

## LA GEOLOGIA NEL MONDO DEL LAVORO

*ITALFERR S.p.A.*

Il ruolo del geologo nella progettazione ferroviaria



*Francesco Perotti*

- 09:30 – 09:45 Geol. **Francesco Perotti** – *Introduzione al seminario – breve descrizione di Italferr*
- 09:45 – 10:05 Geol. **Dario Alessi** – *Linee ferroviarie – Fenomeni di dissesto idrogeologico*
- 10:05 – 10:25 Geol. **Federica Bardi** – *L'impiego dell'interferometria radar per lo studio di fenomeni di dissesto idrogeologico*
- 10:25 – 10:45 Geol. **Francesca Bernassola** – *Il contributo del Geologo nello studio delle interferenze tra opere ferroviarie e i siti inquinati*
- 10:45 – 11:05 Geol. **Corrado Leone** – *Monitoraggio ambientale delle grandi opere ferroviarie*
- 11:05 – 11:10 Pausa caffè
- 11:10 – 11:30 Dott. **Angelo Amoroso** – *Geologia e Archeologia nella progettazione delle grandi infrastrutture. Un connubio necessario*
- 11:30 – 11:50 Geol. **Francesca Quattrocchi** – *Il modello geologico nella progettazione ferroviaria*
- 11:50 – 12:10 Geol. **Francesco Paolo** – *La gestione delle terre e rocce da scavo e la progettazione ambientale dei cantieri*
- 12:10 – 12:30 Geol. **Daniele Bensaadi** - *Oltre l'ordinario: la Geologia a supporto dei modelli decisionali delle Grandi Opere*

Francesco Perotti  
[f.perotti@italferr.it](mailto:f.perotti@italferr.it)





# LA GEOLOGIA NEL MONDO DEL LAVORO

*ITALFERR S.p.A.*

## Il ruolo del geologo nella progettazione ferroviaria

10 maggio 2024



# Geol. Dario Alessi

## Linee ferroviaria – fenomeni di dissesto idrogeologico

### S.O. INGEGNERIA AMBIENTALE E DEL TERRITORIO



- Anna Rita Ferrari
- Roberto Pizzol
- Stefania Vagnozzi

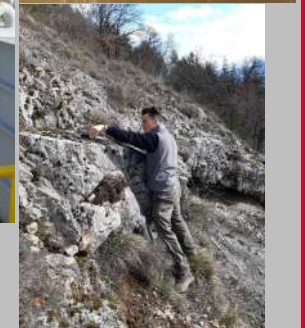


- Dario Alessi
- Federica Bardi
- Marco Bello
- Leonardo Bordo
- Andrea Cintioni
- Flavio Conato
- Elena Conigliaro
- Gemma Di Martino
- Nicla Di Stefano
- Federico Draetta
- Giorgia Ingegneri
- Verdiana Iorio
- Domenico De Sarno
- Alfredo Ascanelli





- 2013: **Laurea Magistrale in Geologia Applicata**
- 2013 - 2021: **Geologo applicato/ambientale**
- Dal Luglio 2021: **Geologo Ambientale presso ITALFERR**
- Dal Marzo 2023: **Geologo Applicato presso ITALFERR**



# IL DISSESTO IDROGEOLOGICO SECONDO NOI

valorizzazione territorio

rapporto col territorio

collaborazione

prevenzione

multidisciplinarietà

passione

curiosità

dedizione

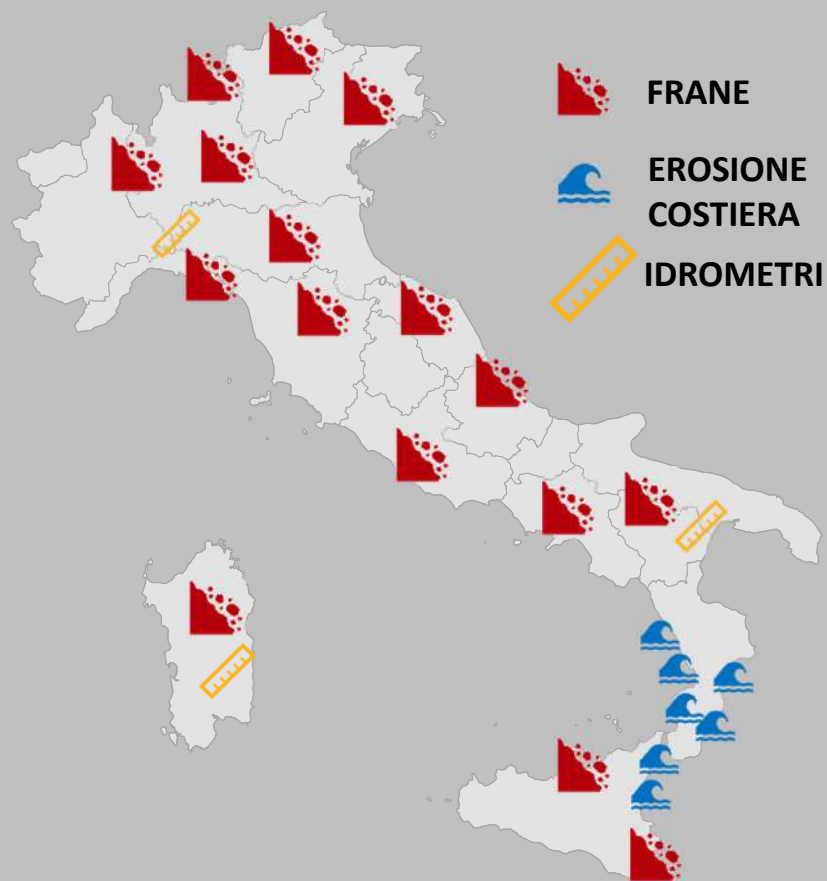
supporto

resilienza

sicurezza

competenze

# COSA ABBIAMO FATTO FINO AD ORA



# Esempio di progettazione anno 2023/2024

Linea ferroviaria Trento – Primolano

Tratta Povo - Pergine



10 Maggio 2024



DISSESTO

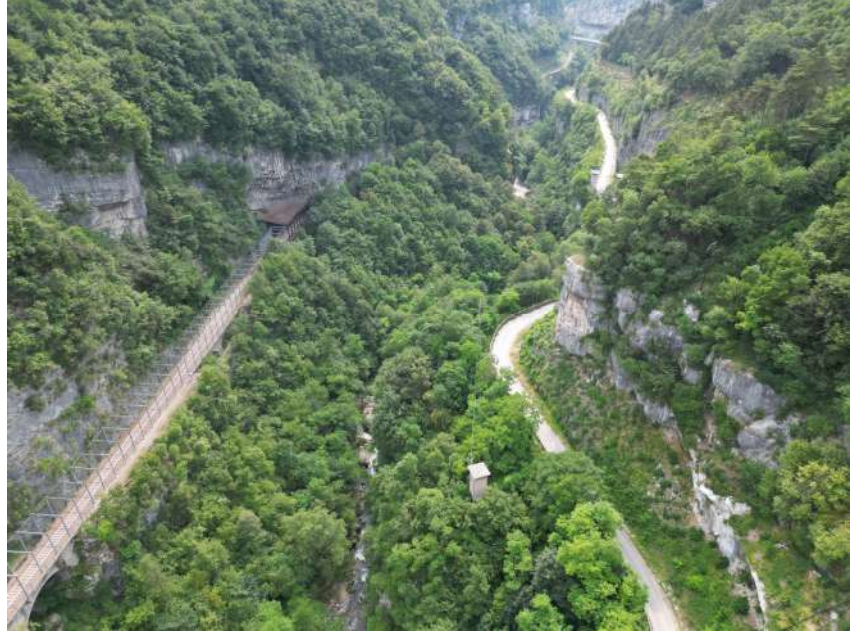
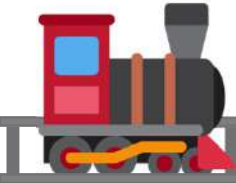
SOPRALLUOGHI

RILIEVI

AREE SORGENTI

SIMULAZIONI

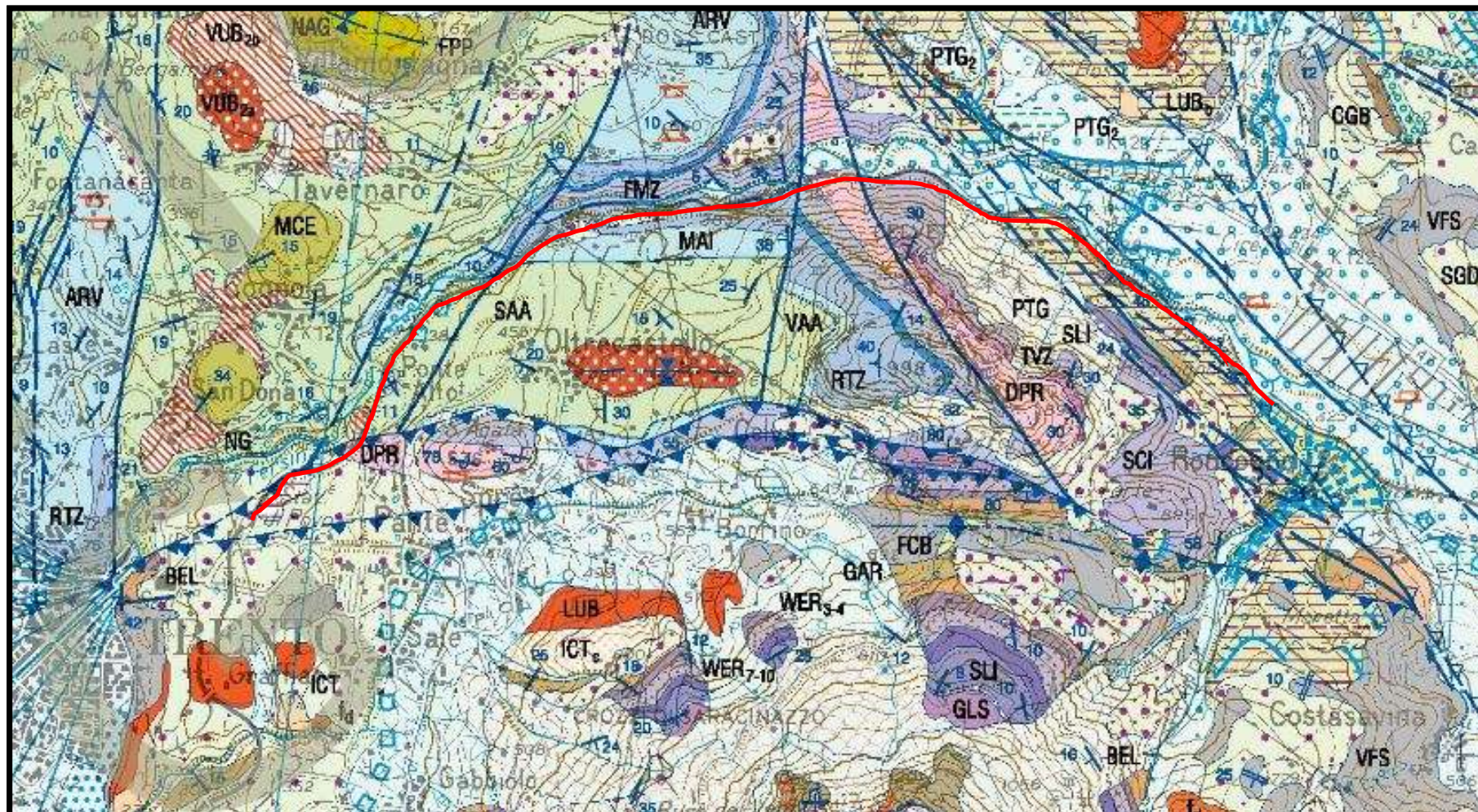
INDAGINI



10/05/2024

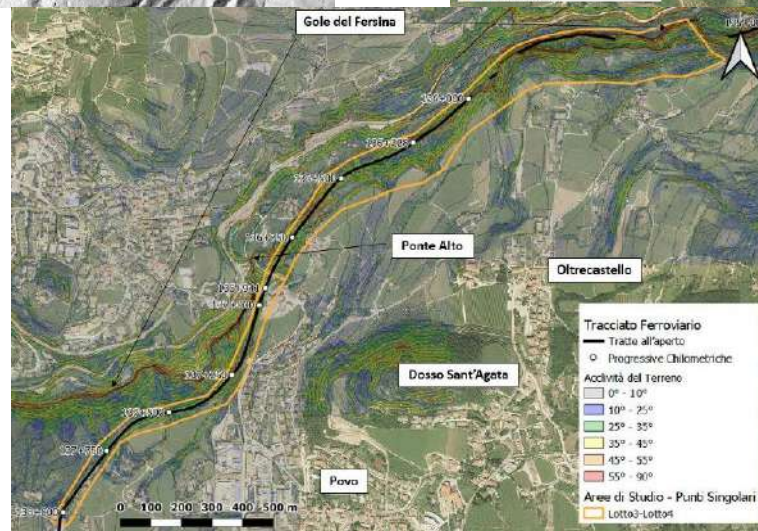
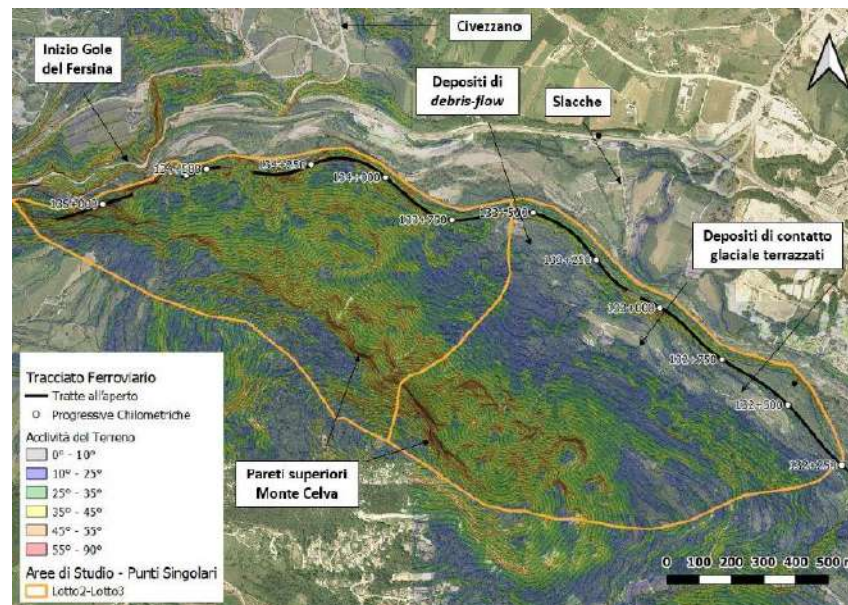
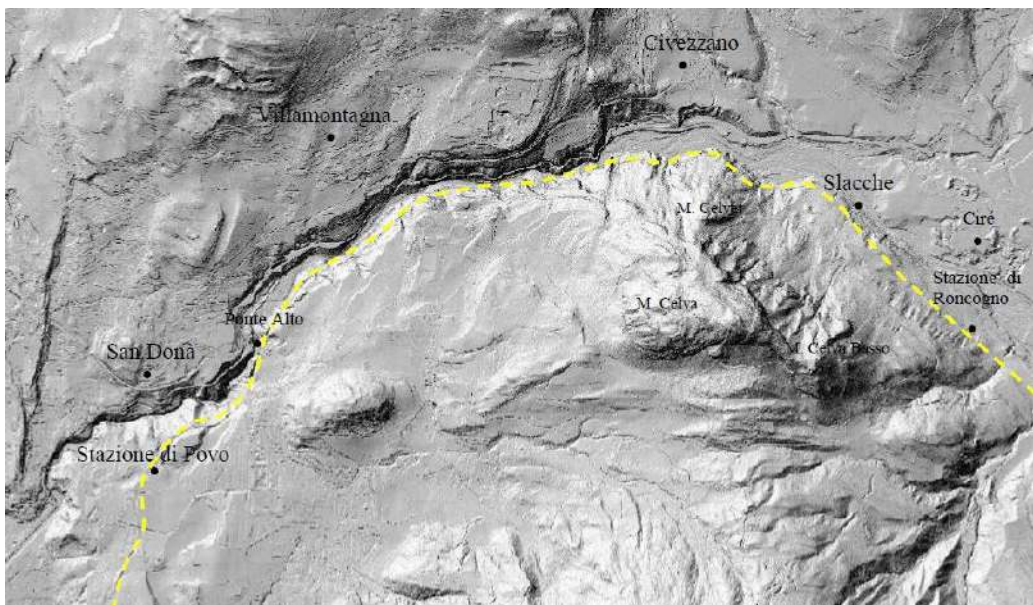


# STUDIO CARTOGRAFICO





# STUDIO GEOMORFOLOGICO





DISSESTO

SOPRALLUOGHI

RILIEVI

INDAGINI

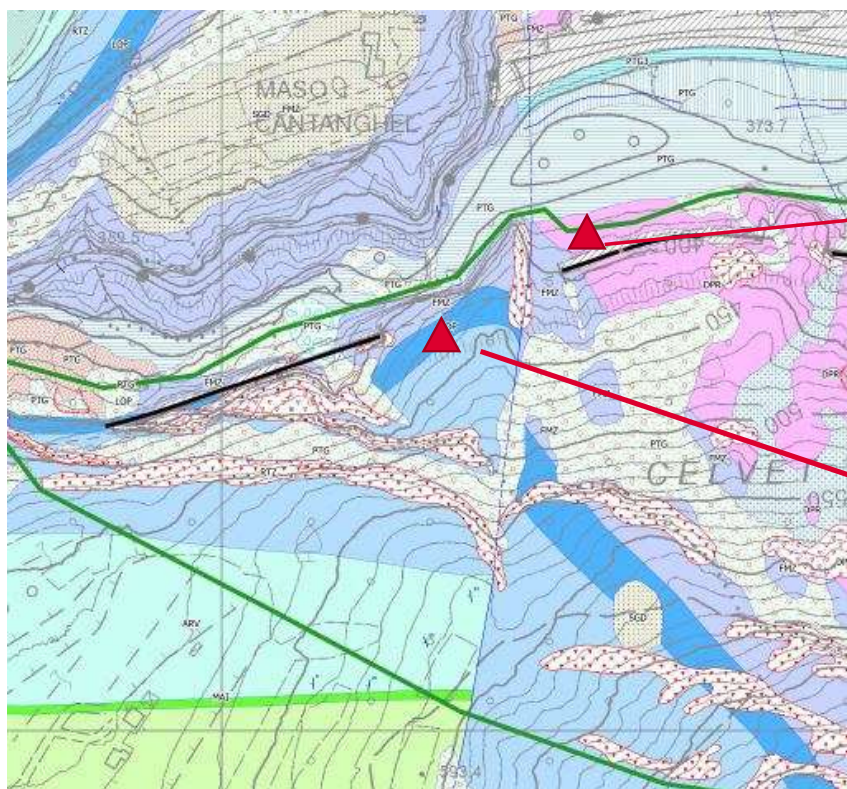
SIMULAZIONI

INDAGINI





# RILEVAMENTO GEOLOGICO



**Dolomia Principale (DPR)**



**Gruppo dei Calcari Grigi (CG)**





# RILIEVO GEOMECCANICO





DISSESTO

SOPRALLUOGHI

RILIEVI

AREE SORGENTI

SIMULAZIONI

INDAGINI



DISSESTO

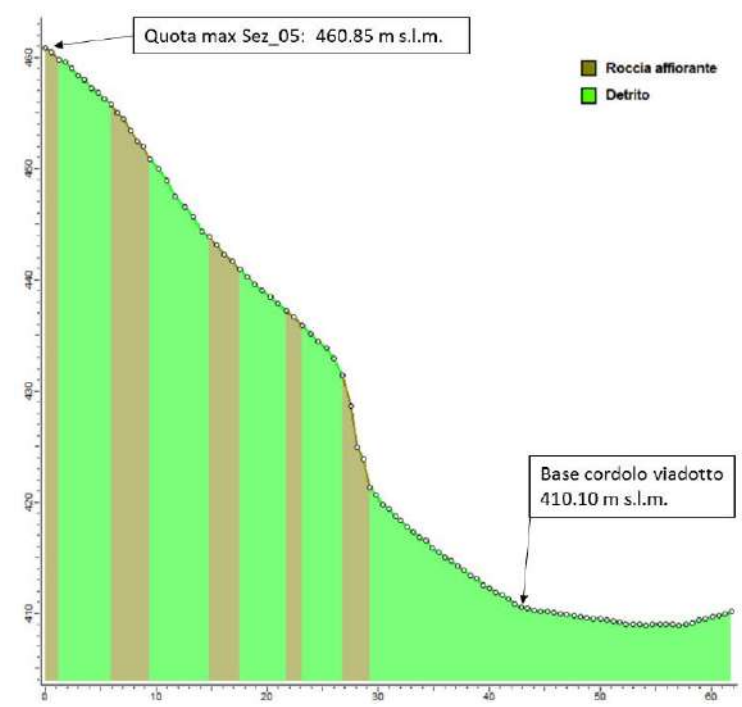
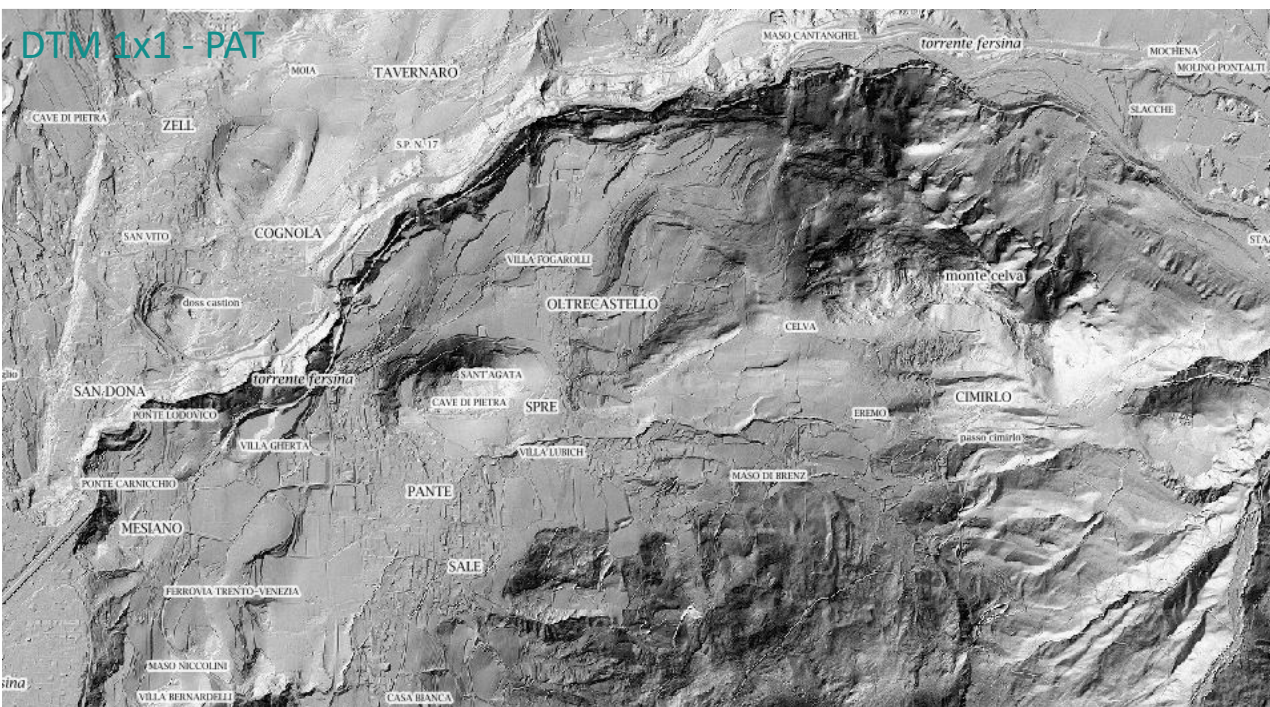
SOPRALLUOGHI

RILIEVI

AREE SORGENTI

SIMULAZIONI

INDAGINI





DISSESTO

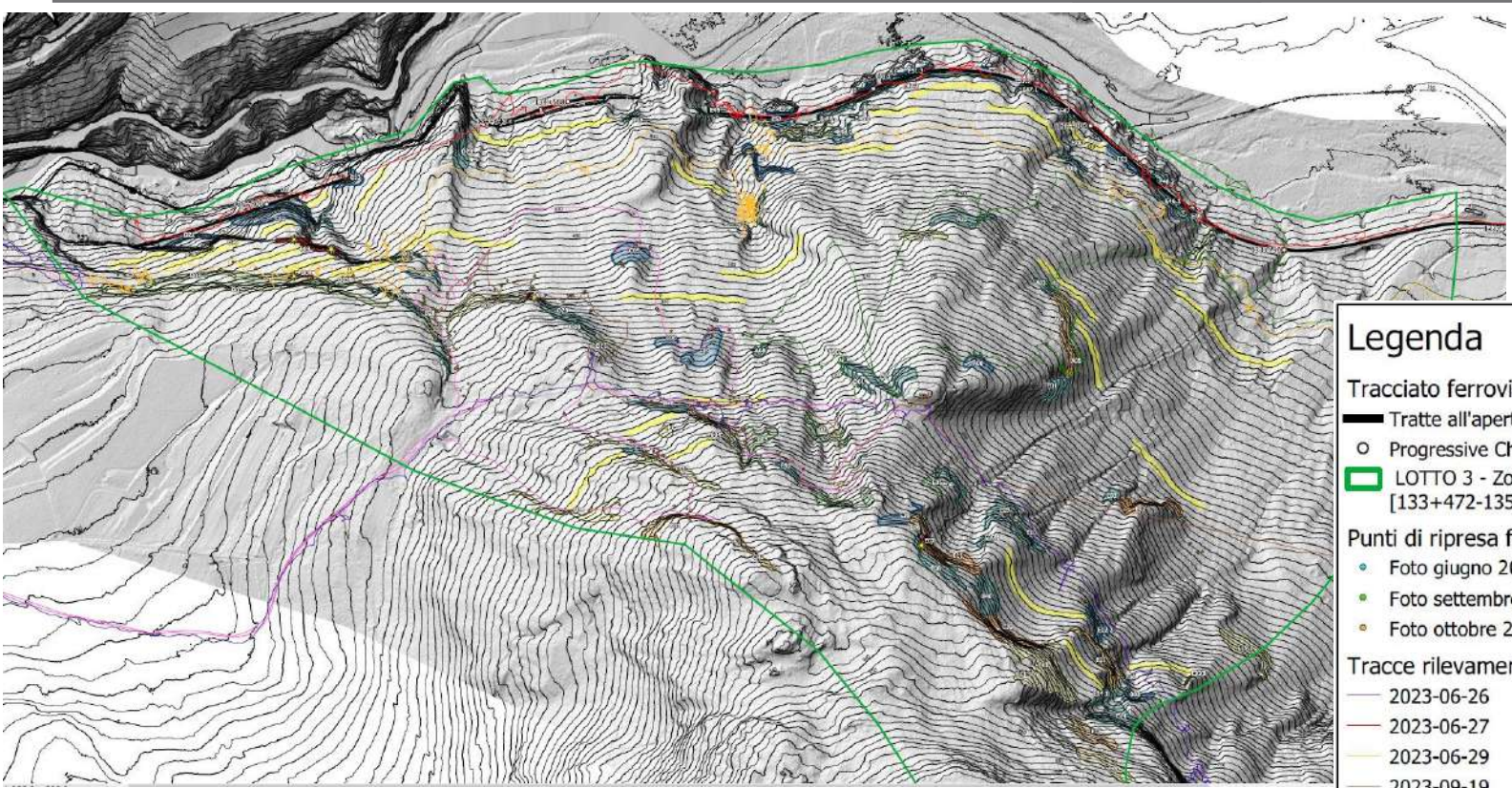
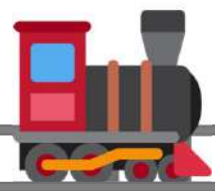
SOPRALLUOGHI

RILIEVI

AREE SORGENTI

SIMULAZIONI

INDAGINI



### Legenda

Tracciato ferroviario	— 2023-09-20	— 2023-10-18
Tratte all'aperto	—	—
Progressive Chilometriche	○	
LOTTO 3 - Zona "Celvet" [133+472-135+380]	□	
Punti di ripresa fotografici	•	
Foto giugno 2023	•	
Foto settembre 2023	•	
Foto ottobre 2023	•	
Tracce rilevamento	—	
2023-06-26	—	
2023-06-27	—	
2023-06-29	—	
2023-09-19	—	

<b>Aree di possibile distacco di blocchi</b>	■	< 0.2 m <sup>3</sup>
	■	0.2 - 0.5 m <sup>3</sup>
	■	0.5 - 0.8 m <sup>3</sup>
	■	0.8 - 1.2 m <sup>3</sup>
	■	1.2 - 2.0 m <sup>3</sup>
	■	2.0 - 4.0 m <sup>3</sup>
	■	5.0 - 7.0 m <sup>3</sup>
	■	> 7.0 m <sup>3</sup>

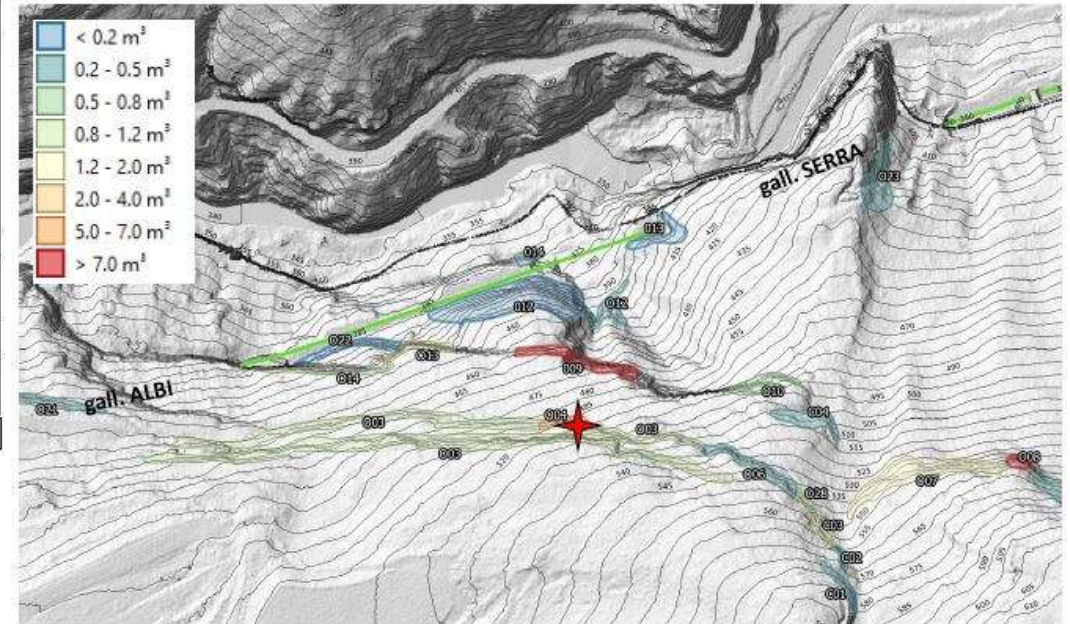
**Indicazioni preliminari circa interventi possibili**

- Aree potenzialmente idonee all'installazione di sistemi di protezione lineari
- ✱ Rafforzamenti e consolidamenti




**SCHEDA DESCRITTIVA AREA DI POTENZIALE DISTACCO DI BLOCCHI**

Linea	Trento-Primolano	Tratta	Povo-Pergine	Pk punto singolare	133+472-135+380
Codice area sorgente	O04	Vol. blocco unitario modale [m <sup>3</sup> ]	0,3-1	Possibilità di distacco	Breve-Medio termine
		Vol. blocco unitario massimo [m <sup>3</sup> ]	5	Grado di conoscenza	★★★★☆
		Vol. evento massimo atteso [m <sup>3</sup> ]	20 (1000)		
<b>Descrizione</b>					
Banchi calcarei massivi, lungo i cigli sono possibili distacchi. Sono inoltre presenti scudi rocciosi con sviluppo circa 15x20m isolati a tergo da fratture beanti con pareti distanziati di 1,5-2 m; la cavità è riempita di materiale terrigeno. Nel breve termine gli eventi massimi coinvolgono blocchi unitari di massimo 5 m <sup>3</sup> , ma nel caso di distacco multiplo posso essere raggiunte decine di m <sup>3</sup> . A lungo termine, qualora venisse meno la stabilità globale degli scudi l'evento può raggiungere 1000 m <sup>3</sup> .					
<b>Cinematica probabile</b>					
Ribaltamento, scivolamento planare					
<b>Possibili interventi</b>					
Barriere paramassi, localmente consolidamenti					
<b>Foto</b>					





DISSESTO

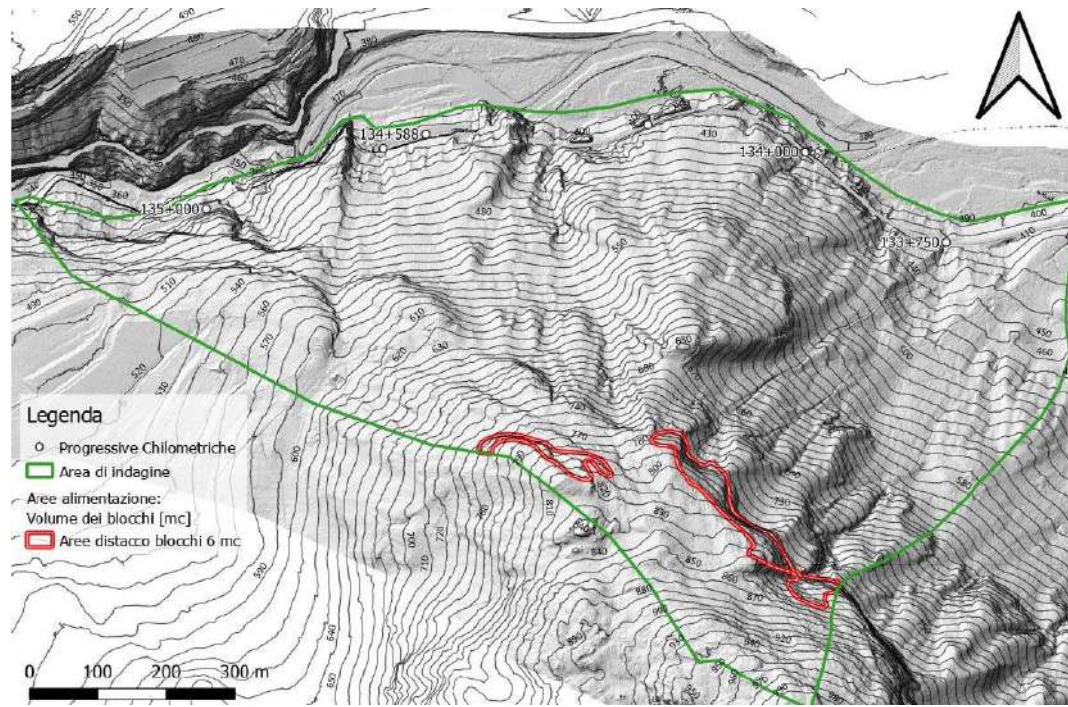
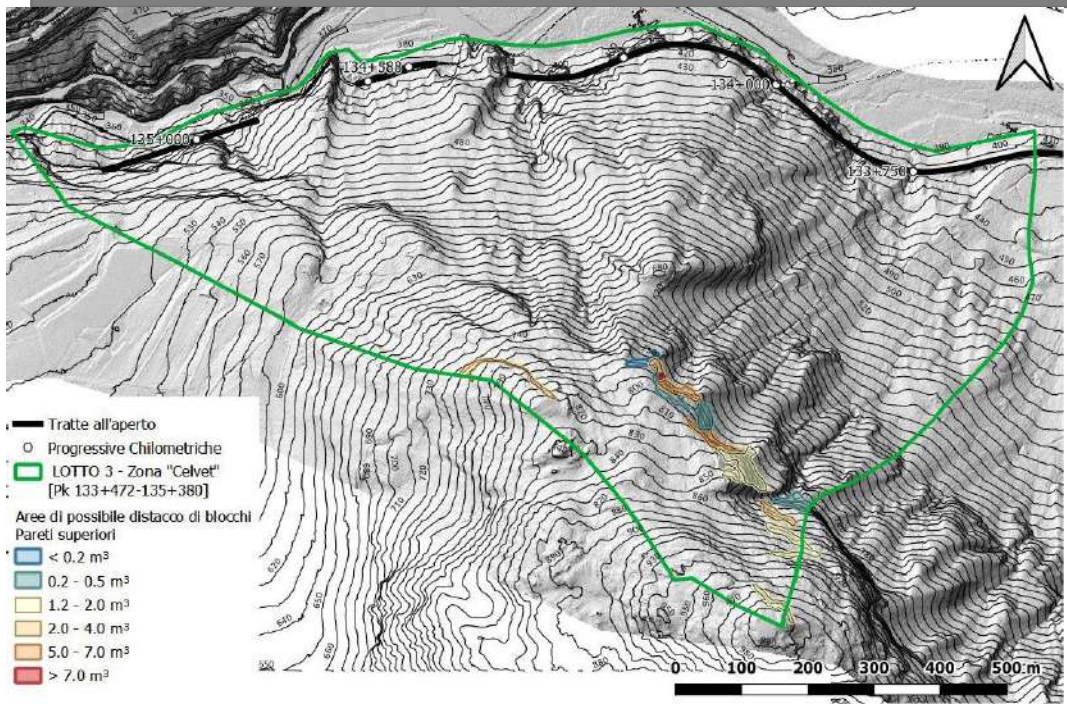
SOPRALLUOGHI

RILIEVI

AREE SORGENTI

**SIMULAZIONI**

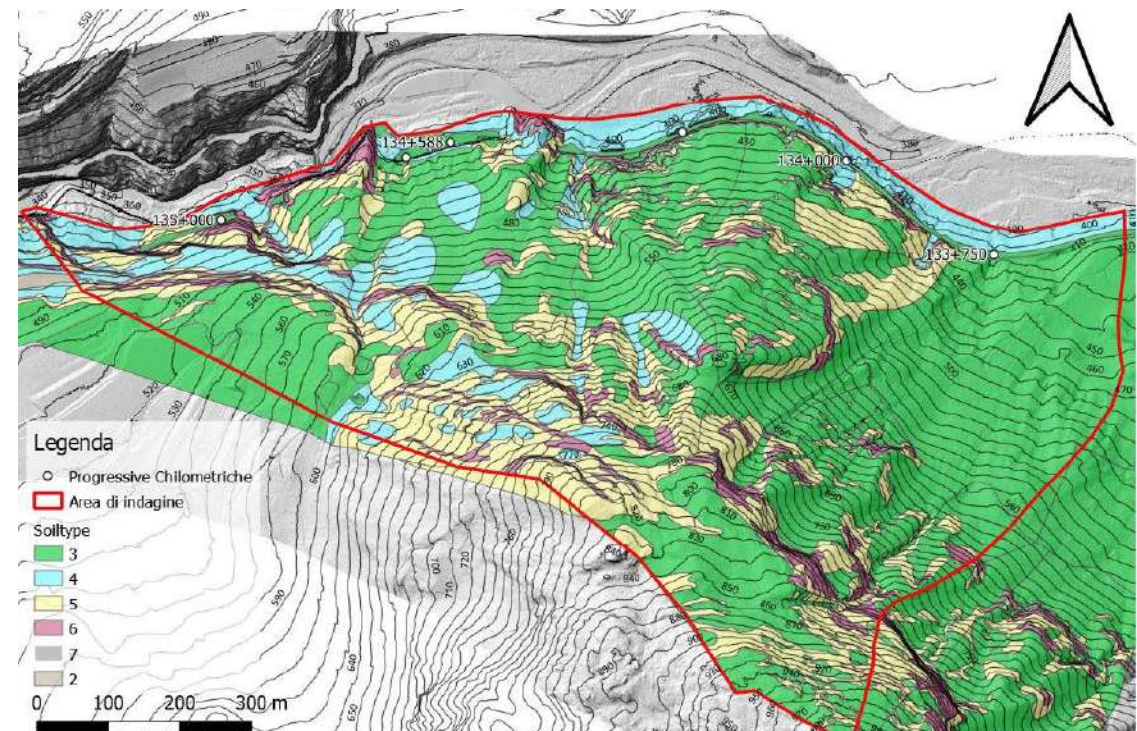
INDAGINI







- **Soiltype = 6:** Le aree esposte, con **roccia affiorante**, siano esse aree di distacco o meno, sono state parametrizzate come Substrato roccioso -  $R_n = 0.53$ .
- **Soiltype = 5:** Le aree con **roccia subaffiorante ricoperte da un sottile spessore di copertura** (<10cm) sono state parametrizzate come Substrato roccioso con materiale fine di degradazione meteorica -  $R_n = 0.43$ .
- **Soiltype = 4:** Le zone del pendio su cui giace **una copertura costituita da detrito di versante, vegetato e pedogenizzato, o meno, con diametro dei blocchi >10 cm** sono state parametrizzate con l'attributo -  $R_n = 0.38$ .
- **Soiltype = 3:** Le zone del pendio su cui giace una **copertura costituita da detrito di falda, vegetato e pedogenizzato, o meno, con diametro dei blocchi <10 cm** sono state parametrizzate con l'attributo -  $R_n = 0.33$ .





DISSESTO

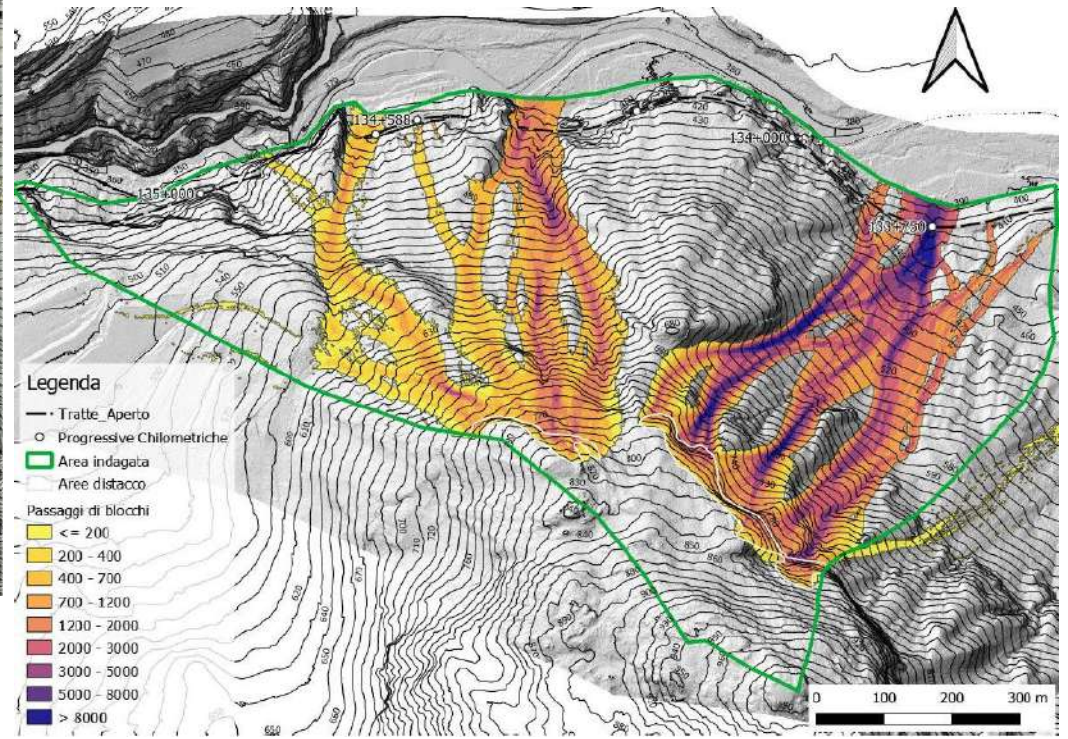
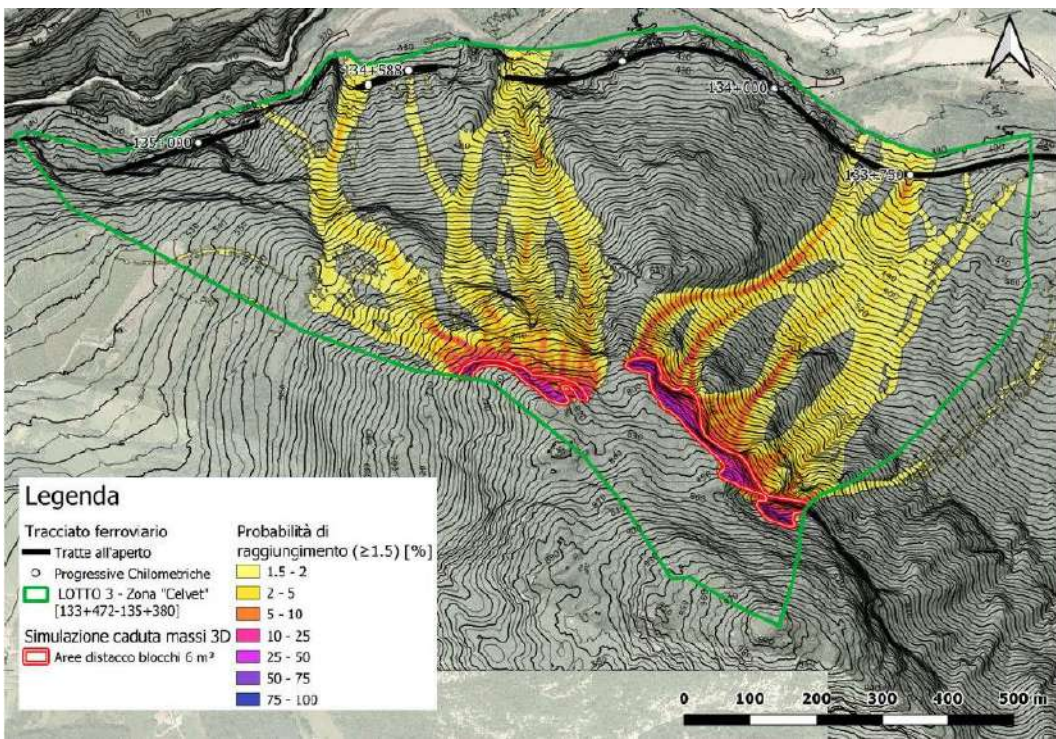
SOPRALLUOGHI

RILIEVI

AREE SORGENTI

**SIMULAZIONI**

INDAGINI





DISSESTO

SOPRALLUOGHI

RILIEVI

AREE SORGENTI

SIMULAZIONI

INDAGINI



# INTERVENTI DI PROTEZIONE DELLA SEDE FERROVIARIA DA FENOMENI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

- VALUTAZIONE SPEDITIVA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

$$R = P \times (V \times E) = P \times D$$

R = Rischio  
 P = Pericolosità  
 V = Vulnerabilità  
 E = Esposizione  
 D = Danno

- Valutazione qualitativa della **Pericolosità (P)**

Schede di sopralluogo per valutazione speditiva della Pericolosità	
Fattori Predisponenti	Fattori Innescanti
Pendenza	Precipitazioni
Litologia	Trasporto solido
Uso del suolo	Sismicità
Ecc.	Ecc.

- Valutazione qualitativa del **Danno** atteso.

# INTERVENTI DI PROTEZIONE DELLA SEDE FERROVIARIA DA FENOMENI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO



VALUTAZIONE DEL RISCHIO (R = PxD)

RISCHIO		DANNO			
		D4	D3	D2	D1
PERICOLOSITÀ	P4	Elevatissimo	Elevatissimo	Elevato	Medio
	P3	Elevatissimo	Elevato	Elevato	Medio
	P2	Elevato	Elevato	Medio	Basso
	P1	Medio	Medio	Basso	Basso



# INTERVENTI DI PROTEZIONE DELLA SEDE FERROVIARIA DA FENOMENI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

## VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA

Valutazione dei fattori predisponenti		
Fattore predisponente	Caratteristica	Note
Litologia substrato	Ammasso roccioso - Intensamente fratturato	<i>Calcari - tettonizzati</i>
Litologia coperture	Limo	<i>Copertura di tipo eluvio-colluviale</i>
Giacitura degli strati	Reggipoggio	<i>150°/30°</i>
Esposizione del versante	S-E	
Pendenza del versante	40-60	
Interferenza con la falda	SI	<i>Falda a 3,0 m dal pc</i>
Copertura vegetale	Sfavorevole	<i>Radici innestate nel corpo di frana - Arbusti</i>
Alterazione fisica	SI	<i>Crioclastismo</i>
Alterazione chimica	SI	<i>Carsismo</i>

Valutazione dei fattori innescanti		
Fattore innescante	Caratteristica	Note
Regime pluviometrico	Moderato	
Fenomeni erosivi	Intenso	<i>Erosione superficiale accelerata</i>
Sismicità	Zona 3 - Bassa	<i>a<sub>g</sub> = 0.08g - Terreno B - Topografia T2</i>
Attività antropica	SI	<i>Recente disboscamento del versante</i>

Pericolosità		
P4	Altissima	Frane attive da estremamente rapide a rapide, con elevati volumi coinvolti.
P3	Alta	Frane attive o con indizi di riattivazione, rapide o molto rapide, con discrete quantità di volumi coinvolti.
P2	Media	Frane con velocità lenta o moderata, in stato di attività quiescente, con piccola quantità di volumi coinvolti.
P1	Bassa	Frane lente o estremamente lente, in stato di attività inattivo, coinvolgenti piccole quantità di materiale.

# INTERVENTI DI PROTEZIONE DELLA SEDE FERROVIARIA DA FENOMENI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

## VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DA DISSESTO IDRAULICO

Fattore predisponente	Caratteristica
Tipologia del materiale Spondale	Terreno sabbioso
Stato sponde	buone condizioni
Manufatti o opere mitigazione	funzionali ma non efficienti
Erosione	sponde e alveo in erosione
Trasporto solido	medio - presenza depositi
Granulometria del materiale in alveo	Sabbia
Pendenza dell'alveo	Media
Morfologia del bacino	A Media Pendenza
Copertura prevalente del bacino	giardini prati e zone non edificate
Permeabilità del bacino	media permeabilità
Alterazione antropica della fascia di pertinenza fluviale	NO
Presenza di vegetazione in alveo e/o lungo le sponde	FAVOREVOLE
Interferenza della Fauna Locale	NO
Valutazione dei fattori predisponenti	<b>Media</b>

Intensità Evento Meteorico	Durata Evento Meteorico [ore]					
	1	3	6	12	24	
Tempo di Ritorno Evento Meteorico [anni]	10	Bassa	Moderata	Moderata	Media	Media
	50	Moderata	Moderata	Media	Media	Media
	100	Moderata	Media	Media	Media	Elevata
	200	Media	Media	Media	Elevata	Elevata
	500	Media	Media	Elevata	Elevata	Elevatissima

Pericolosità Idraulica	Intensità Evento Meteorico I = T*D [mm/ore]					
	Bassa	Moderata	Media	Elevata	Elevatissima	
Condizione di deflusso del Bacino	Bassa	Bassa	Moderata	Moderata	Media	Media
	Moderata	Moderata	Moderata	Media	Media	Media
	Media	Moderata	Media	Media	Media	Elevata
	Elevata	Media	Media	Media	Elevata	Elevata
	Elevatissima	Media	Media	Elevata	Elevata	Elevatissima

Pericolosità fenomeno di dissesto idraulico	Pericolosità idraulica					
	Bassa	Moderata	Media	Elevata	Elevatissima	
Pericolosità fattori predisponenti	Bassa	Bassa	Moderata	Moderata	Media	Media
	Moderata	Moderata	Moderata	Media	Media	Media
	Media	Moderata	Media	Media	Media	Elevata
	Elevata	Media	Media	Media	Elevata	Elevata
	Elevatissima	Media	Media	Elevata	Elevata	Elevatissima

# INTERVENTI DI PROTEZIONE DELLA SEDE FERROVIARIA DA FENOMENI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

## VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DA EROSIONE COSTIERA

Valutazione dei fattori predisponenti	
Fattore predisponente	Caratteristica
Morfotipo costiero	Terreno sabbioso
Morfologia spiaggia sommersa	media pendenza
E stensione spiaggia emersa	medio sviluppo
Delimitazione costa	dune
Stato delimitazione	discreto da mantenere o sistemare
E sposizione	riparata
Stato di E equilibrio	equilibrio erosione e accumulo
Caratteristiche sedimentologiche materiale apportato	sabbia
Presenza manufatti che limitano l'apporto di materiale solido dalla foce	opere presenti con afflusso di materiale solido medio-alto limitato
Manufatti o Opere di Mitigazione esistenti	funzionali ma non efficienti
Valutazione dei fattori predisponenti <b>Media</b>	

Valutazione dei fattori innescenti a lungo termine	
Fattore innescente	Caratteristica
Trasporto solido fluviale	discreto
Trasporto solido litoraneo	discreto
Subsidenza	discreta
Innalzamento livello del mare (fattori climatici)	non significativo
Valutazione dei fattori innescenti lungo termine <b>Media</b>	

Valutazione dei fattori innescenti a breve termine	
Fattore innescente	Caratteristiche
Venti	fetch medio - presenza venti significativi
Regime del moto ondoso (onde al largo e sotto costa)	altezza significativa media
Correnti long-shore e cross-shore	medie
Maree	media intensità - ricoprono una buona parte della costa
Valutazione dei fattori innescenti a breve termine <b>Media</b>	

Pericolosità Fenomeno Erosione Costiera	Pericolosità Innesco Erosione Costiera					
	Bassa	Moderata	Media	Elevata	Elevatissima	
Pericolosità da Fattori Predisponenti	Bassa	Bassa	Moderata	Moderata	Media	Media
	Moderata	Moderata	Moderata	Media	Media	Media
	Media	Moderata	Media	Media	Media	Elevata
	Elevata	Media	Media	Media	Elevata	Elevata
	Elevatissima	Media	Media	Elevata	Elevata	Elevatissima

Pericolosità Innesco Erosione Costiera	Fattori Innescenti a Breve Termine					
	Bassa	Moderata	Media	Elevata	Elevatissima	
Fattori Innescenti a Lungo Termine	Bassa	Bassa	Moderata	Moderata	Media	Media
	Moderata	Moderata	Moderata	Media	Media	Media
	Media	Moderata	Media	Media	Media	Elevata
	Elevata	Media	Media	Media	Elevata	Elevata
	Elevatissima	Media	Media	Elevata	Elevata	Elevatissima

# INTERVENTI DI PROTEZIONE DELLA SEDE FERROVIARIA DA FENOMENI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO



## VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ (V)

Valutazione della vulnerabilità		
Attività	Caratteristica	Note
Contributo spaziale alla definizione della vulnerabilità	Opera interessata dall'area di dissesto	
Contributo temporale alla definizione della vulnerabilità	Considerato massimo in ANTE OPERAM	
Grado di danneggiamento	Considerato sempre massimo	
Contributo al danno della vulnerabilità		<b>Elevato</b>

## VALUTAZIONE DEL DANNO (D= Vx E)

Valutazione del DANNO		Vulnerabilità		
		Elevata	Media	Bassa
Esposizione	Elevata	<b>Altissimo</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>
	Media	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Basso</b>
	Bassa	<b>Medio</b>	<b>Basso</b>	<b>Basso</b>

## VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE (E)

Valutazione dell'esposizione		
Attività	Caratteristica	Note
Esposizione dell'infrastruttura	Considerata sempre massima	
Contributo al danno dell'esposizione		<b>Elevato</b>

Danno		
D4	Altissimo	Completo danneggiamento dell'infrastruttura ferroviaria.
D3	Alto	Parziale danneggiamento dell'infrastruttura ferroviaria.
D2	Medio	Danneggiamento minimo dell'infrastruttura ferrovia.
D1	Basso	Nessun danno diretto su tracciato ferroviario, possibili danni nelle aree limitrofe ma di bassa entità.

# INTERVENTI DI PROTEZIONE DELLA SEDE FERROVIARIA DA FENOMENI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

## Implementazione del sistema di monitoraggio idrometrico da remoto

- Installazione Aste Idrometriche → Misura delle altezze idrometriche in corrispondenza dei ponti di attraversamento della linea ferroviaria
- Installazione di Pluviografi → Misura delle altezze di pioggia precipitate in determinati intervalli di tempo caratteristici
- Installazione di un Sistema Wireless → Trasmissione dei dati misurati
- Installazione di Telecamere → Monitoraggio *real time* dei dati trasmessi



*Sviluppo di un sistema sofisticato di **monitoraggio**, **preannuncio** e **allertamento**, che agevoli le operazioni di **messaggio** **in sicurezza** dei tratti di rete ad elevato rischio*

# IMPATTO DEGLI SCENARI DI CAMBIAMENTO CLIMATICO SUI FENOMENI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

Intergovernmental Panel Assessment Report on Climate Change, IPCC, 2007

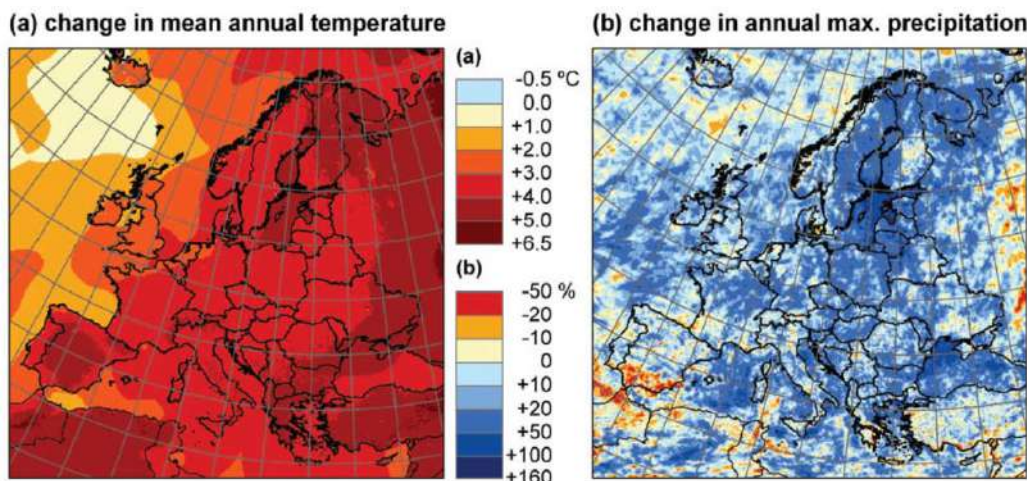
- Aumento della temperatura media in tutta Europa;
- Aumento nella frequenza delle precipitazioni in tutta Europa;
- Aumento nella **frequenza** e nell'intensità di eventi estremi.

➔  $R = P \times D$

Aumento del **Rischio** associato a:

**Inondazioni** (flash flood)

**Frane veloci** (innescate da precipitazioni intense)



Cambiamento assoluto nella temperature medie (a) e cambiamento relativo nelle precipitazioni massime annuali (b) in Europa nell'intervallo temporale dal 2000 al 2100





# INTERVENTI DI PROTEZIONE DELLA SEDE FERROVIARIA DA FENOMENI DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

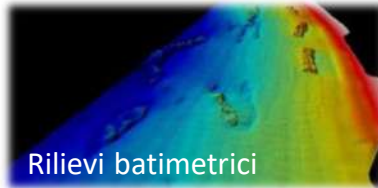
## Interventi di mitigazione della problematica dell'erosione costiera

**OBIETTIVO:** Progettazione di interventi per la protezione dell'infrastruttura ferroviaria e per la riduzione del rischio derivante dai fenomeni di erosione costiera.



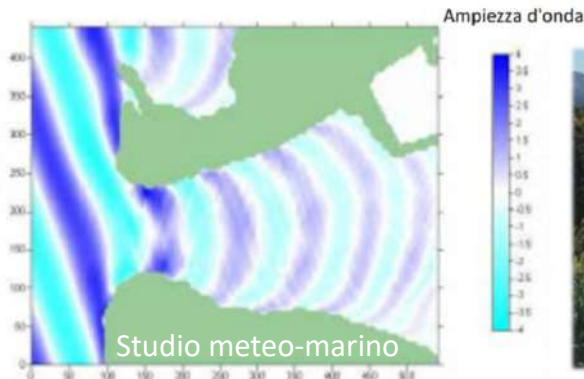
### ATTIVITA' SPECIALISTICHE DA PREVEDERE:

- Rilievi batimetrici;
- Studio meteo-marino;
- Studio morfologico;
- Studio idrodinamico;
- Studio morfodinamico.



### INTERVENTI TIPICI PER LA PROTEZIONE DELLE COSTE:

- Opere distaccate parallele (barriere);
- Opere aderenti parallele (rivestimenti, muri, argini);
- Opere trasversali (pennelli);
- Opere di stabilizzazione delle spiagge (con ghiaie);
- Opere di ricostruzione delle spiagge (ripascimenti in sabbia).



**Grazie per l'attenzione**





# L'impiego dell'interferometria radar per lo studio di fenomeni di dissesto idrogeologico



# FEDERICA BARDI



- Luglio 2011: **Laurea Magistrale in Geologia Applicata**
- 2012 – 2015: **PhD in Geologia Applicata**
- 2015 -2018: **Post doc in Geologia Applicata**
  - ✓ Interferometria radar da terra e da satellite per il monitoraggio di fenomeni franosi;
  - ✓ Periodo di studi al Norwegian Geotechnical Institute di Oslo;
  - ✓ Collaborazione con la Protezione Civile Nazionale per la gestione dell'emergenza dovuta a eventi di dissesto idrogeologico.
- 2018-2020: **Geologo applicato per la start up Geoapp s.r.l.:**
  - ✓ Interferometria radar da terra e da satellite – Applicazioni in open pit mines;
  - ✓ Analisi cinematica tramite nuvole di punti ad alta risoluzione.
- Dal 2020: **Geologo applicato presso ITALFERR S.O. Ingegneria Ambientale e del Territorio**



# INTERFEROMETRIA PER IL DISSESTO IDROGEOLOGICO





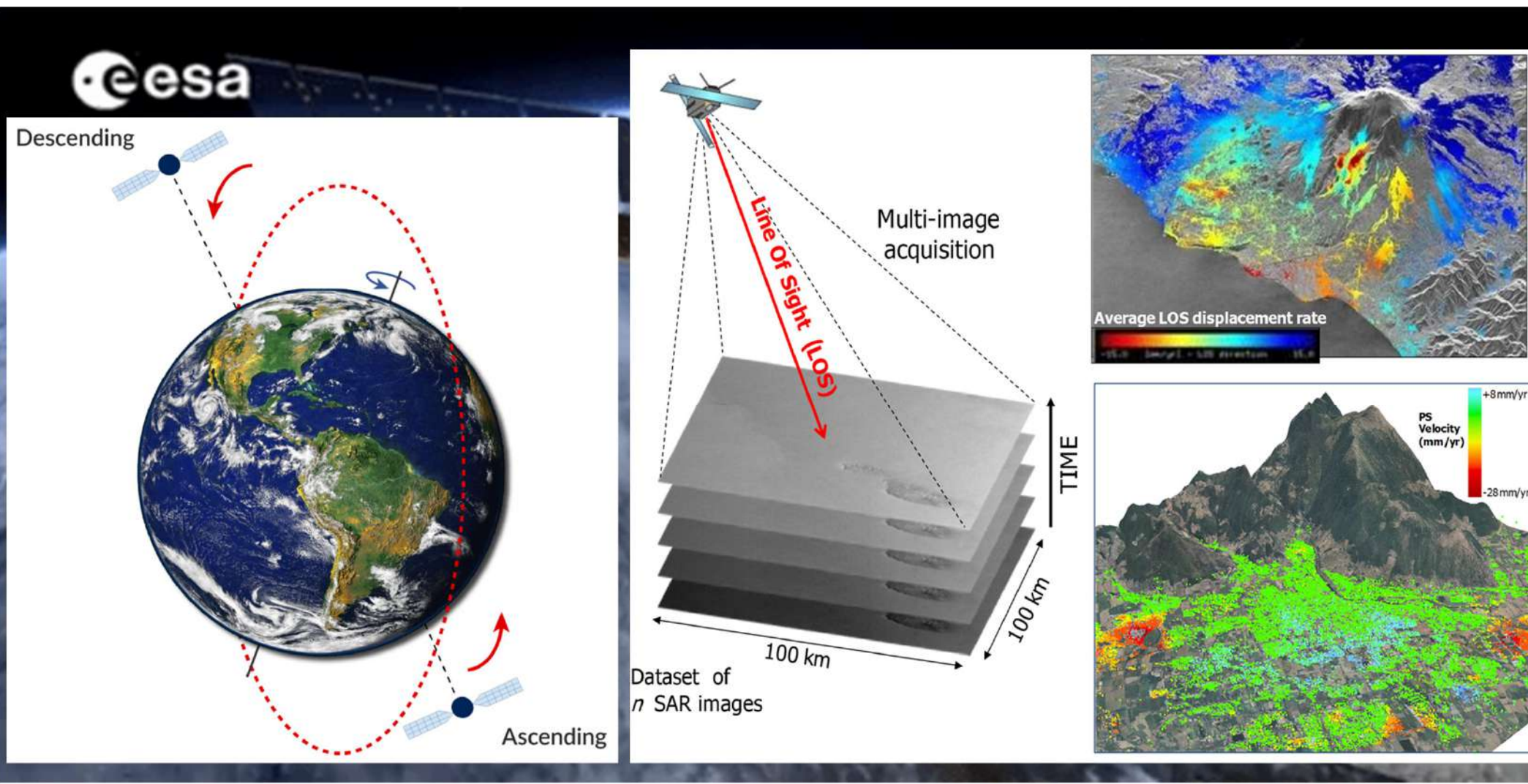
Ottobre 1957: lancio del primo satellite, Sputnik 1

Dal 1957 sono stati lanciati da vari paesi e compagnie private, circa 7000 satelliti.



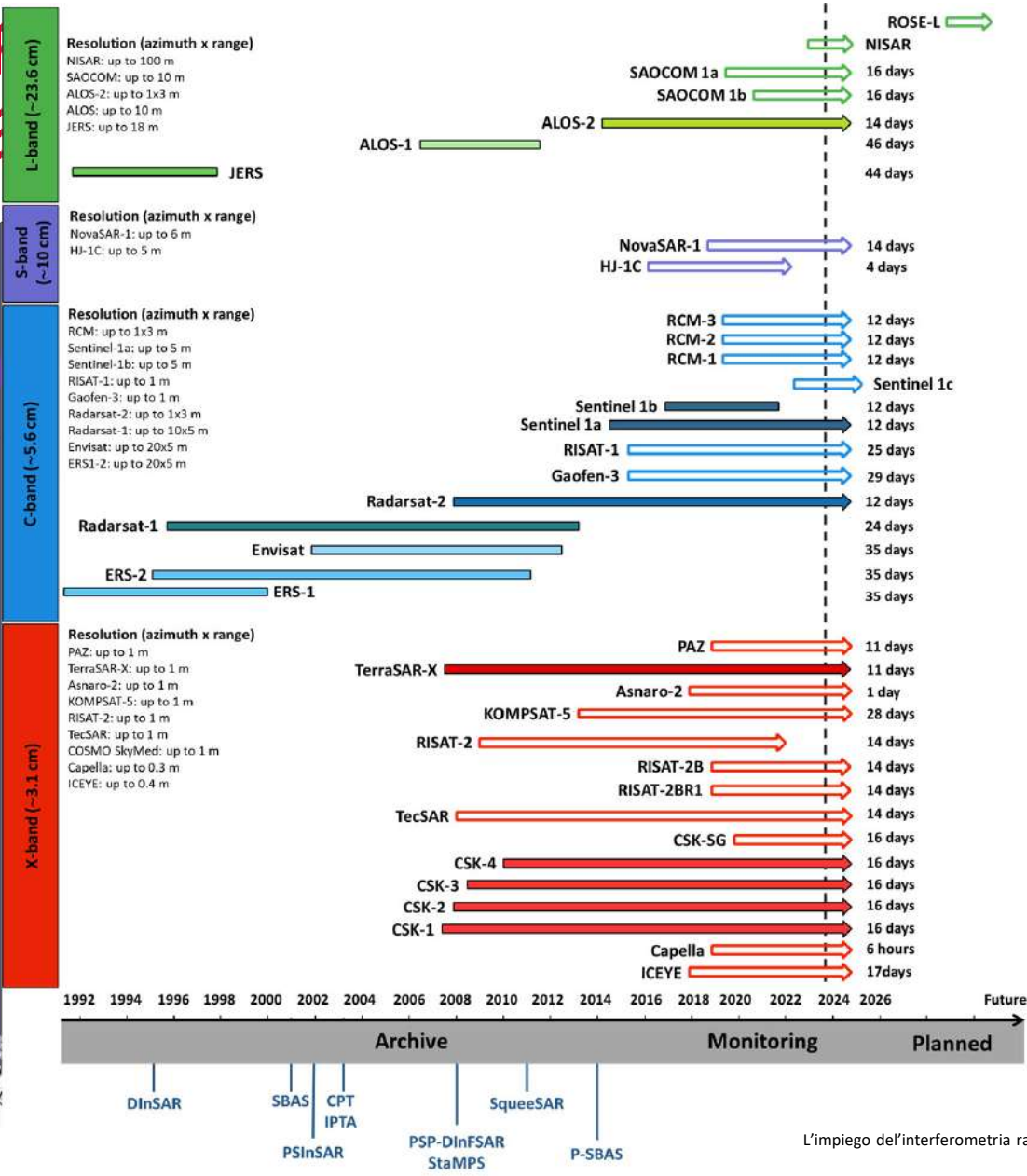
I satelliti orbitanti possono avere diverse funzioni, da quelle di servizio, quali satelliti per le telecomunicazioni, a quelle di servizio civile e militare

# L'INTERFEROMETRIA RADAR SATELLITARE

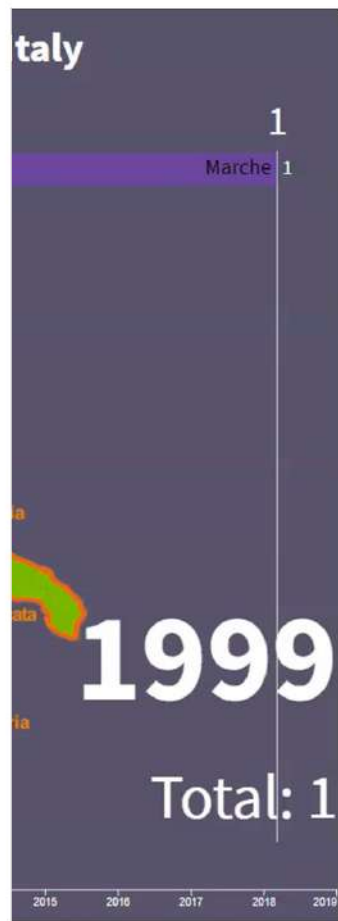




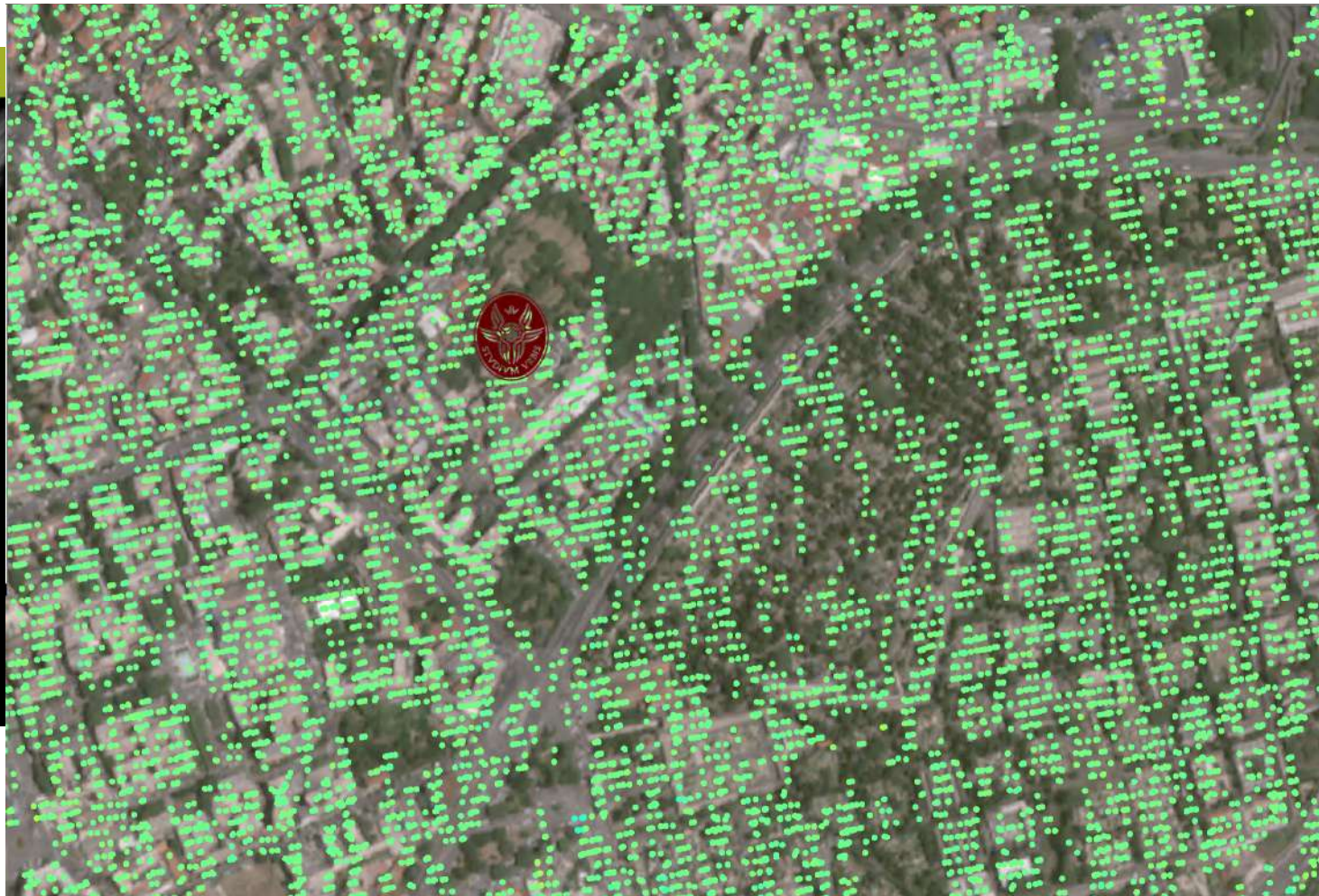
# L'INTERFEROMETRIA PER



# ELLITARE NE



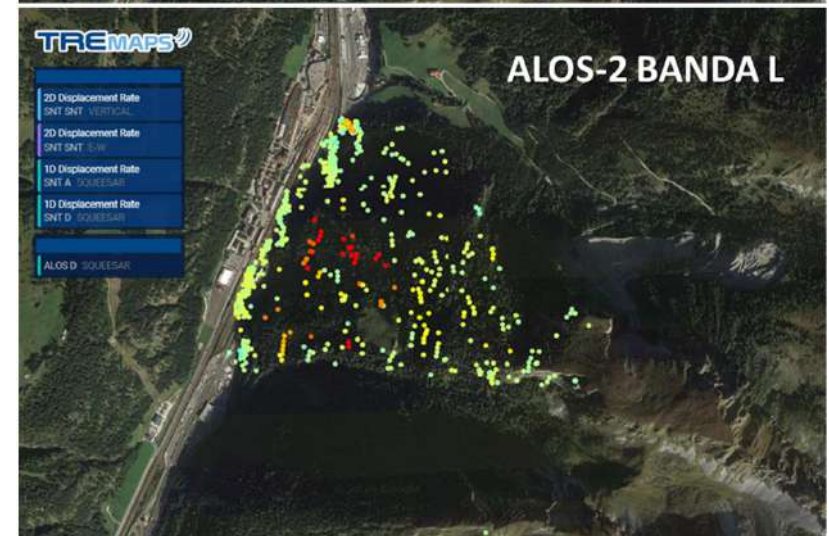
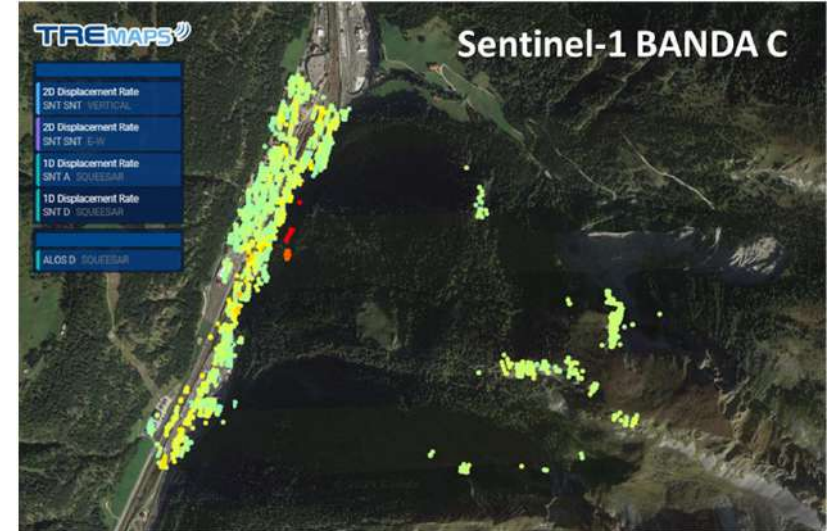
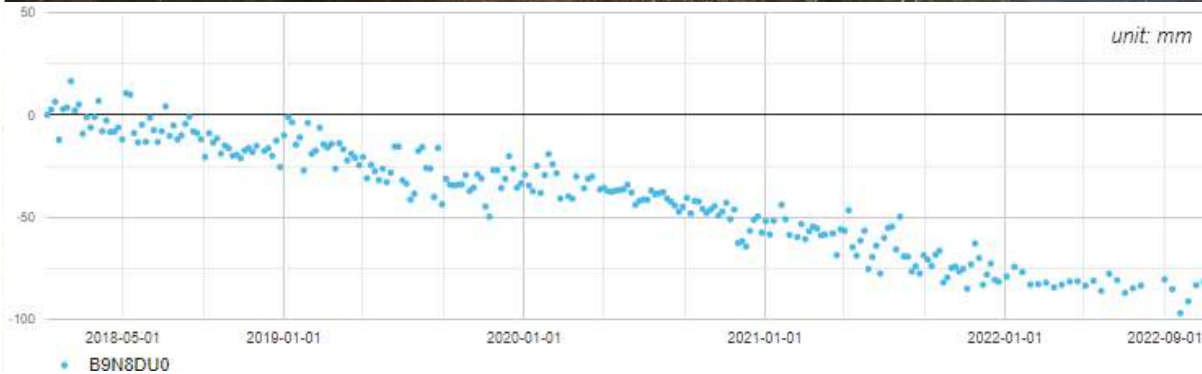
# EUROPEAN GROUND MOTION SERVICE PROGRAMMA EUROPEO COPERNICUS





# APPLICAZIONI PER IL DISSESTO IDROGEOLOGICO

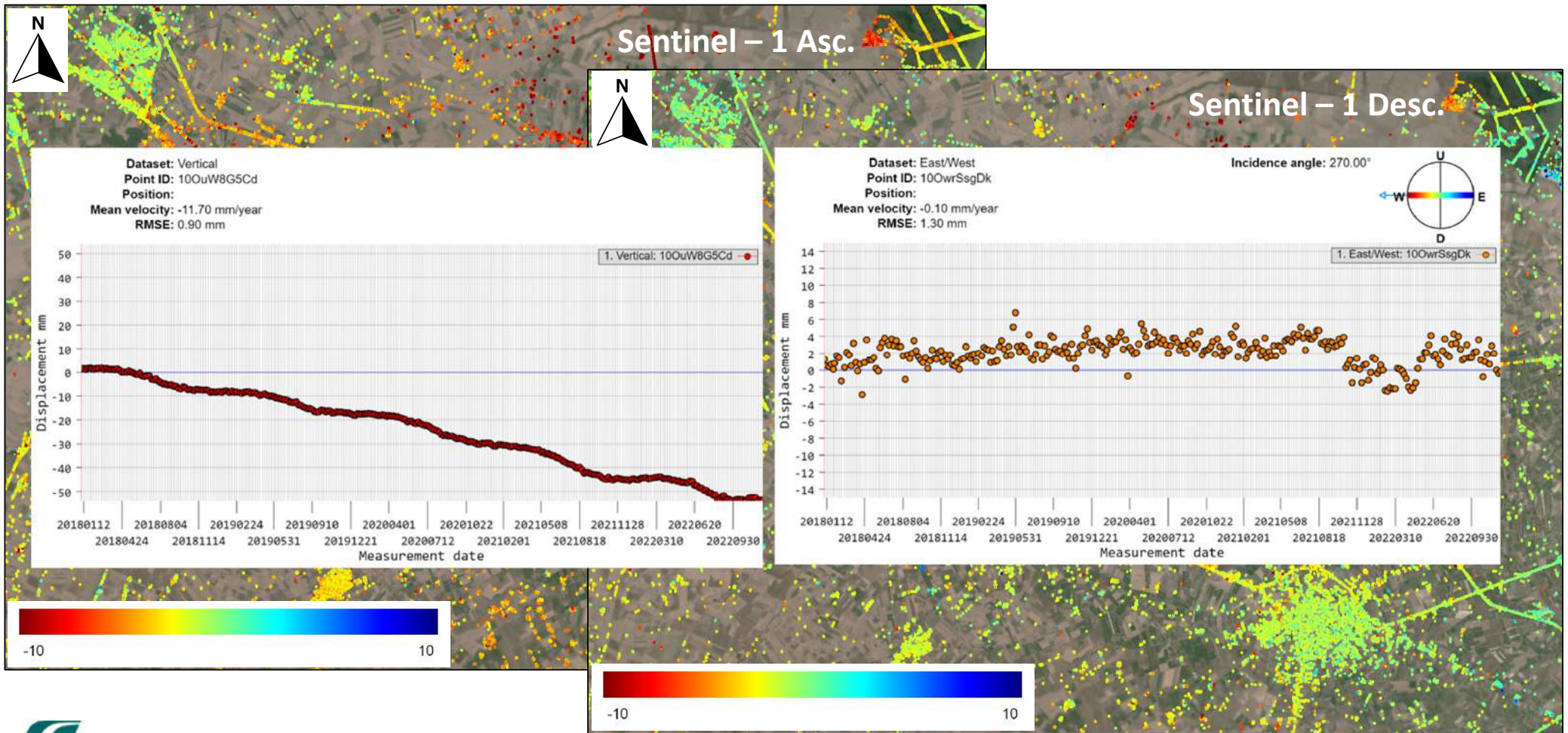
## MONITORAGGIO E DELIMITAZIONE AREE IN FRANA





# APPLICAZIONI PER IL DISSESTO IDROGEOLOGICO

## STUDIO DI FENOMENI DI SUBSIDENZA/SINKHOLE

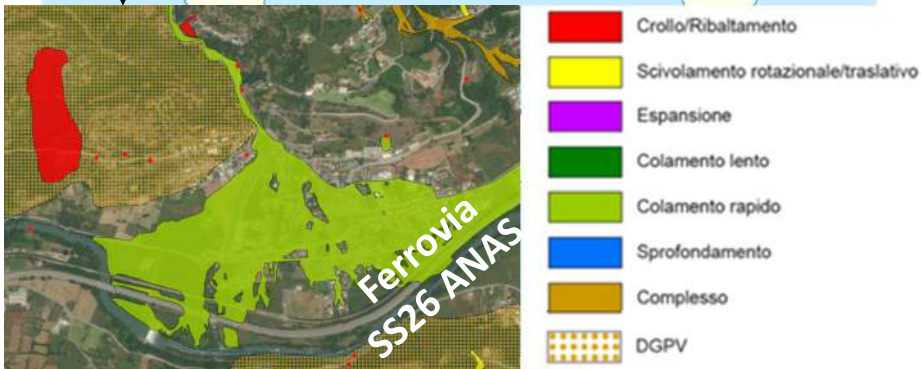


# APPLICAZIONI PER IL DISSESTO IDROGEOLOGICO

## AGGIORNAMENTO MAPPE INVENTARIO FRANE



- Aggiornamento Mappe Inventario IFFI su un'area di *buffer* che comprende RETI STRADALI ANAS.
- Mappatura aree in frana interferenti con la rete stradale ANAS per:
  1. SUPPORTO alla Progettazione;
  2. PRIORITIZZAZIONE degli interventi di mitigazione ANAS.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

**DST**  
DIPARTIMENTO DI  
SCIENZE DELLA TERRA



# AGGIORNAMENTO INVENTARI REGIONALI

## FLUSSO DELLE ATTIVITÀ



ANALISI  
GEOMORFOLOGICA  
SLOPE UNITS

ANALISI DATI  
INTERFEROMETRICI  
SENTINEL - 1

AGGIORNAMENTO  
INVENTARIO  
IFFI

CLASSIFICAZIONE  
GRAFO

PROPENSIONE ALL'INNESCO DI  
FENOMENI FRANOSI

DENSITÀ FRANE  
PER OGNI SLOPE UNIT

VELOCITÀ FRANE  
PER OGNI SLOPE UNIT

DEFINIZIONE  
INTENSITÀ FRANE

STRUMENTO DI  
PIANIFICAZIONE  
TERRITORIALE



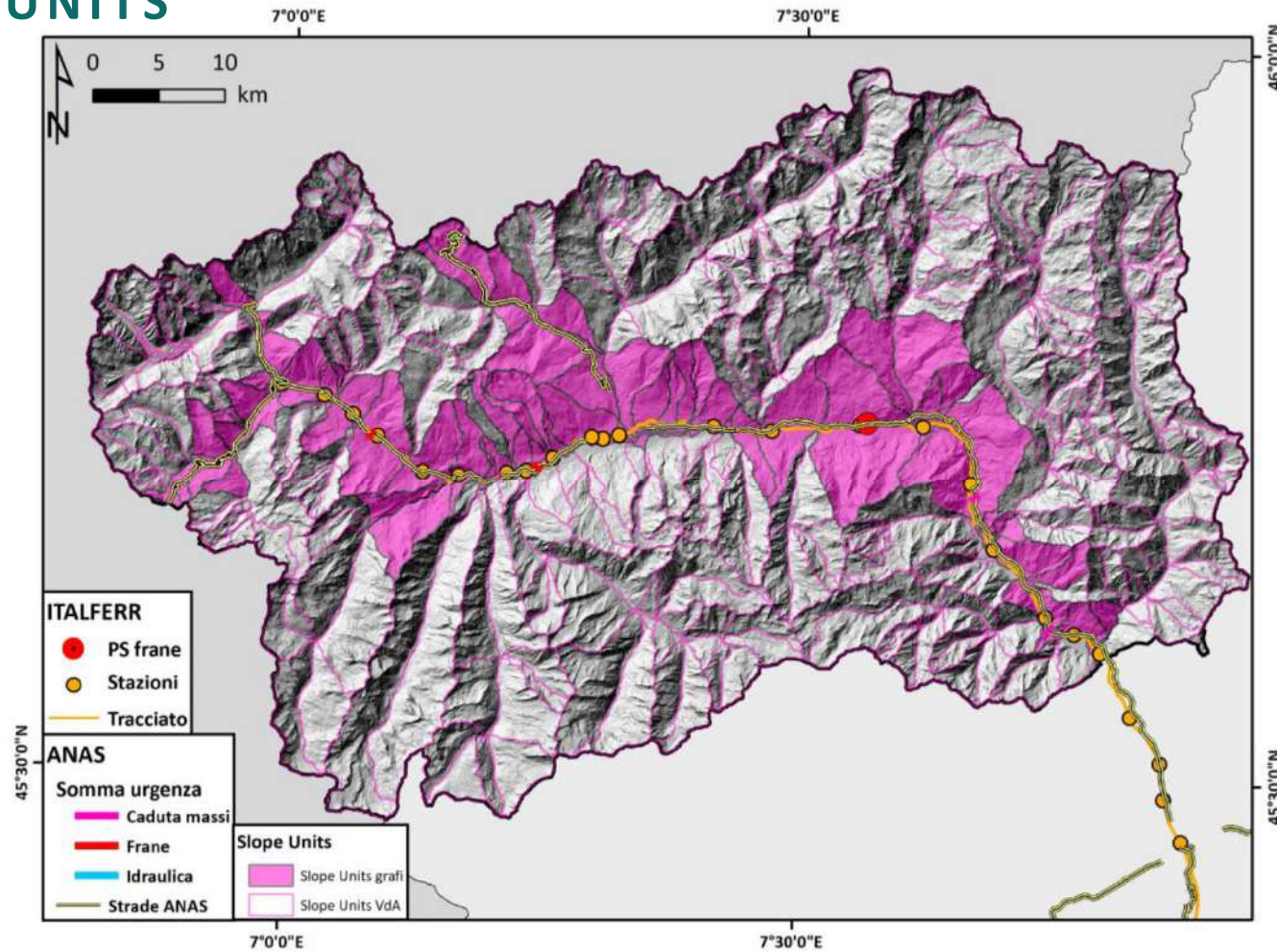
Int\_aggr

- I0
- I1
- I2
- I3
- I4



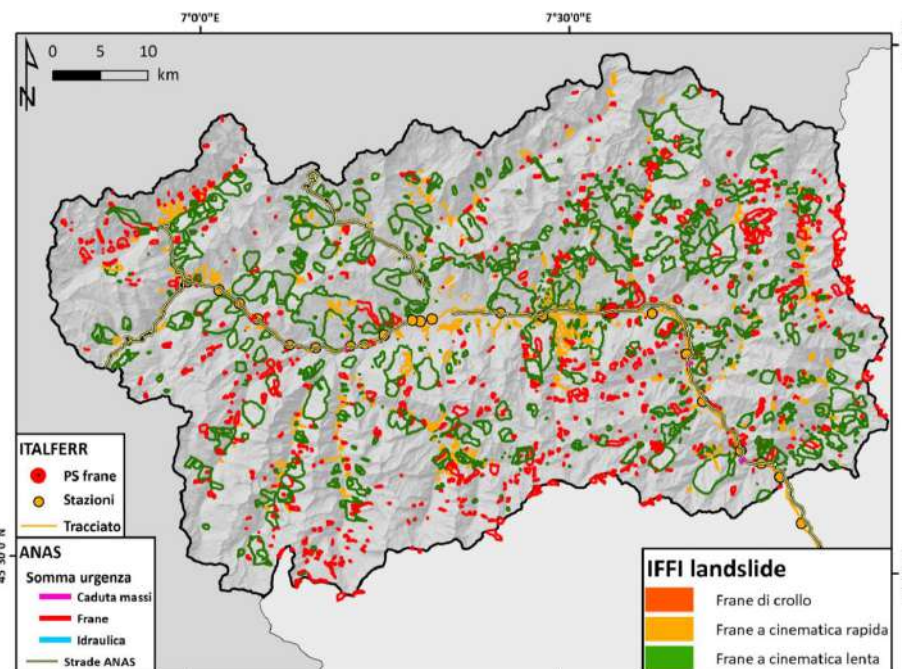
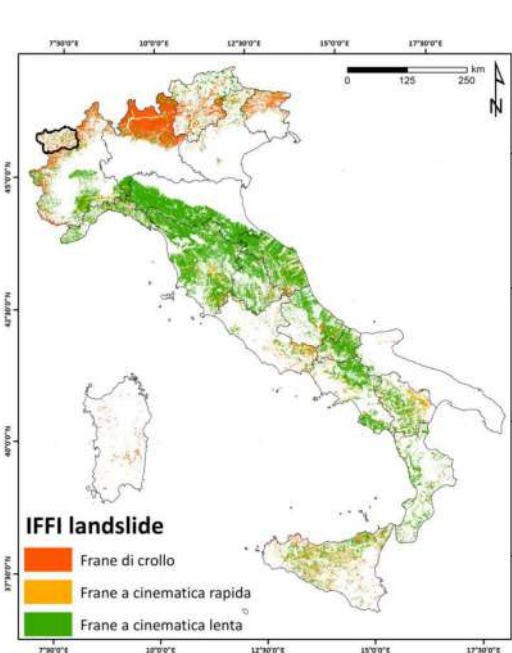
# PARTIZIONE GEOMORFOLOGICA IN UNITÀ DI RIFERIMENTO

## N. 385 SLOPE UNITS





# ANALISI CARTE INVENTARIO CATALOGO IFFI



2.728 frane  
 307 frane diffuse (46 km<sup>2</sup>),  
 262 DGPV (460 km<sup>2</sup>)  
 2.158 frane poligonali (151 km<sup>2</sup>)

Il totale dell'area in frana è di  
 657 km<sup>2</sup>

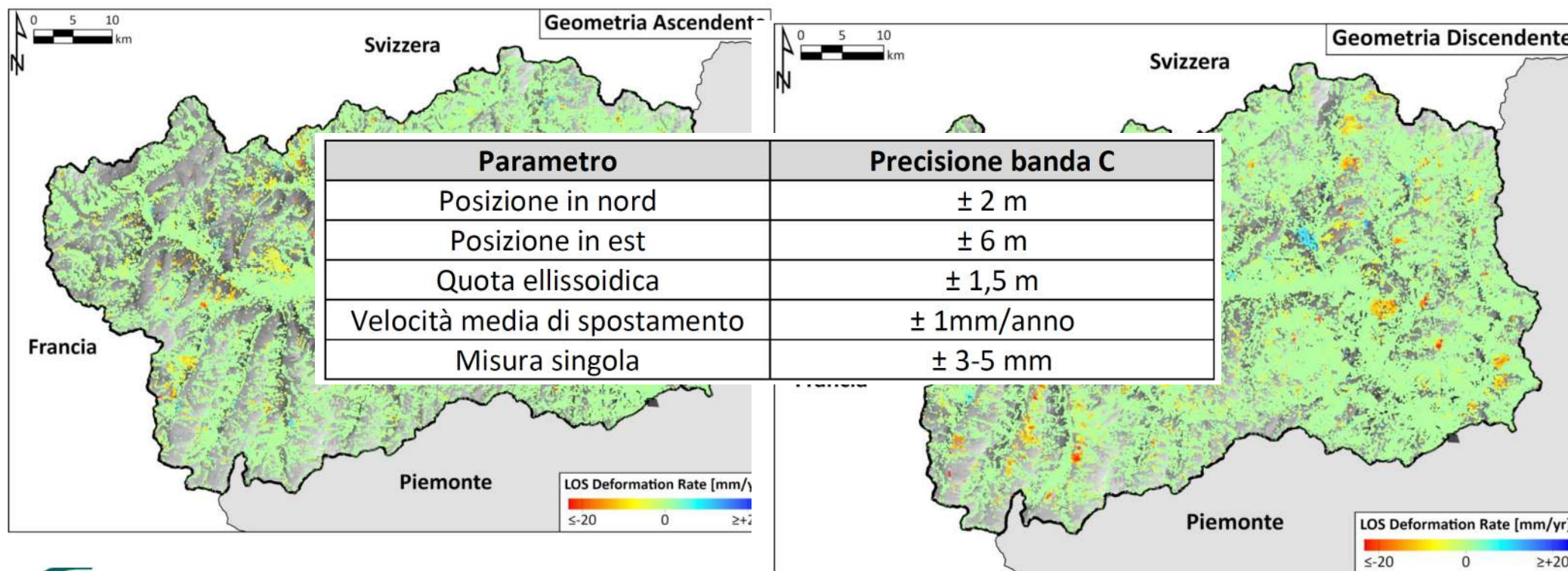
Classi	Tipologia di movimento IFFI	%
<b>FRANE DI CROLLO</b>	Crollo/ribaltamento, Aree soggette a crolli e ribaltamenti diffusi	32.1
<b>FRANE RAPIDE</b>	Colamento rapido Aree soggette a frane superficiali diffuse	28.7
<b>FRANE LENTE</b>	Scivolamento rotazionale e traslativo, Colamento lento, Complesso, DGPV, Non determinato	39.1
<b>ESCLUSE</b>	Sprofondamenti, Espansione	0.1



# ANALISI DI DATI INTERFEROMETRICI SATELLITARI SENTINEL-1

MAPPATURA DELLE AREE A MAGGIOR DEFORMAZIONE (PS MAPPING) → ANALISI DELLE VELOCITÀ MEDIE

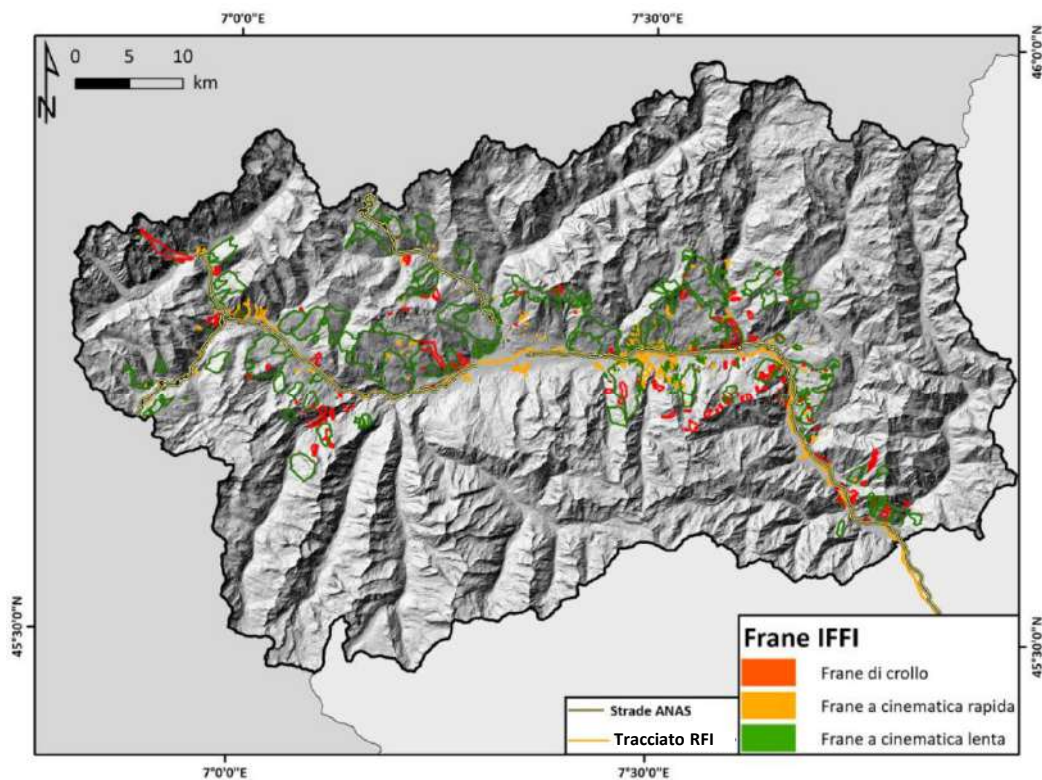
MONITORAGGIO DELLE DEFORMAZIONI DEL TERRENO (PS MONITORING) → ANALISI SERIE TEMPORALI DI SPOSTAMENTO





# AGGIORNAMENTO E REVISIONE DELLE MAPPE INVENTARIO

## RISULTATO ANALISI DATI SATELLITARI + DATI ANCILLARI



Litologia

Pendenze

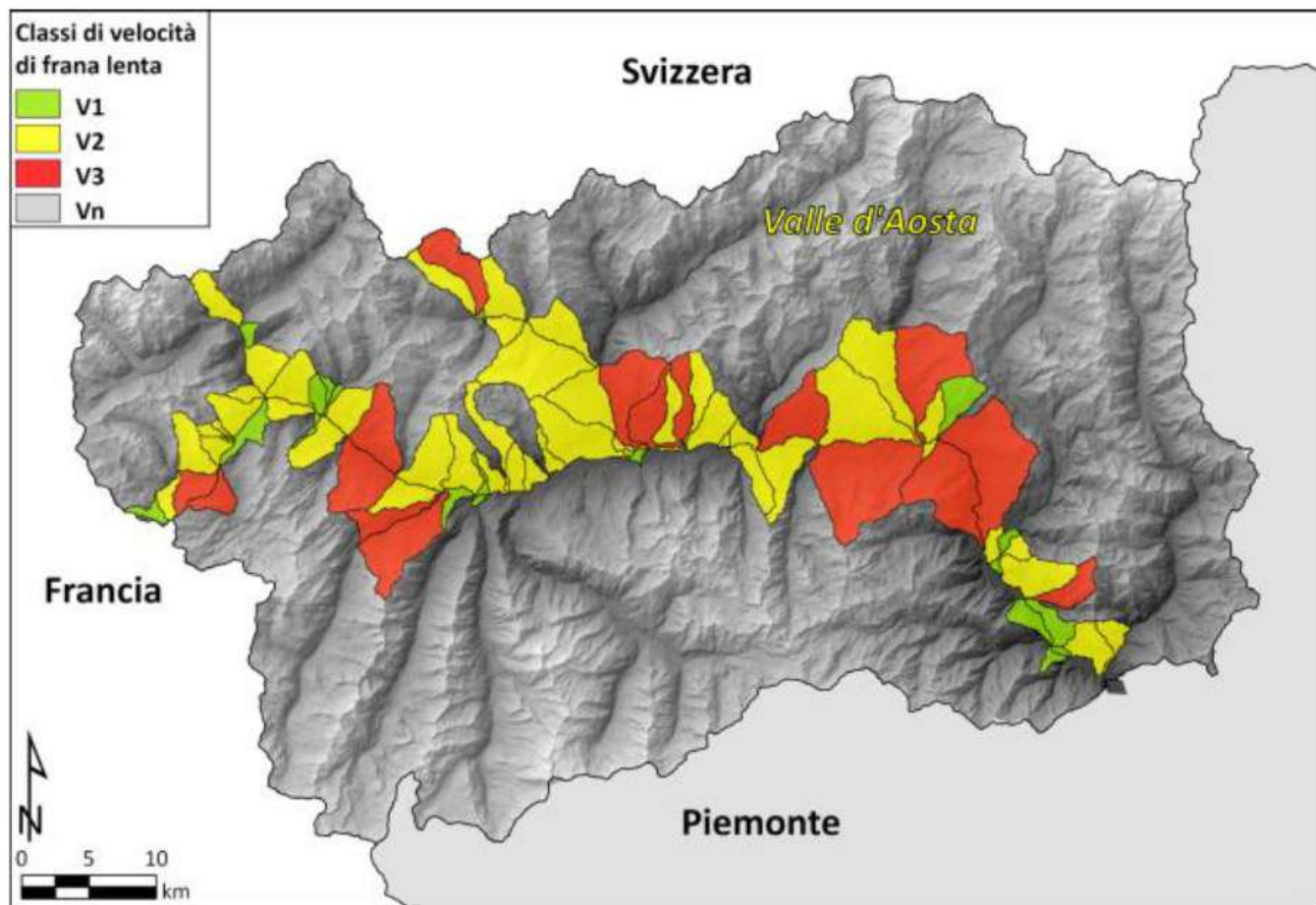
Immagini ottiche

Uso del suolo



Aggiunte 193 frane di crollo, 188 frane a cinematica veloce e 68 a cinematica lenta, per un totale di 449 fenomeni

# CLASSIFICAZIONE DELLE FRANE IN BASE ALLA LORO INTENSITÀ



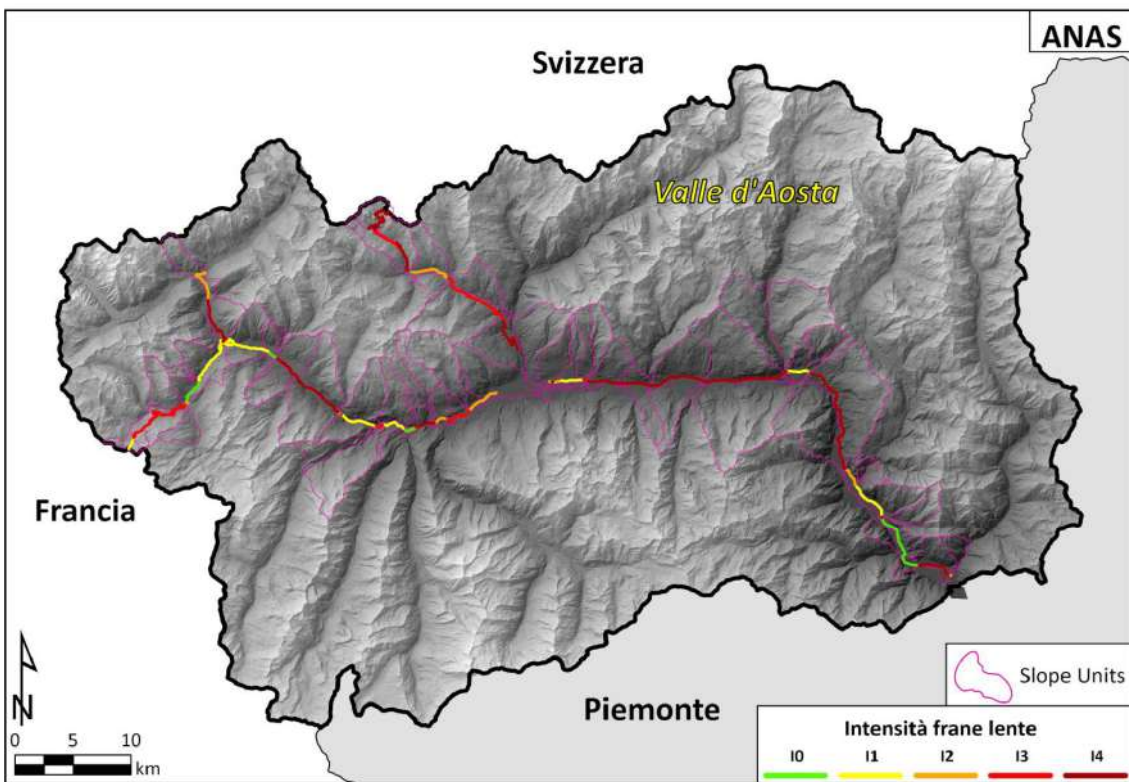
L'intensità della frana ( $I$ ) nella Regione Valle d'Aosta è stata stimata in funzione della scala di velocità della frana ( $v$ ) e delle classi di areale di frana ( $A$ : rapporto percentuale dell'area in frana sulla superficie dell'unità)

$$I=f(v,a)$$



# INDICI DI INTENSITÀ DA FRANA

## FRANE LENTE



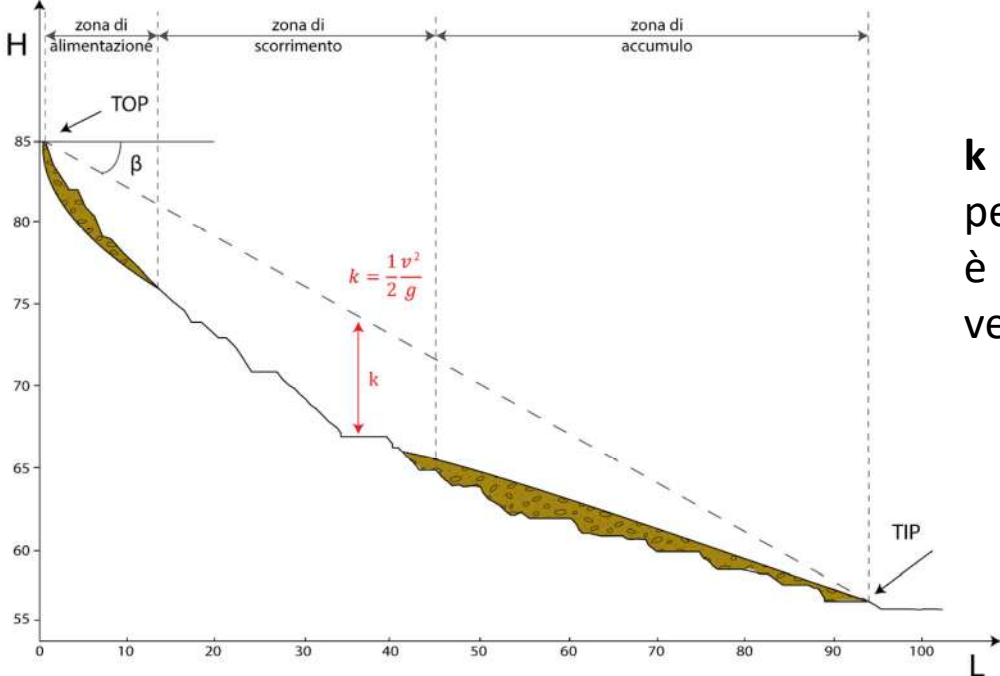
Classi di velocità (V): la velocità limite (16 mm/anno) rappresenta il limite tra le frane estremamente lente e le frane molto lente secondo la classificazione di Cruden e Varnes (1996)

Classi di densità (A) definite in base a un algoritmo statistico che individua raggruppamenti naturali dei dati. Le classi risultanti saranno tali che ci sarà una varianza massima tra le singole classi e una minima varianza all'interno di ciascuna classe.

		VELOCITÀ DI DEFORMAZIONE DEL CLUSTER			
		Vel1 Vel < 4mm/a	Vel2 4mm/a < Vel < 16mm/a	Vel 3 Vel > 16mm/a	Veln Nessun cluster
DENSITÀ DI FRANA	A0	I0	I1	I2	I0
	A1	I1	I2	I3	I1
	A2	I2	I3	I4	I2
	A3	I3	I4	I4	I3

# INDICI DI INTENSITÀ DA FRANA

## FRANE VELOCI



$k$  esprime il carico cinetico, ovvero l'energia cinetica divisa per il peso della massa spostata; all'interno di una frana  $k$  è esprimibile come il semi-rapporto tra il quadrato della velocità di propagazione ( $v$ ) e l'accelerazione di gravità ( $g$ )

$$k = \frac{1}{2} \frac{v^2}{g}$$

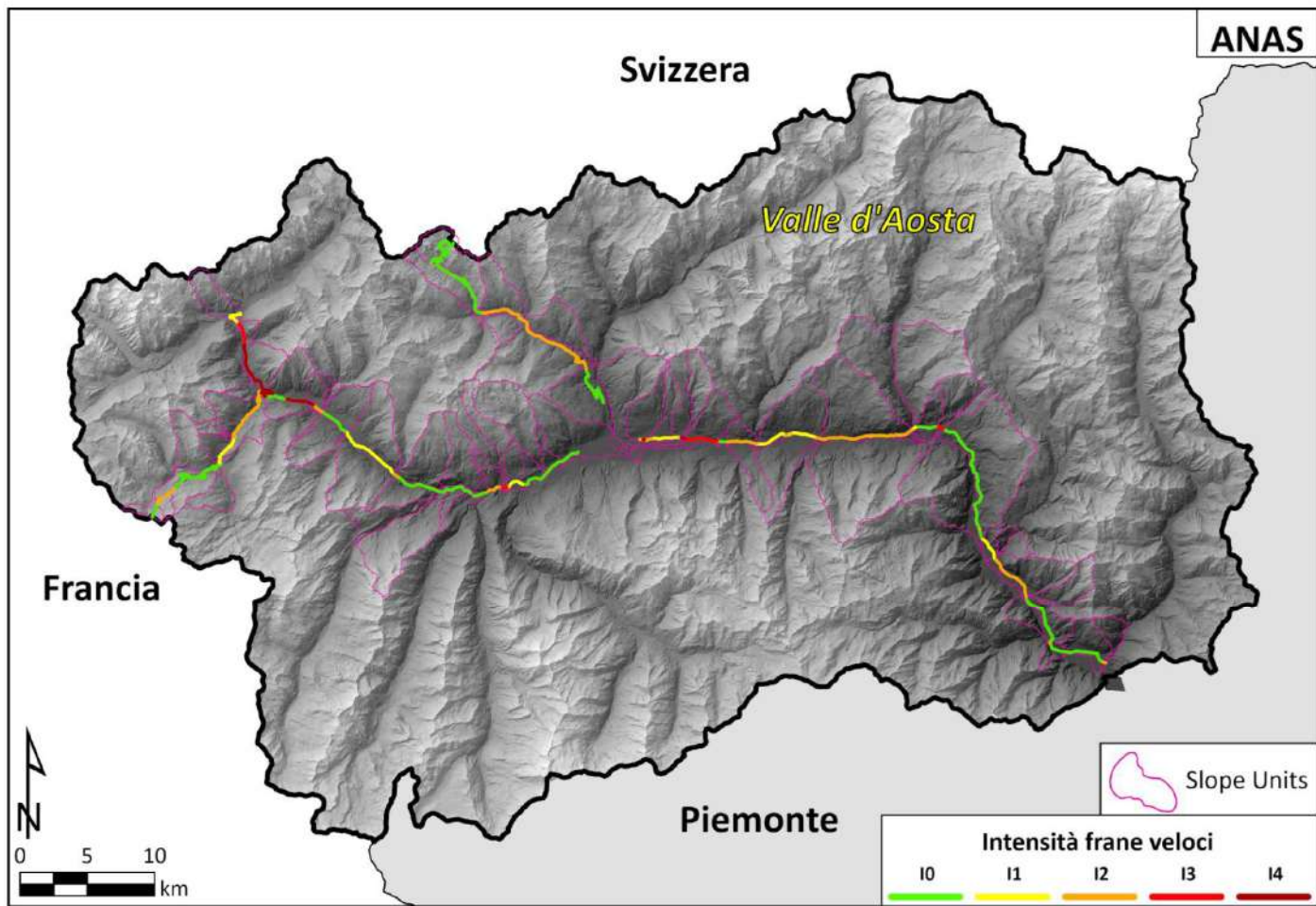
$$v(x) = (2kg)^{0.5}$$

		VELOCITÀ DELLA FRANA			
		Vel1	Vel2	Vel3	Vel4
DENSITÀ DI FRANA	A0	I0	I0	I0	I1
	A1	I1	I2	I2	I3
	A2	I1	I2	I3	I4
	A3	I2	I3	I4	I4



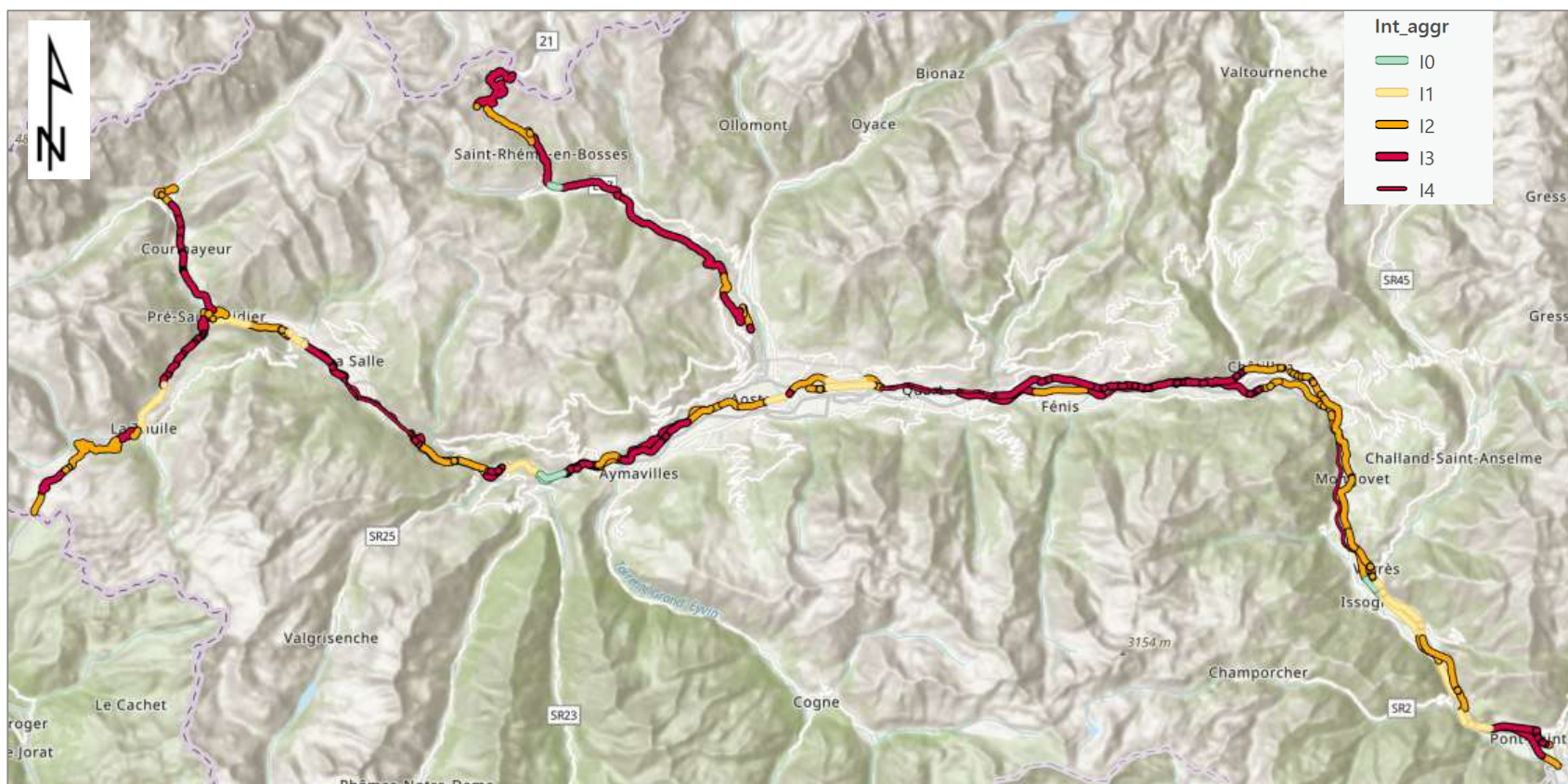
# INDICI DI INTENSITÀ DA FRANA

## FRANE VELOCI



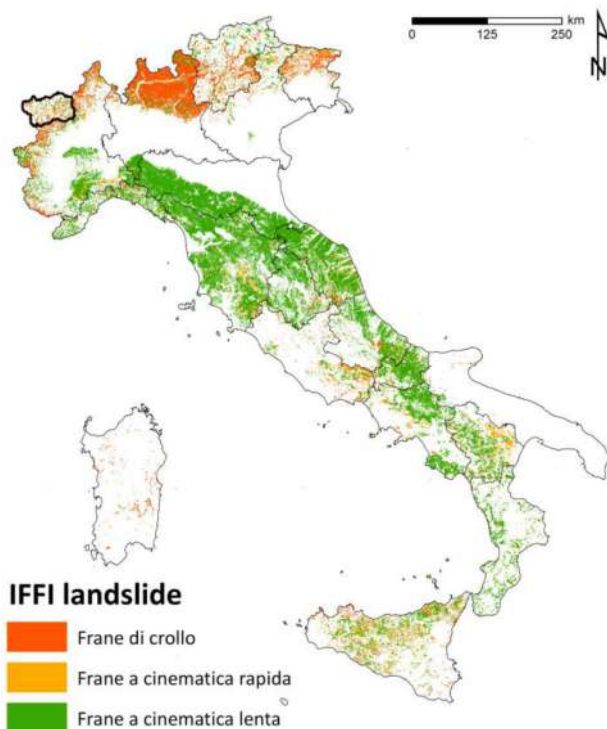
# INDICE TOTALE DI INTENSITÀ DA FRANA

Determinata attribuendo a ciascun dei valori di intensità un peso derivante dal corrispondente valore di probabilità spaziale di accadimento frane, in modo da ottenere un valore finale che sia ponderato sull'effettiva propensione del singolo tratto stradale ad essere interessato da frane di una determinata tipologia.



# LOOKING FORWARD...

Aggiornamento inventario IFFI su tutto il territorio italiano interferente con rete ANAS



Classificazione grafo ANAS in termini di intensità di propensione al dissesto da frana



## STRUMENTO DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE A SCALA NAZIONALE



# Grazie

Federica Bardi  
f.bardi@italferr.it



# LA GEOLOGIA NEL MONDO DEL LAVORO

ITALFERR S.p.A.

Il ruolo del geologo nella progettazione ferroviaria  
Bonifiche e Due Diligence ambientali

10 Maggio 2024



# LA GEOLOGIA NEL MONDO DEL LAVORO

Il contributo del Geologo nello studio delle interferenze tra opere ferroviarie  
e i siti sottoposti a procedimenti di bonifica





# Bonifiche e Due Diligence Ambientale

## COSA FACCIAMO



PROCEDIMENTI DI BONIFICA  
DI SITI INQUINATI



MONITORAGGIO AMBIENTALE  
NEI SITI SOTTOPOSTI A  
PROCEDIMENTO DI BONIFICA



VALUTAZIONE E RISOLUZIONE  
DI INTERFERENZE DEI  
PROGETTI FERROVIARI CON  
SITI INQUINATI



VALUTAZIONE DEL RISCHIO  
CHIMICO PER I LAVORATORI  
NELL'AMBITO DI SCAVI  
ARCHEOLOGICI



DUE DILIGENCE AMBIENTALE  
DI SITI CON POTENZIALI  
PASSIVITÀ AMBIENTALI



PROGETTI DI RIMOZIONE DI  
RIFIUTI INTERRATI



# Bonifiche e Due Diligence Ambientale

## MATERIE E COMPETENZE



### N. 3 Geologi

- *Geologia Applicata all'ingegneria*
- *Prospezioni Geologiche e Cartografia*
- *Geologia applicata all'ingegneria, al territorio ed ai rischi*

### N. 1 Biotecnologo

- *Sanitaria – ambientale*

### N. 3 Ingegneri

- *Sanitaria - ambientale*
- *Sanitaria - ambientale*
- *Tutela dell'ambiente*



# Bonifiche e Due Diligence Ambientale

## PROCEDIMENTI DI BONIFICA E STUDIO DELLE INTERFERENZE CON SITI CONTAMINATI



### STUDIO DEL TERRITORIO

Analisi sito specifiche  
Due Diligence Ambientale  
Interferenze con siti contaminati e aree industriali

### Telerilevamento con droni

(Rilevamento con camera termica o RGB presenza rifiuti, accessibilità,...)

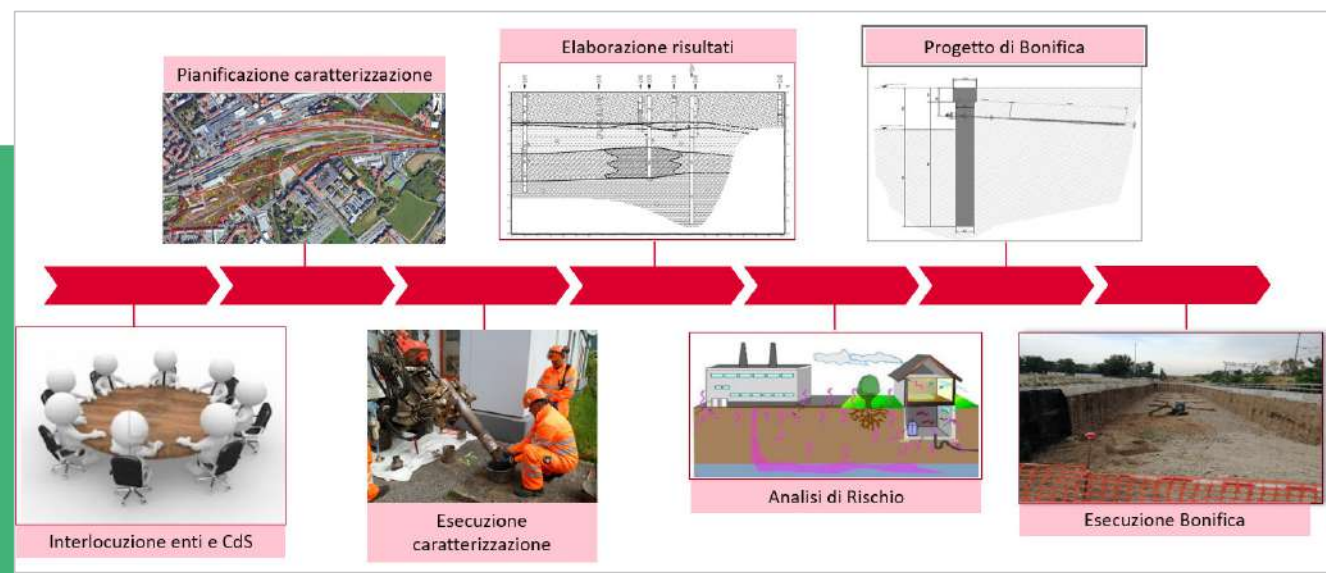


### Studio bibliografico dell'area

(Ortofoto, Geoportali, Google Earth, ricognizioni territoriali,...)

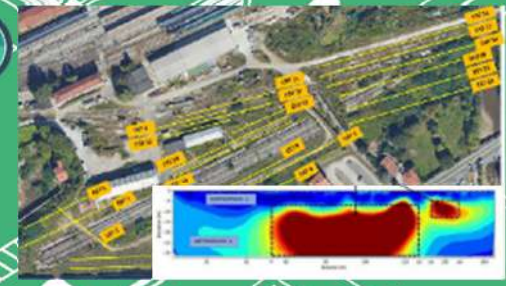


STRALCIO DI UN ORTOFOTO DAL 1975 AL 2021



### Indagini geofisiche

(Tomografia elettrica, georadar, sismica, per verifica strutture sotterranee, sottoservizi,...)





# Bonifiche e Due Diligence Ambientale

## La Due Diligence Ambientale

Analisi  
documentale

Indagini in situ

Individuazione e  
quantificazione  
dei rischi  
ambientali  
connessi ad un  
investimento

