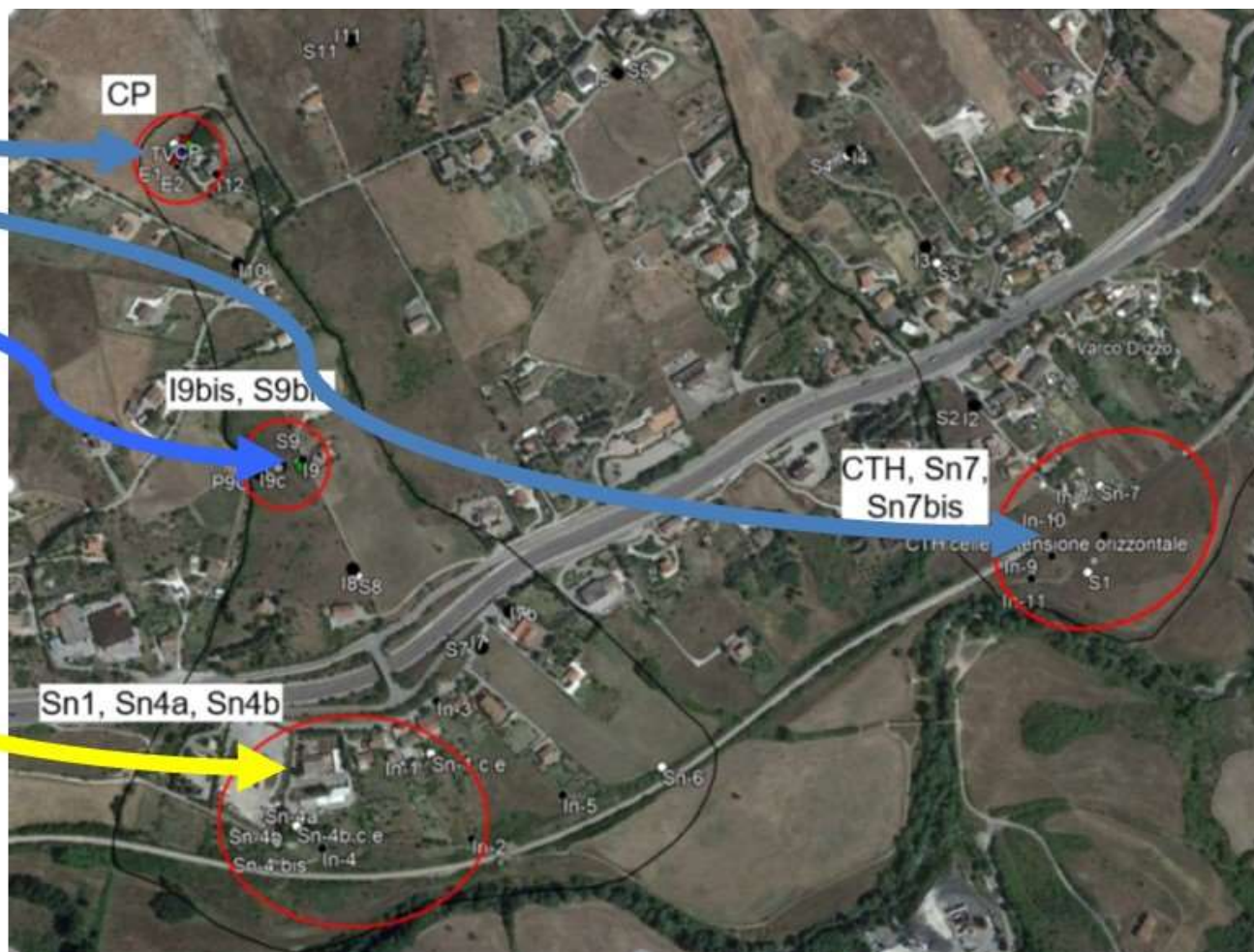
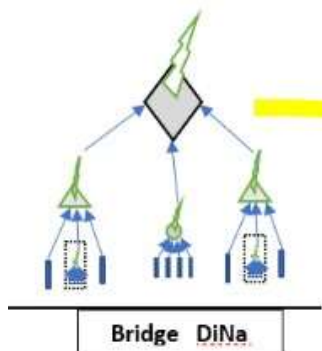
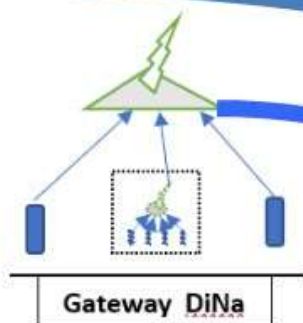
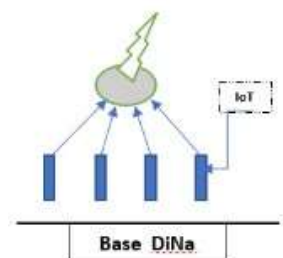


Vassallo et al., 2021

I risultati del monitoraggio concorrono alla comprensione del comportamento delle frane e alla formulazione di ipotesi di intervento



Possibile applicazione del Network Digital Nail per frane



Obiettivi: monitoraggio in sito delle **variabili idrologiche** nei primi due metri del pendio, al di sopra del livello di falda, per lo studio dell'**interazione sottosuolo-atmosfera** e i relativi **effetti** sulla **cinematica** del fenomeno franoso

Metodologia: Sviluppo di *sensori innovativi* per lo studio dell'interazione sottosuolo-atmosfera.

Tensio –inclinometro:

Sensore costituito da un tensiometro commerciale e un accelerometro triassiale, fornisce la misura della suzione di matrice nella zona al di sopra il livello di falda e il gradiente di spostamento in direzione parallela al pendio. E' stato sviluppato dal Dipartimento di Ingegneria Civile Edile Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II, in collaborazione con la società IVM (Innovative Vibration Monitoring).



BOX METALLICO

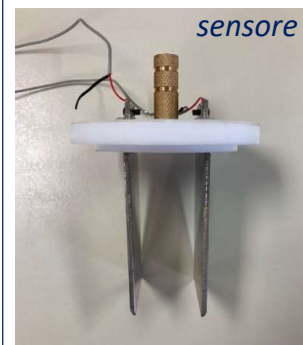
- Accelerometro
- Acquisitore
- Archiviatore
- Trasmissione wireless
- Sistema di alimentazione ad alte prestazioni



Tensioinclinometro

Sistema impedenziometrico:

Per la misura del contenuto d'acqua nella zona al di sopra il livello di falda_è attualmente in fase di valutazione la prestazione di un sistema impedenziometrico che consente di associare l'impedenza di un circuito elettrico inserito nel sensore, al valore di contenuto d'acqua del terreno in cui è installato. La tecnica di misura consiste nella spettroscopia di impedenza, in particolare, è misurata un'impedenza complessa $Z(\omega)$, che rappresenta la forza di opposizione del mezzo al passaggio di una corrente elettrica alternata e dipende dalla frequenza, ω .



sensore



circuito convertitore di impedenza costituenti il dispositivo di misura



Monitoraggio in sito e in laboratorio

Piattaforma di monitoraggio per il sito

Campo prove sul versante in frana di Pisciole – Melfi, finalizzato a modellare l'interazione terreno-vegetazione-atmosfera e quantificare l'efficacia di interventi di mitigazione del rischio da frana basati su vegetazione selezionata a radicazione profonda. Risultati attesi di valenza generale, estrapolabili ad altre aree montane della Basilicata.



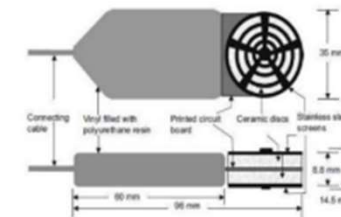
- **Radiazione netta**
- **Temperatura**
- **Umidità relativa**
- **Vento**
- **Pioggia**

Modellazione fisica di laboratorio

Realizzazione di modello fisico di terreno strumentato con sensoristica finalizzata ad ottimizzazione di algoritmi di allerta per innesco di fenomeni d'instabilità.



Monitoraggio della



Sonda per il monitoraggio



Sonda capacitiva per

SI STA EFFETTUANDO UPGRADE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO IN SITU, CON PASSAGGIO AD ACQUISIZIONE IN CONTINUO ED IN REMOTO. USO DI STRUMENTAZIONE CONSOLIDATA PER DEDURRE LEGGI FISICHE ATTENDIBILI.

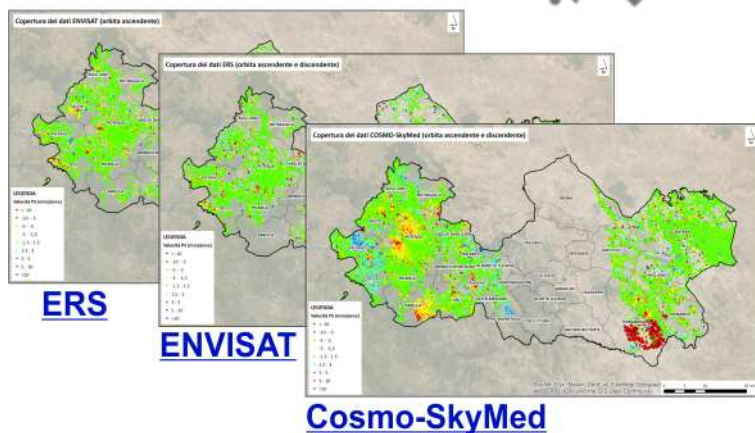
LA MODELLAZIONE FISICA DI LABORATORIO E' INVECE PENSATA PER TESTARE SISTEMI DI ACQUISIZIONE INNOVATIVI, CON CONDIZIONI AL CONTORNO PIU' SEMPLICI.

SISTEMI DI MONITORAGGIO DA TELERILEVAMENTO

Interferometria SAR da satellite per il monitoraggio di aree in frana e di infrastrutture strategiche

ATTIVITA' SVOLTE

I dati interferometrici di archivio disponibili dal Piano Straordinario di Telerilevamento sono stati post-processati, analizzati e contestualizzati in termini di distribuzione e copertura sulle frane a cinematica lenta consentendo l'individuazione dei corpi di frana in movimento.



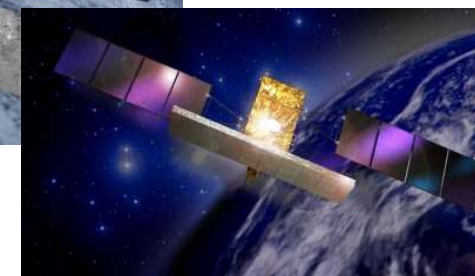
ATTIVITA' FUTURE

I dati interferometrici aggiornati all'attualità, derivanti dall'elaborazione delle immagini ad alta (Sentinel-1) ed altissima (COSMO-SkyMed) risoluzione, saranno impiegati per il monitoraggio degli spostamenti di infrastrutture strategiche e integrati con i dati di danno per la valutazione della loro vulnerabilità.



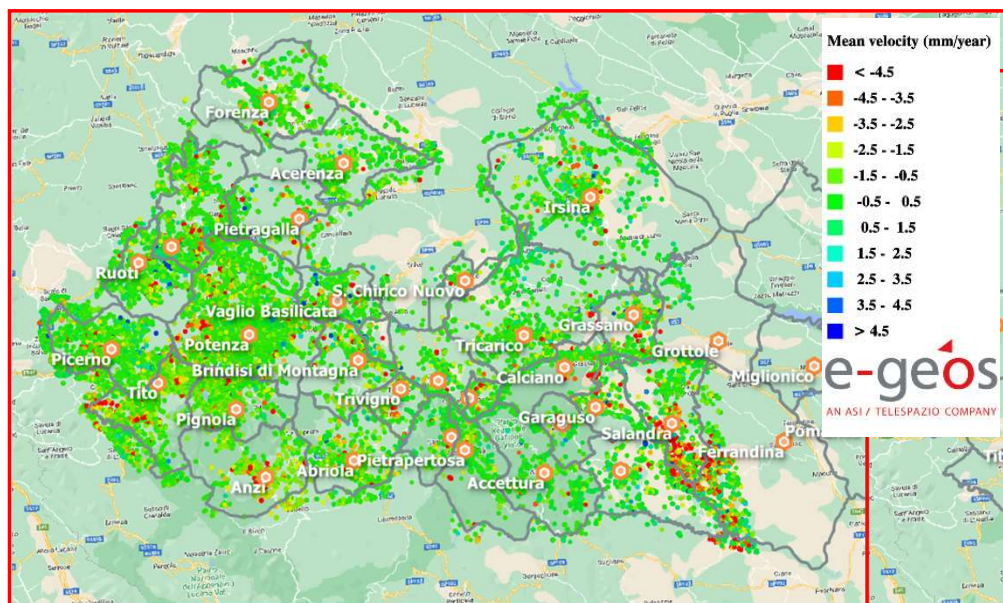
[Cosmo-SkyMed](#)

[Sentinel-1](#)



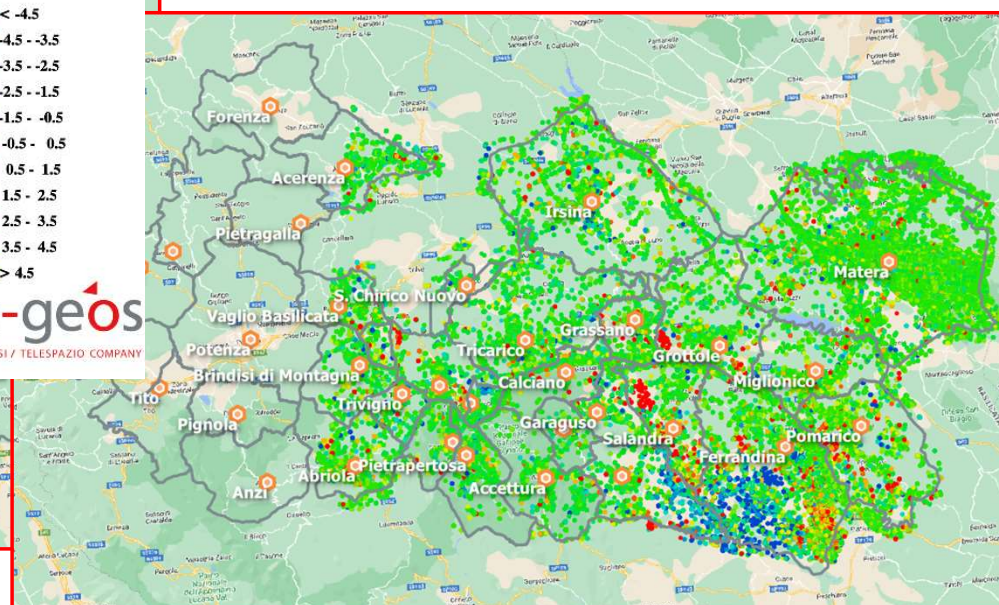
Interferometria SAR da satellite: analisi preliminari con dati Sentinel-1

- Sull'area di interesse del progetto MITIGO sono state effettuate le prime misure di deformazione del terreno con dati Sentinel-1 in geometria ascendente e discendente. I risultati ottenuti sono preliminari e relativi ad una porzione dell'intera area di studio.
- I primi risultati evidenziano la presenza di diverse aree franose, più o meno estese, con componenti principali di spostamento nella direzione di pendenza di versanti.
- Le immagini sotto riportano le velocità medie misurate nel periodo gennaio 2015 – dicembre 2020 con dati S1



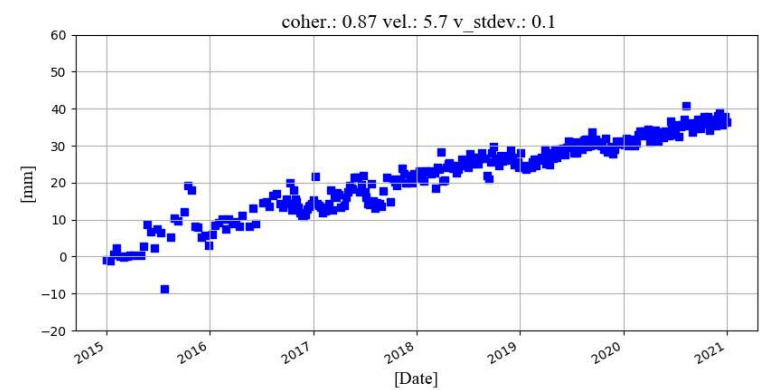
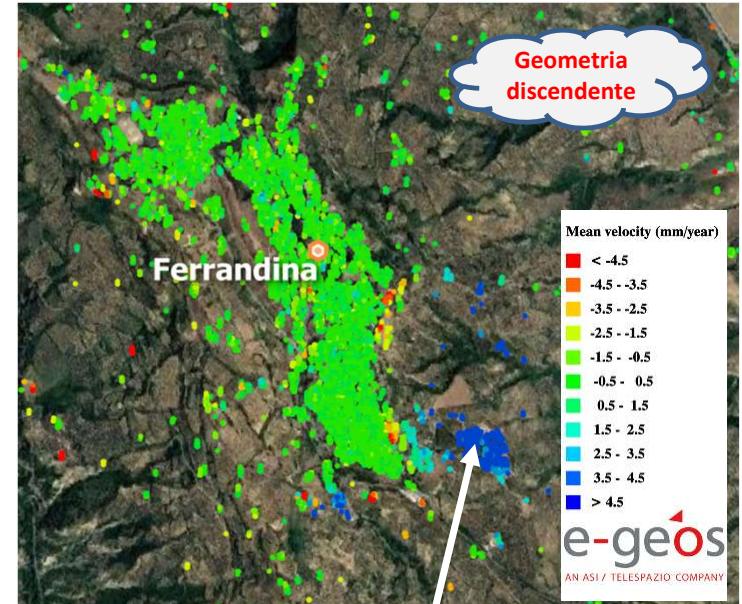
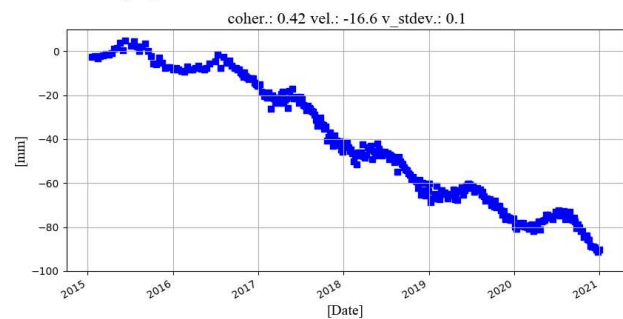
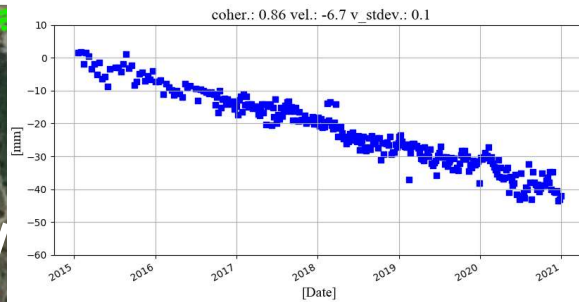
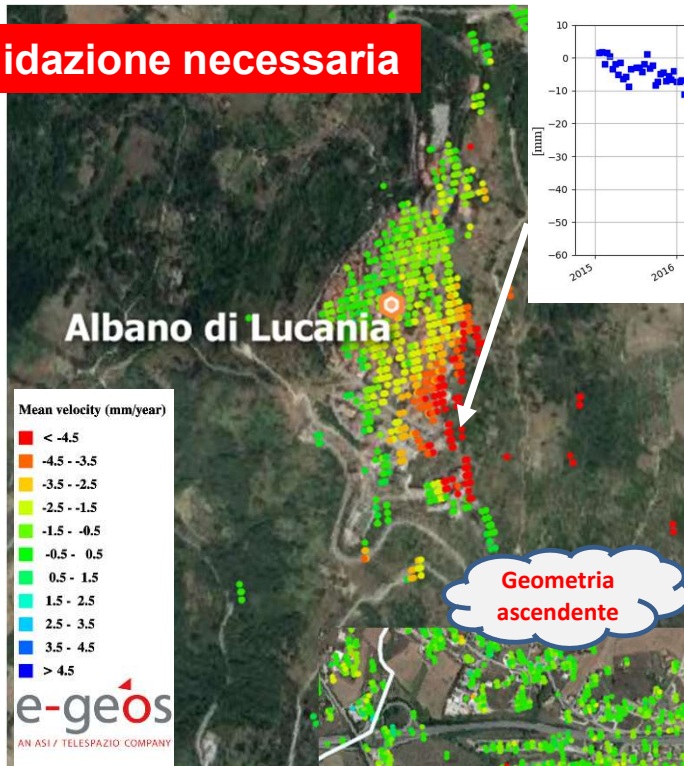
Sentinel-1: geometria ascendente

Sentinel-1: geometria discendente



Interferometria SAR da satellite: analisi preliminari con dati Sentinel-1

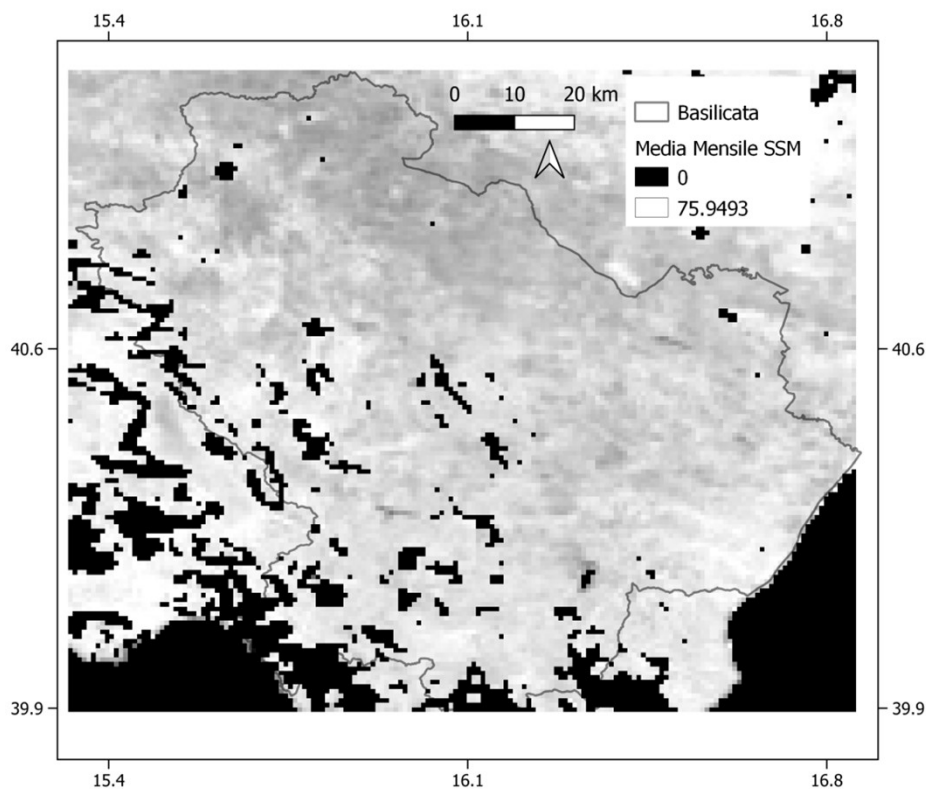
Validazione necessaria



Indici multi-spettrali di umidità dei suoli da dati satellitari

Applicazione alla scala regionale:

Aggregazione di dati a differenti scale temporali e relativa analisi multi-temporale per la caratterizzazione della variabilità e la ricerca di eventi estremi

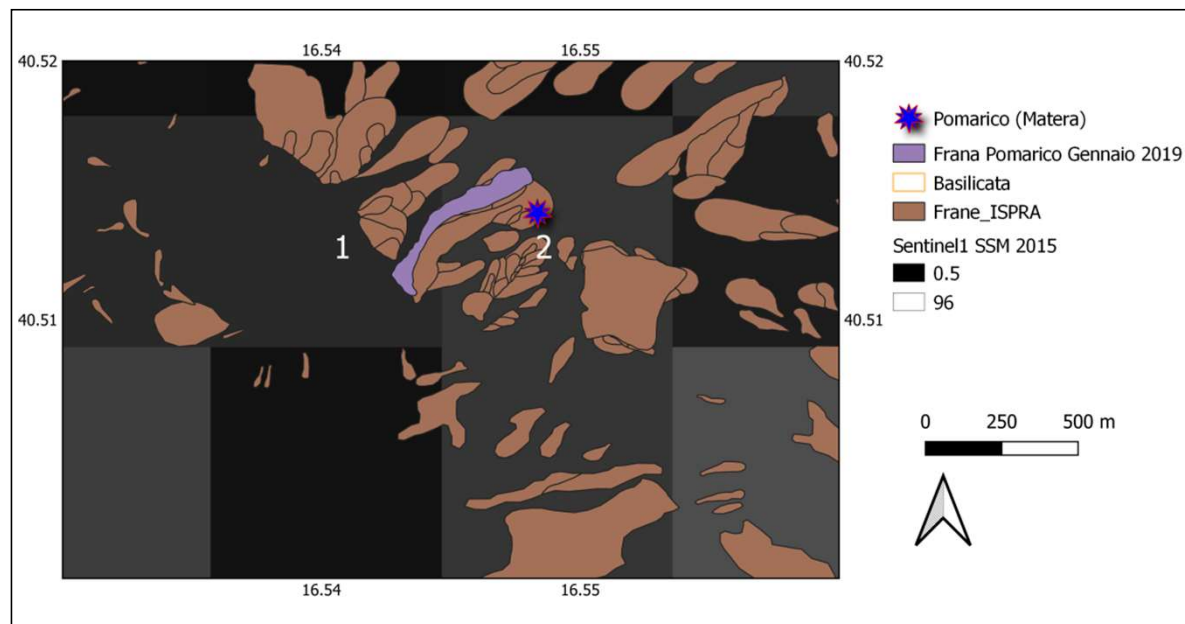


Copernicus Surface Soil Moisture (SSM)

Generato a partire dalle misure nelle **microonde del SAR** a bordo dei satelliti **Sentinel 1** (1A - novembre 2014, 1B – ottobre 2016)

Applicazione alla scala locale:

Monitoraggio nel tempo della variabilità della SSM in specifiche aree test della regione



Sistemi UAV per monitoraggio on-demand

L' impegno di Geocart è quello di acquisire e/o elaborare dati, per **fornire dati territoriali di alta qualità** di supporto ai partner del progetto.

Oltre alle **acquisizioni da piattaforma aviotrasportata** svolte nell'ambito dell'**OR2**, su particolari aree di interesse è prevista anche l'**acquisizione dati da UAV**.

In tali aree, già individuate, a valle di uno screening sulle soluzioni tecnologiche disponibili, il vettore individuato per l'esecuzione delle attività sarà un DJI Matrice 300 RTK.

Il drone sarà configurabile per l'utilizzo con 3 diversi payload, ovvero:

- Uno scanner lidar
- Una camera digitale
- Una camera termica

I sensori potranno essere orientati e configurati all'occorrenza.



Lidar Zenmuse L1



Camera Zenmuse P1



Termocamera H20t

Sistema integrato di rilevamento ed implementazione Terra-Spazio

Oggetto di studio – Modellazione di un'area a rischio di frana nell'ambito urbano di un comune ubicato nella valle del Bradano, con controllo multiparametrico di ultima generazione della sua evoluzione spazio-temporale.

Attività di ricerca e primi risultati

- Immagini telerilevate da Copernicus Sentinel 2, Cosmo Sky-Med, Google.
- Cartografia tematica e modello geologico-tecnico del versante.
- Messa a punto del sistema integrato di rilevamento ed implementazione Terra-Spazio.
- Attivazione dei sensori integrati di monitoraggio (Sensor Sinergy) e relative acquisizioni delle informazioni.
- Impianto di apparati digitali e di controllo a terra. Modellazione 3D dell'area e riprese iperspettrali.



Riprese iperspettrali a bassa quota del versante sud-est dell'area dissestata.

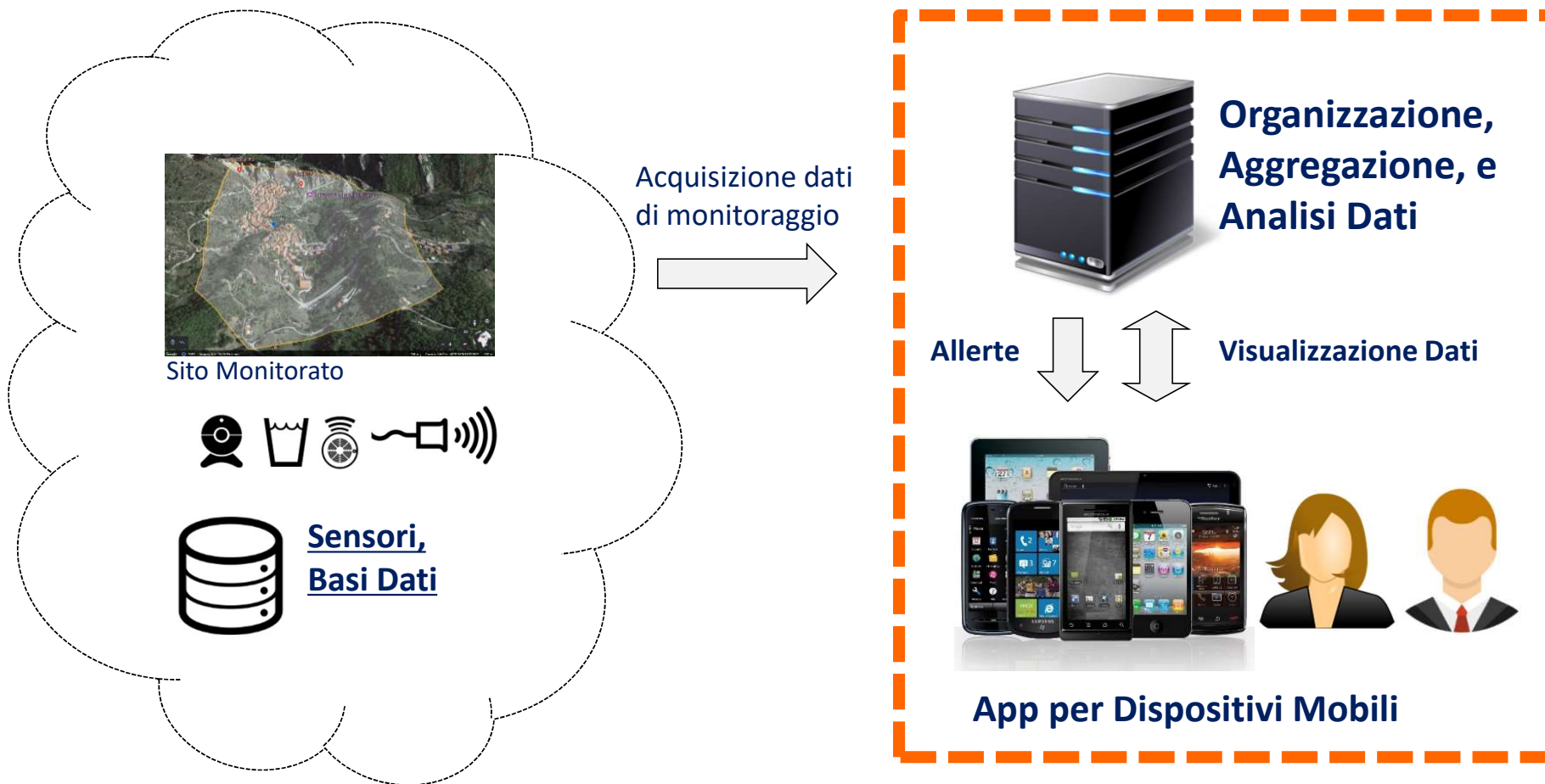


Modellazione geomorfologica 3D del versante analizzato

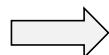
SVILUPPO DI PIATTAFORME INTEGRATE PER IL MONITORAGGIO E IL SUPPORTO ALLE DECISIONI

ATTIVITA' ELEDIA (UNITRENTO)

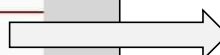
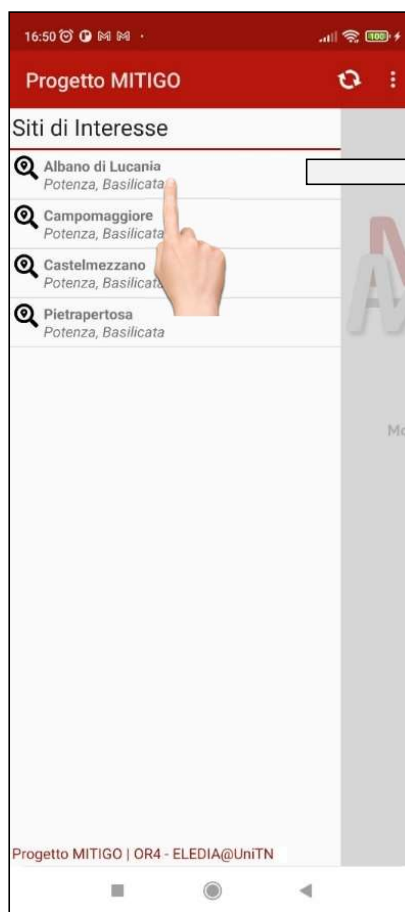
Architettura del Sistema di Monitoraggio per Dispositivi Mobili



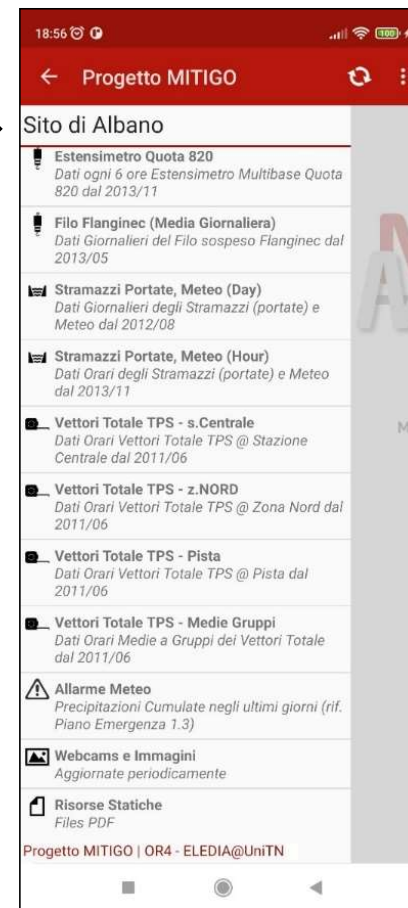
App di monitoraggio



1. Elenco dei Siti



2. Contenuti del Sito



CR: 1,2,5,7,8,9

Dati di ESEMPIO
per consentire lo
Sviluppo del Sistema
 (saranno sostituiti con le
 basi dati di MITIGO)

Tipo di Contenuti?



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Ministero dell'Università
e della Ricerca



PON
RICERCA
E INNOVAZIONE
2014 - 2020



PRESENTAZIONE DEL PROGETTO E DEI PRIMI RISULTATI

Convegno 4 – 5 Aprile 2022

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Aula Magna dell'Università della Basilicata
Via N. Sauro – 85100 Potenza