



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Presentazione del progetto e dei primi risultati
Convegno 4-5 Aprile 2022

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

Rilievi geologici e monitoraggio di frane che interessano la rete stradale nei comuni di Pietrapertosa e Castelmezzano (Dolomiti Lucane)

Primo contributo

GRUPPO DI LAVORO DICEA

***Forte Giovanni RTB
Marino Ermanno (Resilab)
De Falco Melania Phd
Pignalosa Antonio Phd***



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



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

© 2022 Università degli Studi della Basilicata

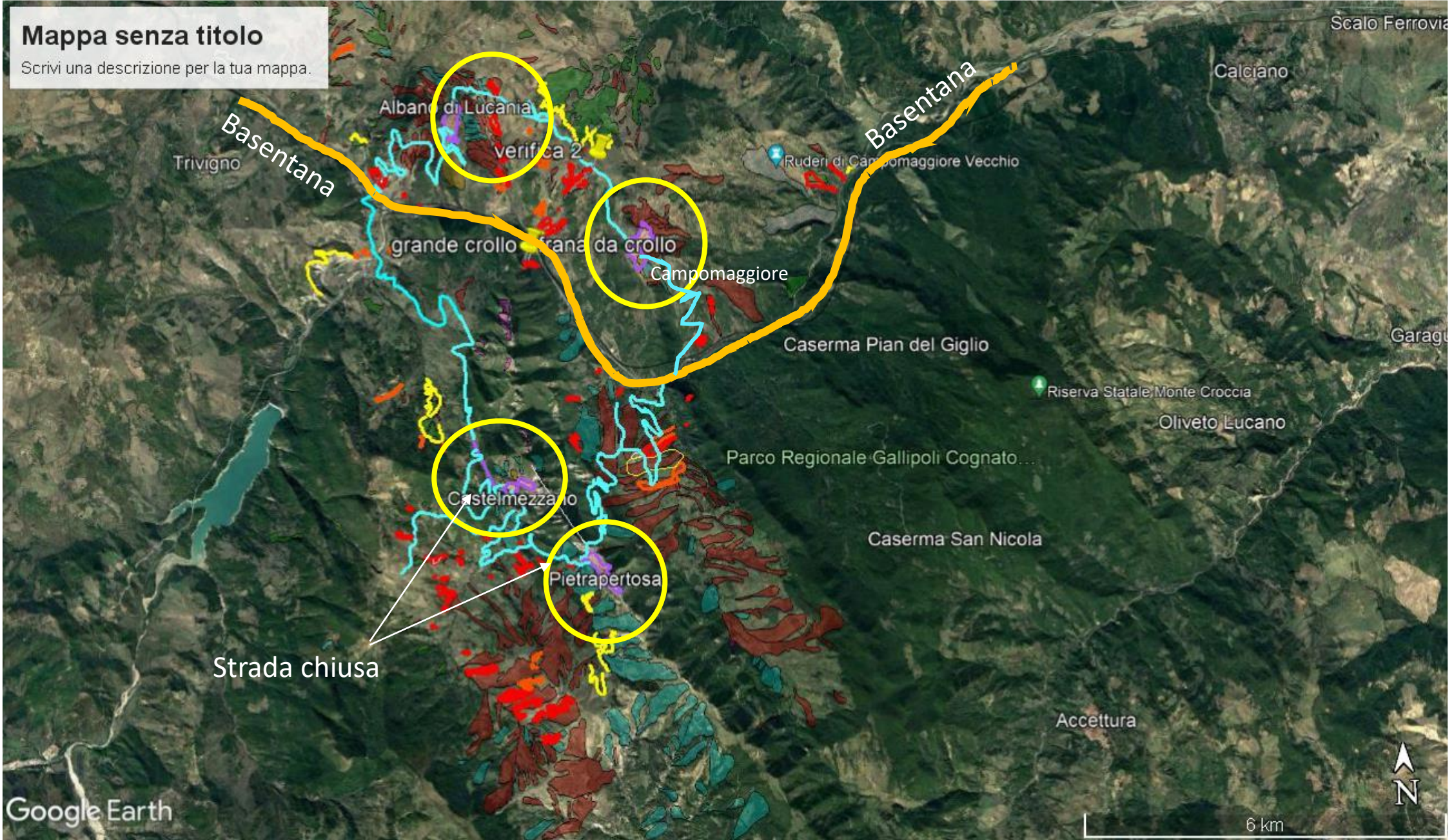
Editrice Universosud – Potenza

ISBN 9788899432850

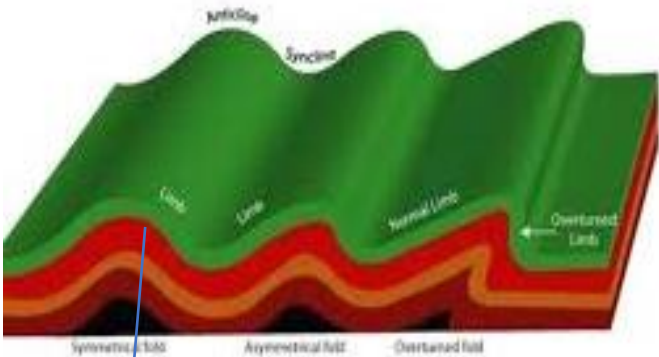


Pubblicazione realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea – FESR, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020.

www.ponricerca.gov.it



Strutture a pieghe



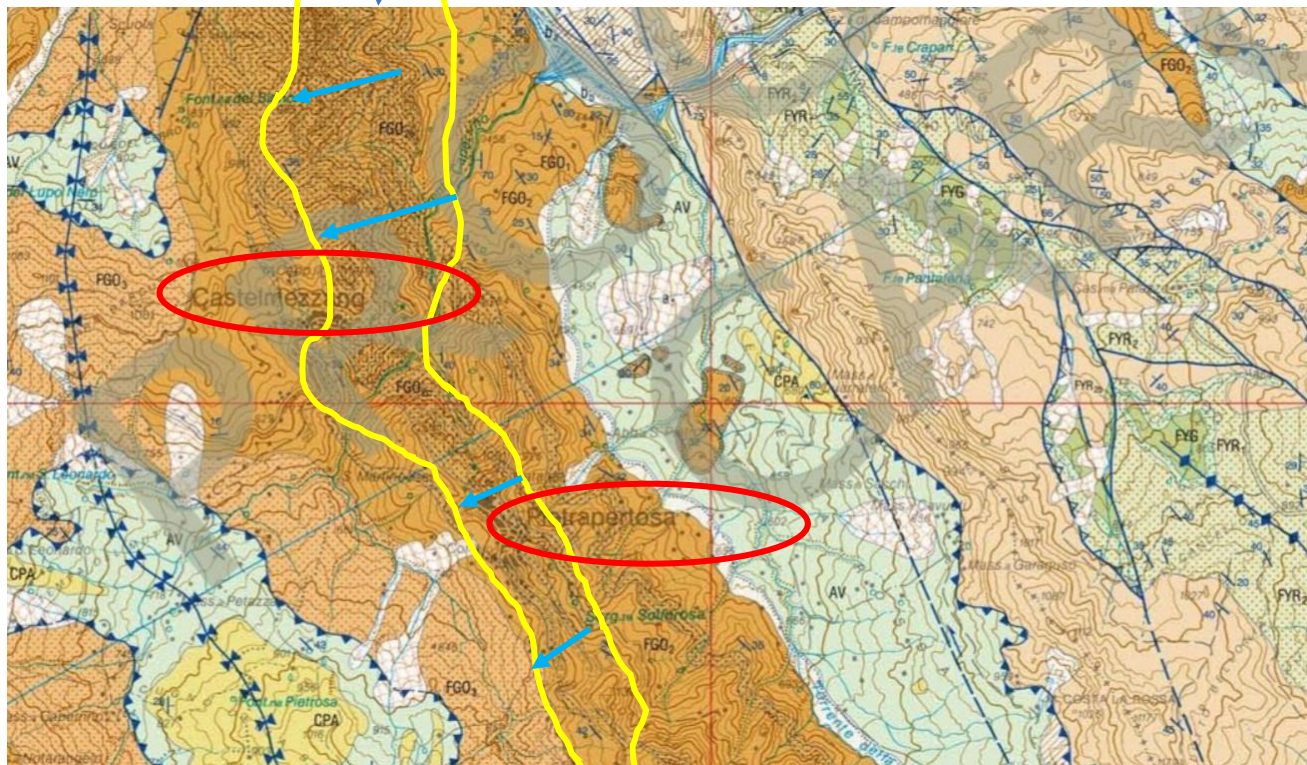
Castelmezzano e Pietrapertosa sono ubicati sul fianco di una grande piega anticlinale erosa in cerniera

Geologia delle Dolomiti Lucane

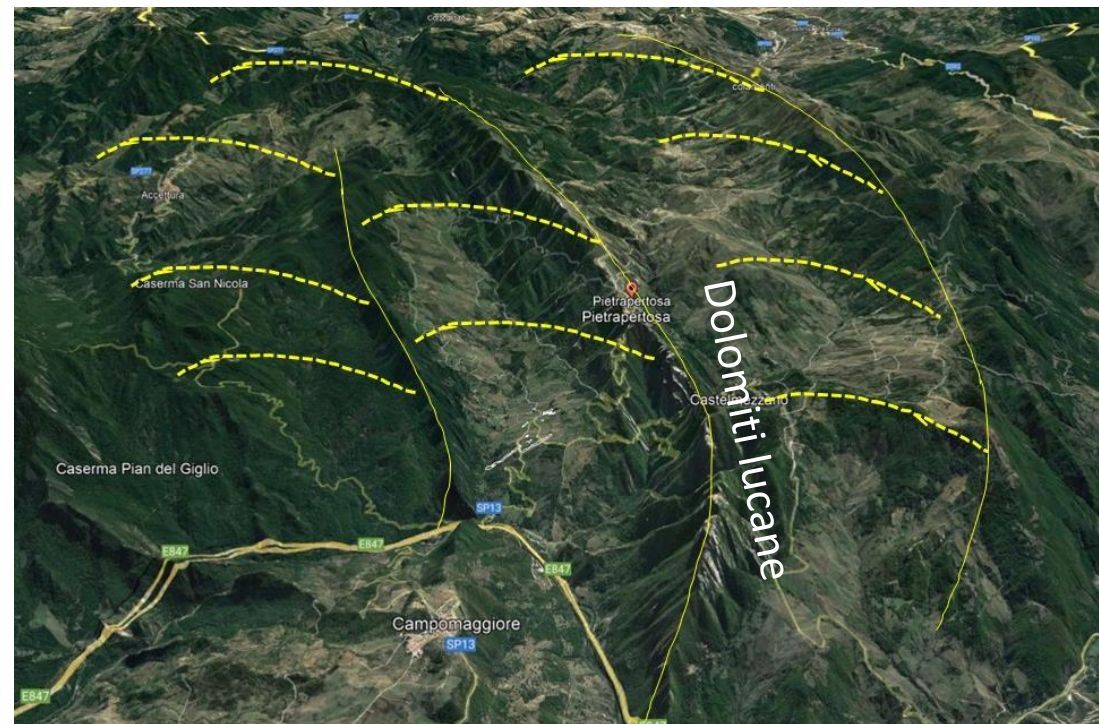
Fronte esterno della catena appenninica interessata da frequenti pieghe e sovrascorrimenti

anticlinali e sinclinali

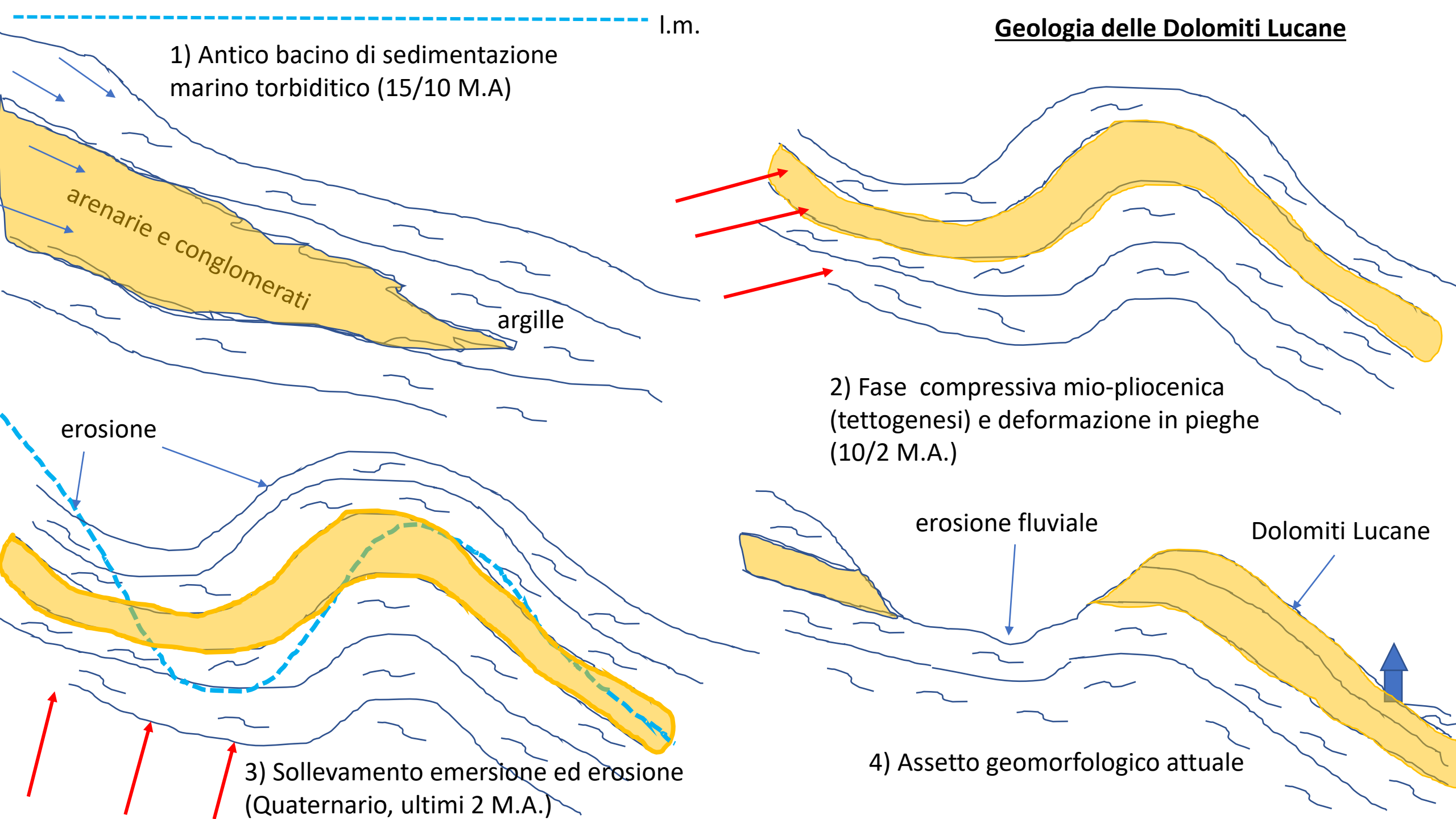
Argille varicolori scagliose su cui poggia la successione torbidity del Flysch di Gorgoglione (Miocene)



1:50000 CARG



Geologia delle Dolomiti Lucane



l.m.

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

arenarie e conglomerati

argille

erosione

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

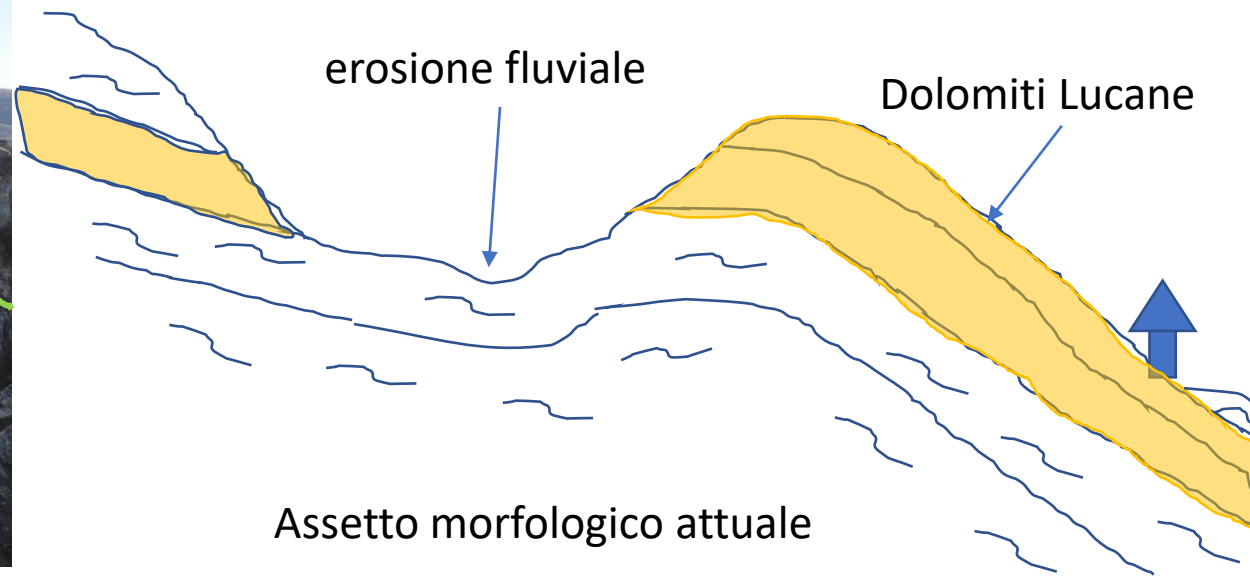
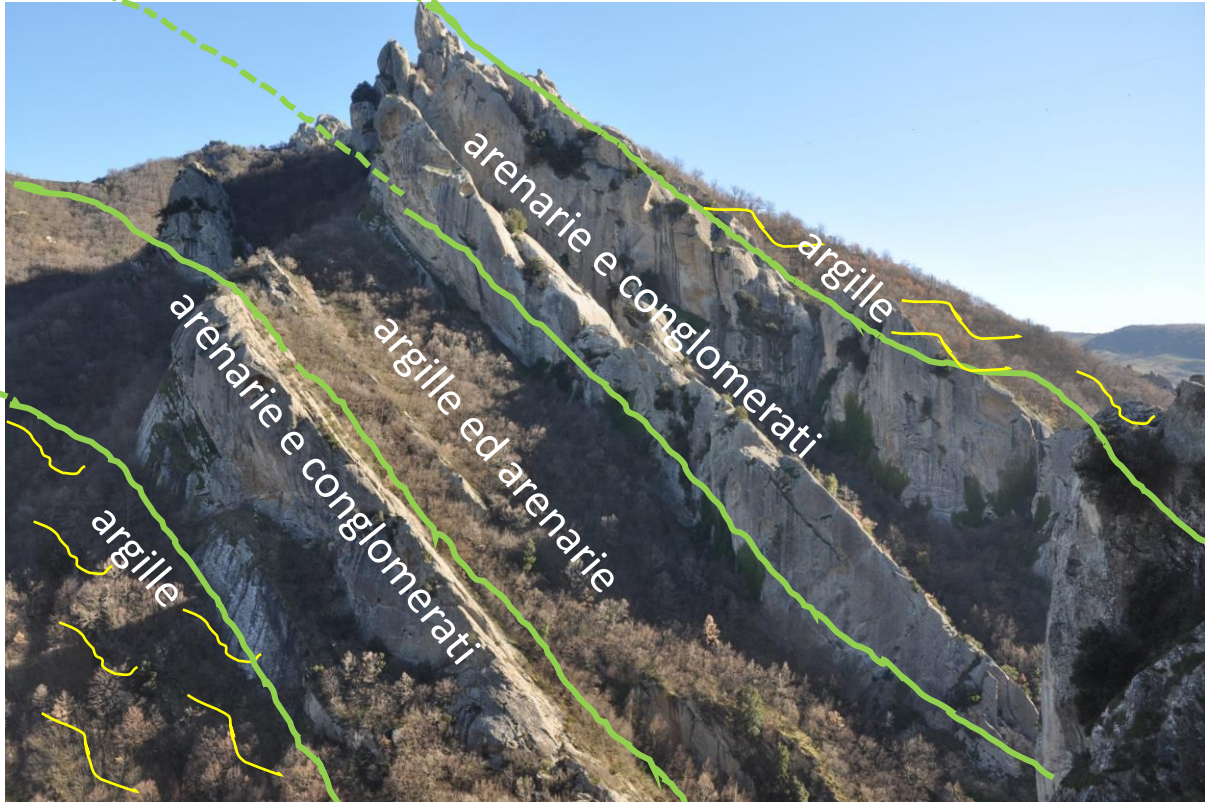
erosione fluviale

Dolomiti Lucane

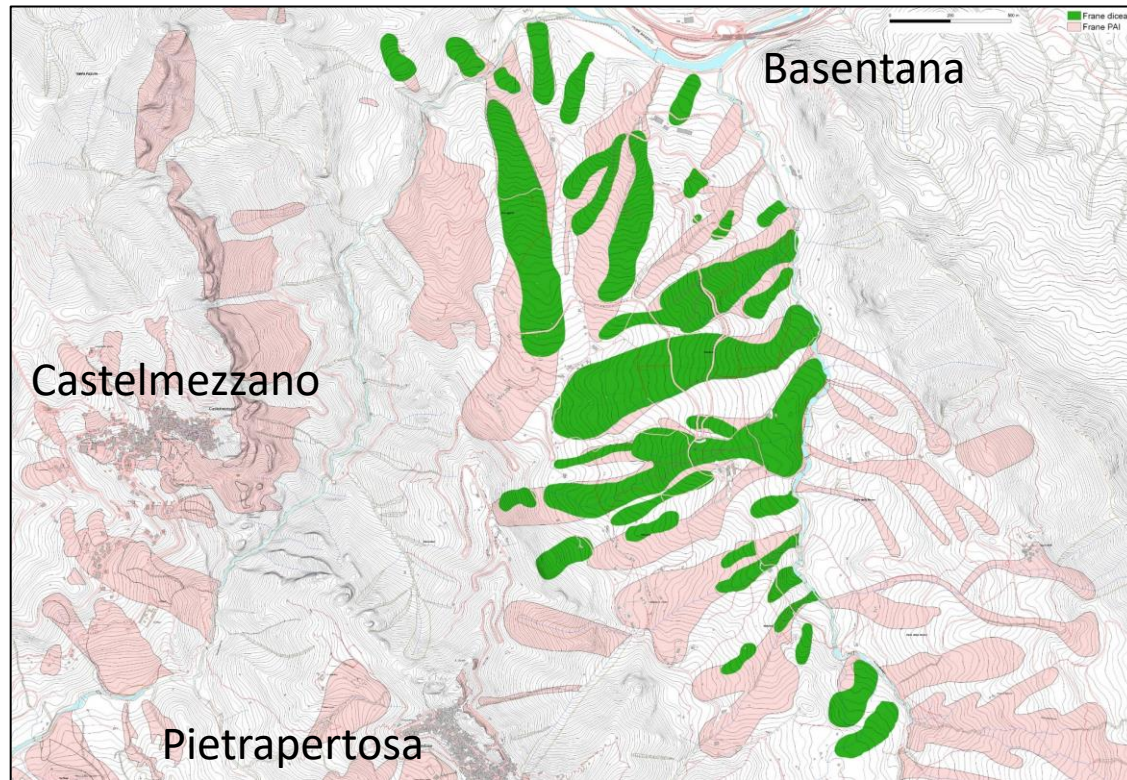
3) Sollevamento emersione ed erosione (Quaternario, ultimi 2 M.A.)

4) Assetto geomorfologico 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 pendenti (morfoselezione)



Confronto PAI-IFFI (rosa)-DICEA (verde)

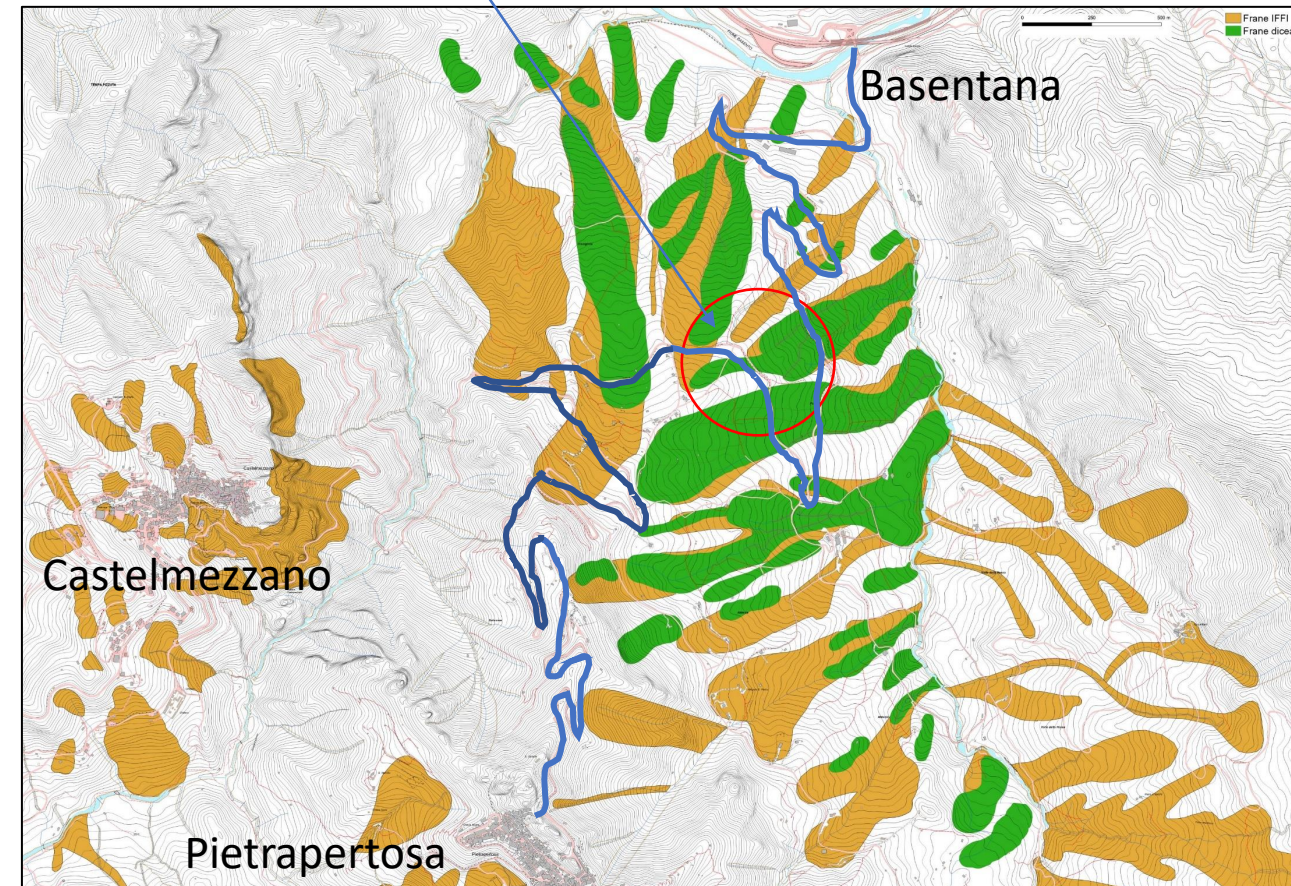


In verde sono riportate le frane con segni di attività rilevate in campo e da basi lidar (DICEA).

I terreni interessati sono le Argille Varicolori scagliose ed i flysch argilloso-arenacei ed arenaceo-conglomeratici del «Gorgoglione» di età miocenica.

Colamento del dicembre 2021

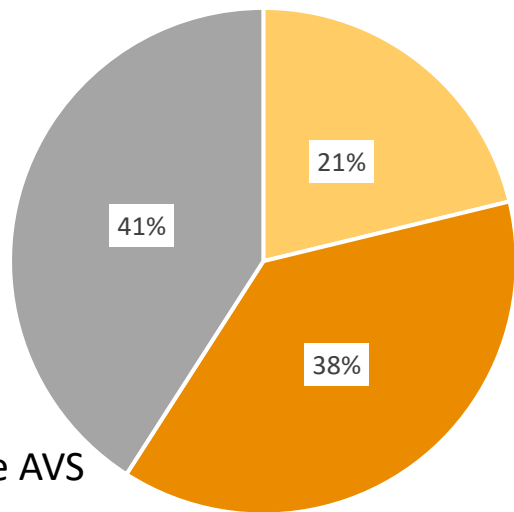
IFFI



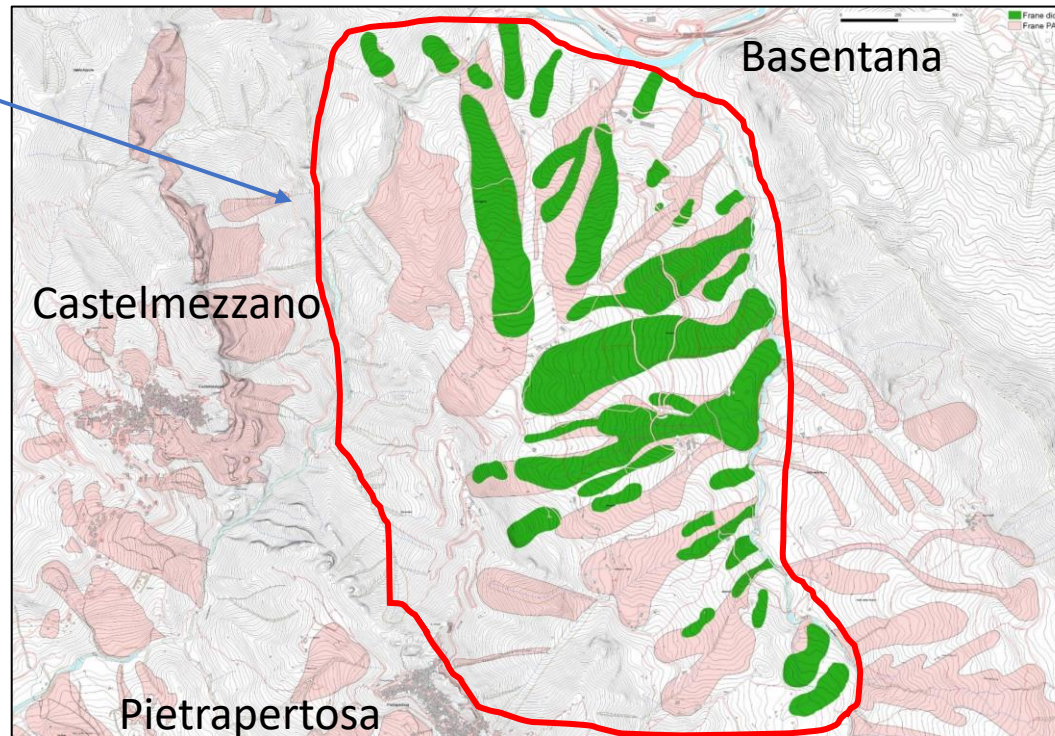
Viabilità Basentana-Pietrapertosa

Frane/Litologia

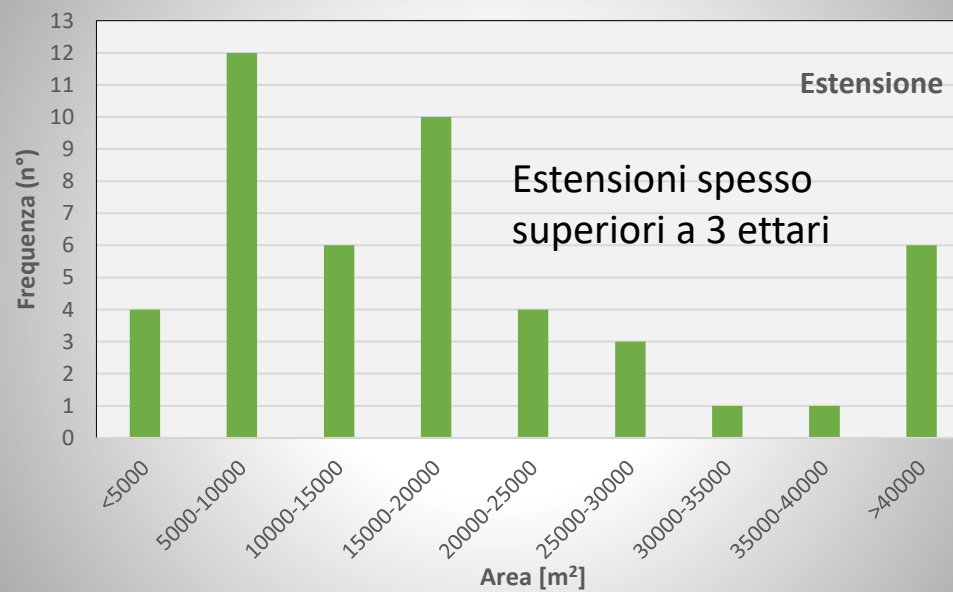
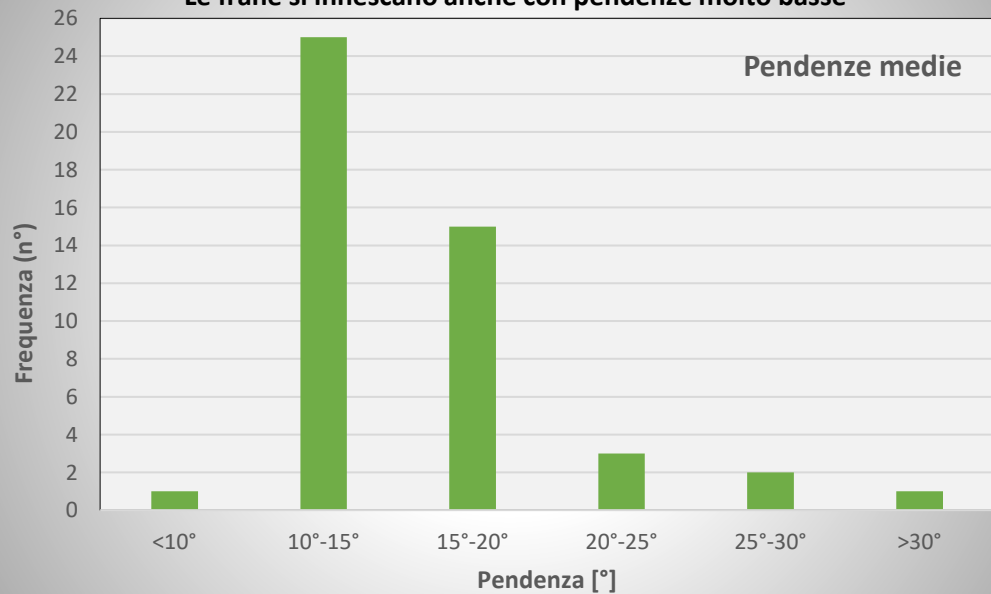
- Arenarie con intercalazioni conglomerati
- Argille con intercalazioni arenarie
- Argille varicolori



I Colamenti interessano sia le AVS che il Flysch di Gorgoglione

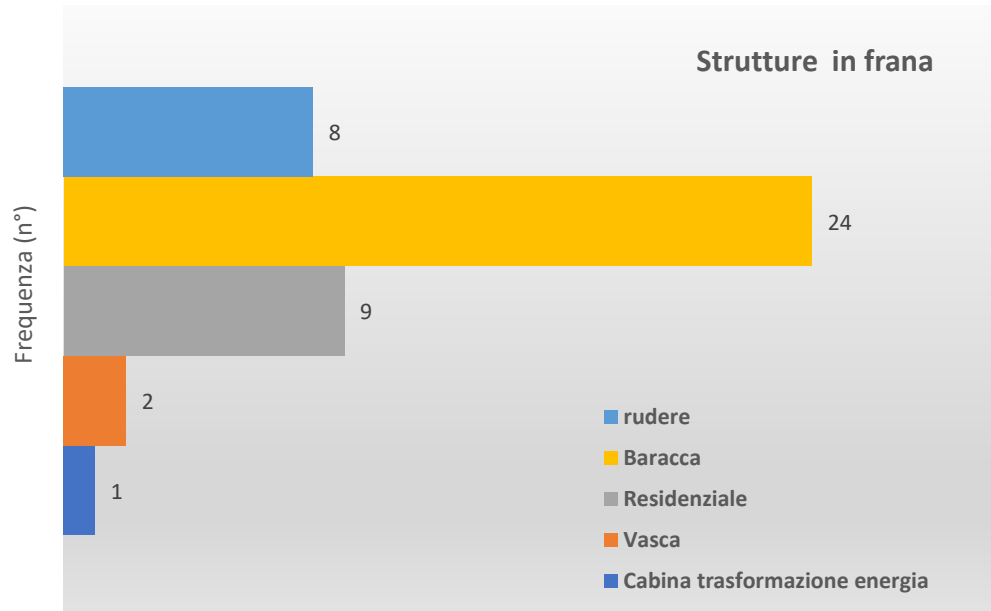
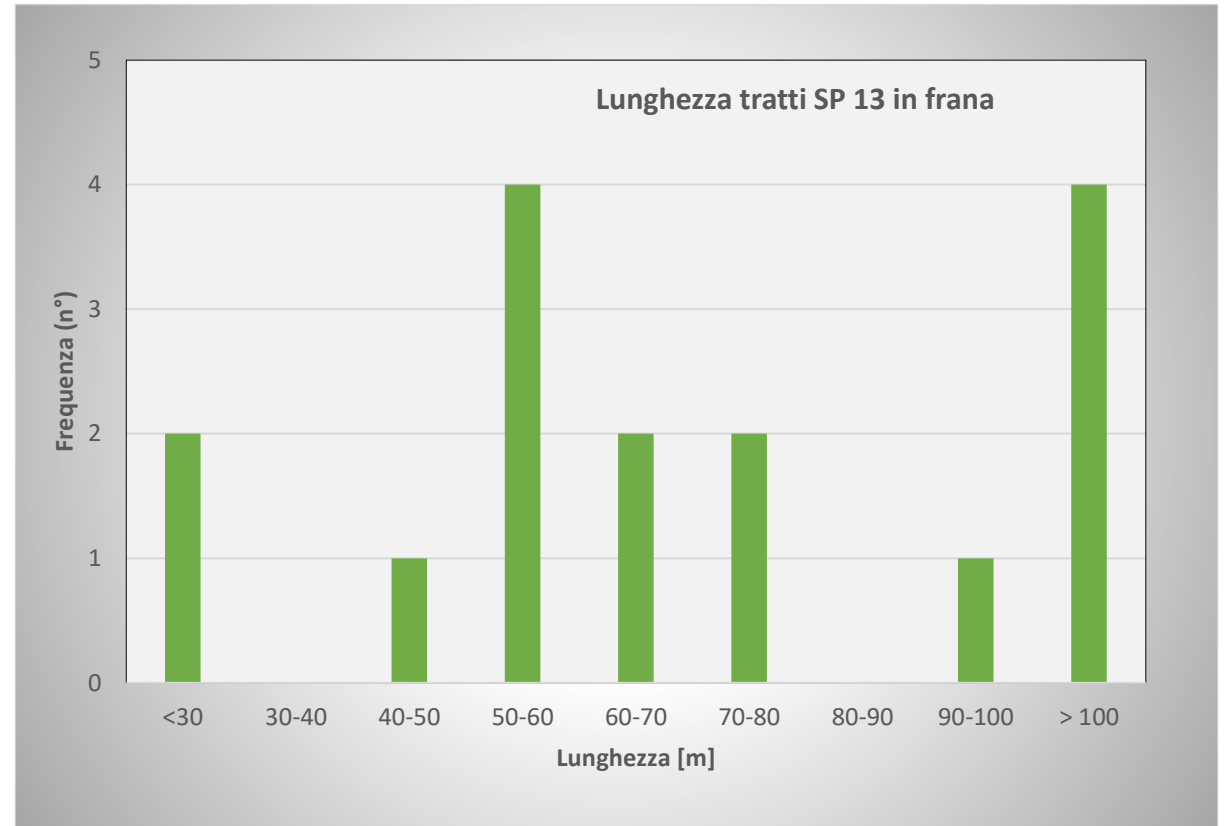
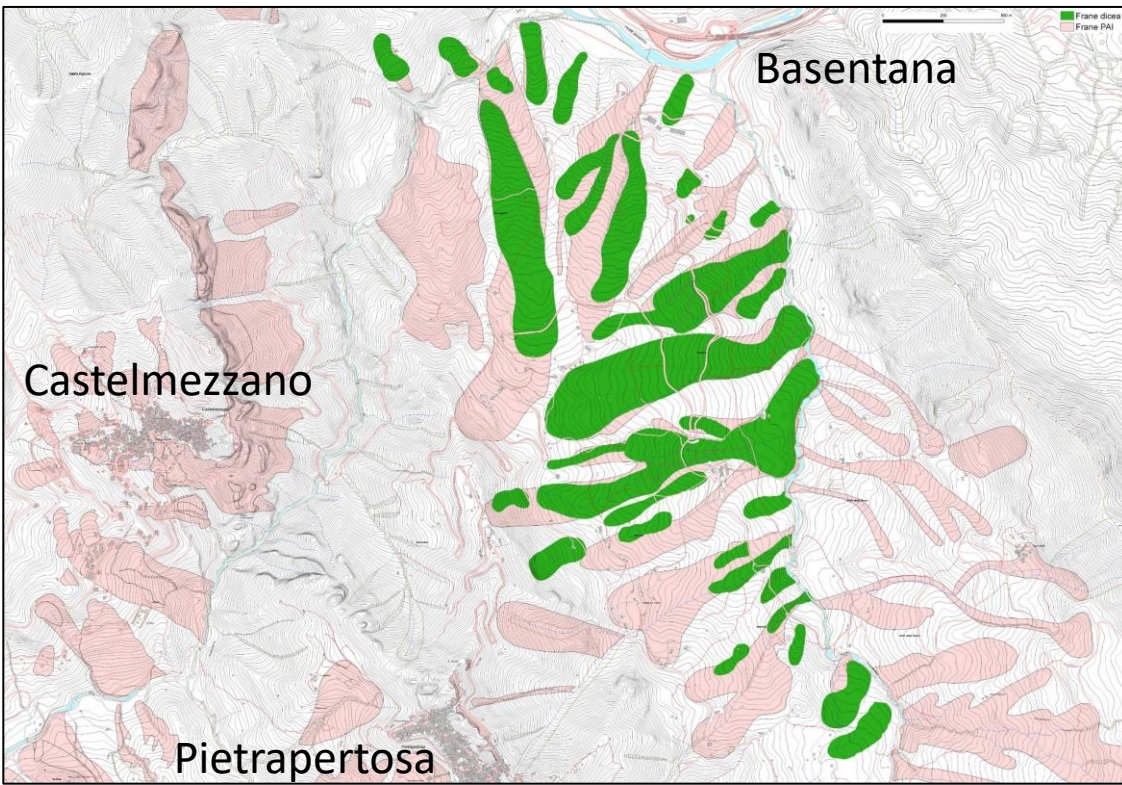


Le frane si innescano anche con pendenze molto basse



Lunghezza SP13 = 10.6 km

Lunghezza SP13 in frana = 1.6 km (15% dell' intero tratto)



N° strutture in frana	% strutture in frana
44	7

n° strutture in area frana IFFI/PAI	% strutture in area frana IFFI/PAI
120	20

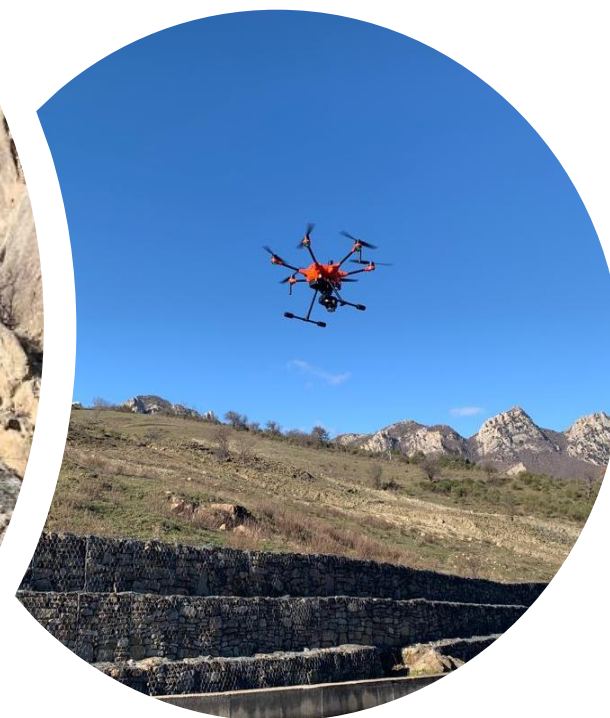
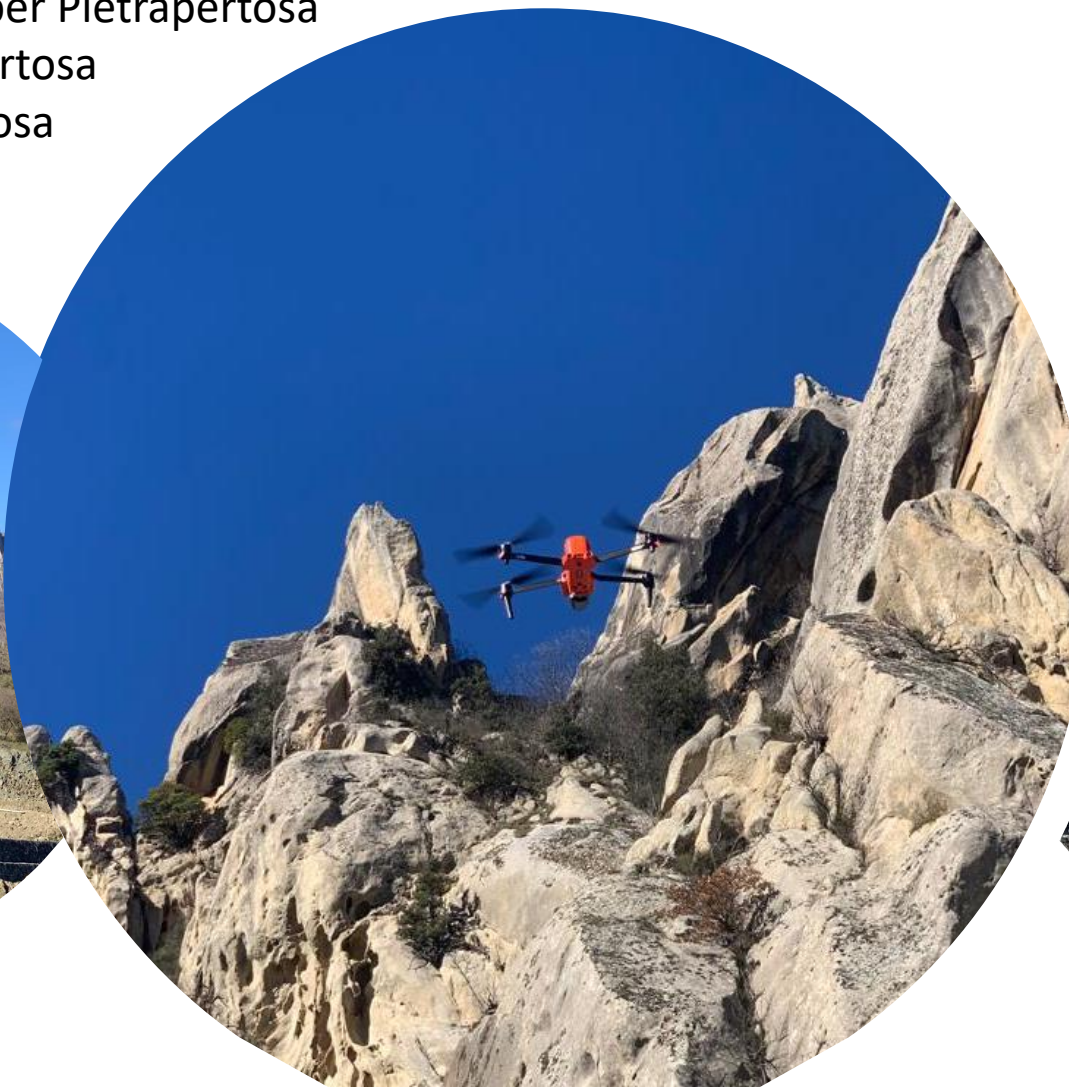
PAI ed IFFI
sovrastimano le
reali aree in frana

RILIEVI CON DRONE

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

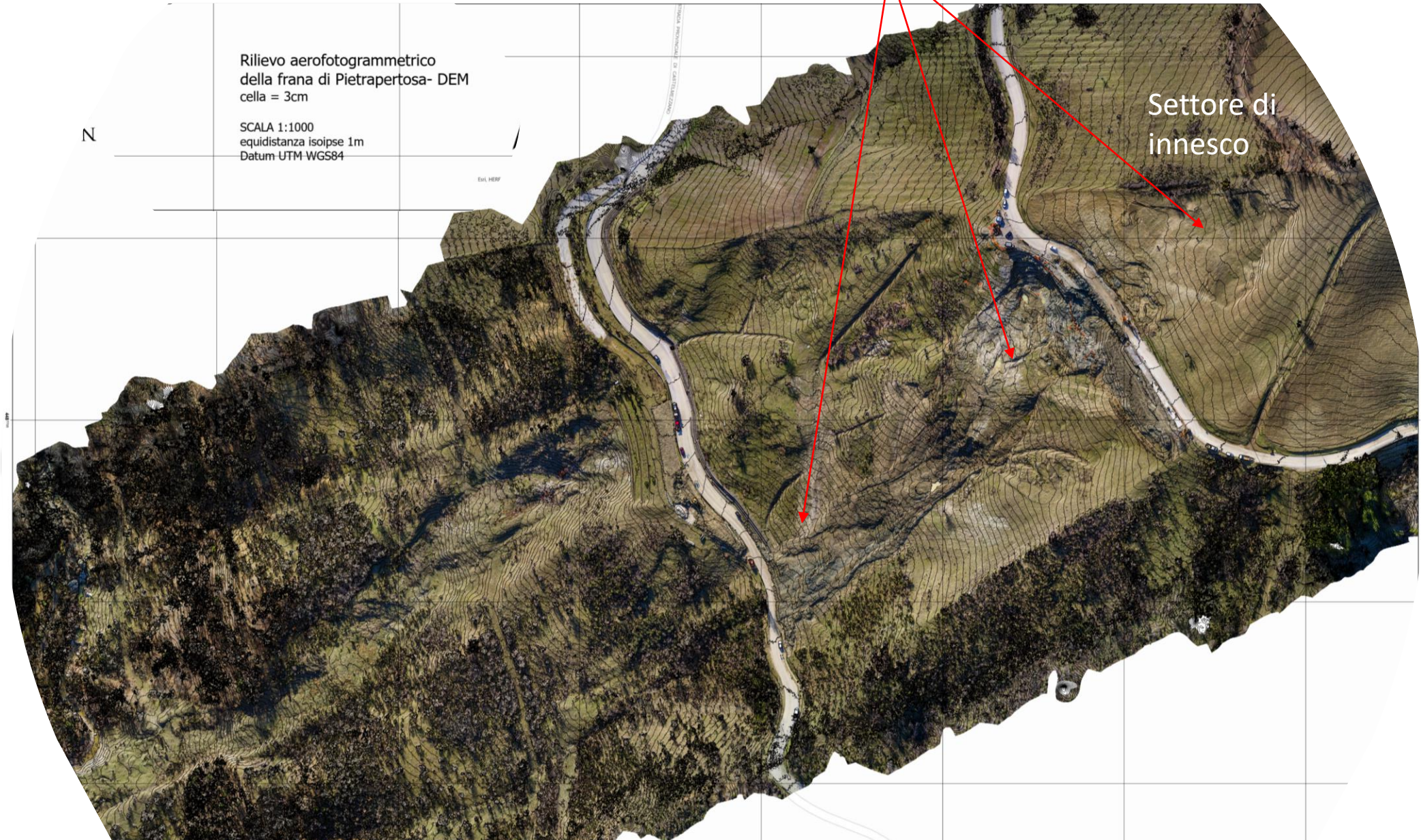
Al momento sono state interessate tre aree:

- la frana attiva che coinvolge la strada per Pietrapertosa
- i fronti rocciosi in prossimità di Pietrapertosa
- la strada di collegamento tra Pietrapertosa e Castelmezzano






L'acquisizione di immagini con drone permette di generare ortofotocarte di grande dettaglio (grandissima scala)

Colamento attivo del dicembre 2021

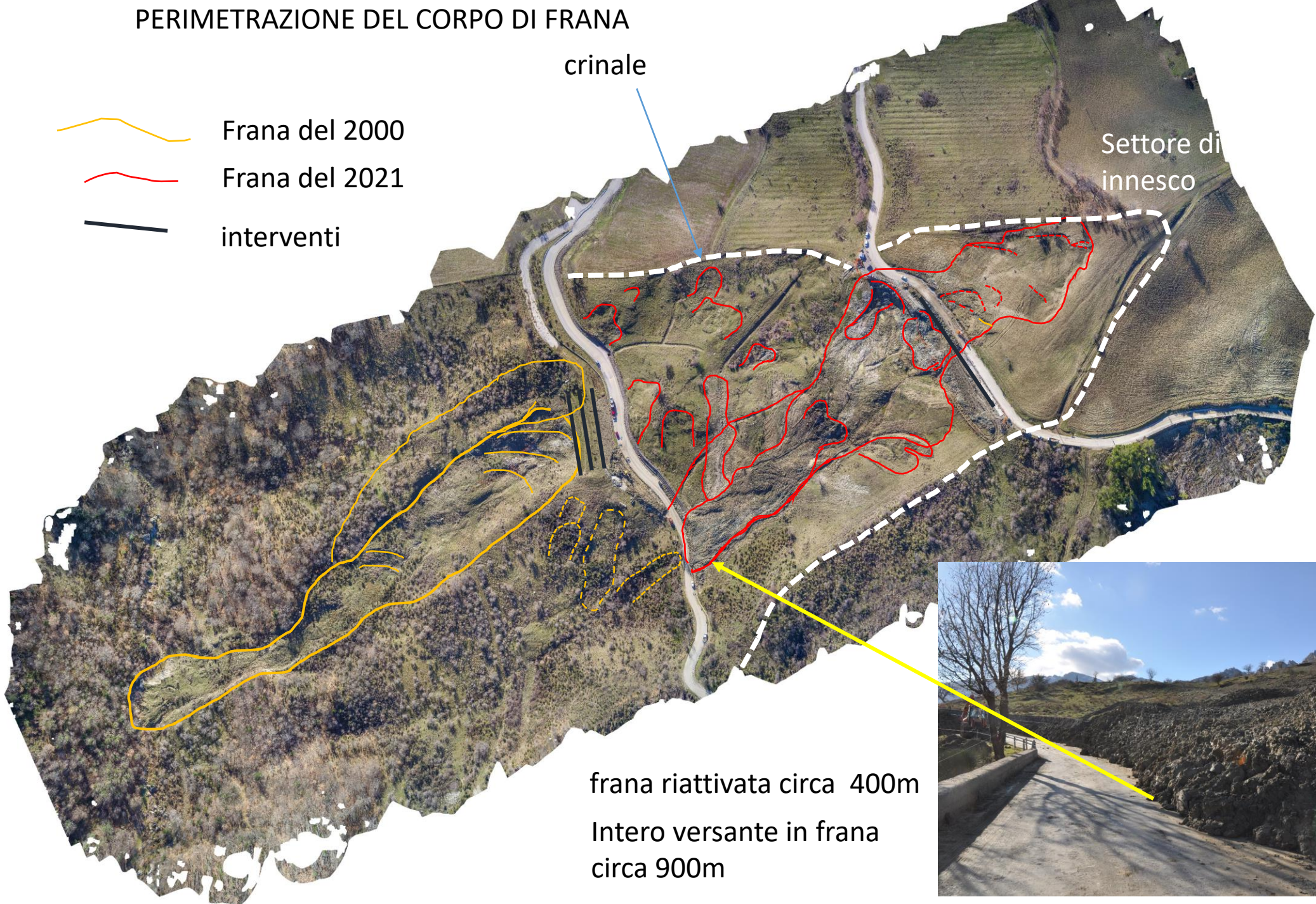


PERIMETRAZIONE DEL CORPO DI FRANA

-  Frana del 2000
-  Frana del 2021
-  interventi

crinale

Settore di
innesco

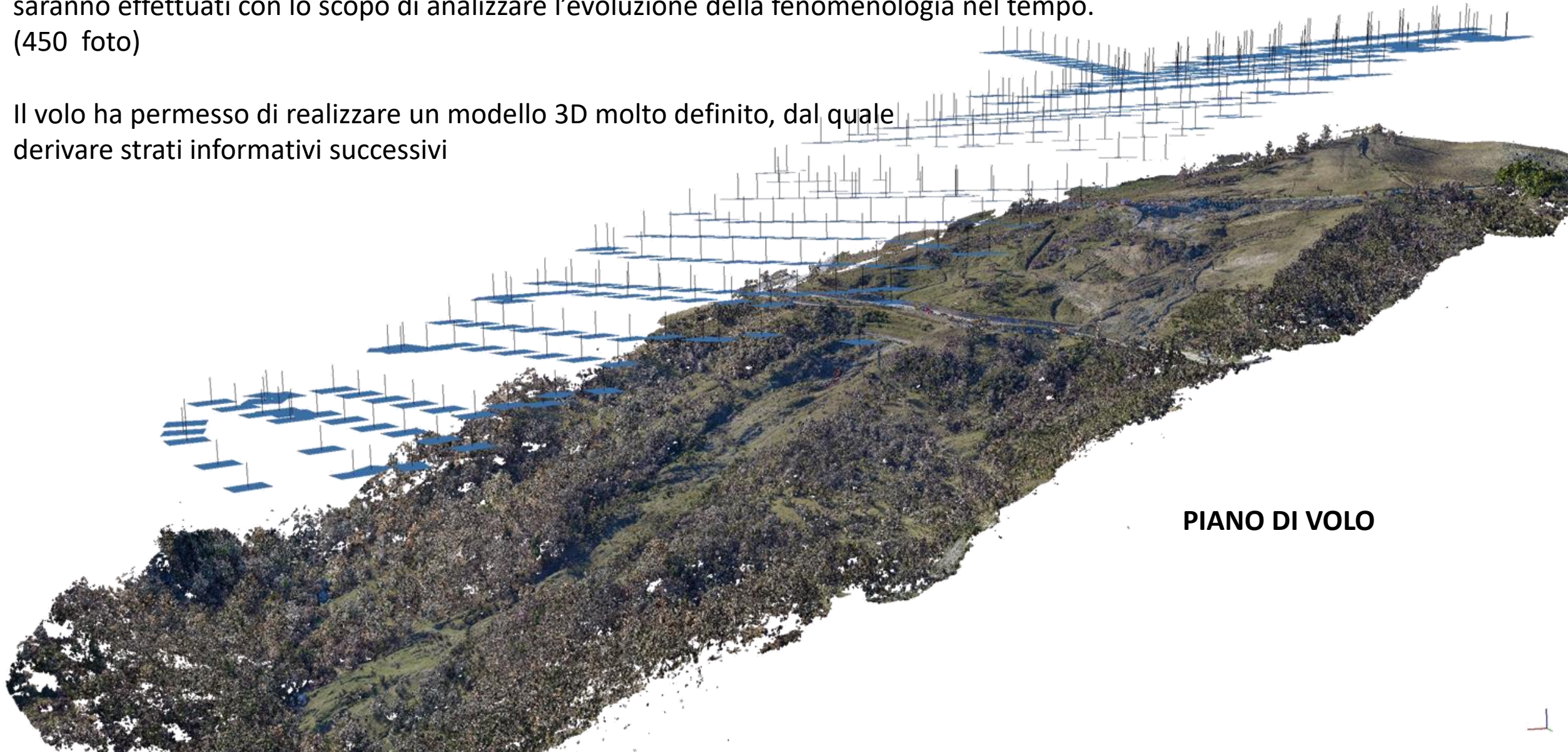


frana riattivata circa 400m
Intero versante in frana
circa 900m



Sulla frana attiva è stato effettuato un primo volo il 20 gennaio 2022, ed un secondo volo il 18 febbraio 2022, altri voli saranno effettuati con lo scopo di analizzare l'evoluzione della fenomenologia nel tempo.
(450 foto)

Il volo ha permesso di realizzare un modello 3D molto definito, dal quale derivare strati informativi successivi



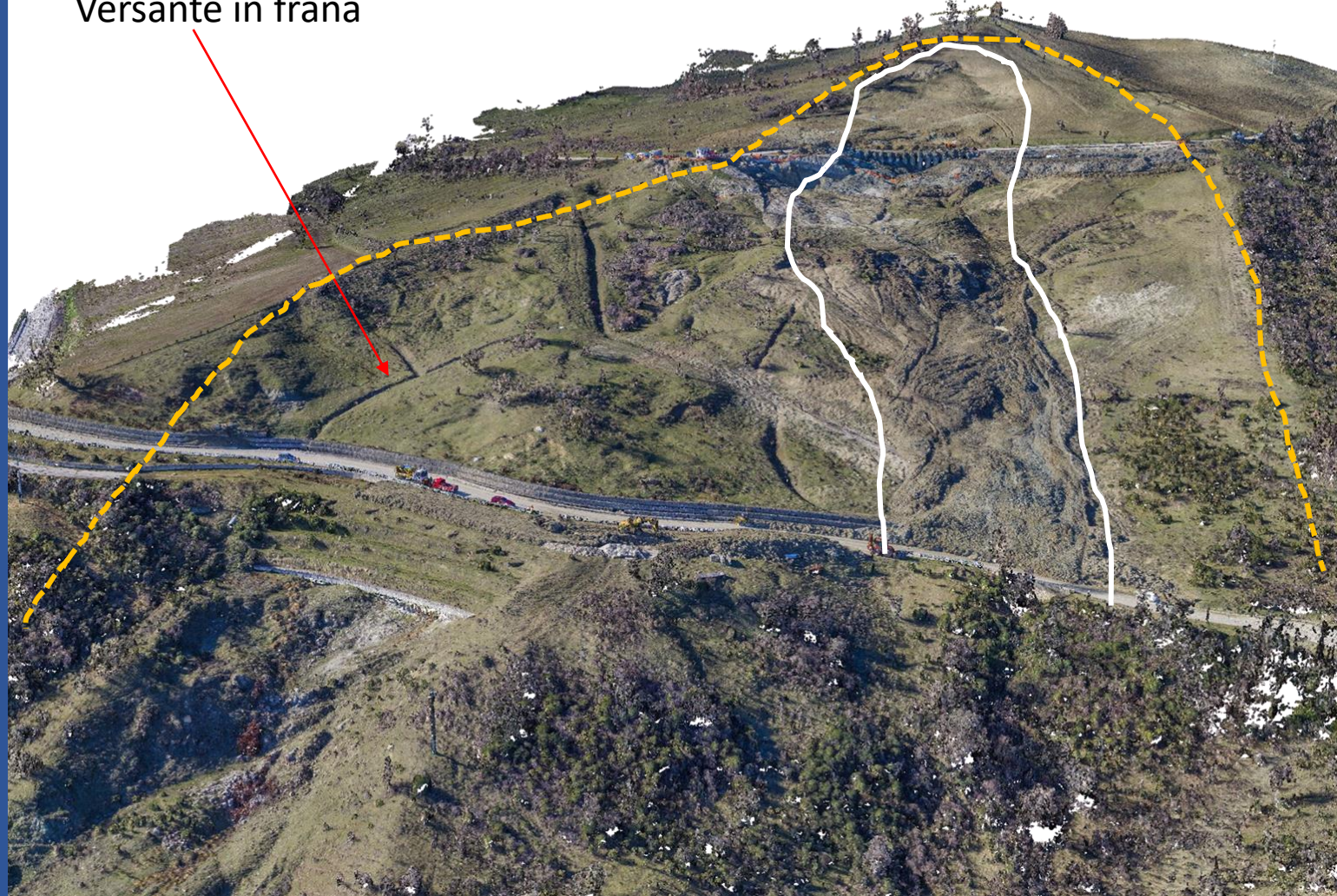
PIANO DI VOLO

Riattivazione della frana

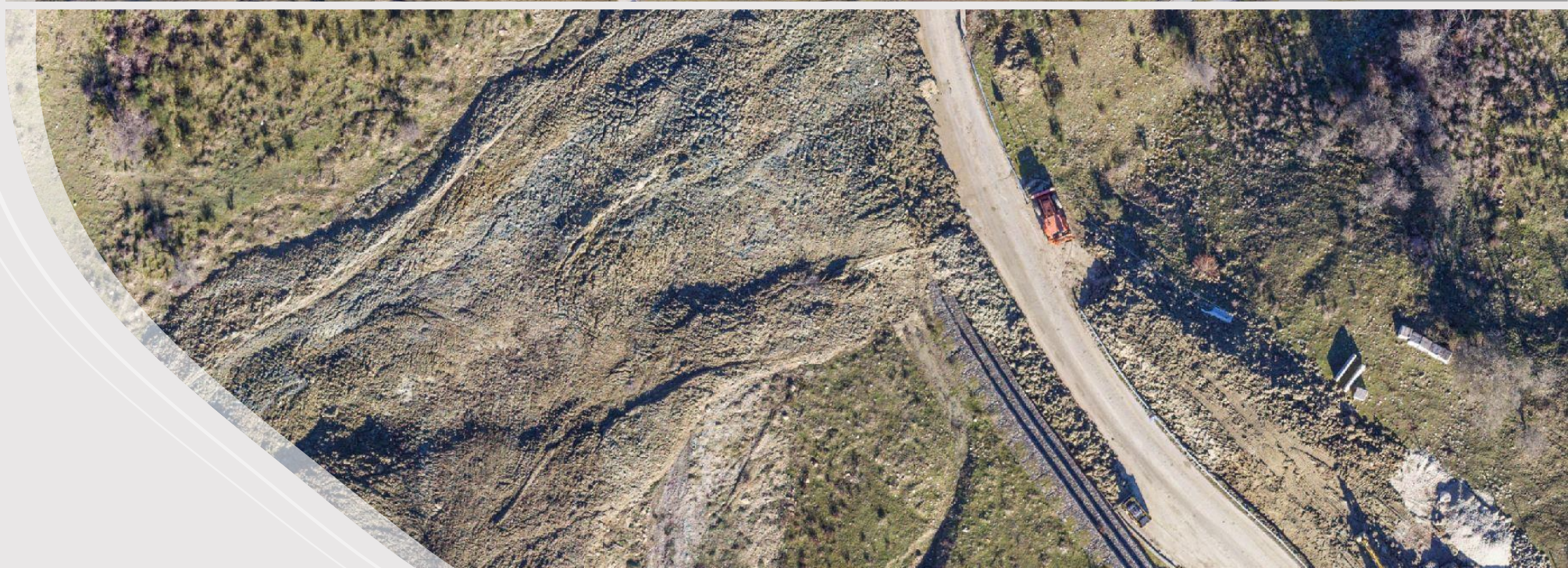


Il modello 3d a nuvola di punti realizzato ha una spaziatura tra i punti di 3cm, come i modelli che verranno realizzati successivamente. Con questo dettaglio si potranno evidenziare nel tempo tutte le deformazioni con grande dettaglio

Versante in frana

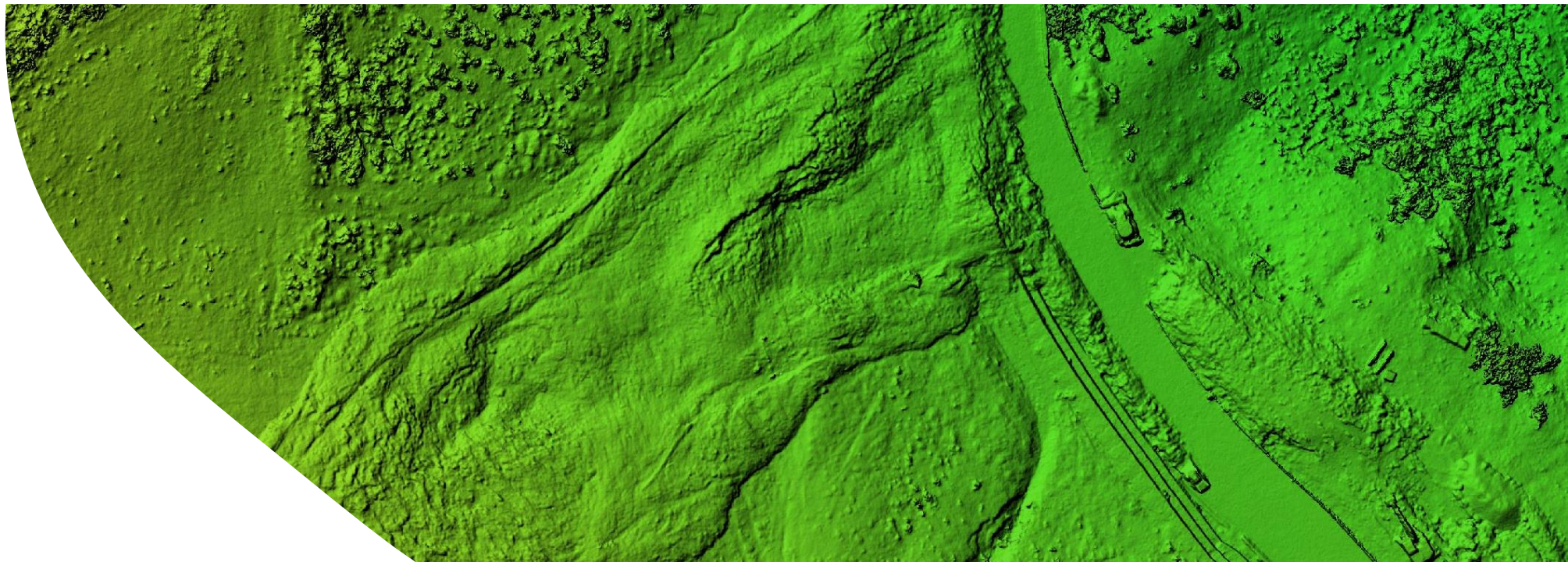
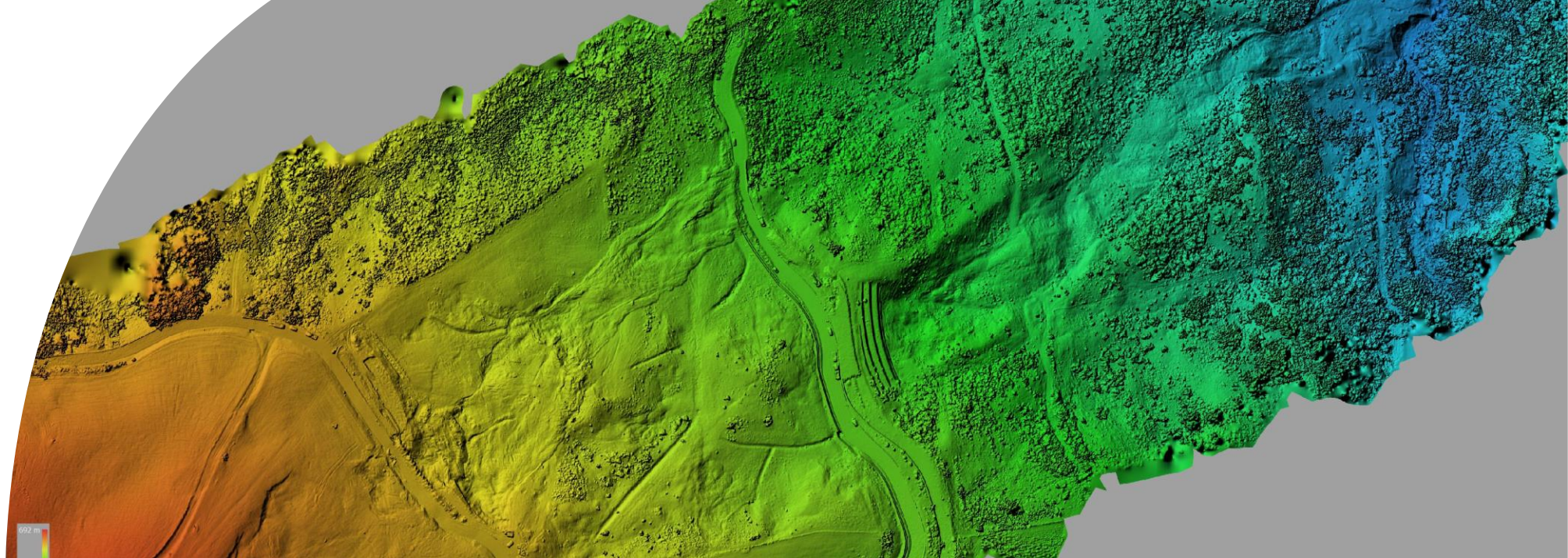


Dal modello 3d a
nuvola di punti è
stato generato un
DEM e una ortofoto
in RGB con
risoluzioni pari a
circa 3cm



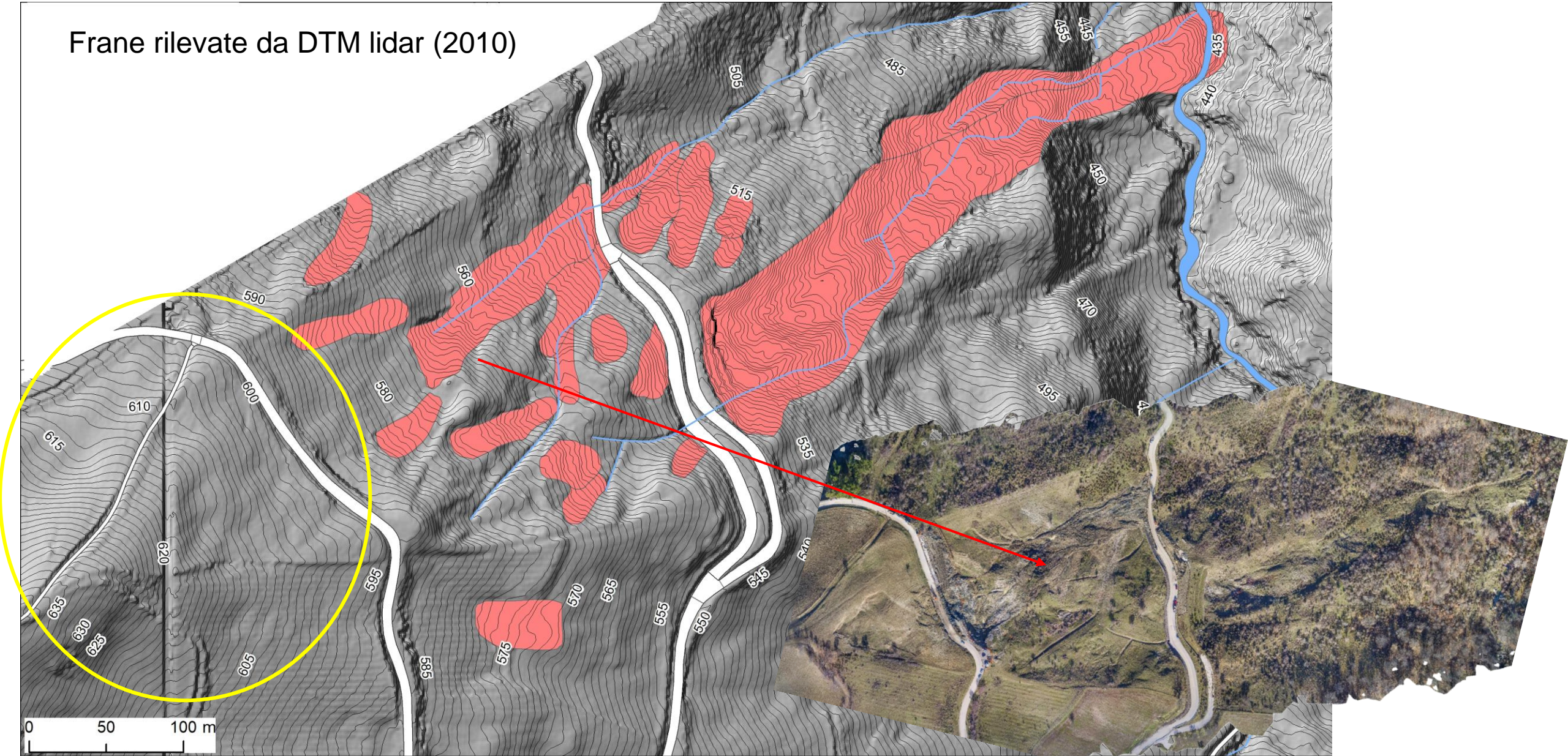
Il grande dettaglio
permette di realizzare
analisi geomorfologiche
molto accurate

Dal modello 3d a
nuvola di punti è
stato generato un
DEM e una ortofoto
in RGB con
risoluzioni pari a
circa 3cm



CONFRONTO CON BASE LIDAR DEL 2010

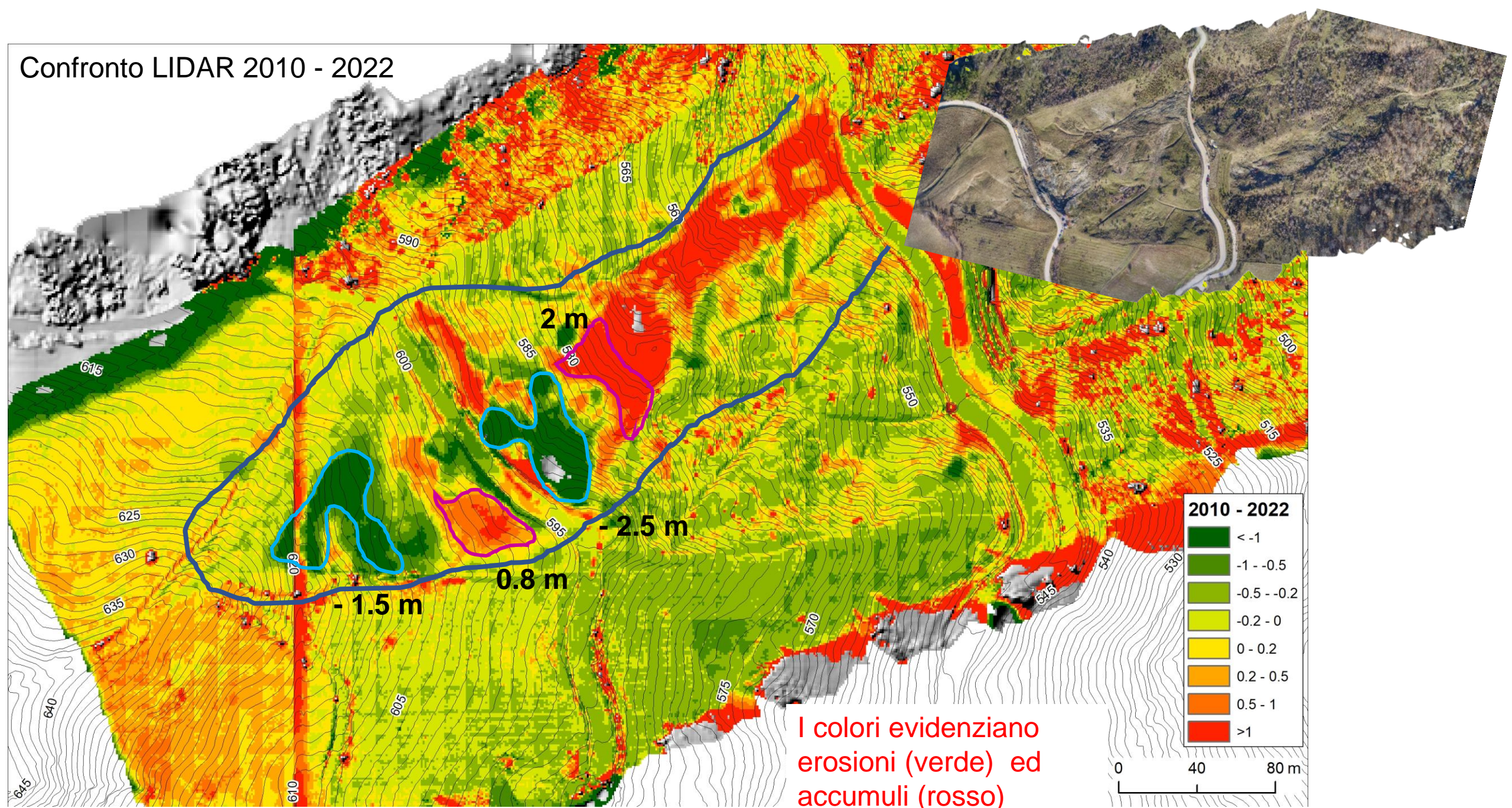
Frane rilevate da DTM lidar (2010)



Frane rilevate da DSM drone
(Gennaio 2022)



Confronto LIDAR 2010 - 2022



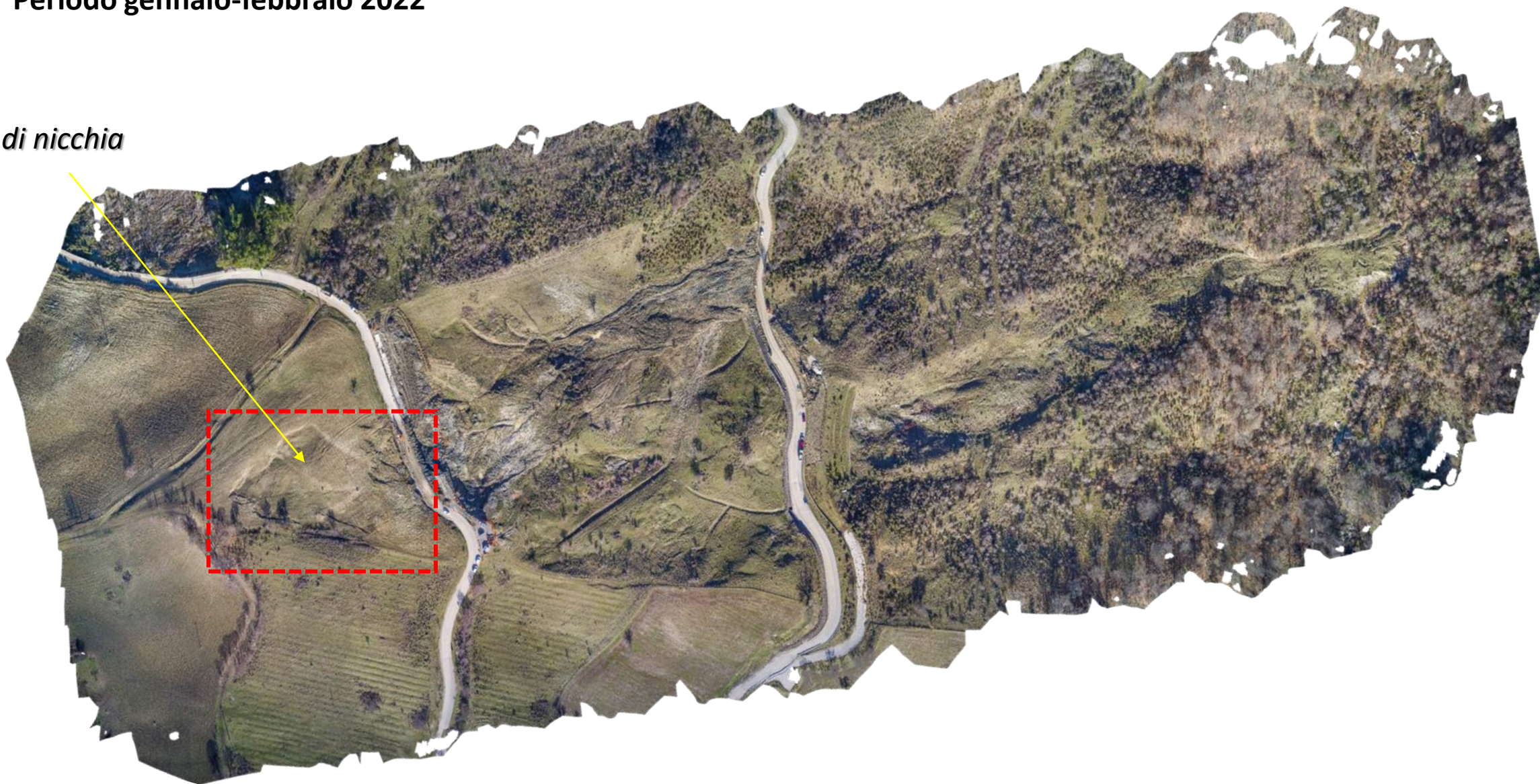
I colori evidenziano erosioni (verde) ed accumuli (rosso)

Confronto voli con drone

Prime osservazioni sulla evoluzione della frana attiva:

Periodo gennaio-febbraio 2022

Area di nicchia



Prime osservazioni sulla evoluzione della frana attiva:

Periodo gennaio-febbraio 2022

Area di nicchia

I voli saranno ripetuti con cadenza mensile



20 gennaio 2022



Evoluzione delle lesioni nel settore di coronamento della frana

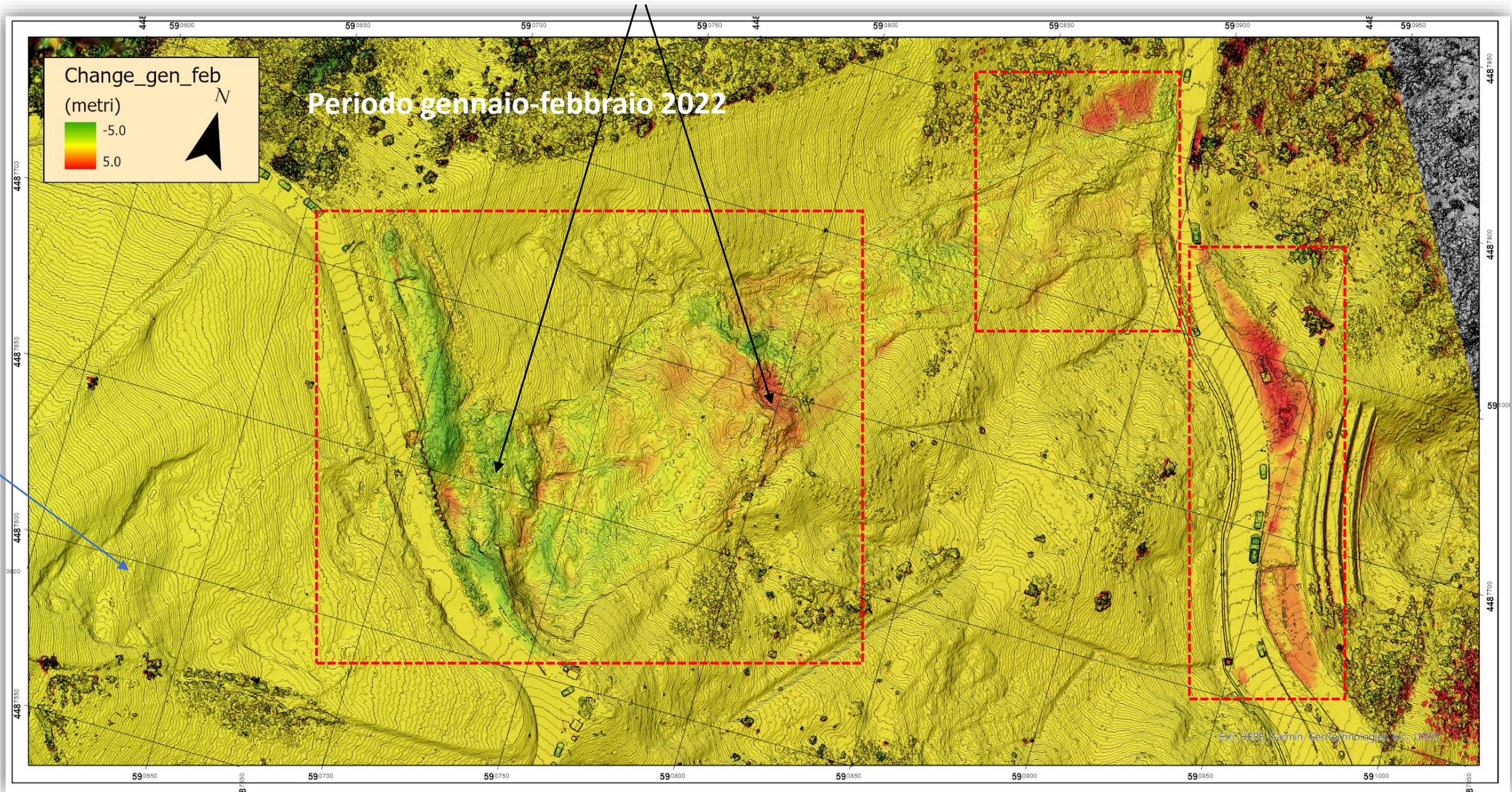
18 febbraio 2022

I colori evidenziano
erosioni (verde) ed
accumuli (rosso)

analisi morfometriche quantitative sulla evoluzione della frana:

WORK IN PROGRESS

La frana presenta maggiori movimenti a valle della strada e dell'intervento

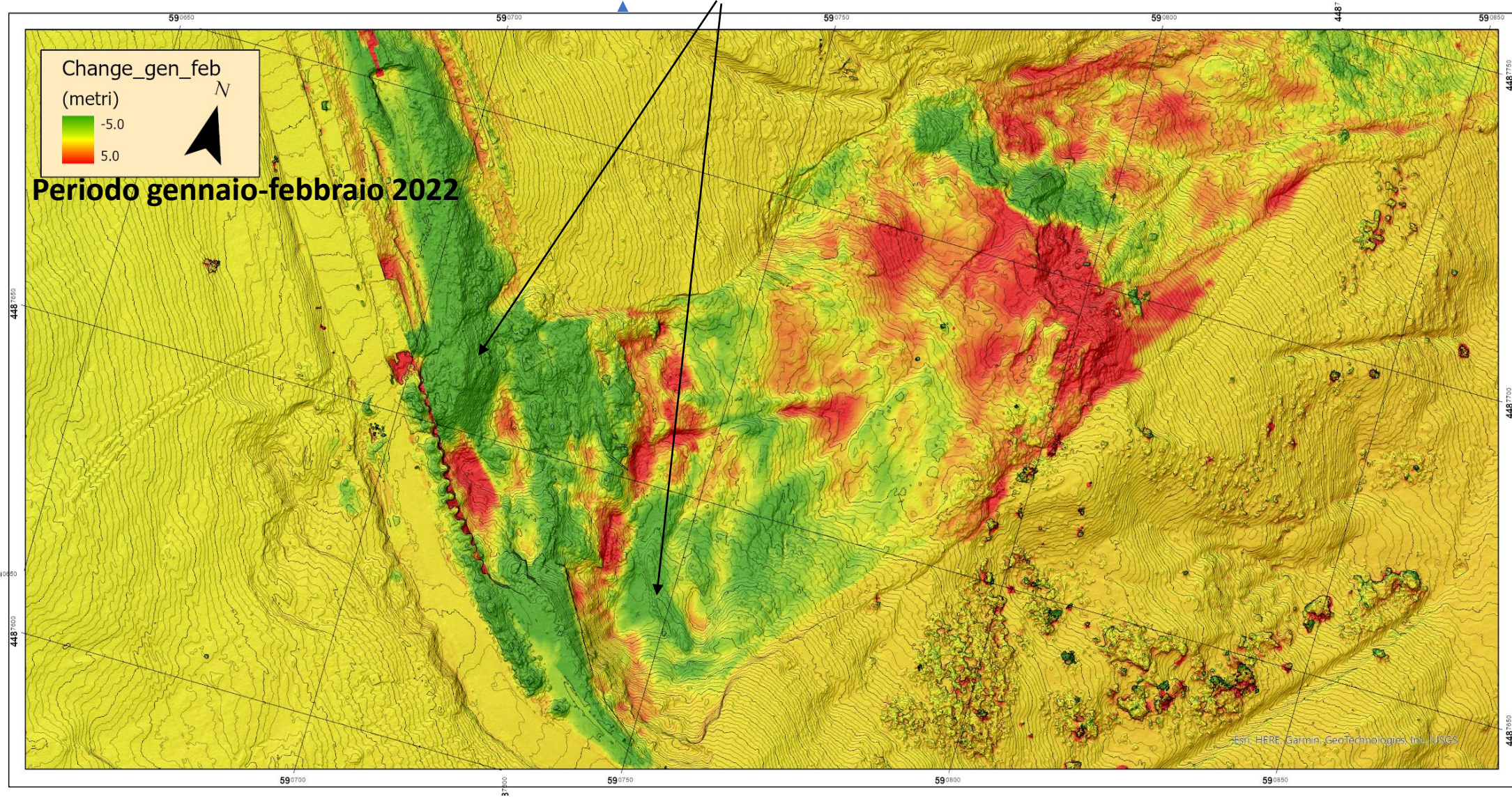


Analisi morfometriche quantitative sulla evoluzione della frana:

I colori evidenziano
erosioni (verde) ed
accumuli (rosso)

WORK IN PROGRESS

La frana presenta maggiori movimenti a valle della strada



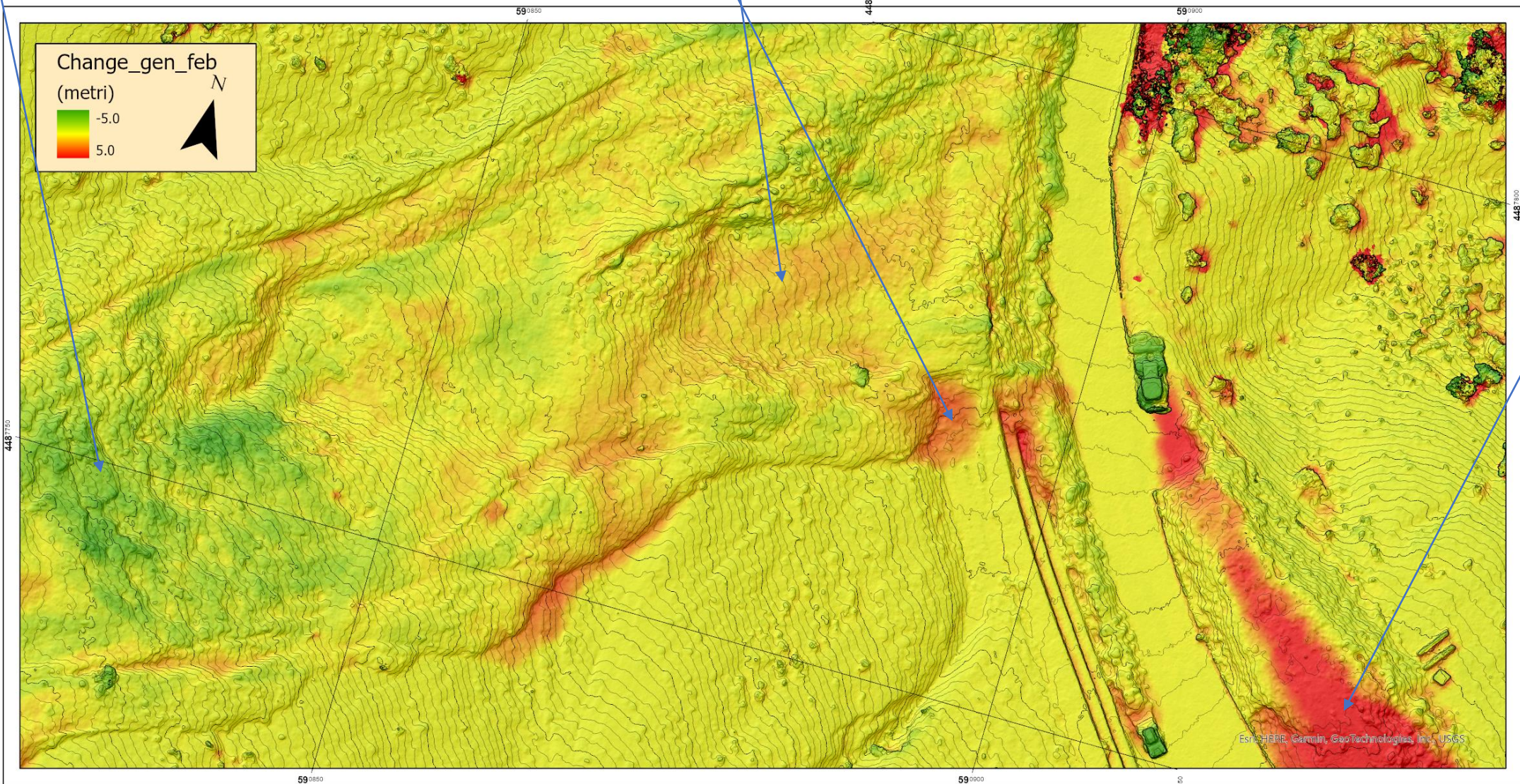
I colori evidenziano
erosioni (verde) ed
accumuli (rosso)

Analisi morfometriche quantitative sulla evoluzione della frana:

WORK IN PROGRESS

Erosione

Accumulo



riporto

Esri, HERE, Garmin, GeoTechnologies, Inc., USGS

FRANE IN ROCCIA

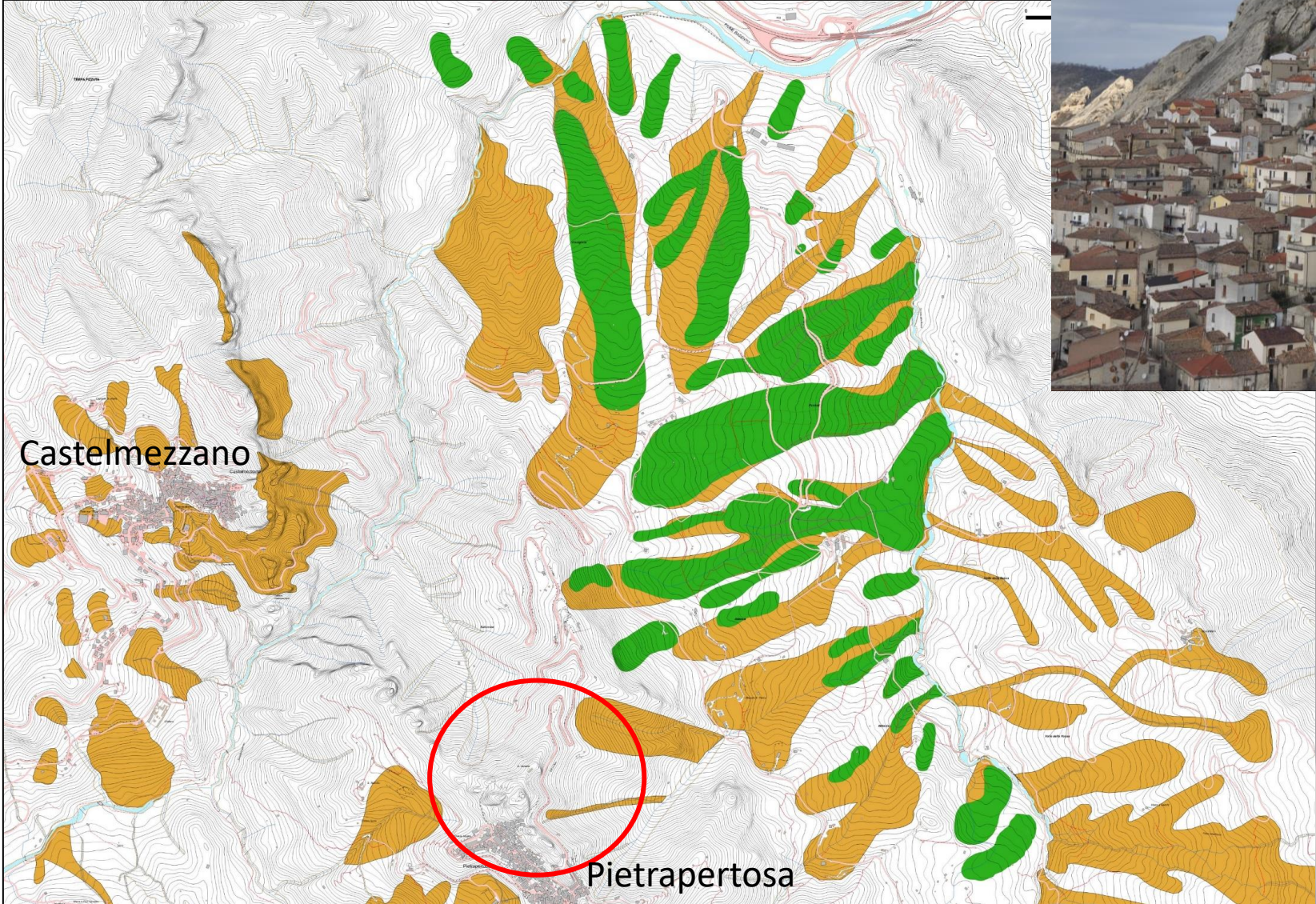


Sugli ammassi rocciosi a Pietrapertosa e Castelmezzano sono stati effettuati voli frontali per osservare le criticità delle pareti prospicienti gli assi viari di collegamento tra i centri abitati e la Basentana



SECONDA AREA DI STUDIO

Crolli in roccia a Pietrapertosa



Rotture a cuneo su faglie ad alto angolo



PIETRAPERTOSA

EVIDENZE DI FRANE PREGRESSE E POTENZIALI

(anche migliaia di m³)

E' in corso un primo censimento

Scorrimenti e ribaltamenti impostati su faglie a basso angolo



SUSCETTIBILITA' A FRANARE

Scorrimenti traslativi



PIETRAPERIOSA

In corso di elaborazione modelli di rottura



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

PIETRAPERIOSA

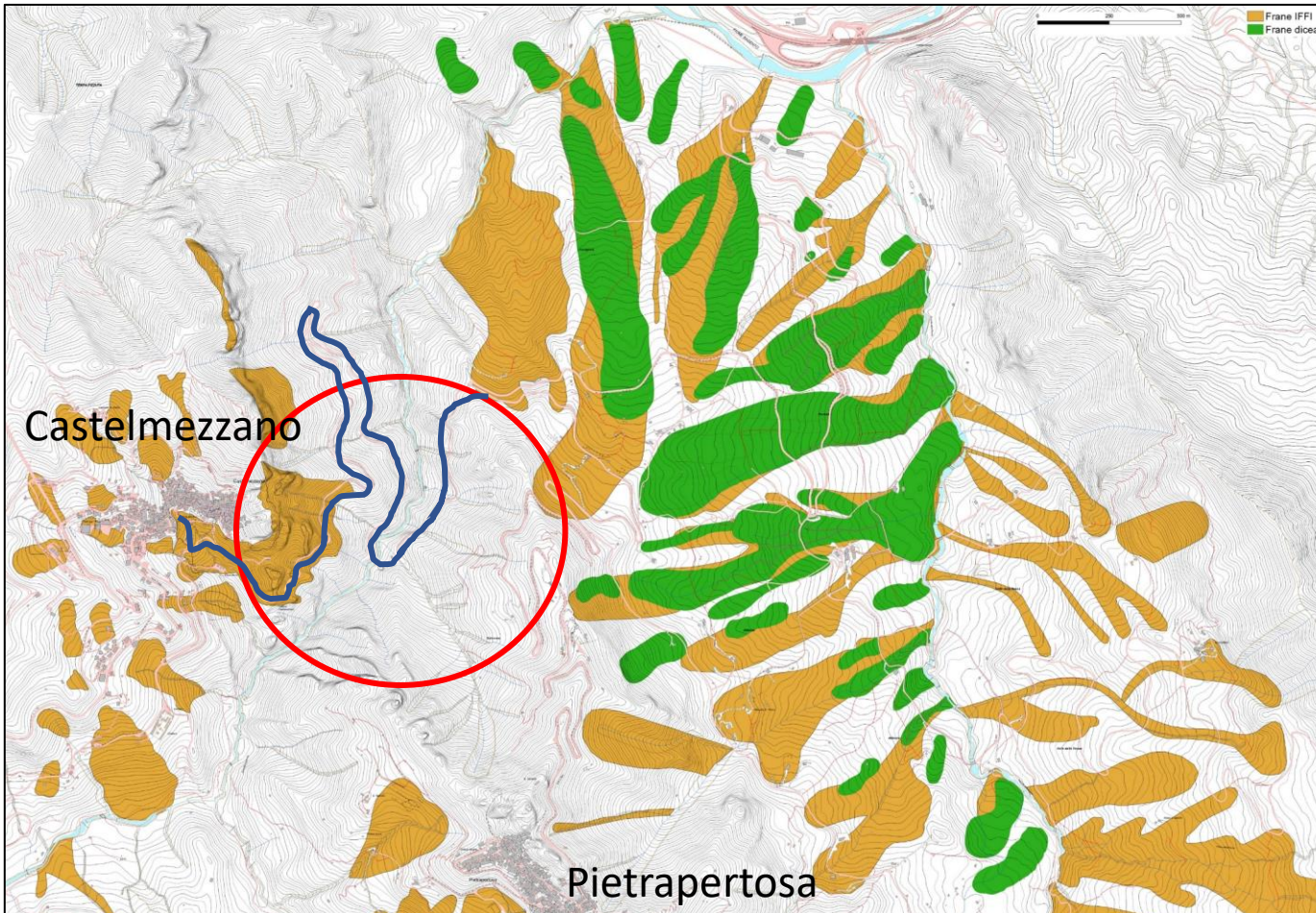


Blocchi isolati

TERZA AREA DI STUDIO

Strada Pietrapertosa-Castelmezzano

Circa 6km con diversi settori in frana
(strada attualmente chiusa)



Colate detritiche nelle successioni arenaceo pelitiche

EVIDENZE DI FRANE PREGRESSE



Erosione diffusa e frane
nelle successioni
argilloso-arenacee

STRADA
PIETRAPEROSA – CASTELMEZZANO

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



STRADA
PIETRAPEROSA – CASTELMEZZANO

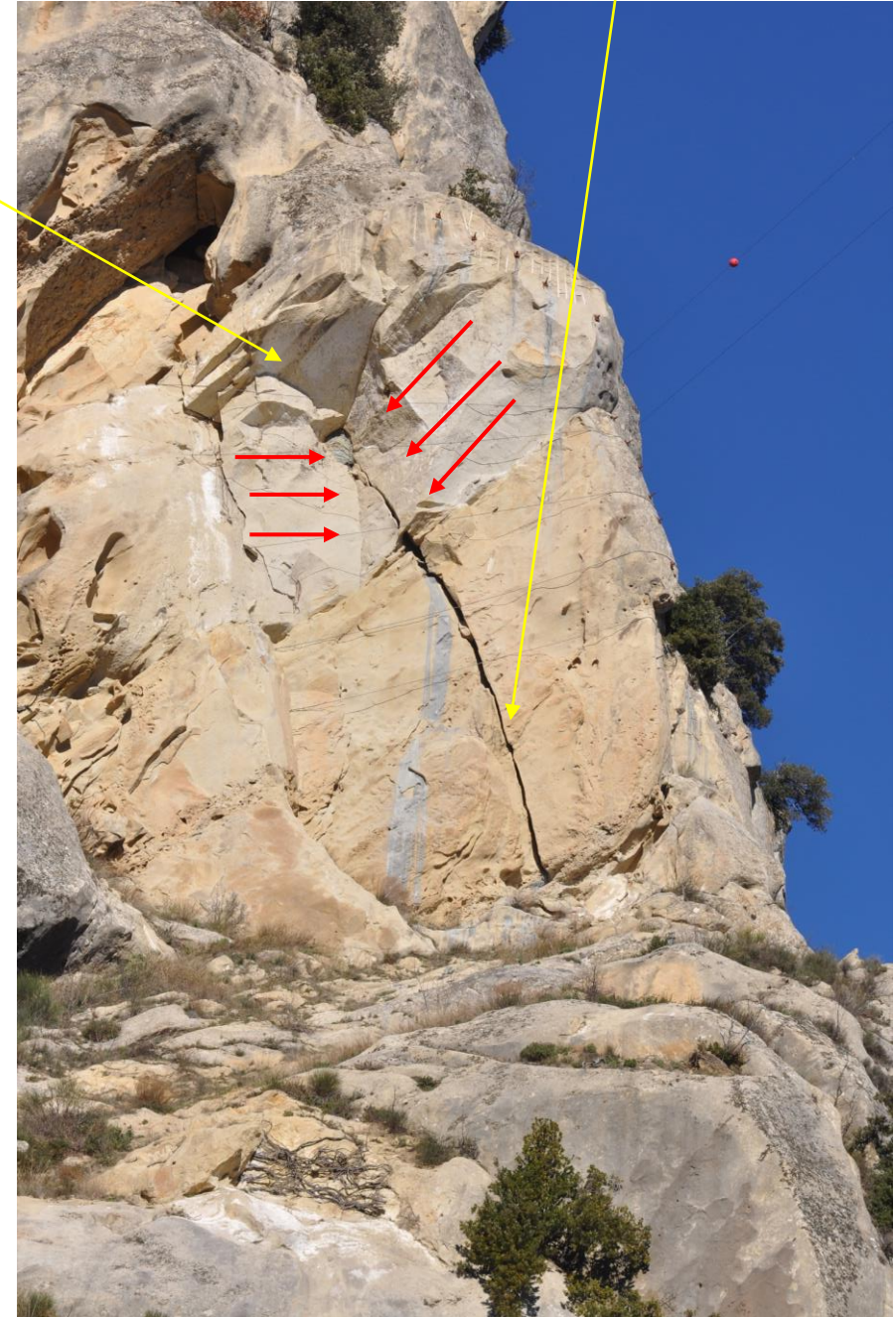


STRADA
PIETRAPERTOSA – CASTELMEZZANO



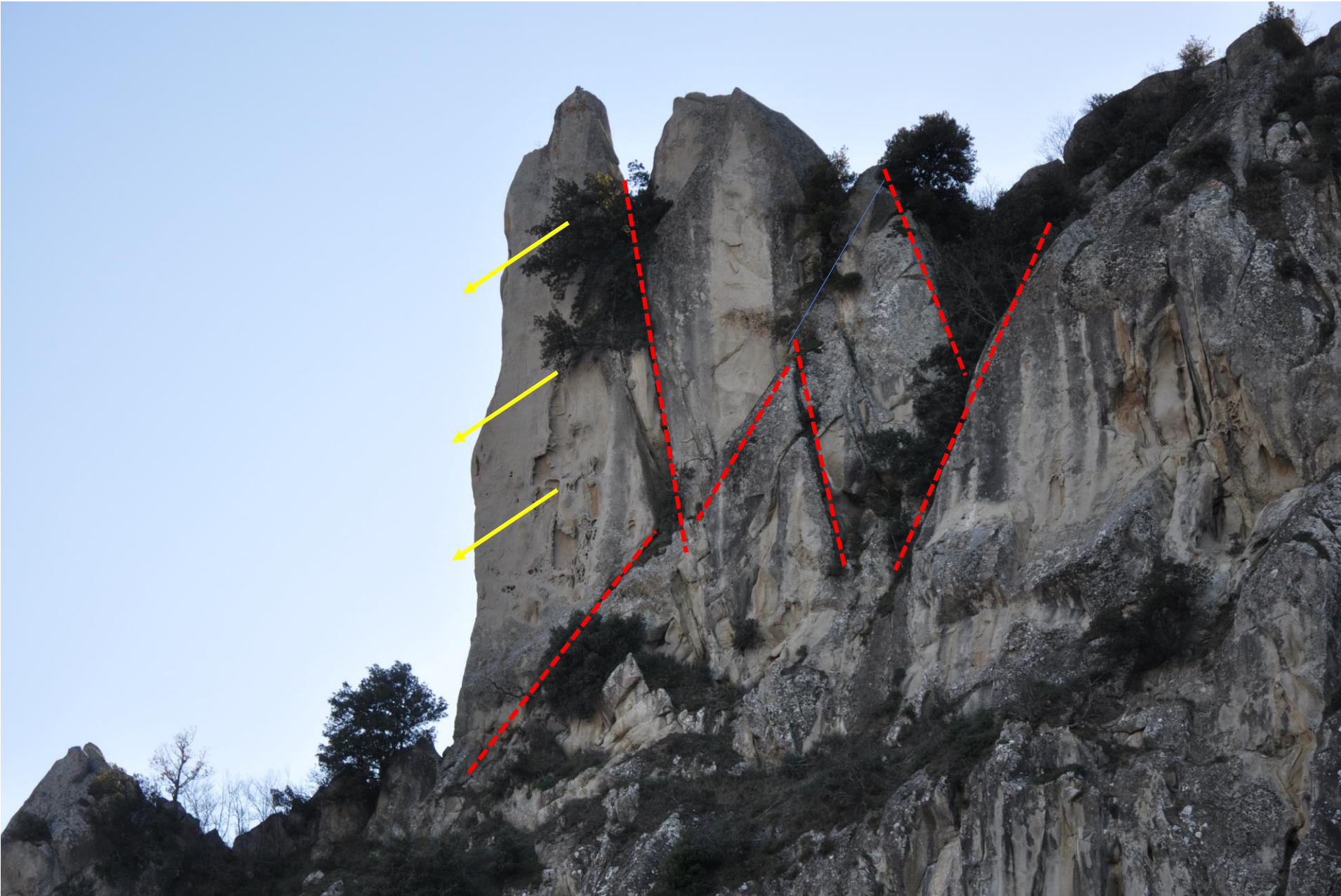
FRANE PREGRESSE

Frattura beante e blocco instabile



Possibili scorrimenti e ribaltamenti impostati su piani di faglia

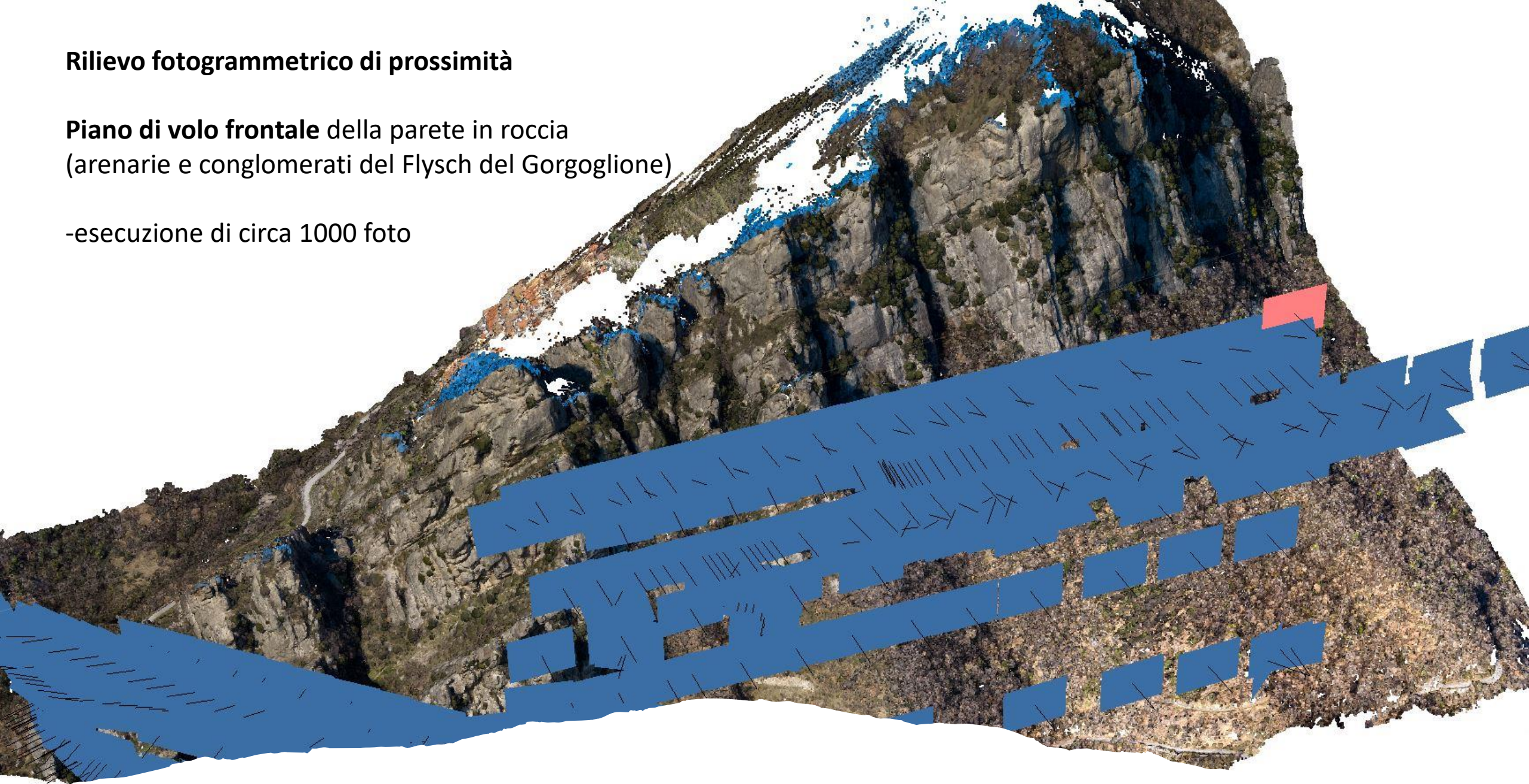
STRADA
PIETRAPEROSA – CASTELMEZZANO



Rilievo fotogrammetrico di prossimità

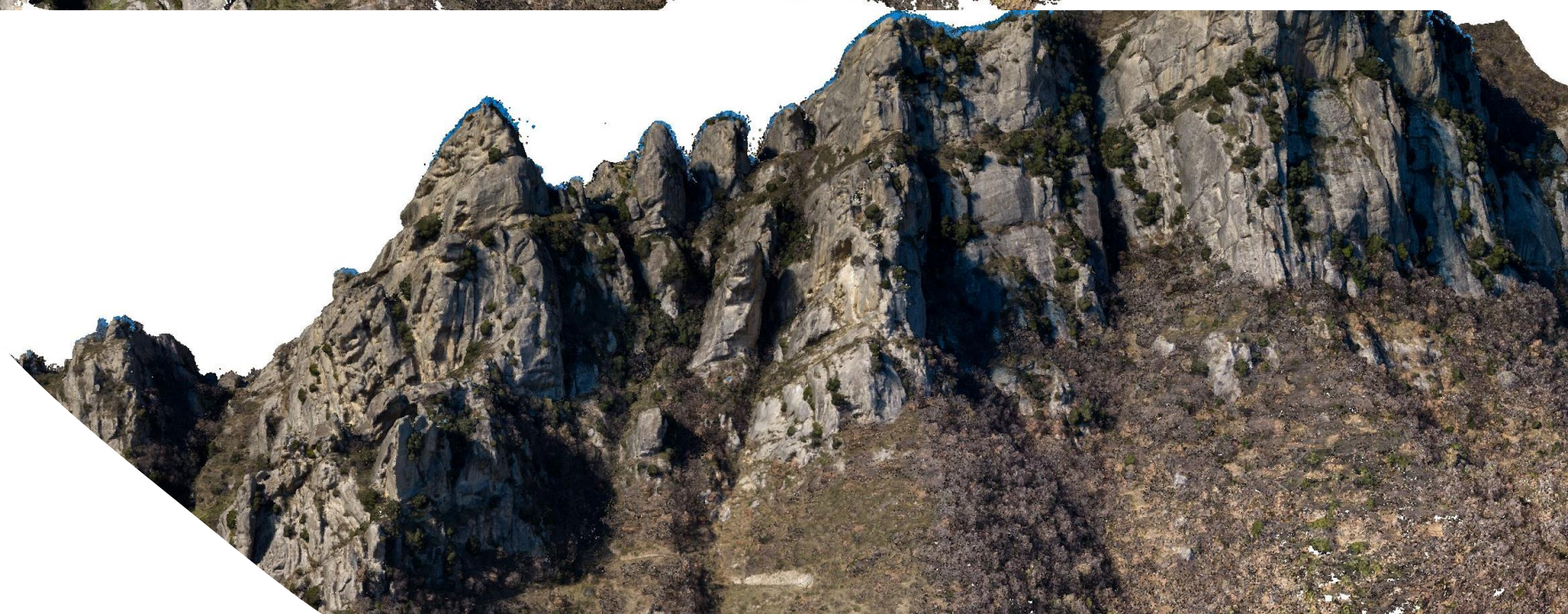
Piano di volo frontale della parete in roccia
(arenarie e conglomerati del Flysch del Gorgoglione)

-esecuzione di circa 1000 foto

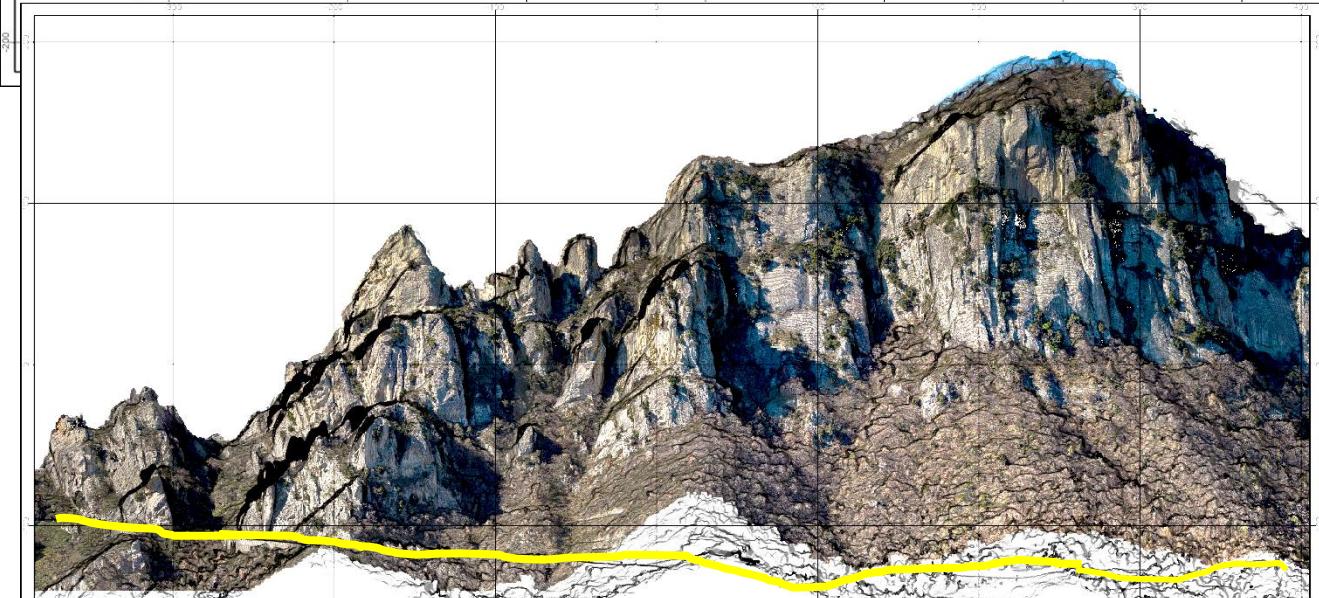
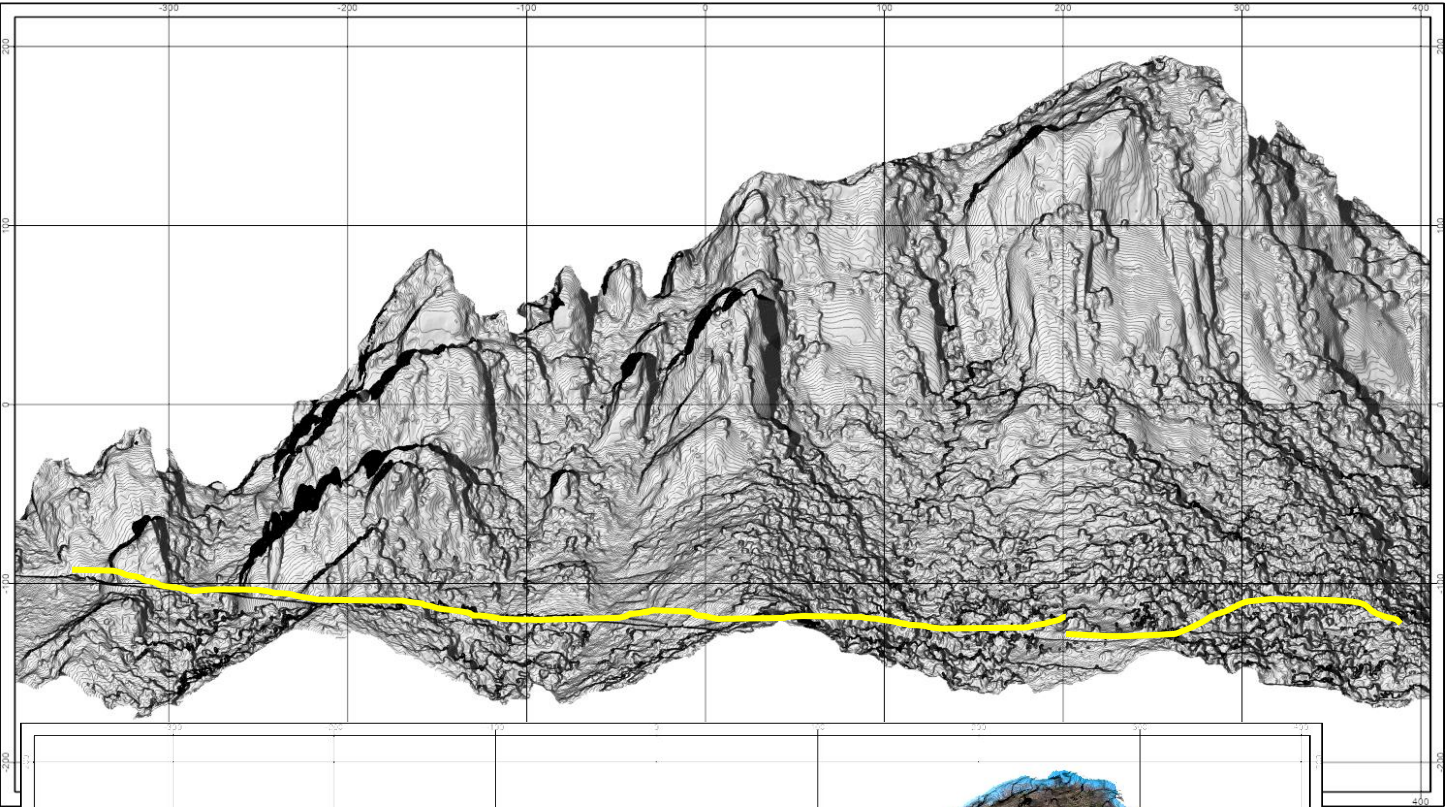


I dati acquisiti sono in fase di elaborazione, e permetteranno di realizzare modelli 3D molto definiti, dal quale derivare strati informativi successivi e analisi di dettaglio.

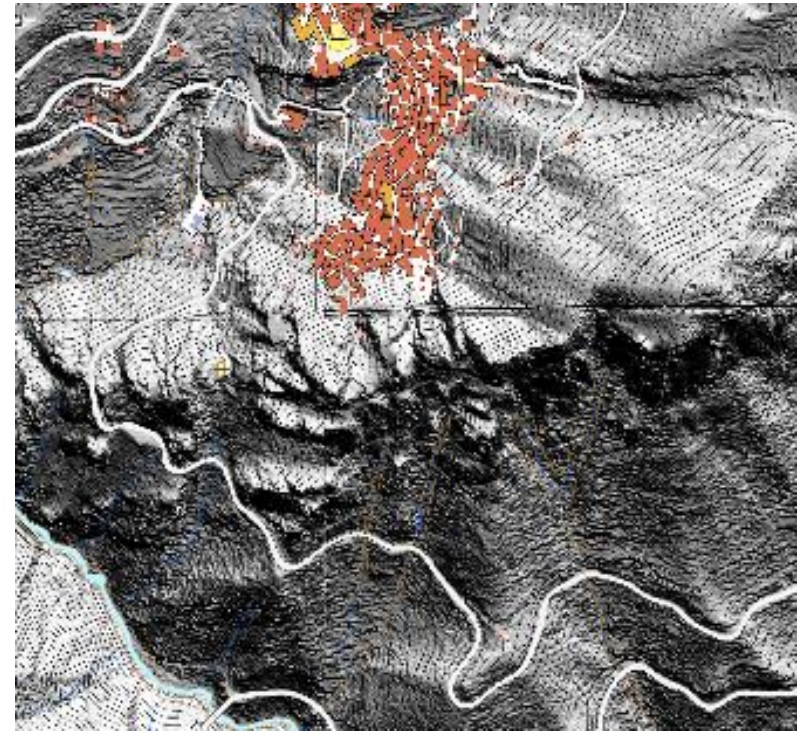
Modello 3D a nuvola di
punti preliminare con
spaziatura di circa 2,5cm
Ammasso roccioso a
monte della strada per
Castelmezzano
(circa 250 milioni di punti)



CARTOGRAFIA 2.5D E ORTOFOTOCARTA FRONTALI A GRANDISSIMA SCALA (1:200)



Basi LIDAR e GOOGLE

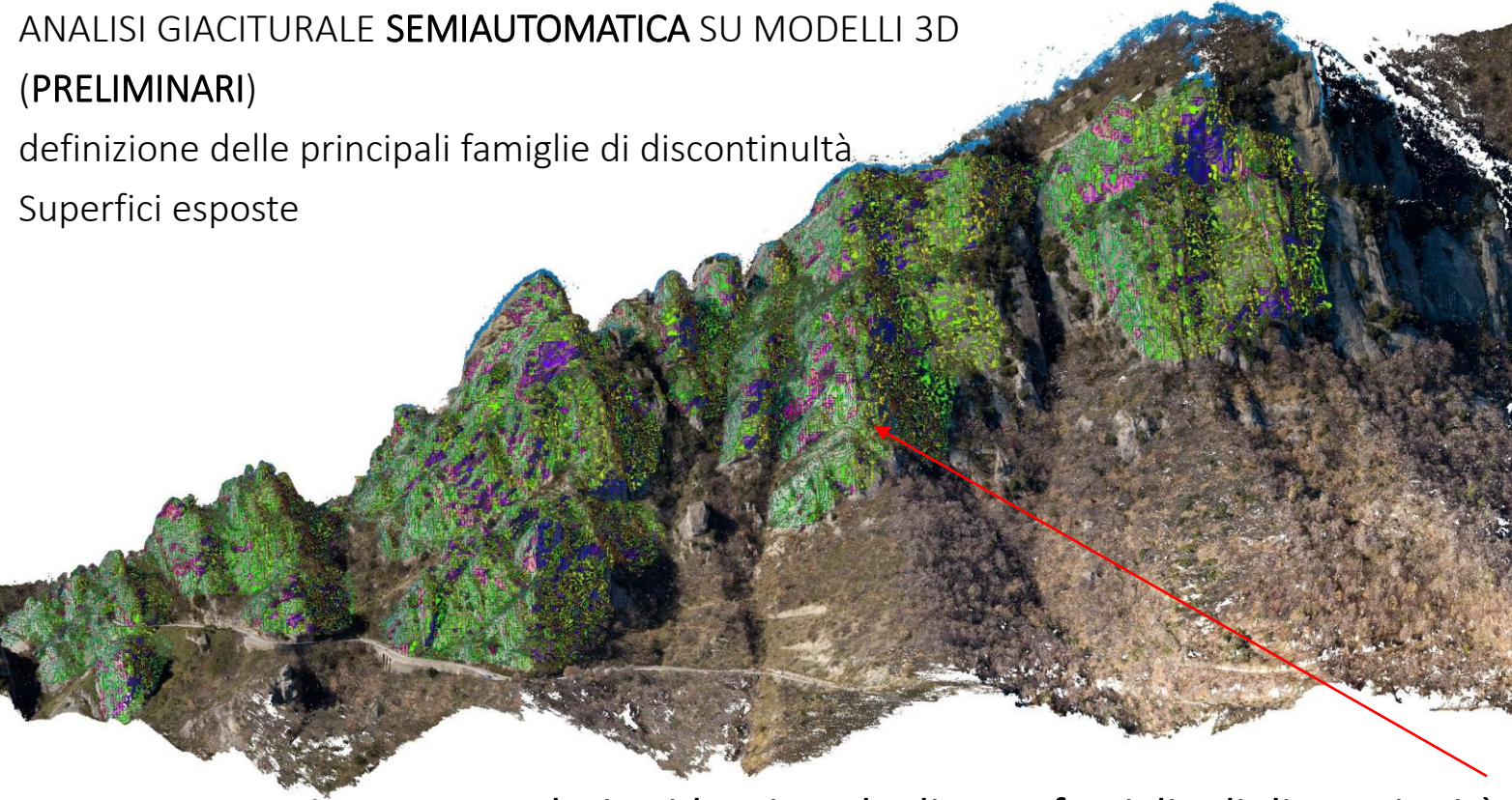


ANALISI GIACITURALE SEMIAUTOMATICA SU MODELLI 3D

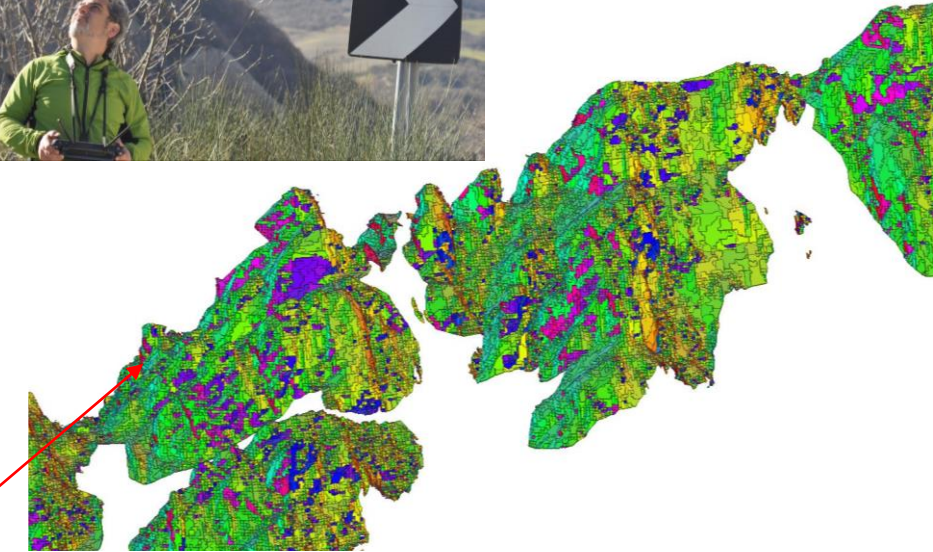
(PRELIMINARI)

definizione delle principali famiglie di discontinuità

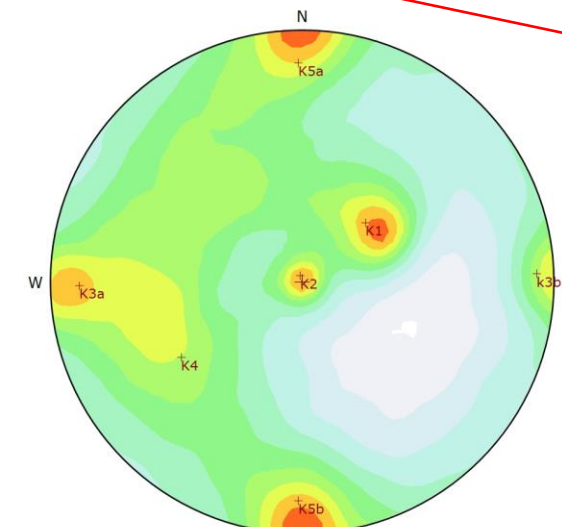
Superfici esposte



Acquisizione con drone

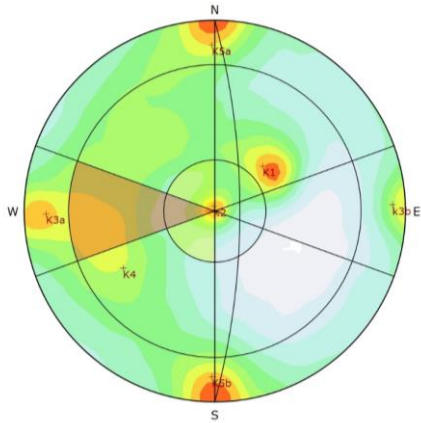
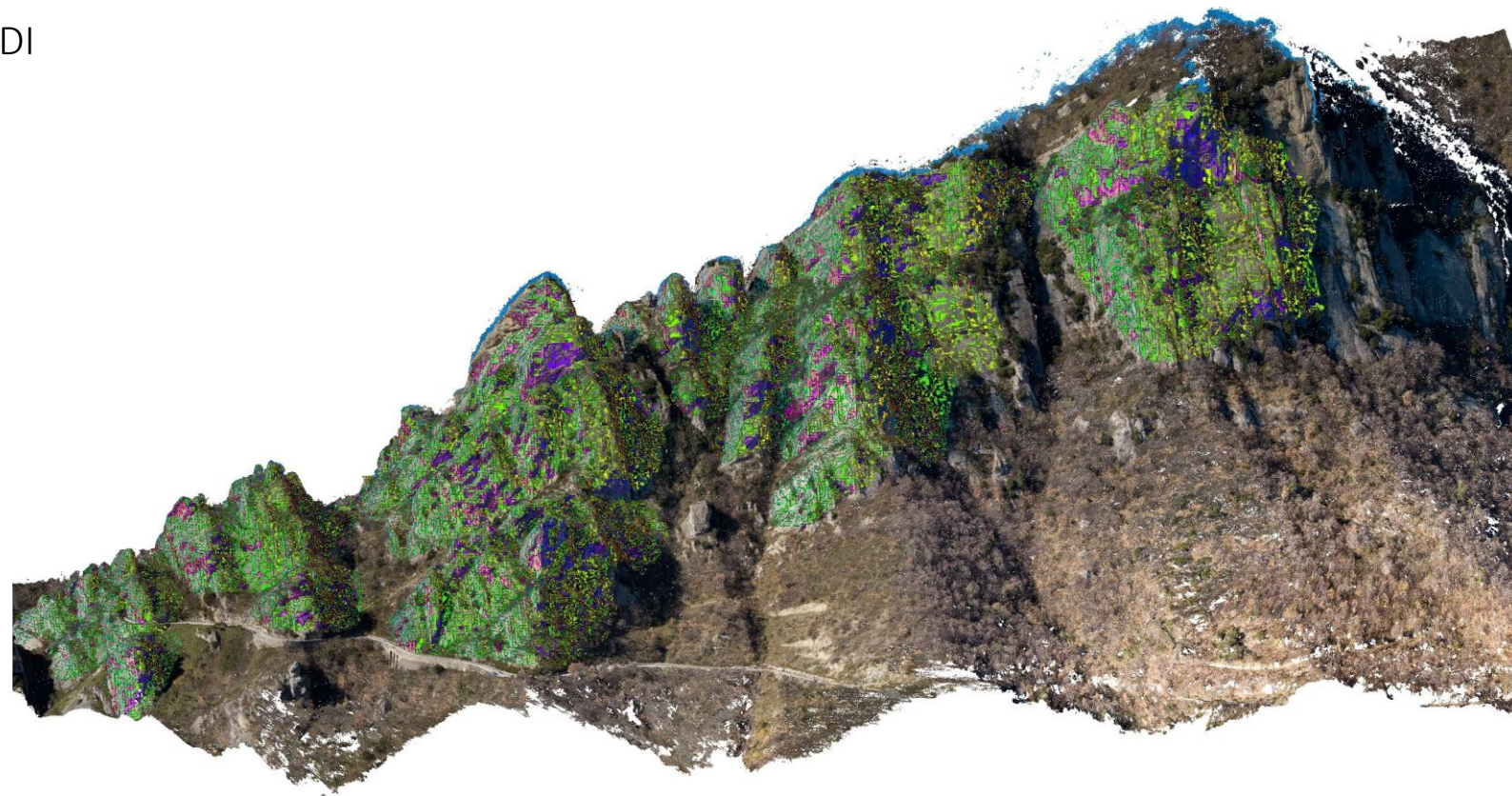


I colori evidenziano le diverse famiglie di discontinuità



	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	38	227	K1
2m	■	3	162	K2
3m	■	83	89	K3a
4m	■	86	268	k3b
5m	■	59	58	K4
6m	■	82	179	K5a
7m	■	82	1	K5b
Plot Mode		Pole Vectors		
Vector Count		62418 (62418 Entries)		
Hemisphere		Lower		
Projection		Equal Angle		
Too many entries for grid intersections				

ANALISI DI STABILITA' CINEMATICA (MECCANISMI DI ROTTURA POSSIBILI) GLOBALE



Ribaltamento

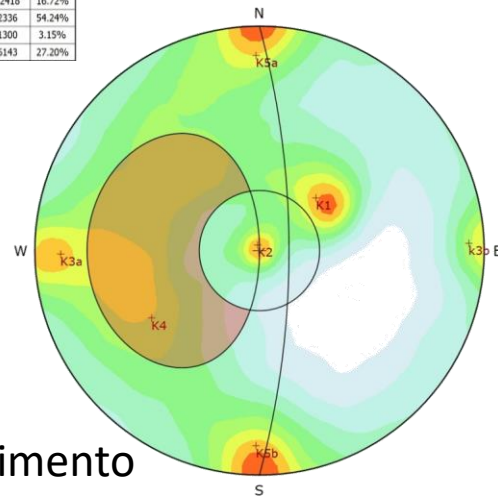
Symbol	Feature
*	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
0.00	- 0.21
0.21	- 0.42
0.42	- 0.63
0.63	- 0.84
0.84	- 1.05
1.05	- 1.26
1.26	- 1.47
1.47	- 1.68
1.68	- 1.89
1.89	- 2.10

Maximum Density	2.05%
Contour Data	Pole Vectors
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Direct Toppling
Slope Dip	75
Slope Dip Direction	90
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critical	Total	%
Direct Toppling (Intersection)	0	0	0%
Oblique Toppling (Intersection)	0	0	0%
Base Plane (All)	10439	62418	16.72%
Base Plane (Set 2)	1267	2336	54.24%
Base Plane (Set 3)	41	1300	3.15%
Base Plane (Set 5)	1671	6143	27.20%



Scorrimento planare

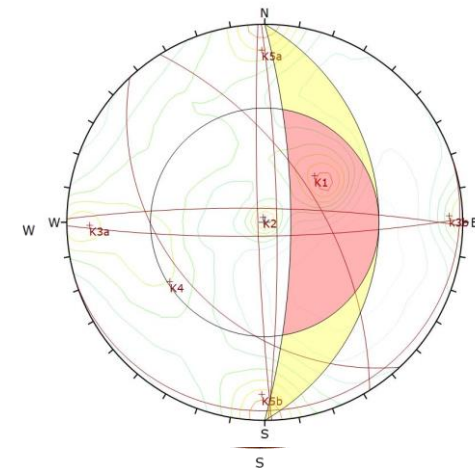
Color	Density Concentrations
0.00	- 0.21
0.21	- 0.42
0.42	- 0.63
0.63	- 0.84
0.84	- 1.05
1.05	- 1.26
1.26	- 1.47
1.47	- 1.68
1.68	- 1.89
1.89	- 2.10

Maximum Density	2.05%
Contour Data	Pole Vectors
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	75
Slope Dip Direction	90
Friction Angle	30°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	16721	62418	26.79%
Planar Sliding (Set 3)	8	1300	0.62%
Planar Sliding (Set 5)	5092	6143	82.89%

Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes			
1m	38	227	K1
2m	3	162	K2
3m	83	89	K3a
4m	86	268	k3b



Cuneo

Symbol	Feature
*	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
0.00	- 0.21
0.21	- 0.42
0.42	- 0.63
0.63	- 0.84
0.84	- 1.05
1.05	- 1.26
1.26	- 1.47
1.47	- 1.68
1.68	- 1.89
1.89	- 2.10

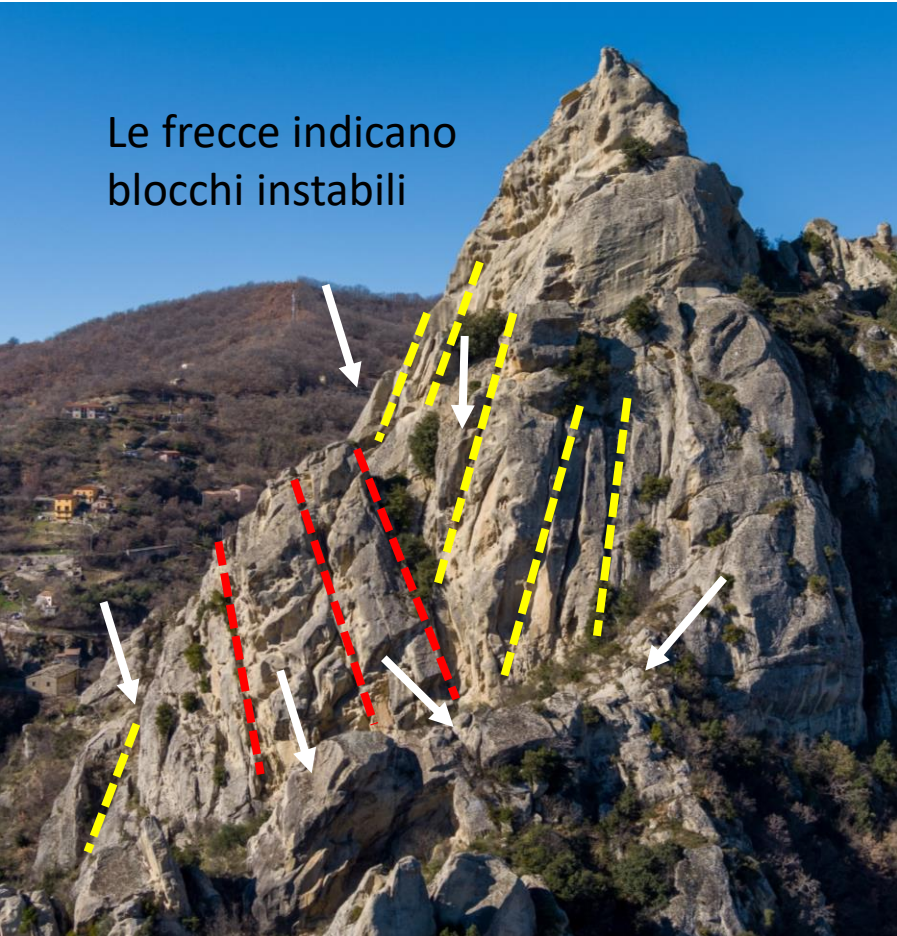
Maximum Density	2.05%
Contour Data	Pole Vectors
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	75
Slope Dip Direction	90
Friction Angle	30°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	0	0	0%

Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes			
1m	38	227	K1
2m	3	162	K2
3m	83	89	K3a
4m	86	268	k3b

Le frecce indicano blocchi instabili

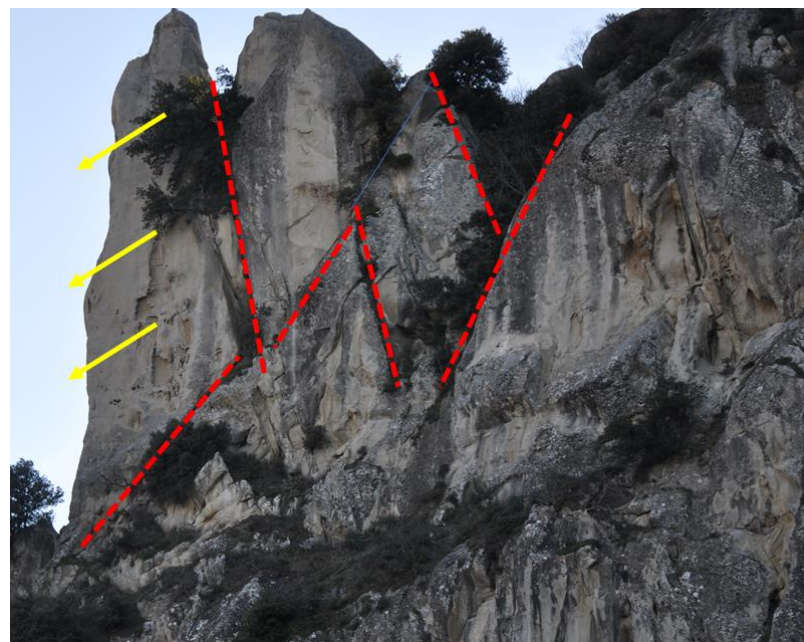


I rilievi effettuati con drone possono permettere sia di osservare che di individuare e misurare in parete i principali sistemi di discontinuità e situazioni di particolare instabilità

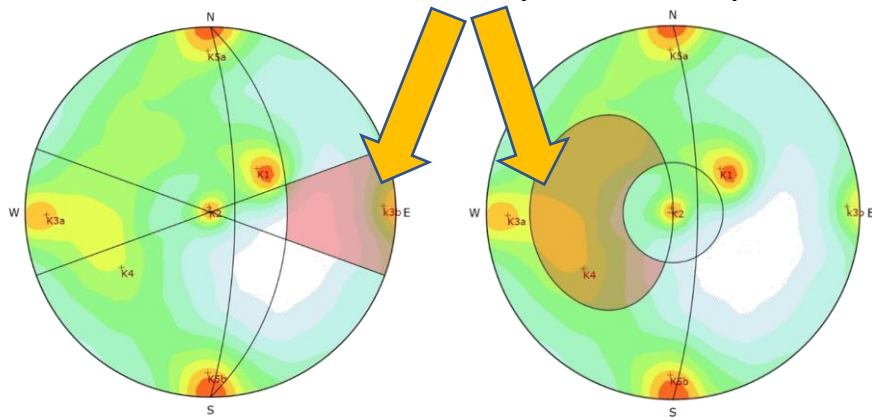


Le frecce indicano blocchi instabili

STRADA PIETRAPERTOSA – CASTELMEZZANO

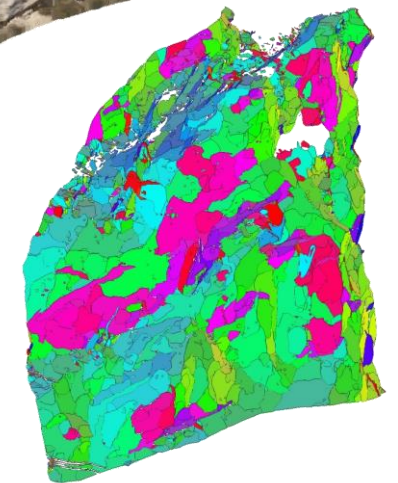
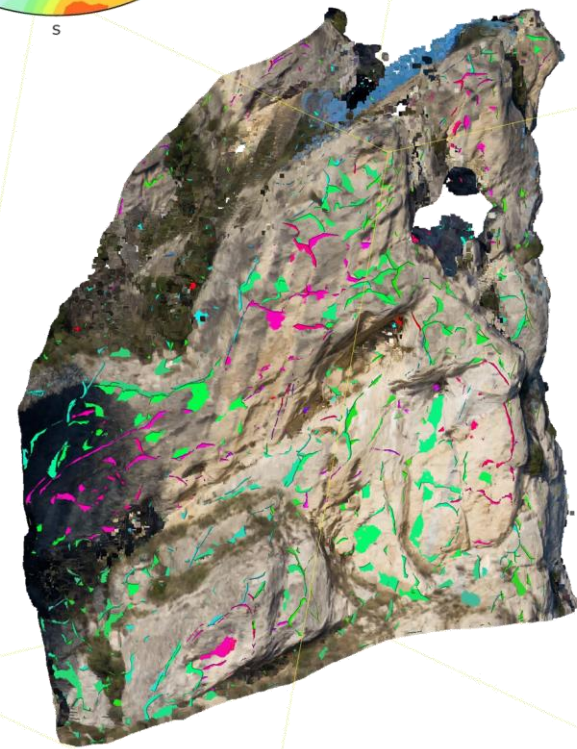
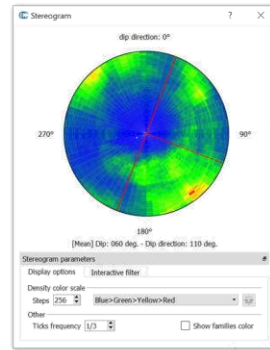
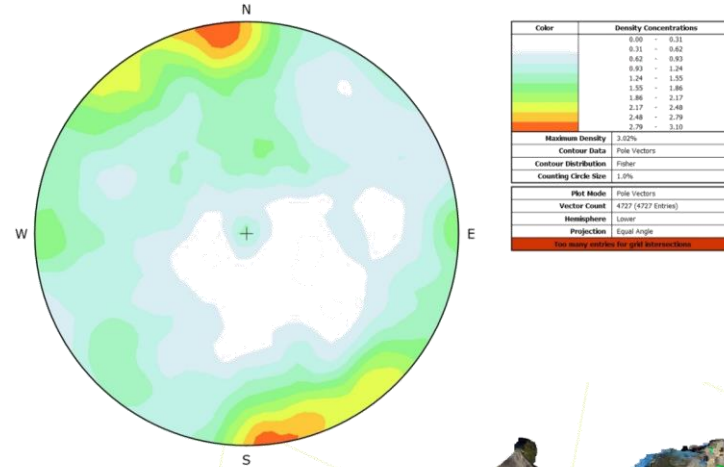


Possibili scorrimenti e ribaltamenti impostati su piani di faglia

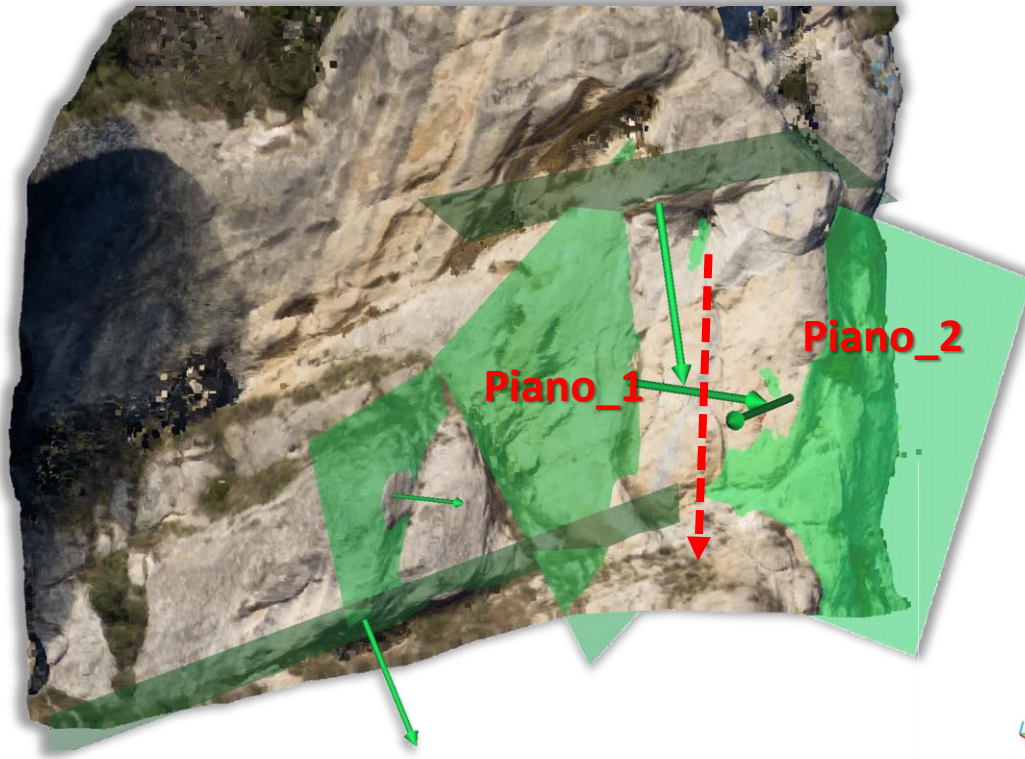
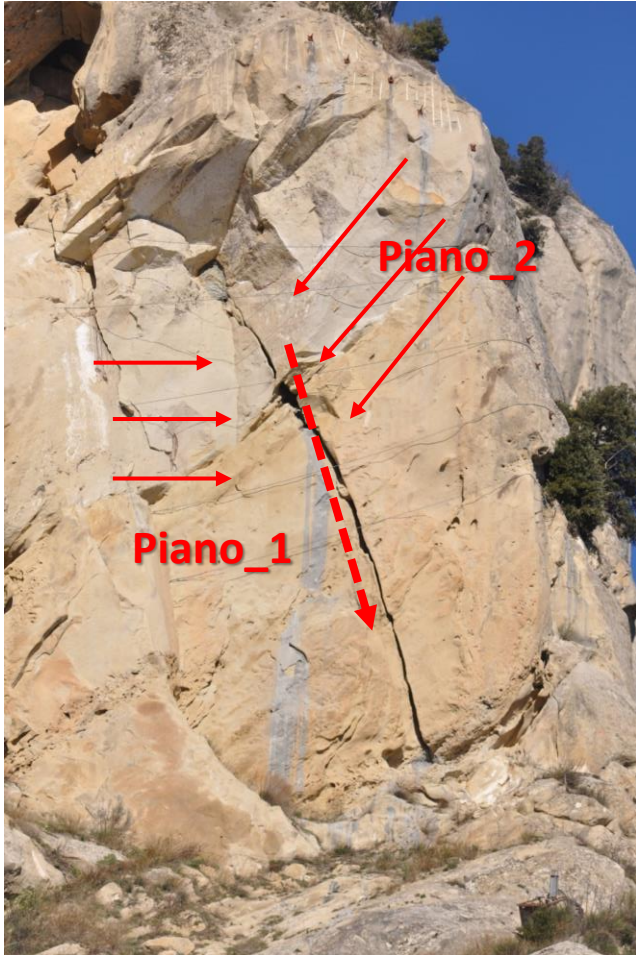


MAGGIORE DETTAGLIO (singola parete)

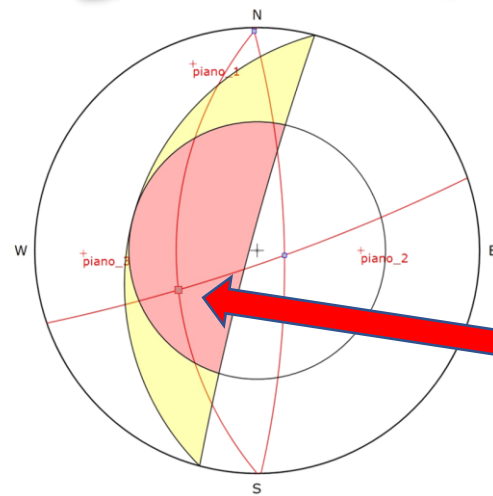
Analisi strutturali per comprendere il meccanismo di rottura che ha causato un distacco



Confronto su casi noti misurati in campo e quelli elaborati in automatico da software



Analisi strutturali su virtual outcrops per comprendere il meccanismo di rottura che ha causato il distacco



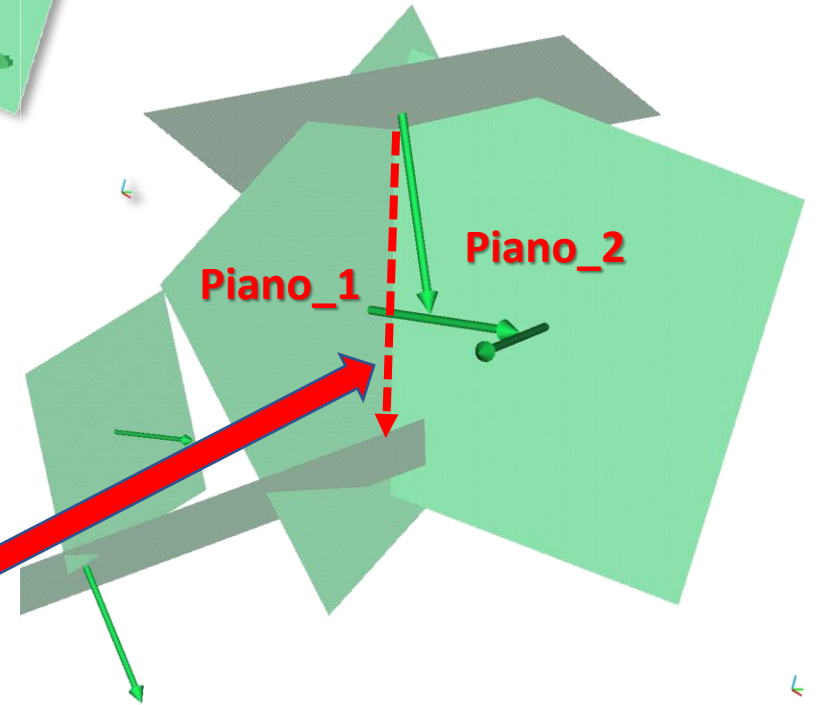
Symbol	Feature
■	Critical Intersection
●	Intersection

Kinematic Analysis		Wedge Sliding	
Slope Dip	86		
Slope Dip Direction	285		
Friction Angle	30°		

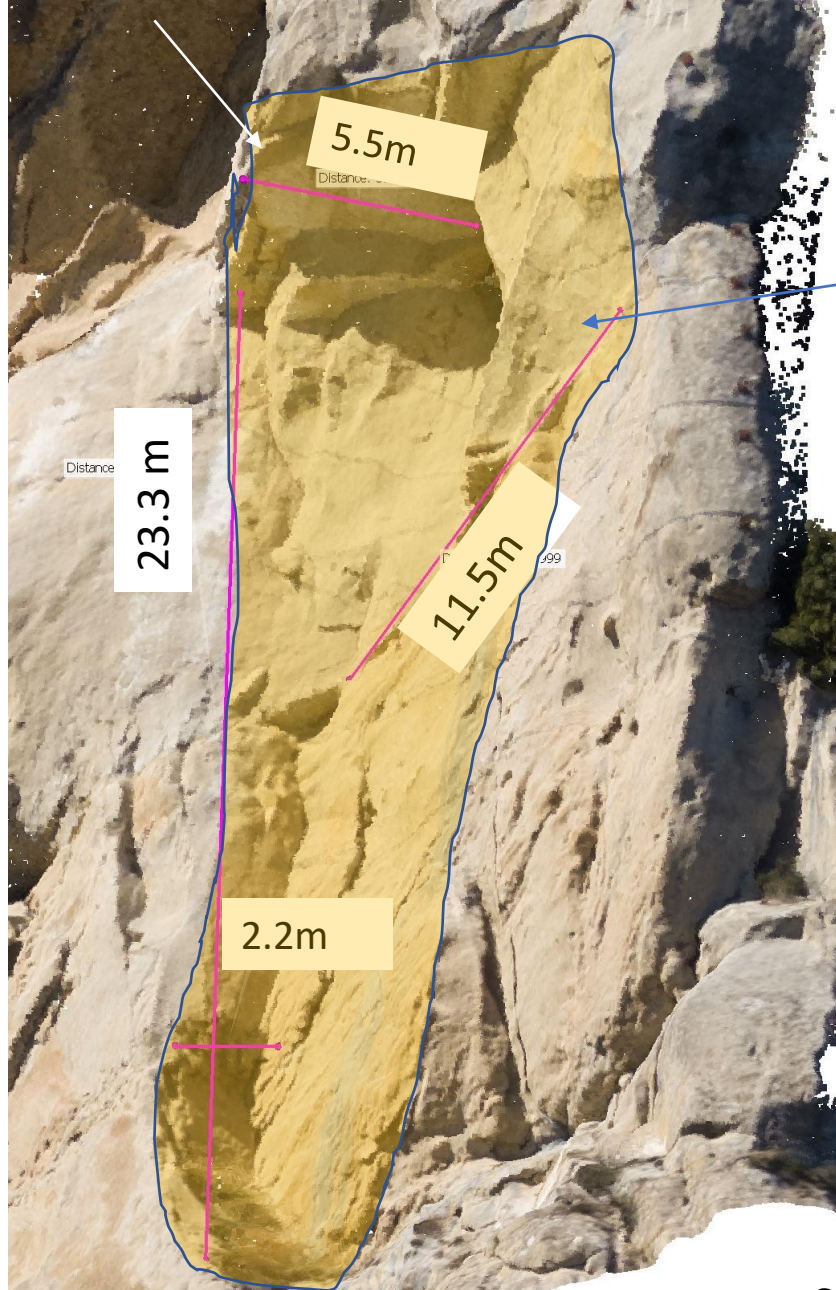
	Critical	Total	%
Wedge Sliding	1	3	33.33%

User Planes			
Color	Dip	Dip Direction	Label
■	83	161	piano_1
■	50	270	piano_2
■	76	89	piano_3

Intersezione di svincolo (cuneo)



NICCHIA DI FRANA



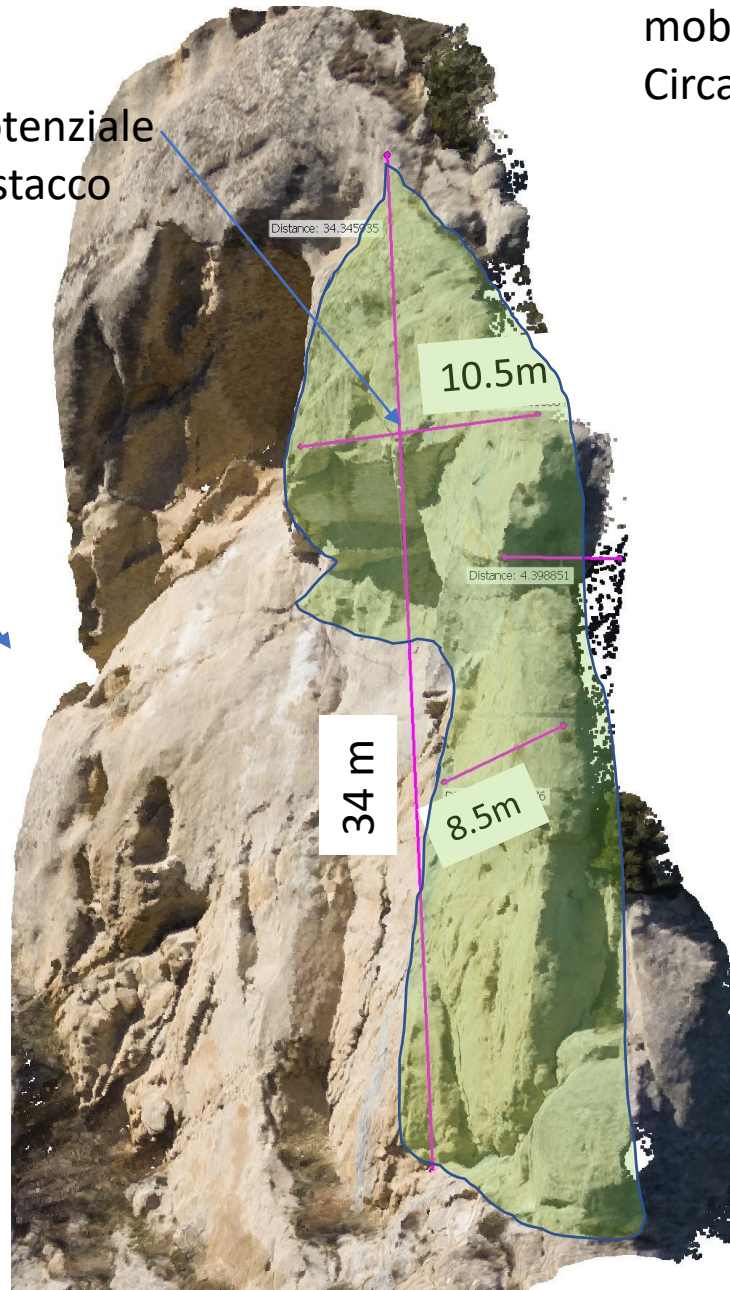
Stima dei volumi
mobilitati
Circa 200 m³

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

Strada per Castelmezzano

VOLUMI MOBILITABILI

Potenziale
distacco



Stima dei volumi
mobilitabili
Circa 600 m³

-PERIMETRAZIONE DELLE AREE A MAGGIORE CRITICITA' PER FRANA LUNGO STRADE (CASTELMEZZANO E PIETRAPERTEOSA)

-Basentana-Pietrapertosa (colamenti attivi)

-Pietrapertosa (crolli in roccia)

-strada Pietrapertosa- Castelmezzano (crolli in roccia e debris flow)

-Basentana km 22 (crolli in roccia)

-ACQUISIZIONE IMMAGINI E NUOVOLE DI PUNTI PER SUCCESSIVE ANALISI

-INIZIO MONITORAGGIO DI ALCUNI SETTORI IN FRANA

Sviluppi futuri:

I DATI ACQUISITI SONO IN FASE DI ELABORAZIONE, E PERMETTERANNO DI REALIZZARE MODELLI 3D MOLTO PRECISI, PER SUCCESSIVE ANALISI DI DETTAGLIO, IN PARTICOLERE:

- MONITORAGGIO DI FRANE A CINEMATISMO LENTO E LORO EVOLUZIONE NEL TEMPO

- DEFINIZIONE DEI MODELLI DI ROTTURA E DEI POSSIBILI VOLUMI

- ANALISI DELLA PROPAGAZIONE DELLE FRANE IN ROCCIA CON SOFTWARE DEDICATI PER LA VALUTAZIONE DELL'INVASIONE E DELL'ENERGIA DI CADUTA MASSI

- IN COLLABORAZIONE CON COLLEGHI GEOTECNICI, SCELTE PROGETTUALI PER INTERVENTI DI SISTEMAZIONE «TIPO» E POCO «IMPATTANTI» LUNGO LE STRADE DELLE DOLOMITI LUCANE

- APPROFONDIMENTI IN ALTRI SETTORI (COMUNI DI ALBANO E CAMPOMAGGIORE)