



*Mitigazione dei rischi naturali per la sicurezza e la mobilità
nelle aree montane del Mezzogiorno*

Prof. Antonio Santo (DICEA)
Università di Napoli Federico II

Il dissesto idrogeologico nell'area dei sistemi viari delle Dolomiti Lucane

Componenti del Gruppo: Forte Giovanni (RTB) - Marino Ermanno (Resilab) - De Falco Melania (Phd) - Massaro Luigi (Phd)

22-23 Giugno 2023



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Ministero dell'Università
e della Ricerca*



Estratto da: Secondo convegno annuale del progetto MITIGO - 22-23 Giugno 2023 - Sommari degli interventi e presentazioni

© 2023 Università degli Studi della Basilicata

Editrice Universosud – Potenza

ISBN 9791281551008



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

www.ponricerca.gov.it

I rischi naturali che interessano più frequentemente i settori collinari e montuosi del territorio italiano sono i **terremoti** e soprattutto le **frane**

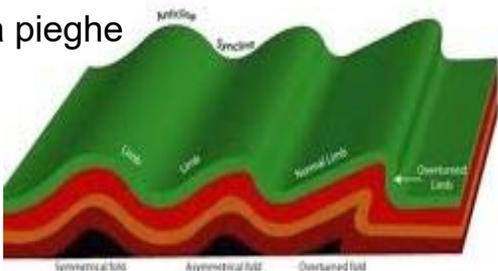
Spesso le frane interessano importanti assi viari di collegamento provocando notevoli disagi e danni alle attività produttive.

Le Dolomiti lucane rappresentano un tipico esempio di un'area interna appenninica nella quale le frane possono rappresentare un serio problema per la pianificazione e lo **sviluppo** del territorio.



La presentazione illustrerà nuovi approcci metodologici per l'analisi del rischio da frana nel territorio delle Dolomiti lucane

Strutture a pieghe

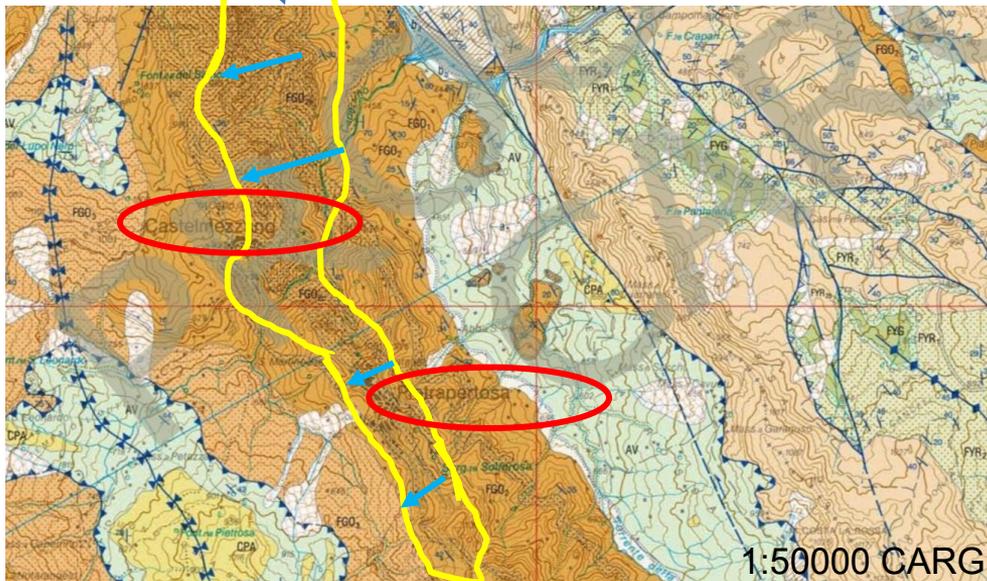


COME SI SONO FORMATE LE DOLOMITI LUCANE ?
 A parte la notevole acclività dei versanti sono geologicamente molto diverse dalle Dolomiti alpine

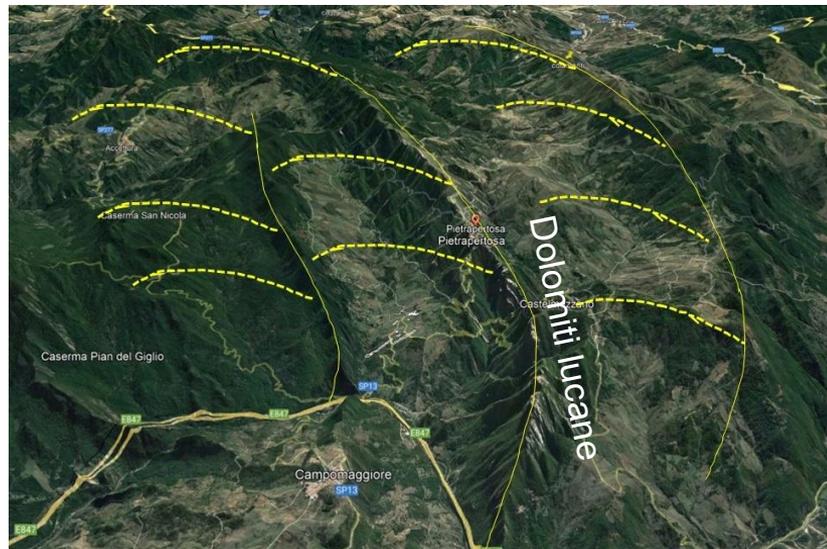
Castelmezzano e Pietrapertosa sono ubicati sul fianco di una grande piega anticlinale erosa in cerniera

Argille varicolori scagliose su cui poggia la successione torbiditica del Flysch di Gorgoglione (Miocene)

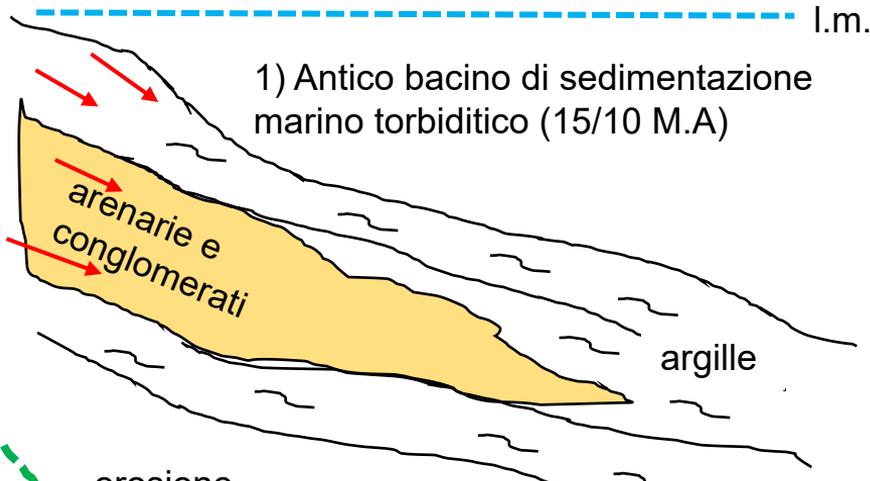
anticlinali e sinclinali



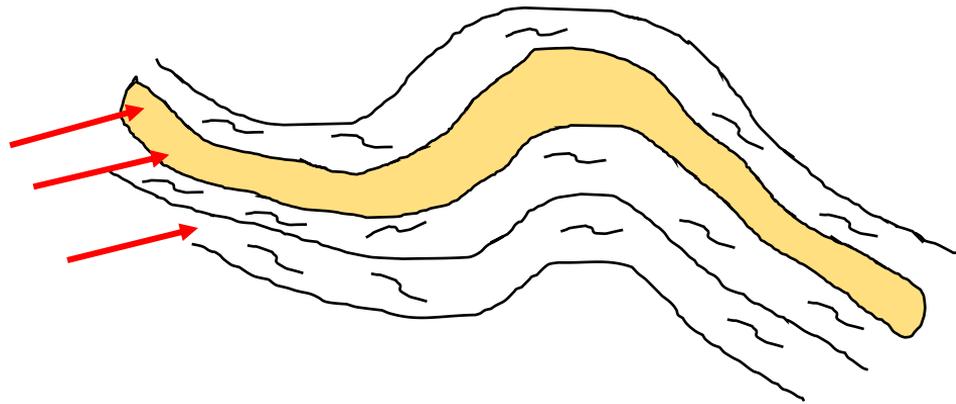
Fronte esterno della catena appenninica interessata da frequenti pieghe e sovrascorrimenti



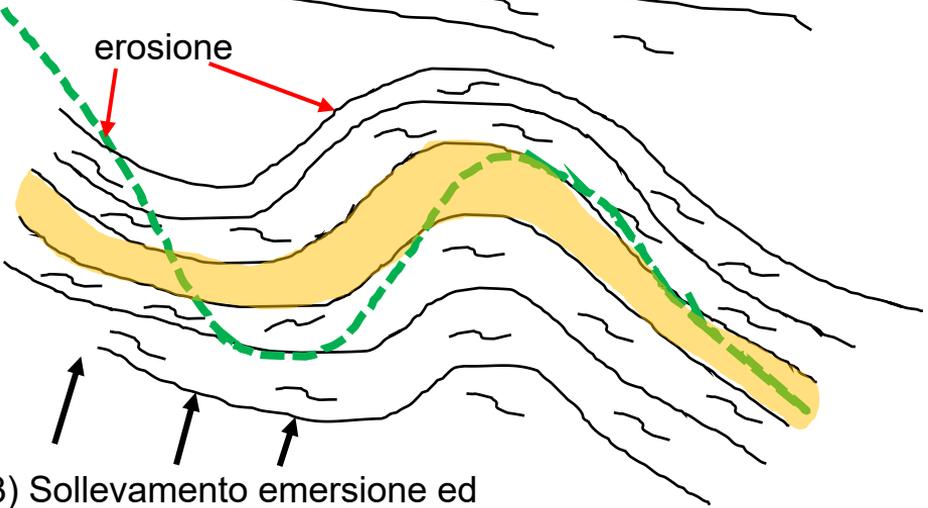
1) Antico bacino di sedimentazione
marino torbiditico (15/10 M.A)



2) Fase compressiva mio-pliocenica (tettonogenesi)
e deformazione in pieghe (10/2 M.A.)



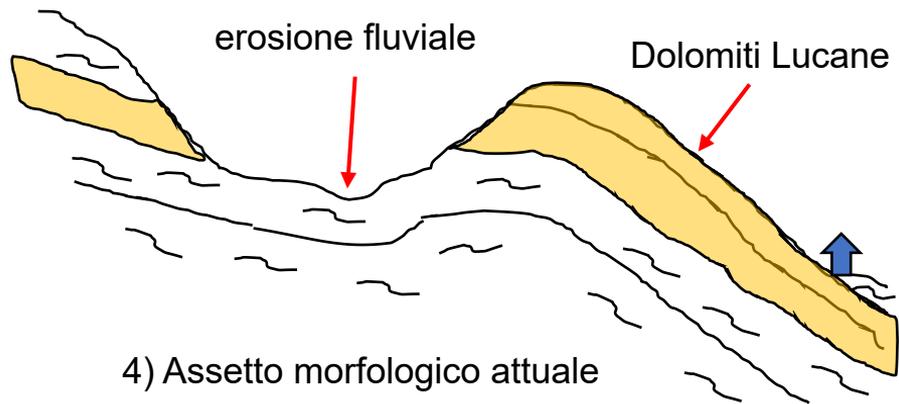
erosione



3) Sollevamento emersione ed
erosione (Quaternario, ultimi 2 M.A.)

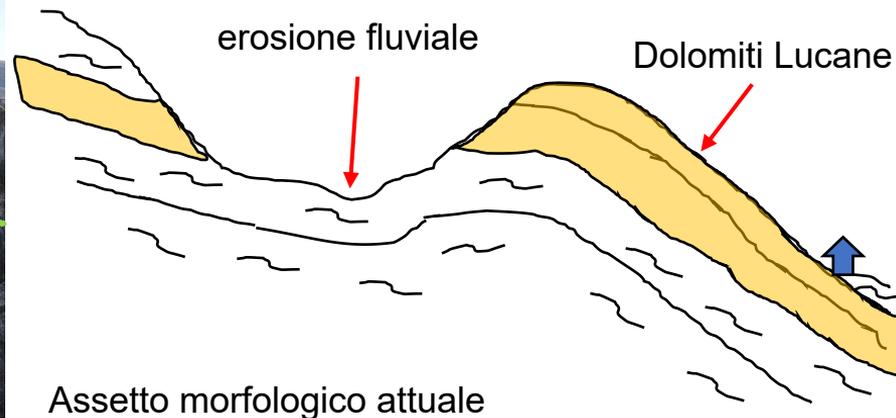
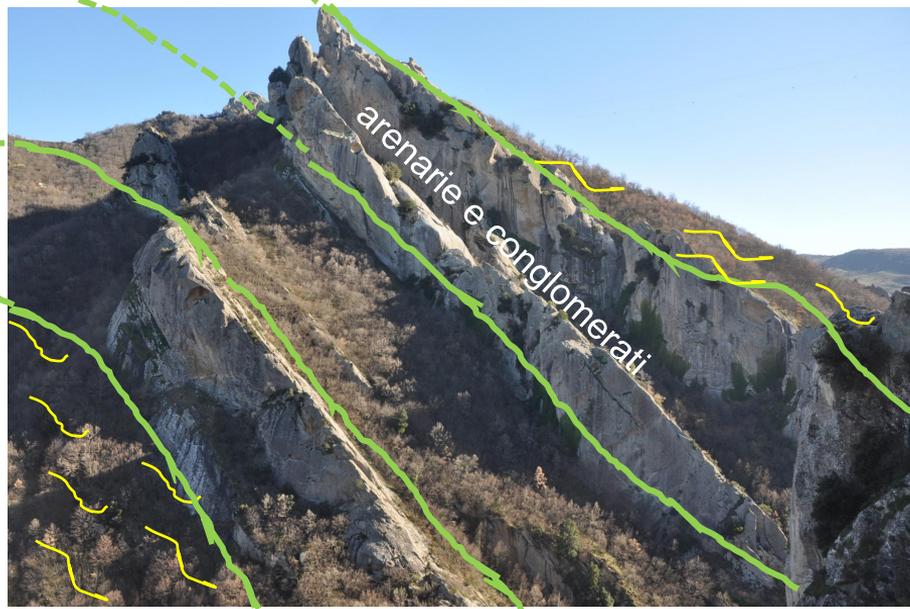
erosione fluviale

Dolomiti Lucane



4) Assetto morfologico attuale

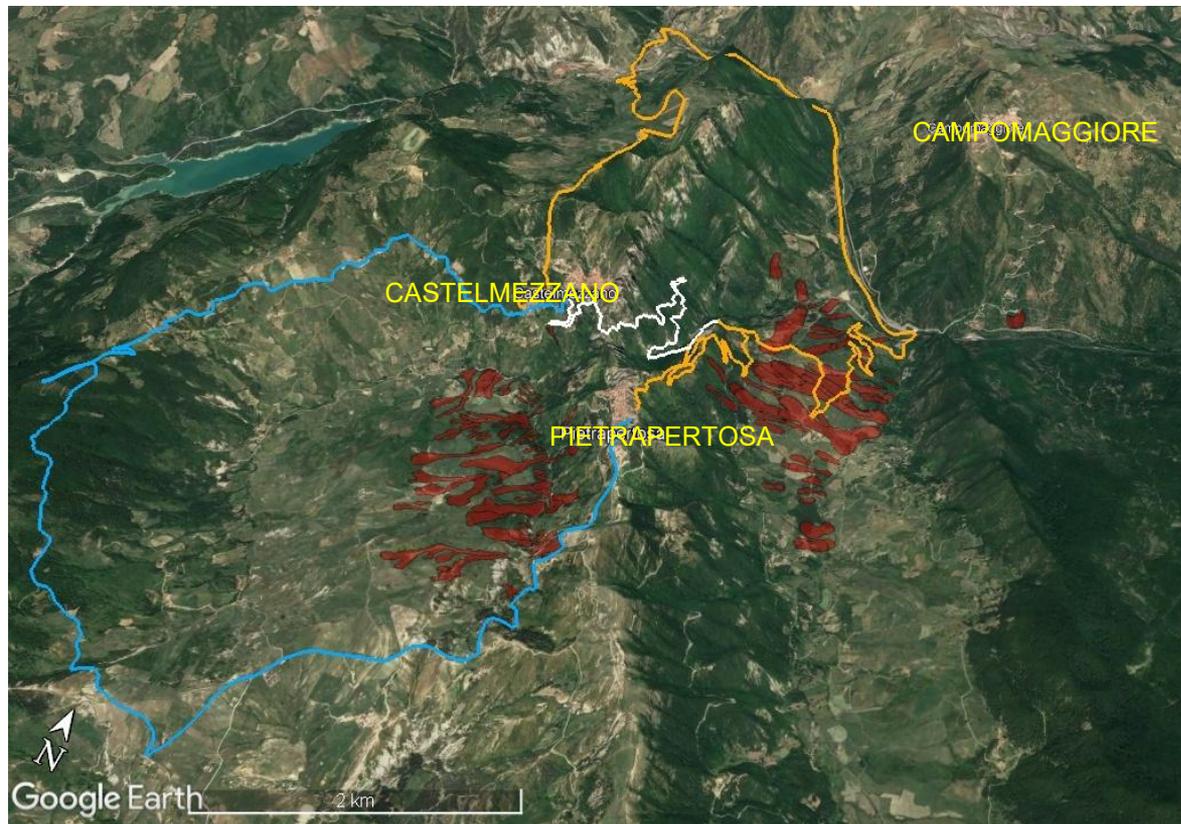
Dopo le fasi compressive che hanno piegato il Flysch di Gorgoglione l'erosione ha messo a nudo gli strati più lapidei (arenarie e conglomerati) che si conservano con versanti di strato molto acclivi (morfoselezione)



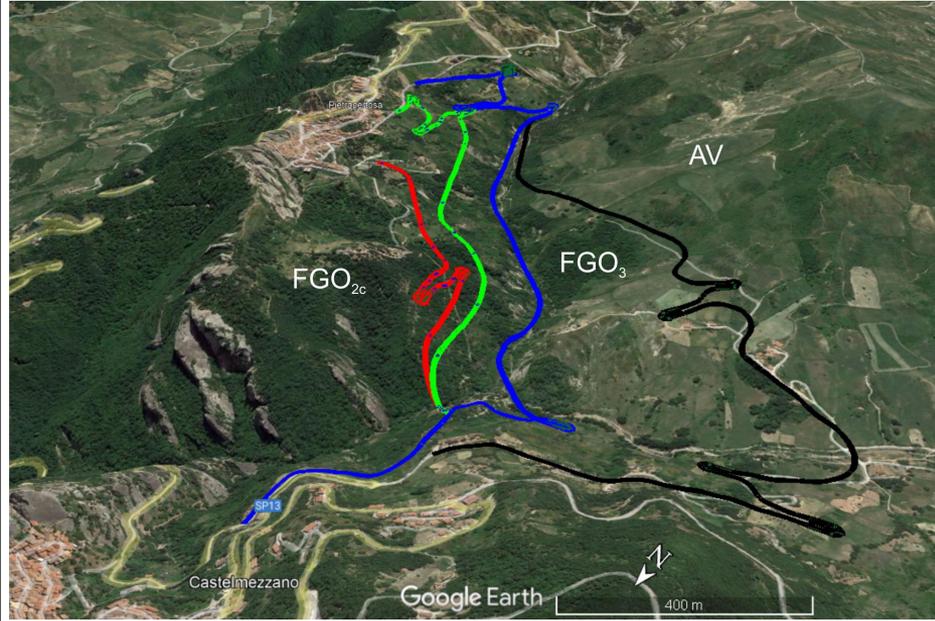
La strada di collegamento tra Castelmezzano e Pietrapertosa (SP13), è chiusa al traffico veicolare per la presenza di numerosi dissesti. Attualmente, i due paesi sono collegati mediante due vie alternative di 25.5 Km e di 16 km, creando disagi sia alla popolazione locale che alle attività turistiche presenti nella zona.



La strada di collegamento tra la Basentana e Pietrapertosa è interessata da diverse frane attive

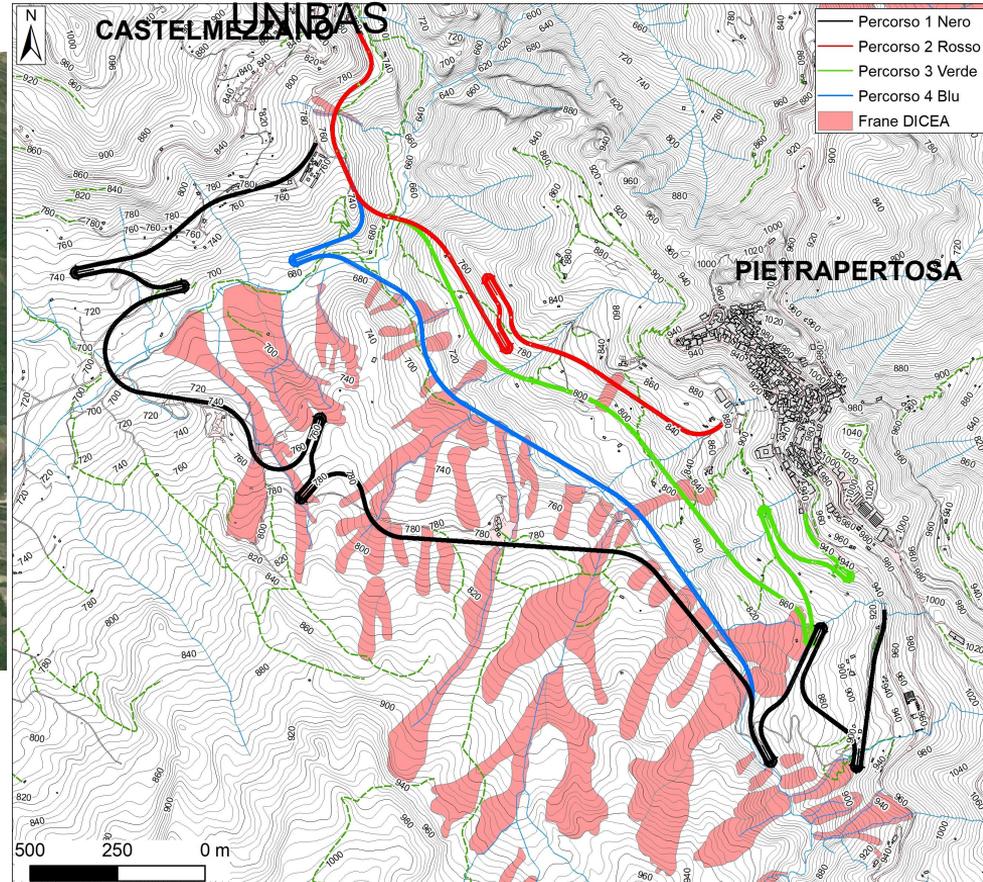


Un primo contributo del DICEA è stato quello di identificare le frane attive per la scelta progettuale di un possibile tracciato stradale tra Pietrapertosa e Castelmezzano



È stato condotto uno studio geomorfologico mediante utilizzo di cartografie di dettaglio (lidar con risoluzione 1x1 metro) ed ortofoto storiche relative agli anni 1989, 1997, 2000, 2006, 2012 e 2013 nelle aree in cui sono stati ipotizzati quattro tracciati stradali

In collaborazione con

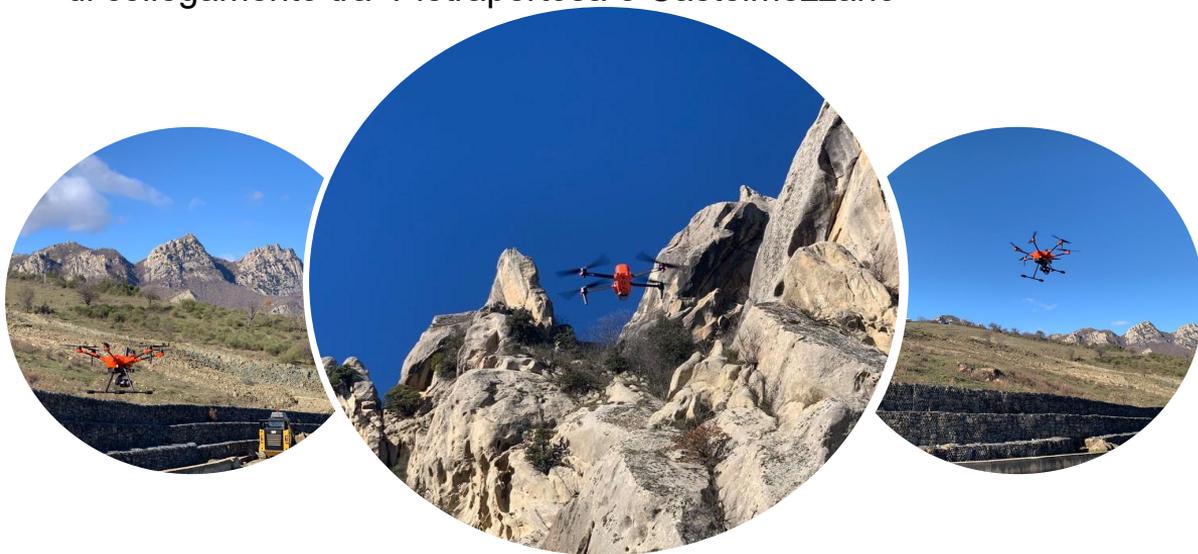


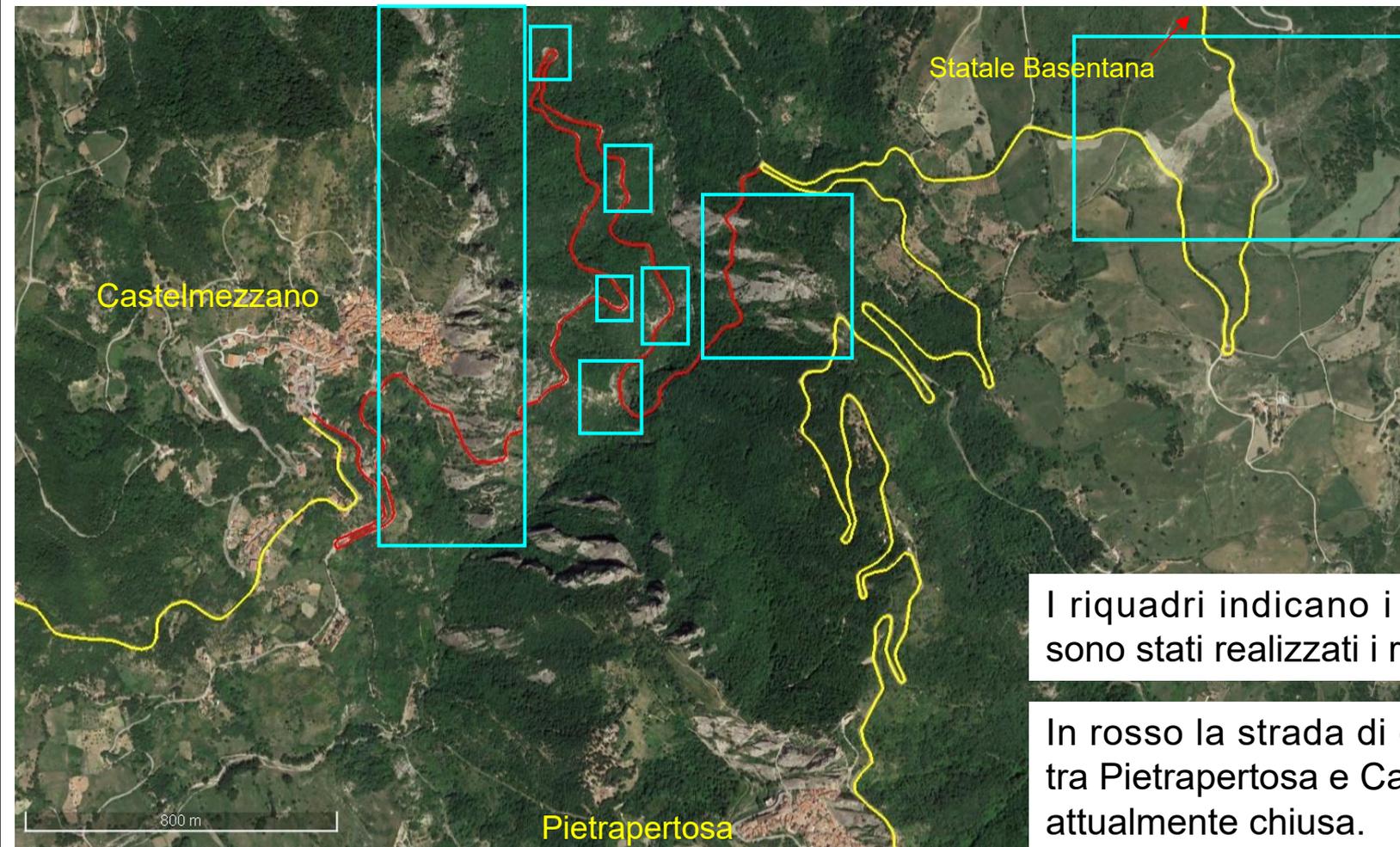
Le nuove tecnologie di rilievo permettono di produrre modelli geometrici sempre più dettagliati (precisione al cm)

Il rilievo geologico di campo è stato integrato con una serie di voli da drone dotato di GPS RTK che hanno avuto lo scopo di effettuare rilievi fotogrammetrici di grande dettaglio delle aree in frana

Sono stati effettuati numerosi rilievi nel tempo per **tre** casi di studio:

- la **colata** attiva che coinvolge la strada **SP13** per Pietrapertosa
- i fronti rocciosi in **conglomerati** e le scarpate in **arenaria** lungo la strada
- di collegamento tra Pietrapertosa e Castelmezzano





I riquadri indicano i settori in cui sono stati realizzati i rilievi

In rosso la strada di collegamento tra Pietrapertosa e Castelmezzano, attualmente chiusa.



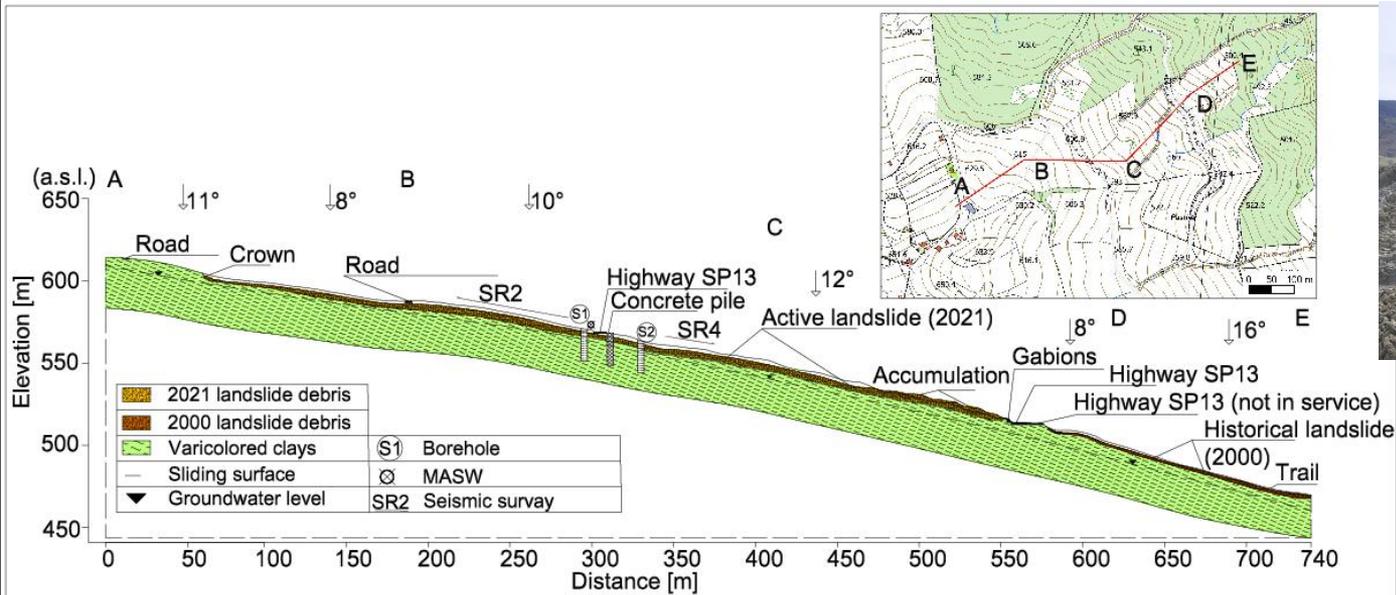
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI NAPOLI FEDERICO II

Dipartimento di Ingegneria
Civile, Edile e Ambientale



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

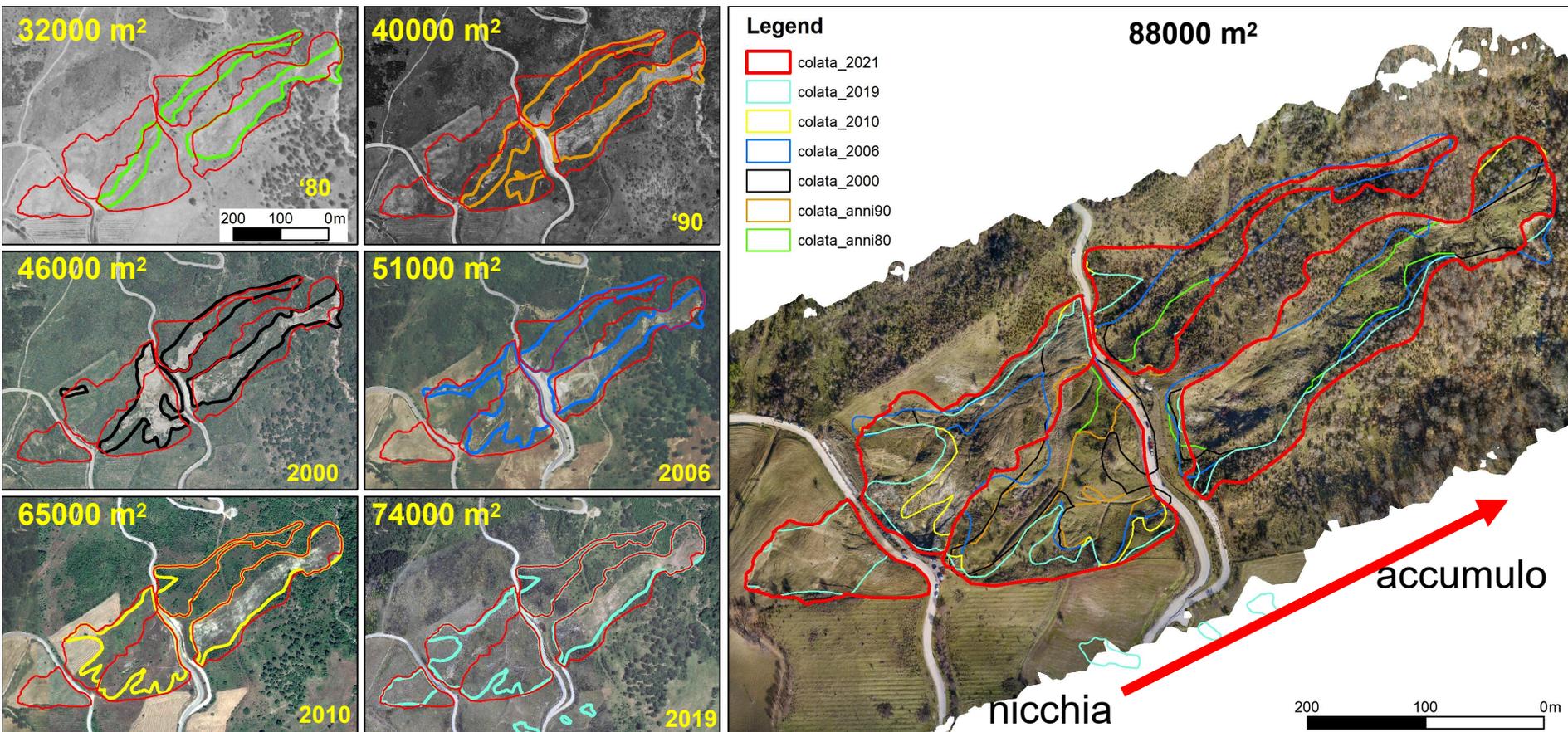




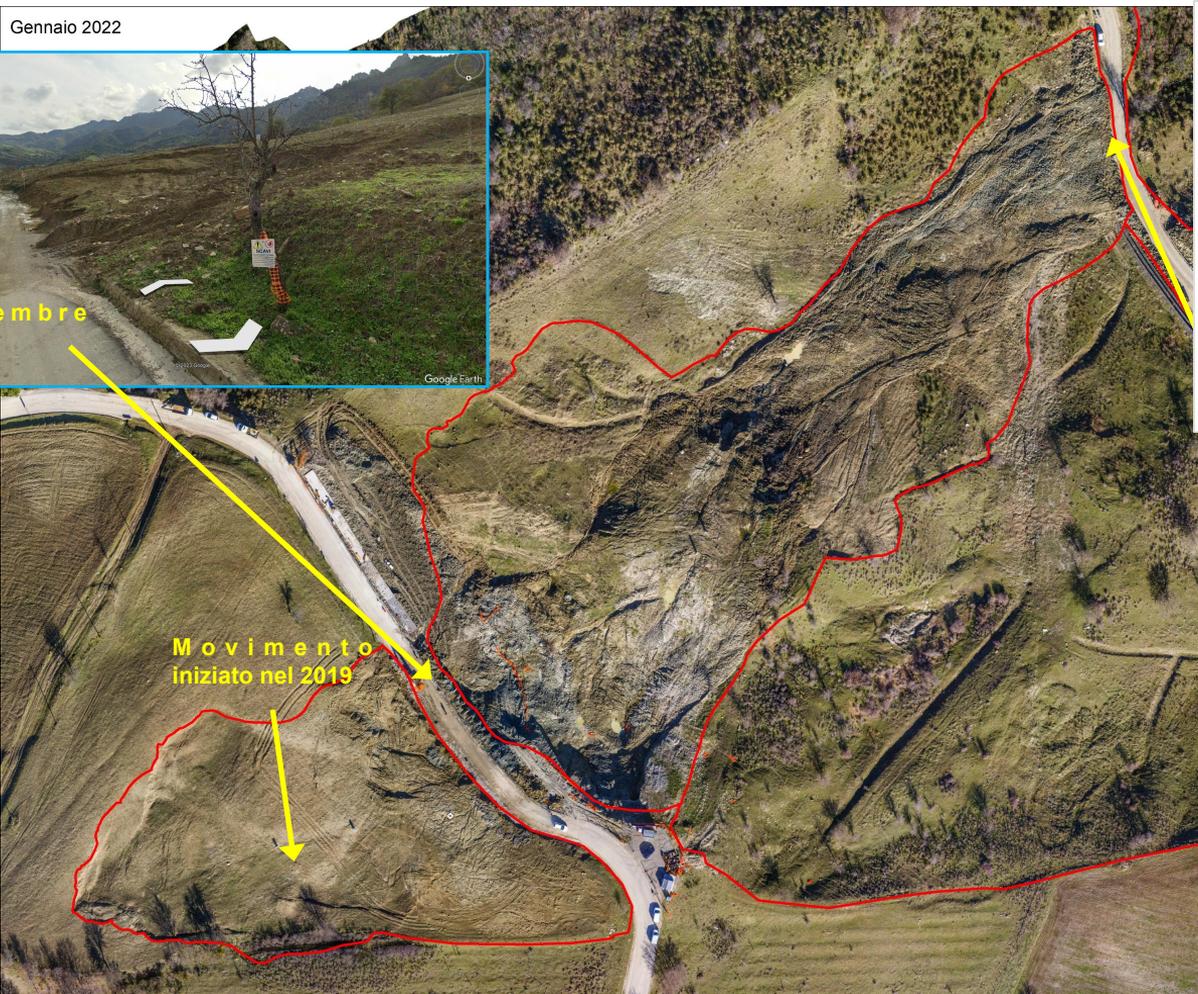
La superficie di scorrimento si attesta a circa 8m di profondità



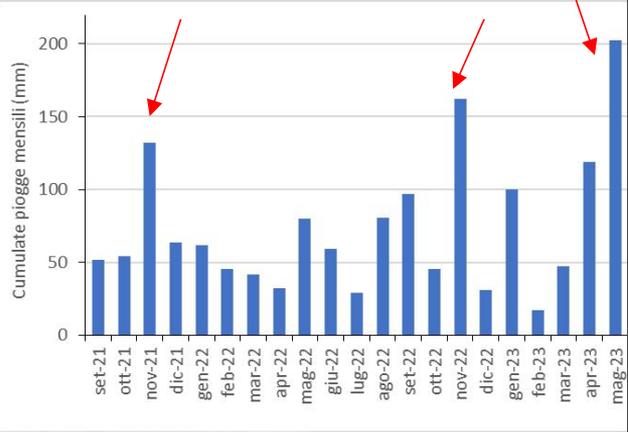
Dall'analisi di ortofoto storiche è stata ricostruita l'evoluzione della colata, sulla SP13, dagli anni '80 fino ad oggi

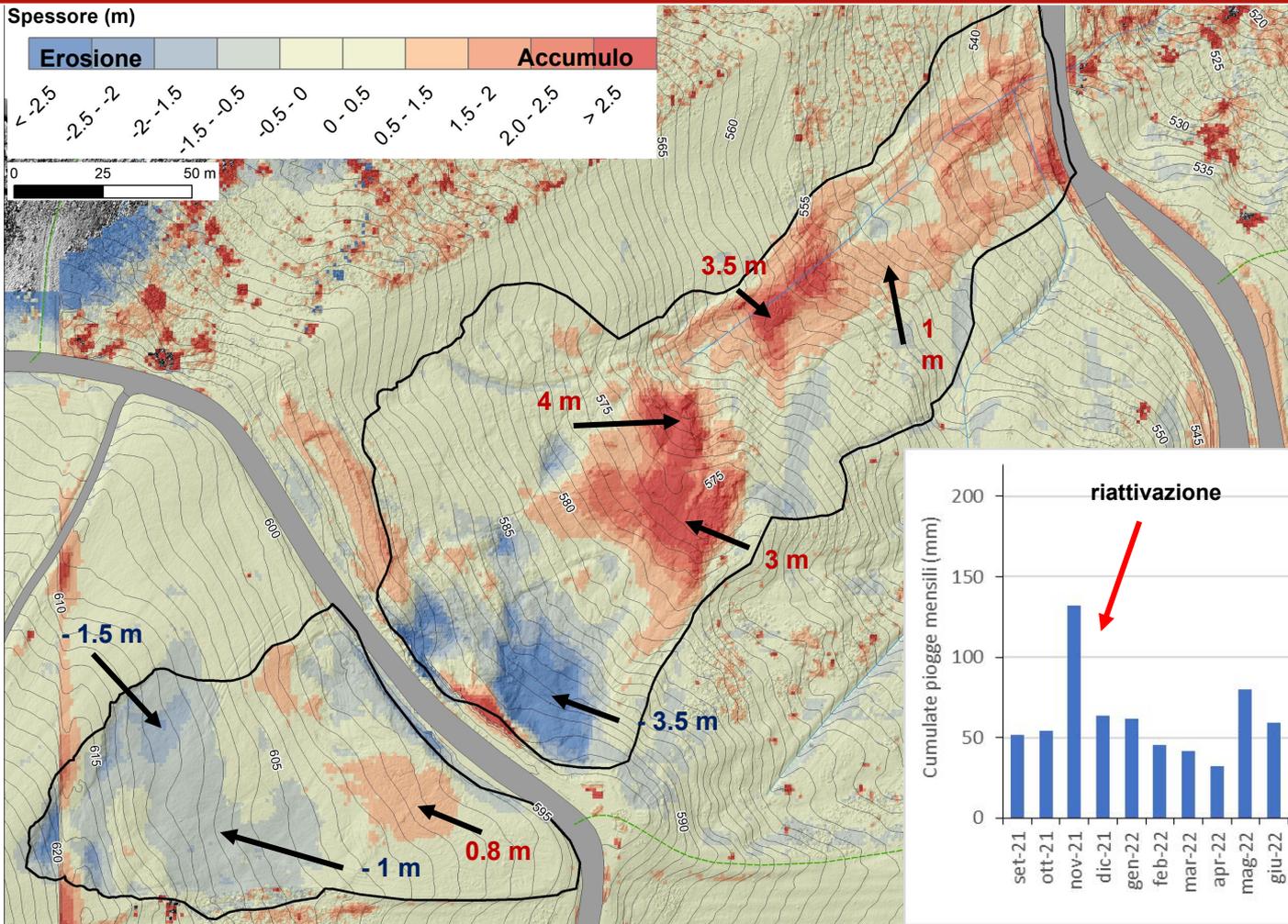


Gennaio 2022



Movimento iniziato nel 2019

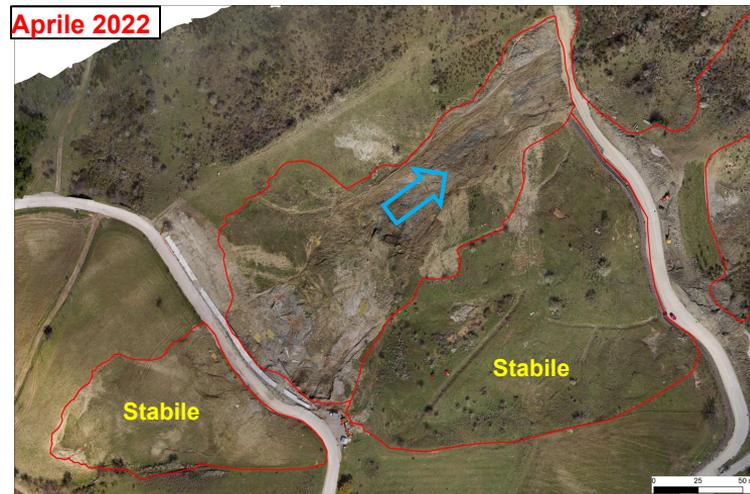




Gennaio 2022



Aprile 2022

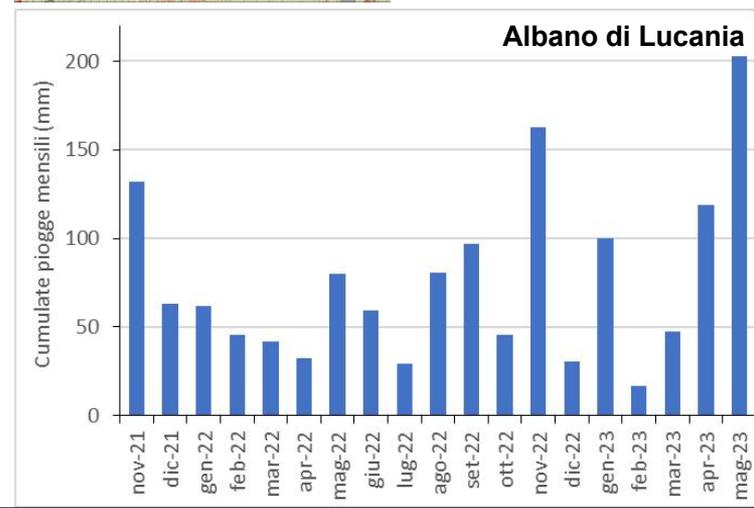
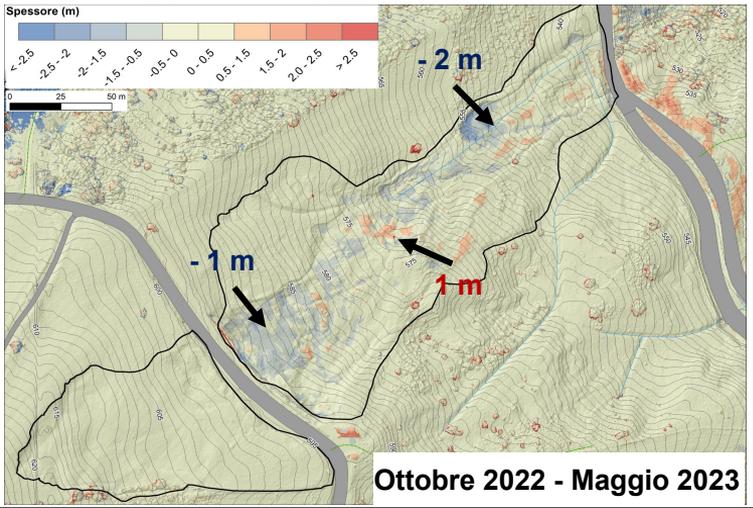
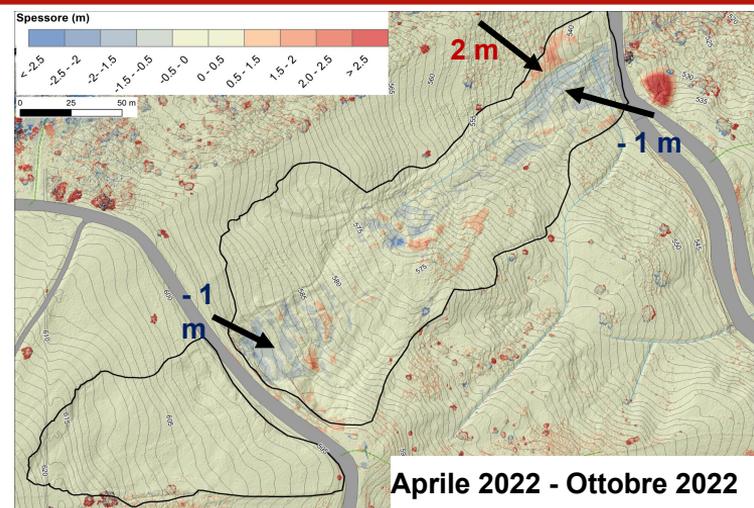
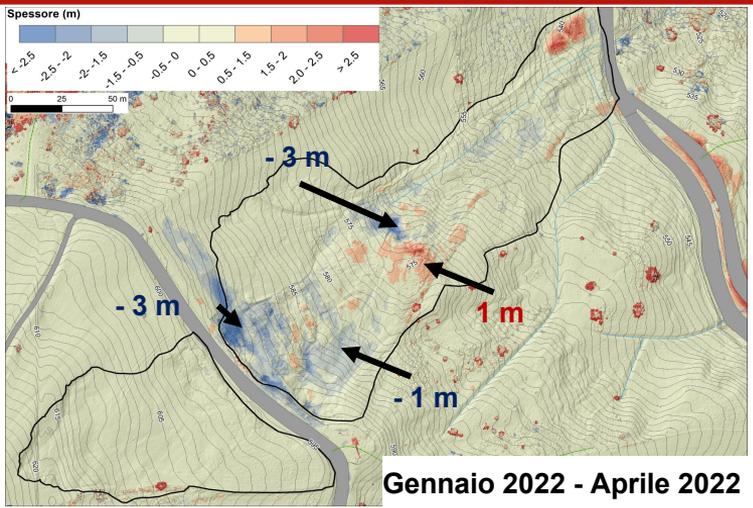


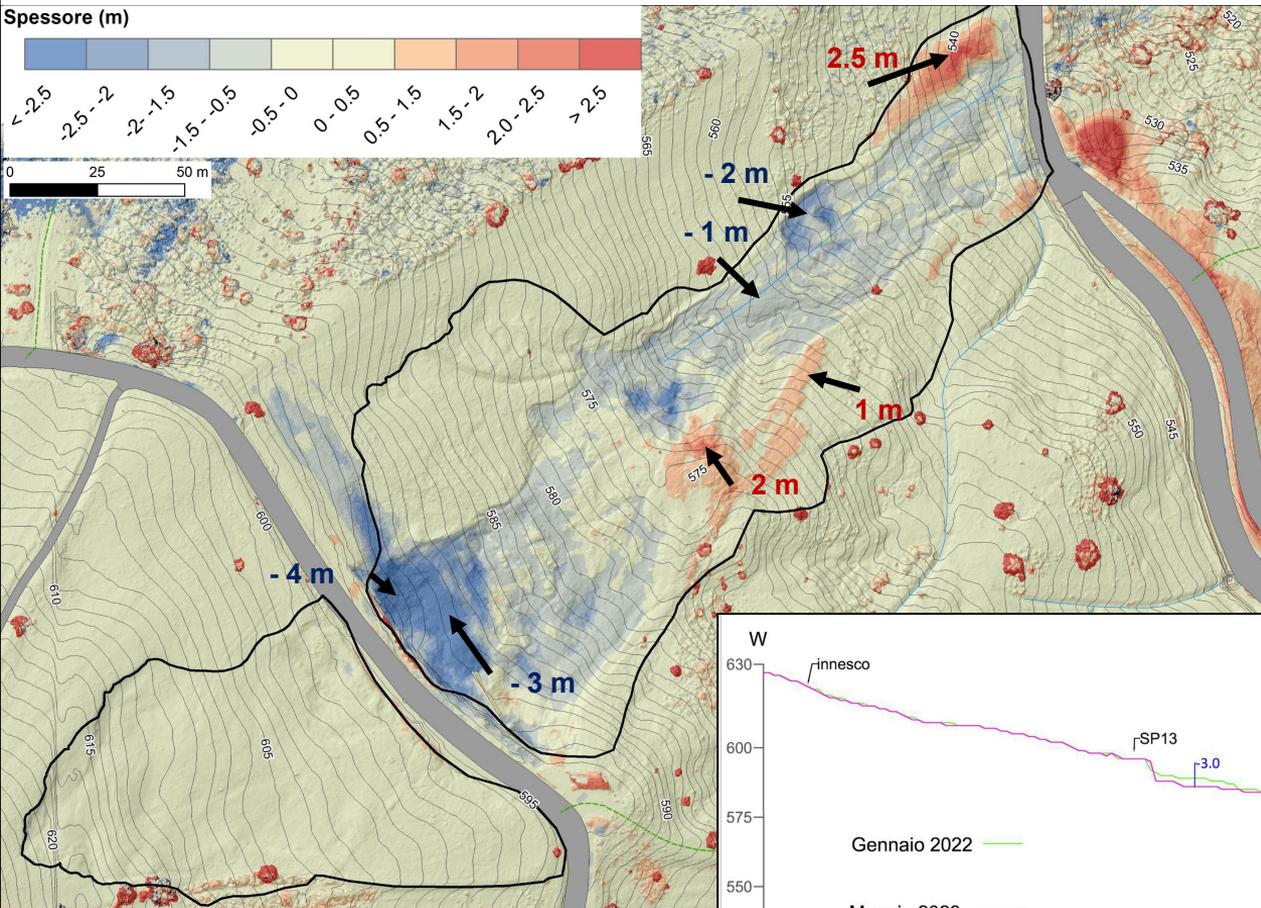
Ottobre 2022



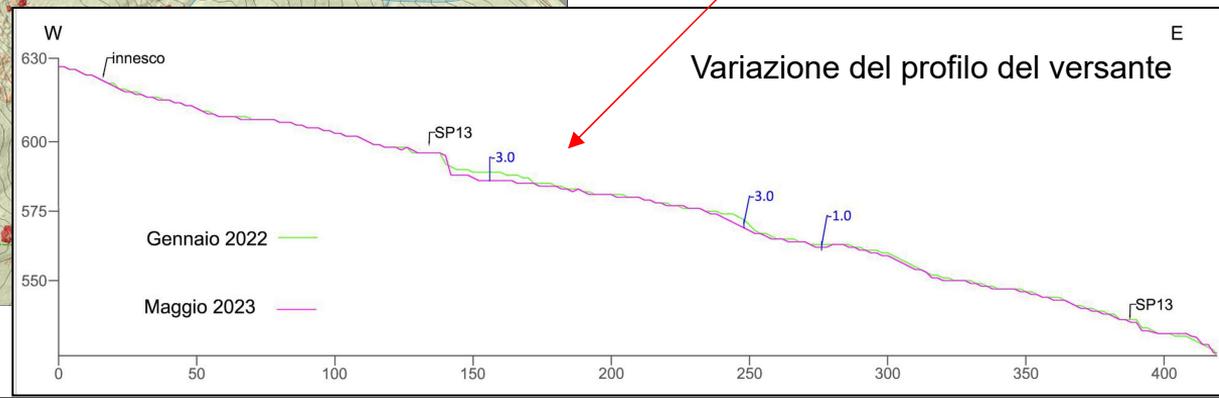
Maggio 2023

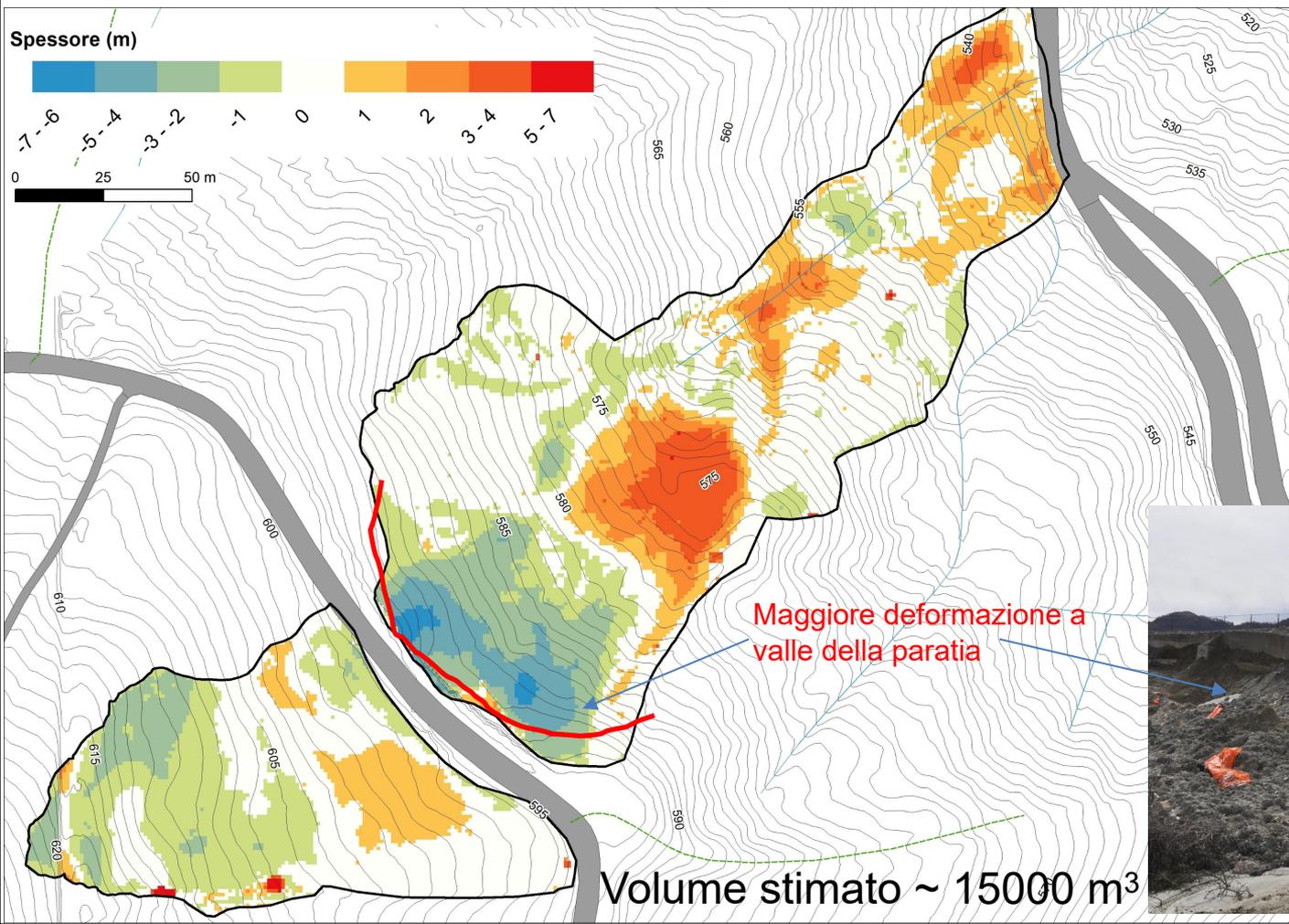






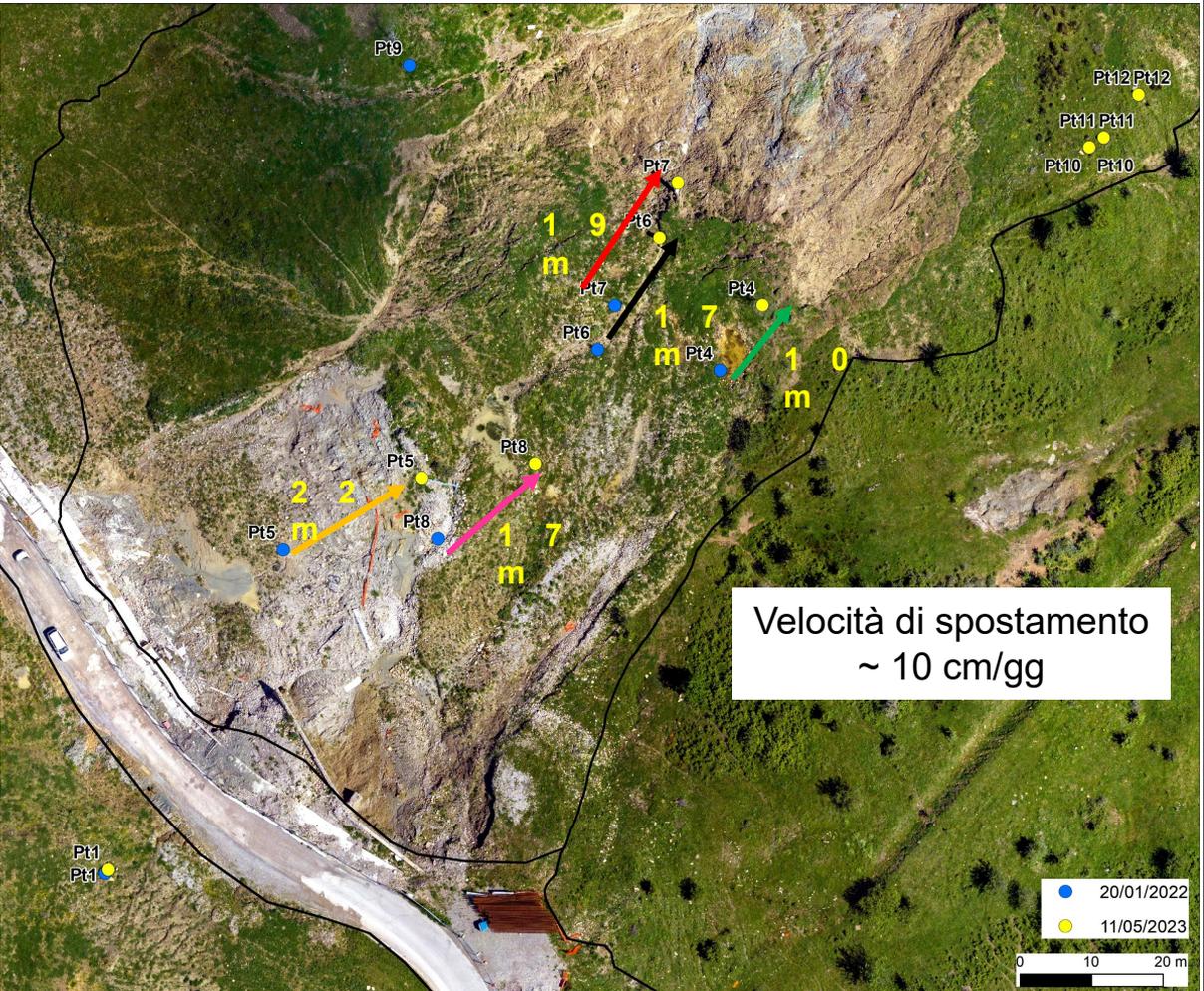
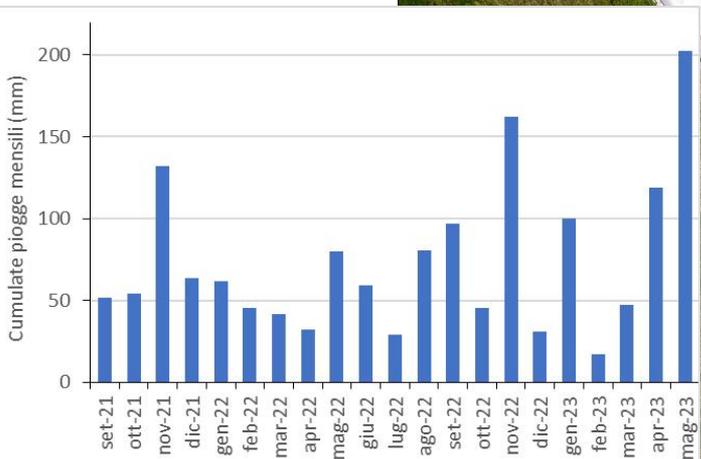
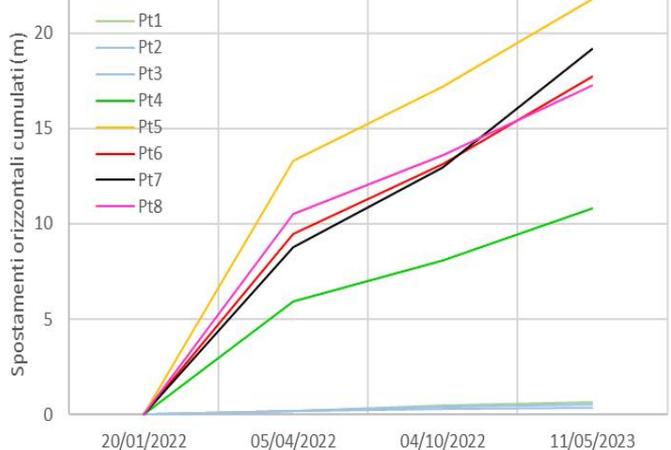
Deformazioni del suolo di oltre 3m in erosione

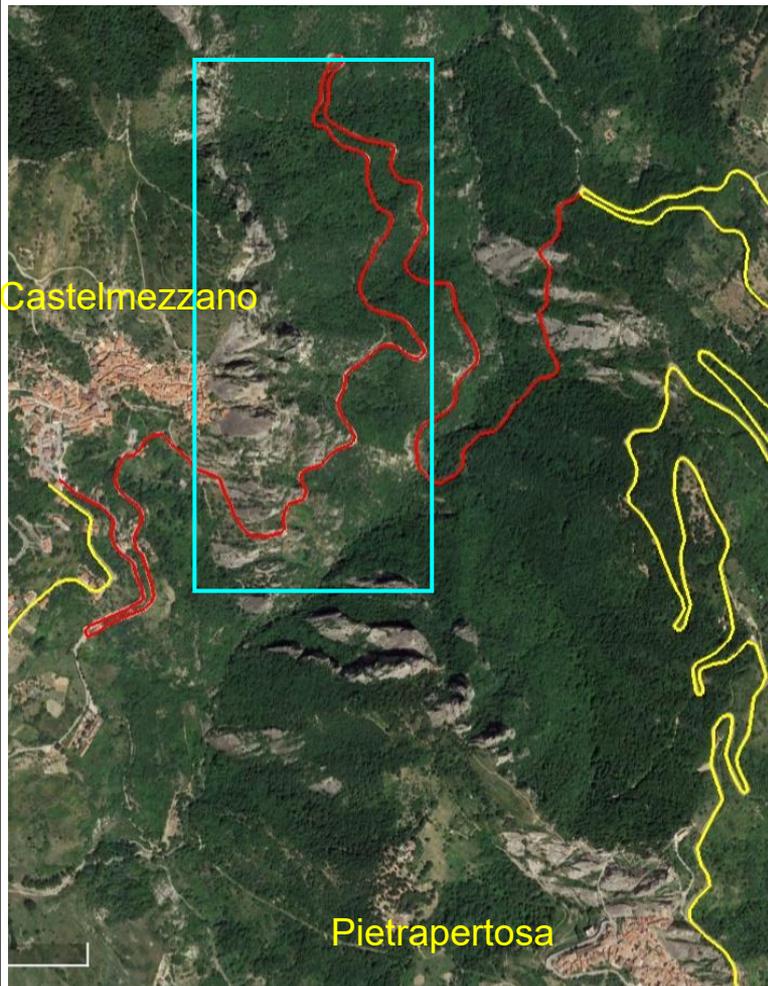




Periodo nov 21
maggio 23







La linea rossa indica la strada di collegamento tra Pietrapertosa e Castelmezzano

Grandi frane da crollo nei conglomerati del Flysch di Gorgoglione

- Sono stati effettuati una serie di rilievi con drone
- Ottenuti modelli 3D (nuvole di punti, DEM) e 2D (ortomosaici) mediante l'utilizzo di software Structure for motion (Metashape)
- Dai modelli 3D sono state individuate le principali fratture e discontinuità mediante software dedicato –
- Sono stati ricostruiti stereo-plot mediante software Dips (Rockscience)



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI NAPOLI FEDERICO II

Dipartimento di Ingegneria
Civile, Edile e Ambientale



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Ministero dell'Università
e della Ricerca



PON
RICERCA
E INNOVAZIONE
2014 - 2020

Modello 3d a nuvola di punti preliminare con spaziatura di circa 2.5 cm
Ammasso roccioso a monte della strada per Castelmezzano (circa 250 milioni di punti)

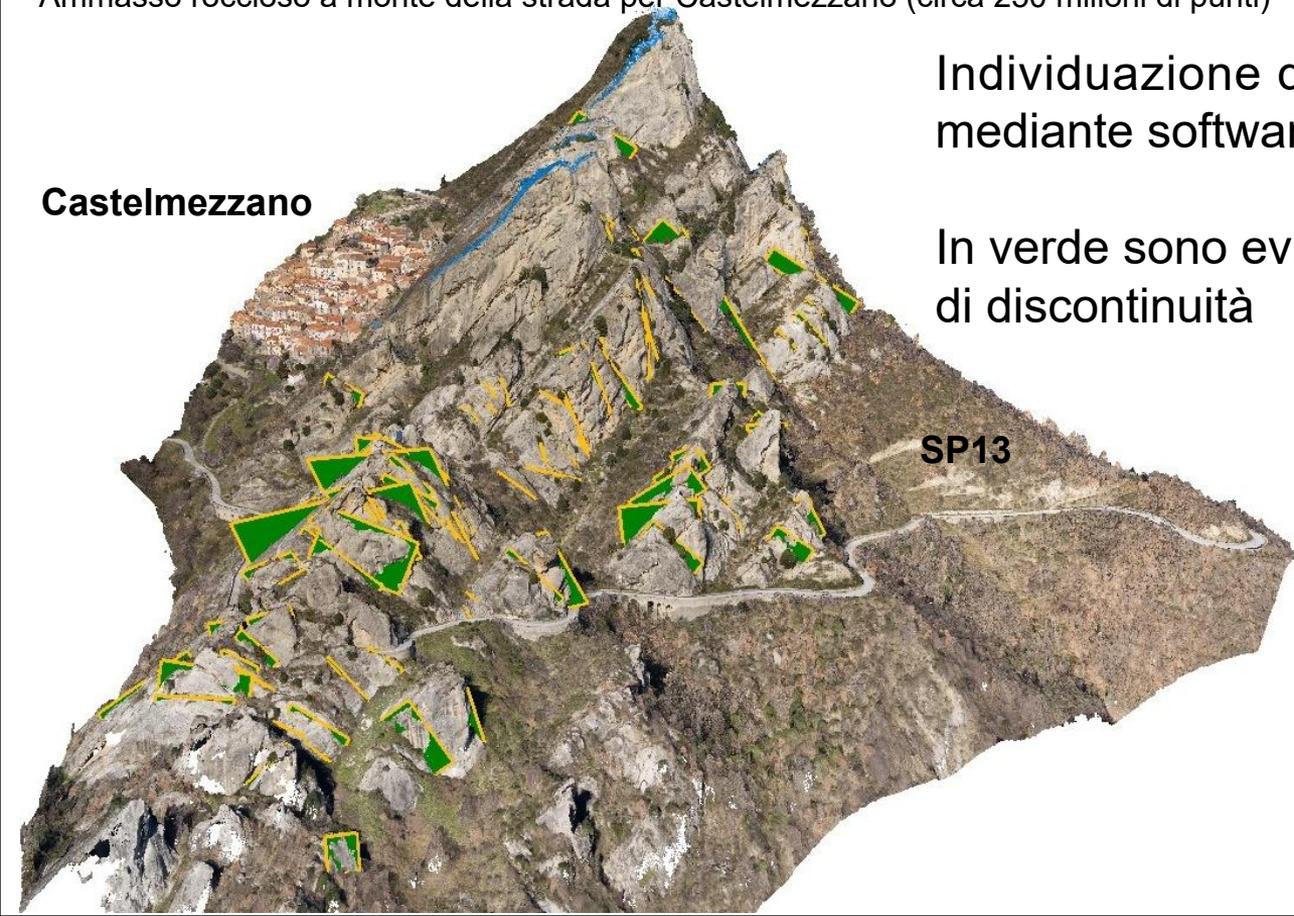
Castelmezzano

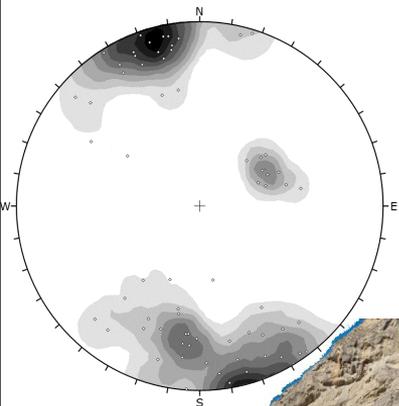
Individuazione delle fratture e discontinuità
mediante software dedicato (Open Plot).

In verde sono evidenziati tutti i principali piani
di discontinuità

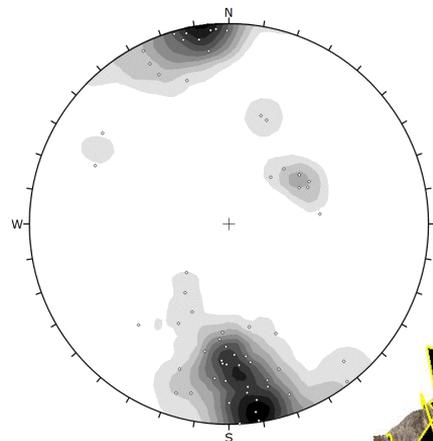
SP13

I dati acquisiti in
automatico vengono
tarati con stazioni di
misura a terra alla
base delle pareti

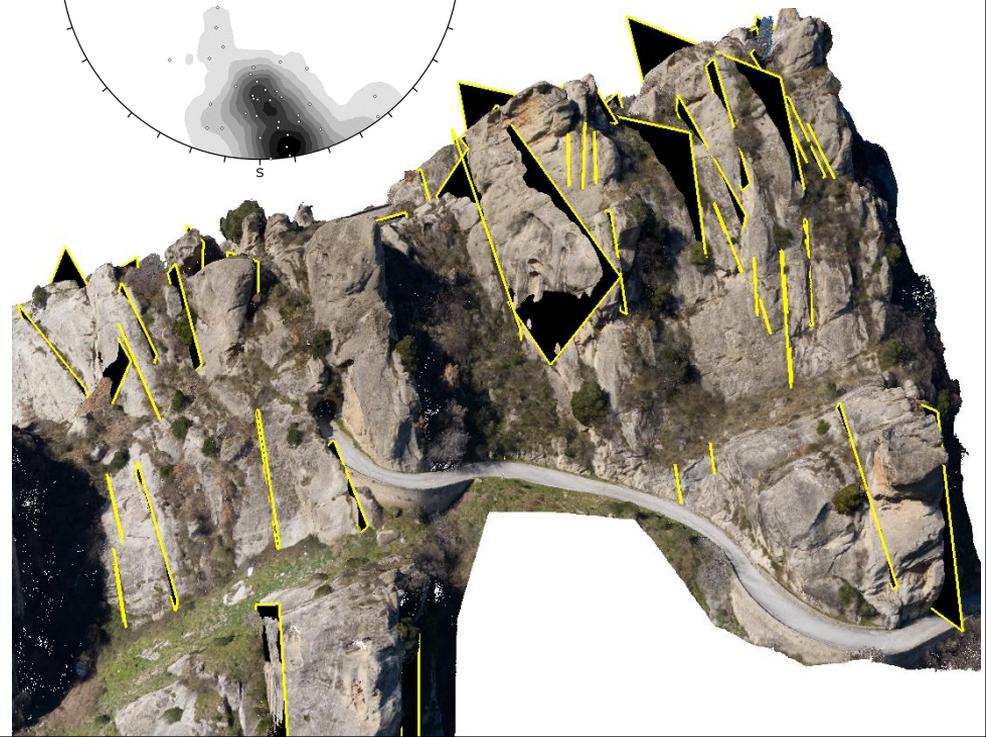
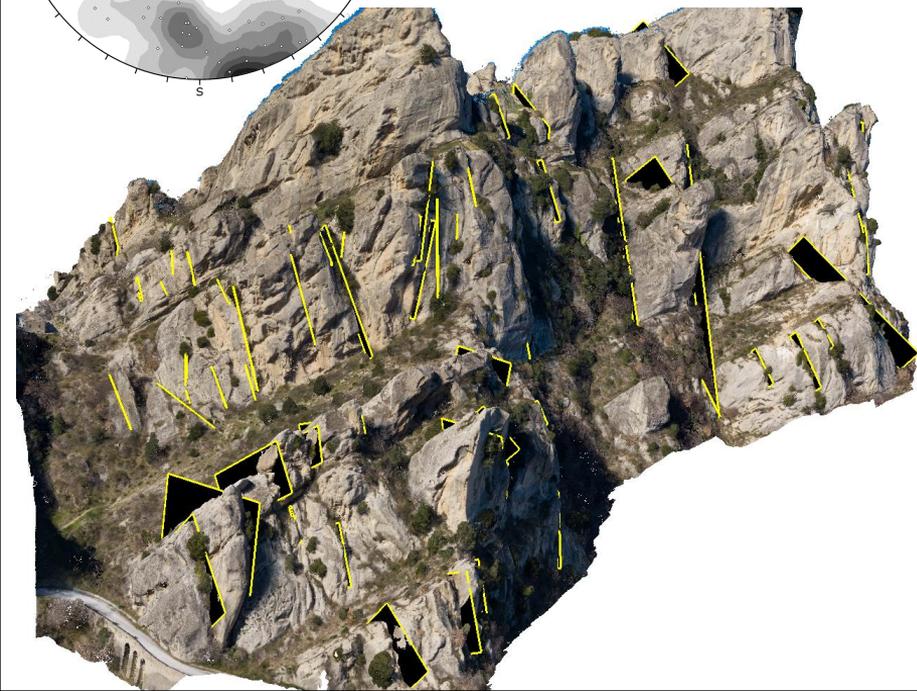


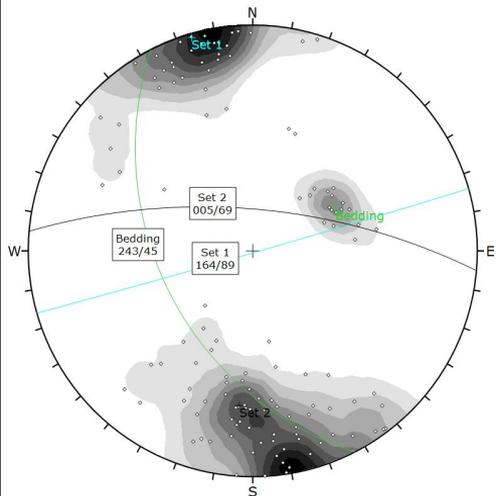


Settore 1 dell'affioramento



Settore 2 dell'affioramento



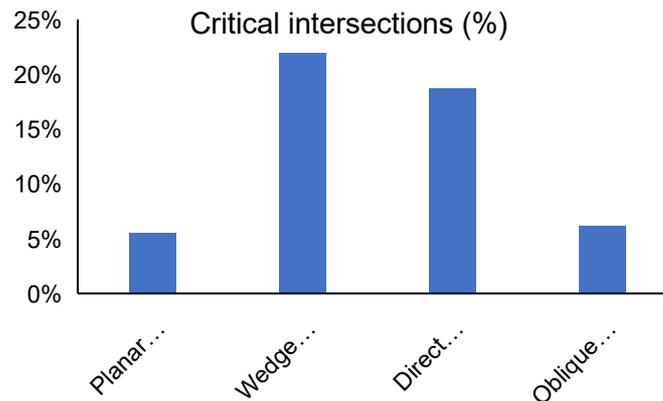


Symbol	Feature
○	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
Lightest	0.00 - 1.80
Light	1.80 - 3.60
Medium-Light	3.60 - 5.40
Medium	5.40 - 7.20
Medium-Dark	7.20 - 9.00
Dark	9.00 - 10.80
Very Dark	10.80 - 12.60
Black	12.60 - 14.40
Black	14.40 - 16.20
Black	16.20 - 18.00

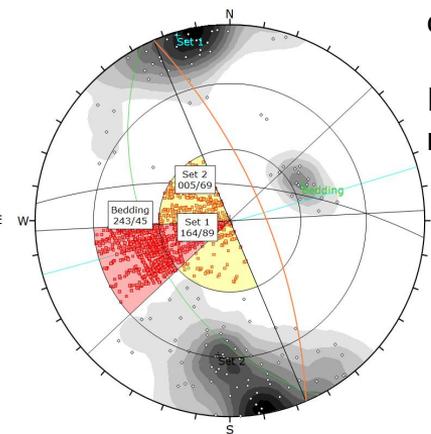
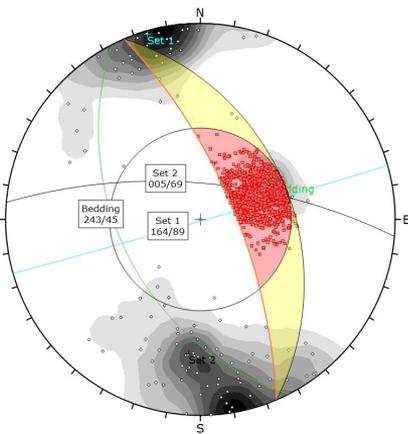
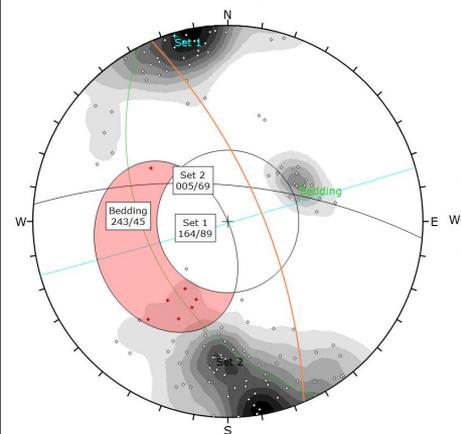
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	17.18%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.5%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	126 (126 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle



Stereo-plot delle principali famiglie di discontinuità e modelli di rottura effettuati con il software Dips (rockscience)

Il grafico indica in percentuale i modelli di rottura più probabili

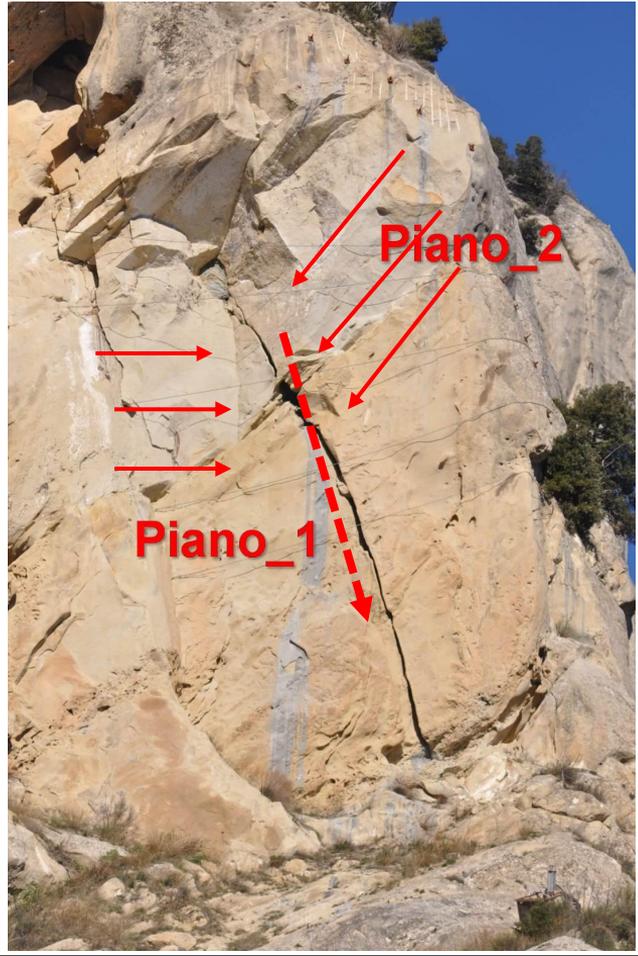


Modelli di rottura
 Immersione fronte: 070
 Inclinazione fronte: 67
 Angolo di attrito: 40
 Lateral limit: 20

Scivolamento planare

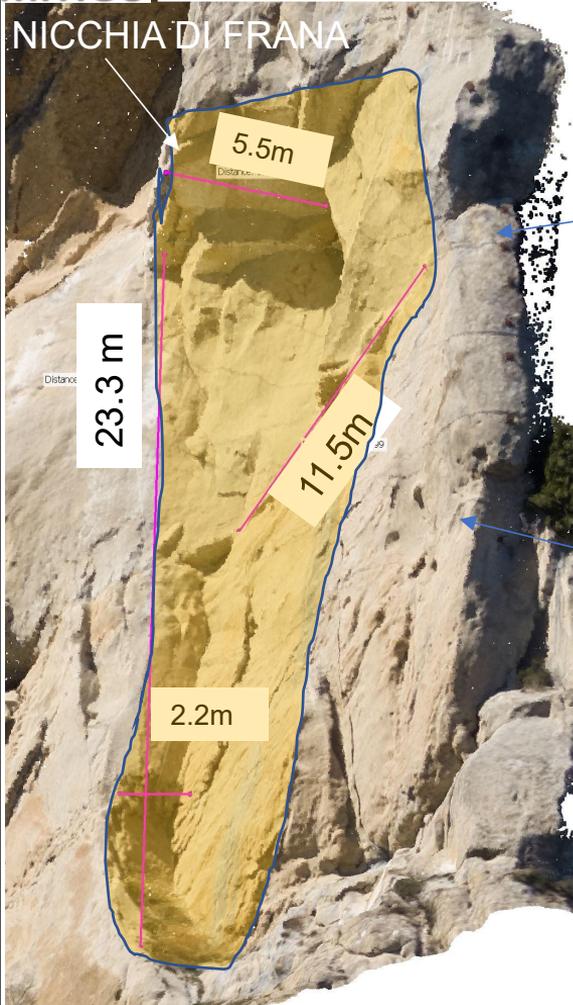
Scivolamento a cuneo

Ribaltamento



Esempi di rotture a cuneo

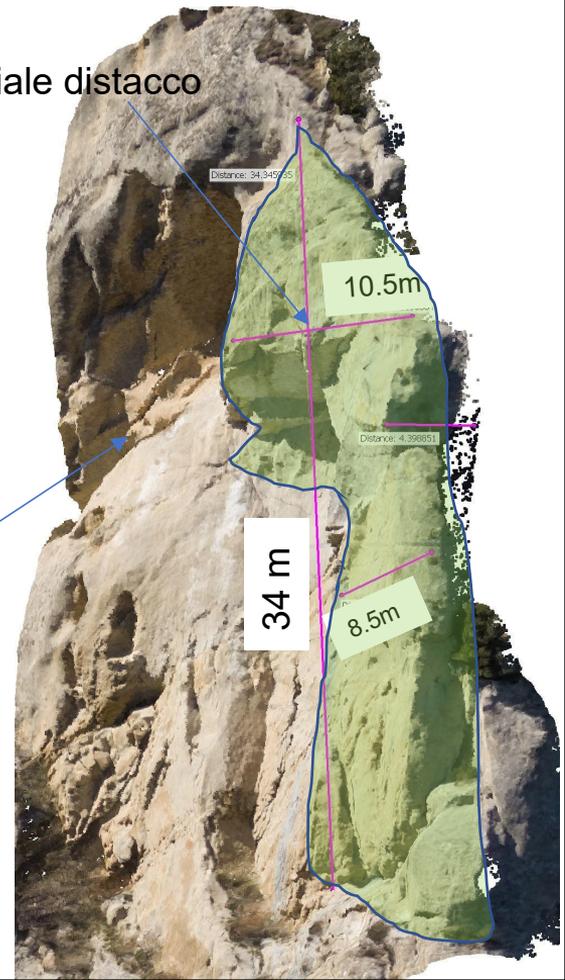
NICCHIA DI FRANA



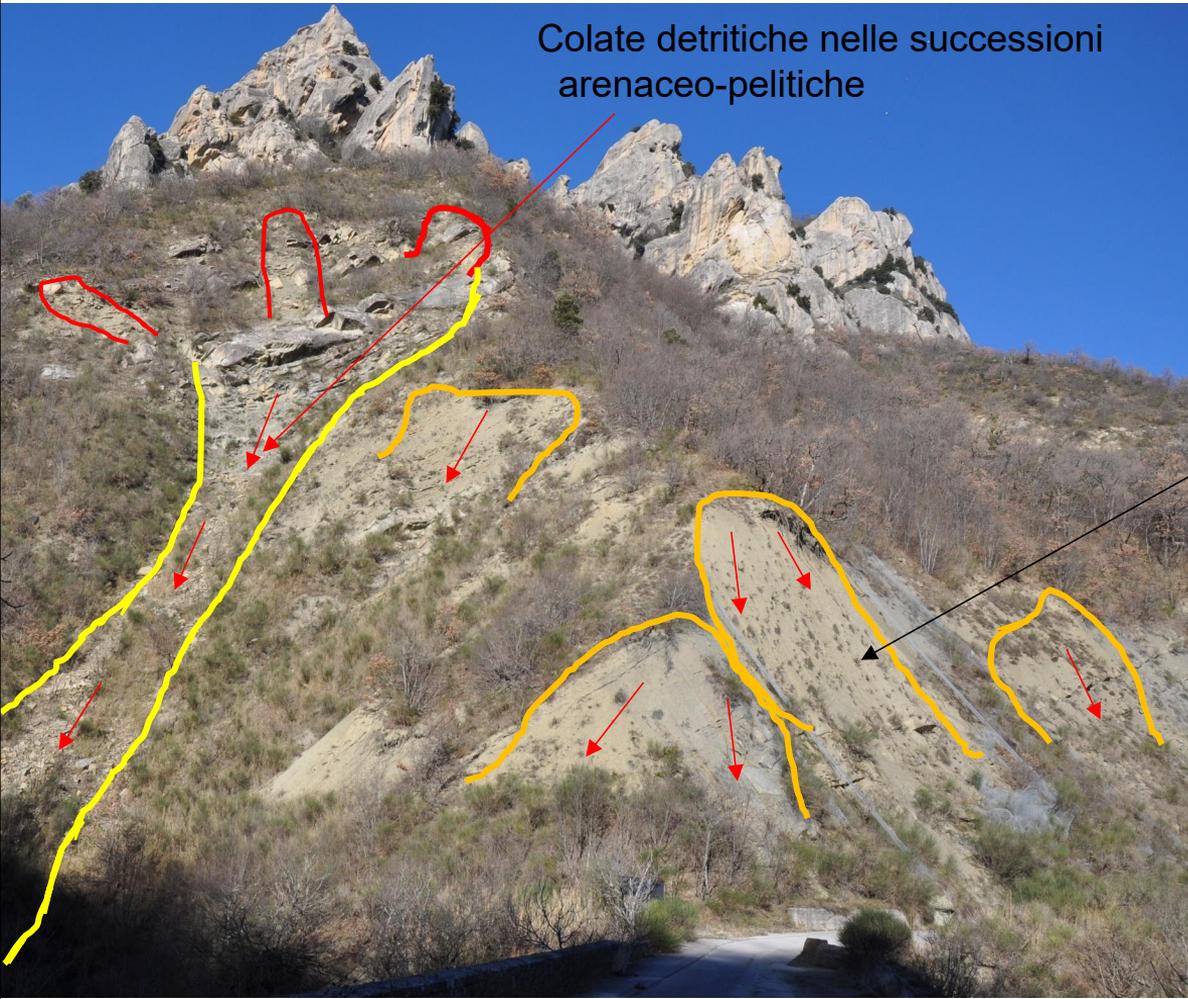
Stima dei volumi mobilitabili
Circa 200 m³

I rilievi eseguiti con drone possono fornire
utili informazioni per la corretta definizione
degli interventi di sistemazione

Potenziale distacco



Stima dei volumi mobilitabili
Circa 600 m³



Colate detritiche nelle successioni arenaceo-pelitiche

STRADA PIETRAPERTOSA – CASTELMEZZANO

Fenomeni di limitate dimensioni ma molto frequenti

Erosione diffusa e frane nelle successioni argilloso-arenacee

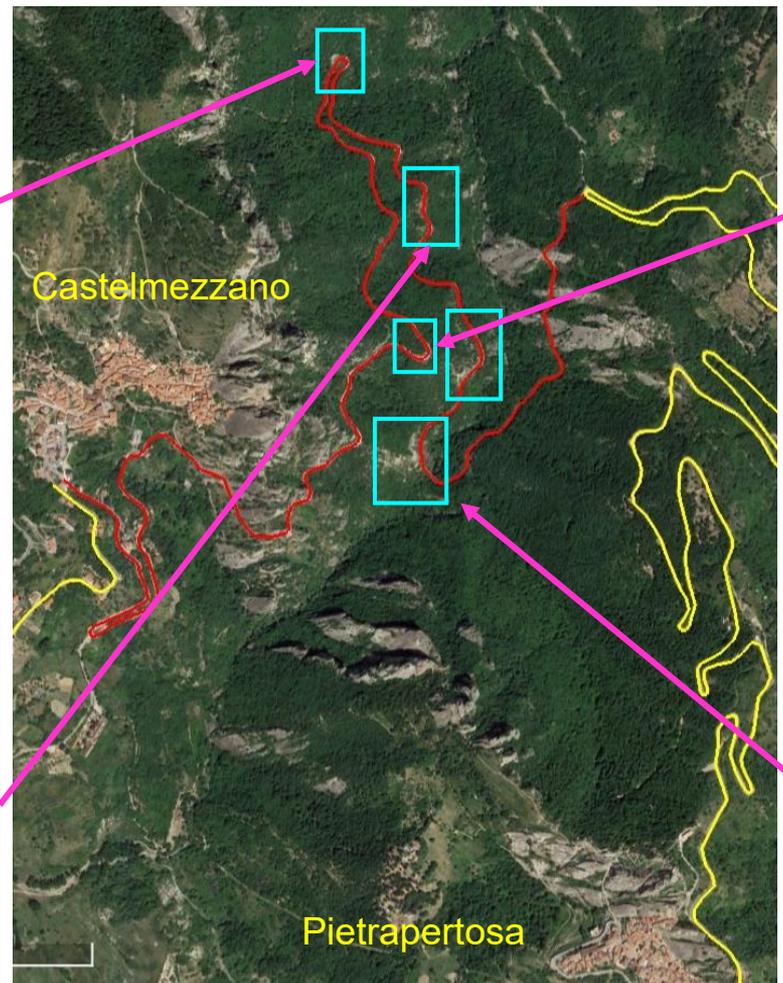
Fenomeni di limitate dimensioni ma molto frequenti

Erosione degli strati argillosi (morfoselezione) e ribaltamenti di mensole di arenarie



Erosione degli strati argillosi (morfoselezione) e ribaltamenti di «mensole» di arenarie

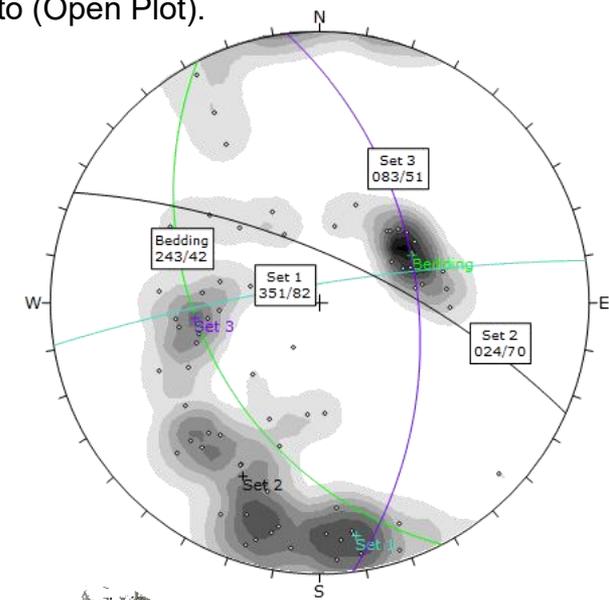
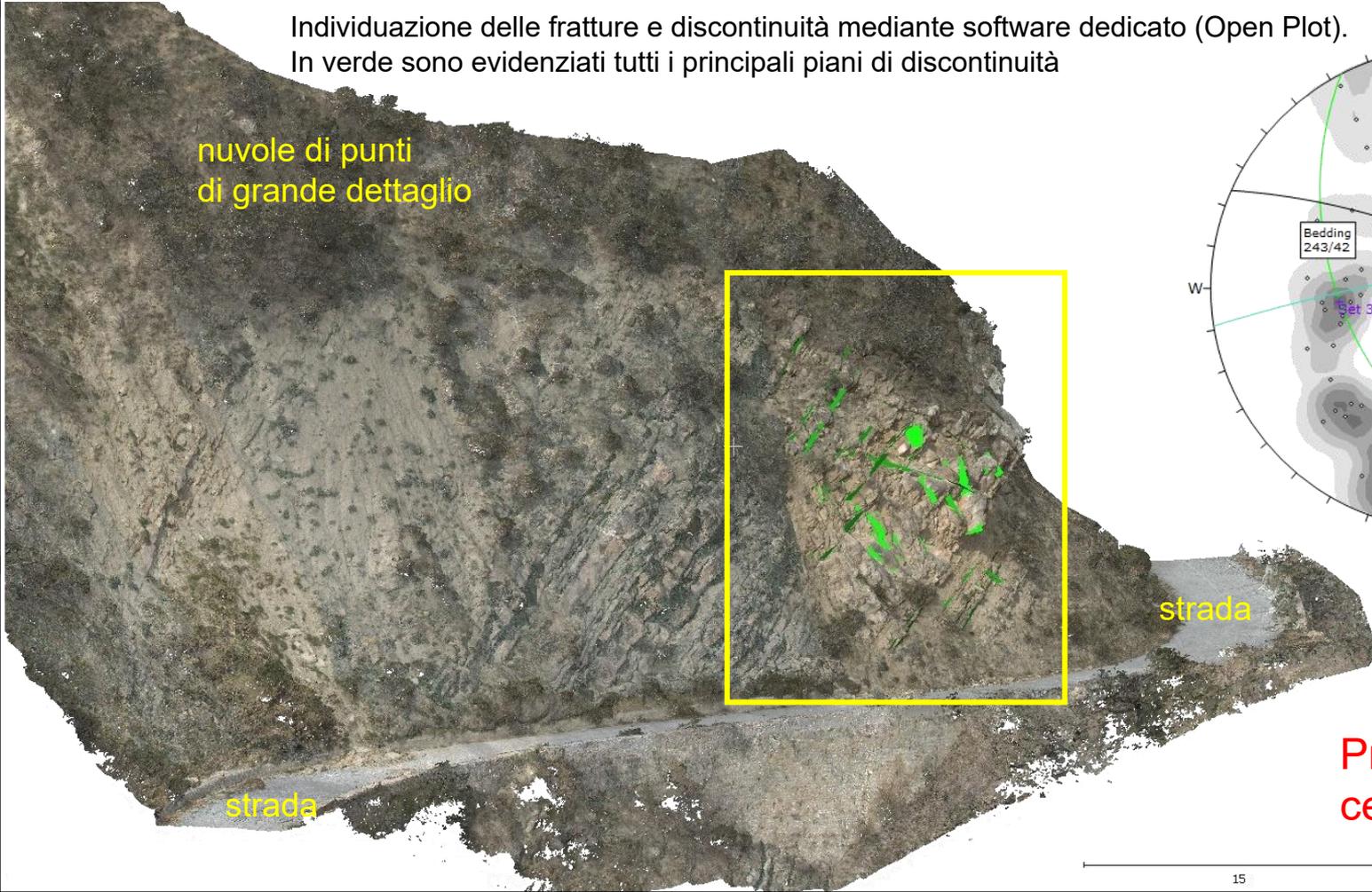




sono stati individuati 5 settori a maggiore pericolosità

Individuazione delle fratture e discontinuità mediante software dedicato (Open Plot).
In verde sono evidenziati tutti i principali piani di discontinuità

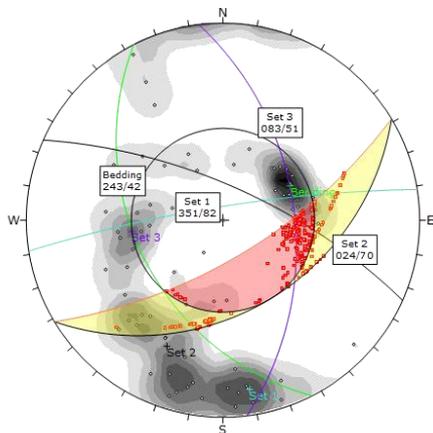
nuvole di punti
di grande dettaglio



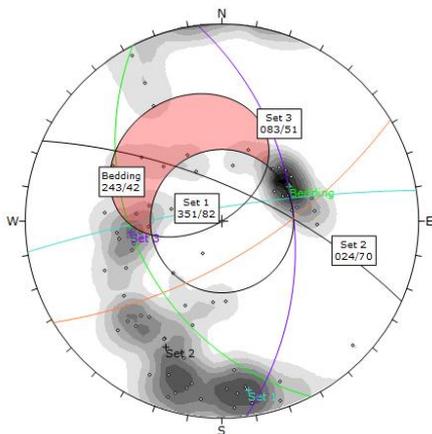
strada

strada

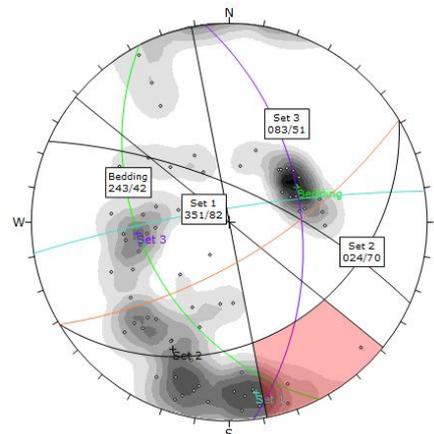
Precisione
centimetrica



Scivolamento a cuneo

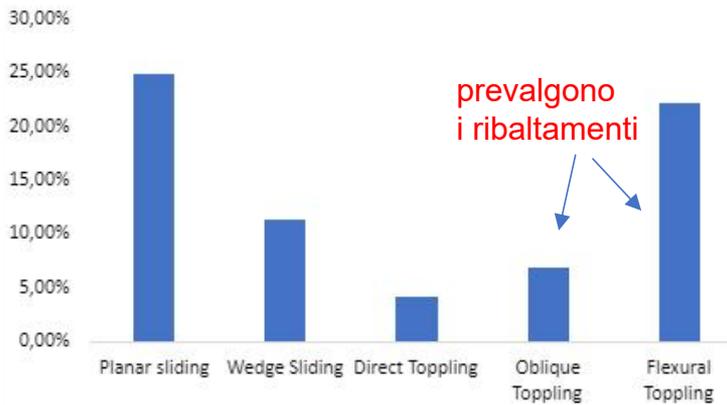


Scivolamento planare



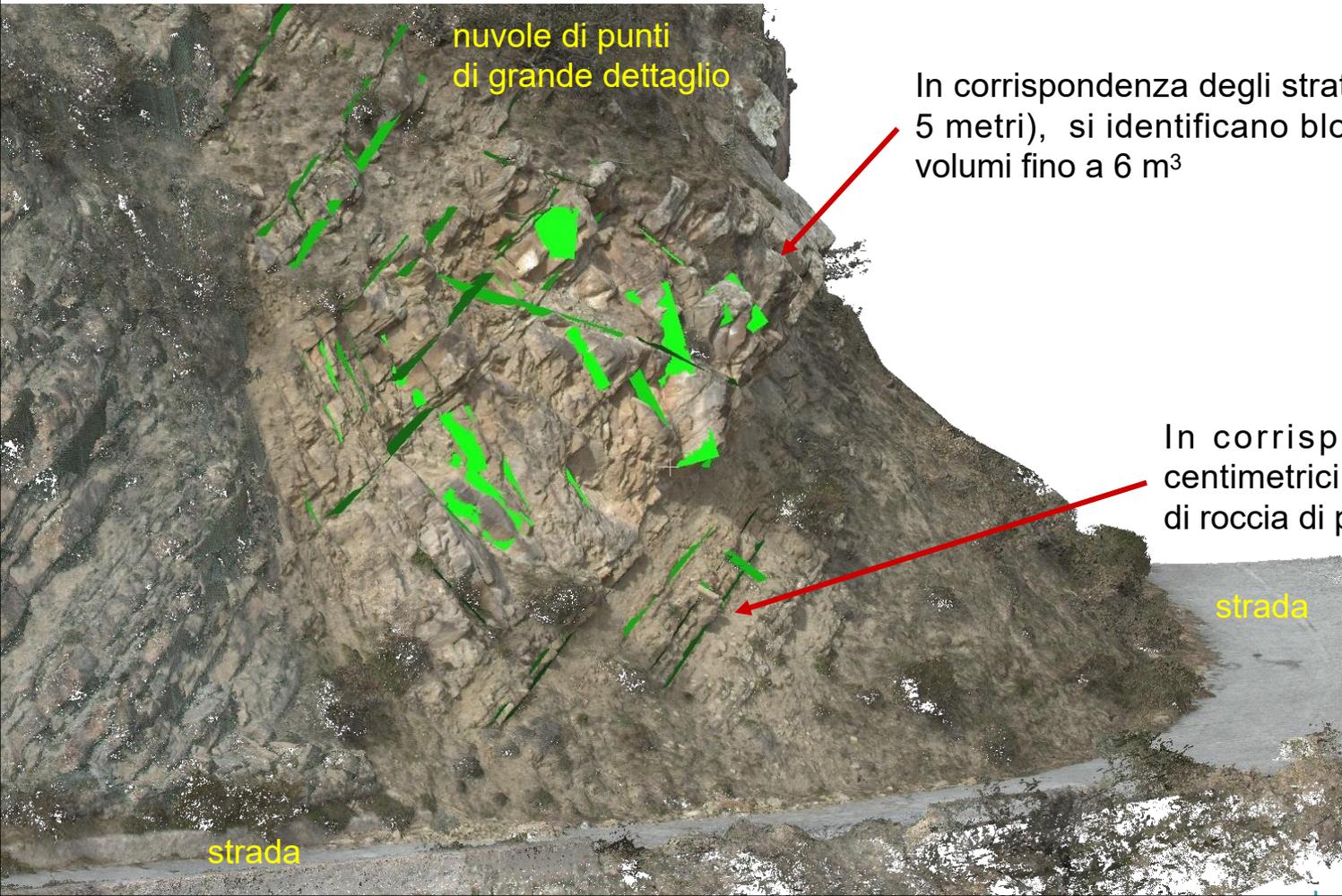
Ribaltamento

Critical intersections (%)



Stereo-plot delle principali famiglie di discontinuità e modelli di rottura effettuati con il software Dips

Il grafico indica in percentuale i modelli di rottura più probabili



nuvole di punti
di grande dettaglio

In corrispondenza degli strati più spessi (fino a 5 metri), si identificano blocchi di roccia con volumi fino a 6 m³

In corrispondenza dei livelli centimetrici si identificano blocchi di roccia di pochi dm³

strada

strada

I DATI ACQUISITI HANNO PERMESSO DI REALIZZARE MODELLI 3D MOLTO PRECISI PER ANALISI DI DETTAGLIO, DEFINENDO IN PARTICOLARE :

- **CINEMATISMO** DI COLATE LENTE E LORO EVOLUZIONE NEL TEMPO (MONITORAGGIO)
- I POSSIBILI **MODELLI DI ROTTURA** ED I **VOLUMI** MOBILITABILI NEI DI DIVERSI CONTESTI INTERESSATI DA FRANE IN ROCCIA
- I SETTORI PIÙ **CRITICI** DOVE PREVEDERE INTERVENTI DI SISTEMAZIONE

Work in progress:

IN COLLABORAZIONE CON I COLLEGHI GEOTECNICI DI UNINA E UNIBAS

- ELABORAZIONE DEI DATI DELLE INDAGINI ATTUALMENTE IN CORSO SULLA COLATA DI PIETRAPERIOSA E DEFINIZIONE DELLA PROFONDITA' DELLA **SUPERFICIE DI SCORRIMENTO**
- **CORRELAZIONI** TRA PIOGGE, CINEMATISMO E ACCELERAZIONE DELLA COLATA SULLA SP13
- DEFINIZIONE DELLE POSSIBILI **ENERGIE DI IMPATTO** DEI CROLLI LUNGO LA STRADA TRA PIETRAPERIOSA E CASTELMEZZANO.
- SCELTE PROGETTUALI PER INTERVENTI DI SISTEMAZIONE «**TIPO**» E POCO IMPATTANTI LUNGO LE STRADE DELLE DOLOMITI LUCANE