

Le frane del Lazio

Prof. Gabriele Scarascia Mugnozza, Prof. Carlo Esposito,
Dr. Gian Marco Marmoni, Dr. Giovanni Maria Di Buduo
(Sapienza Università di Roma)

Villa Celimontana, Roma, 05/06/2023

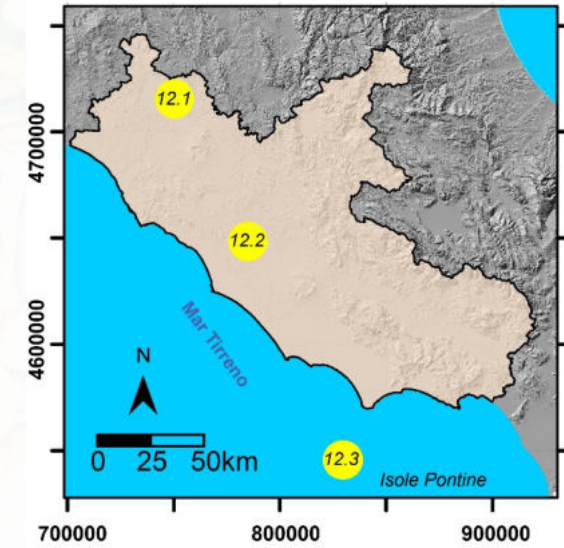


SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Le frane del Lazio

- 3 Itinerari di alto valore geologico, e paesaggistico;
- Differenti contesti fisiografici e morfogenetici;
- Combinazioni multiple di fattori predisponenti e preparatori (naturali ed antropici);

- 12.1 - Il Sistema di Frane di Civita di Bagnoregio e Lubriano (VT)
- 12.2 - Le frane di Monte Mario (RM)
- 12.3 - Chiaia di Luna, Isola di Ponza (LT)



Il Sistema di Frane di Civita Di Bagnoregio e Lubriano (VT)



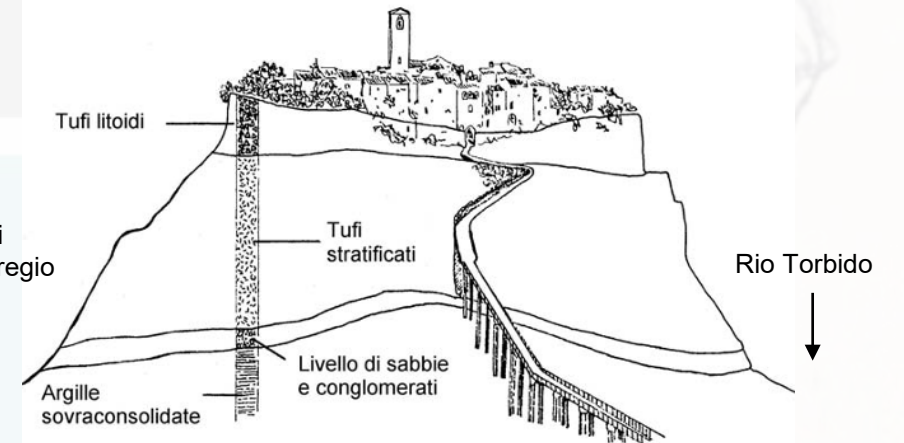
- Origine Etrusca, poi municipio Romano, attraversato il Medioevo e il Rinascimento;
- Patrimonio storico, culturale, geologico e paesaggistico;
- Lista Propositiva UNESCO
- Valle dei Calanchi → *paesaggio vivente*



- Ignimbrite di Orvieto-Bagnoregio (294 e 333 ka) del complesso vulcanico Bolsena - Orvieto
- Argille sovraconsolidate di origine marina del Pliocene sup-Pleistocene inferiore del Sistema Chiani Tevere



F. So di
Bagnoregio



(Fonte: Margottini, Serafini, 1990)

Il Sistema di Frane di Civita Di Bagnoregio e Lubriano (VT)

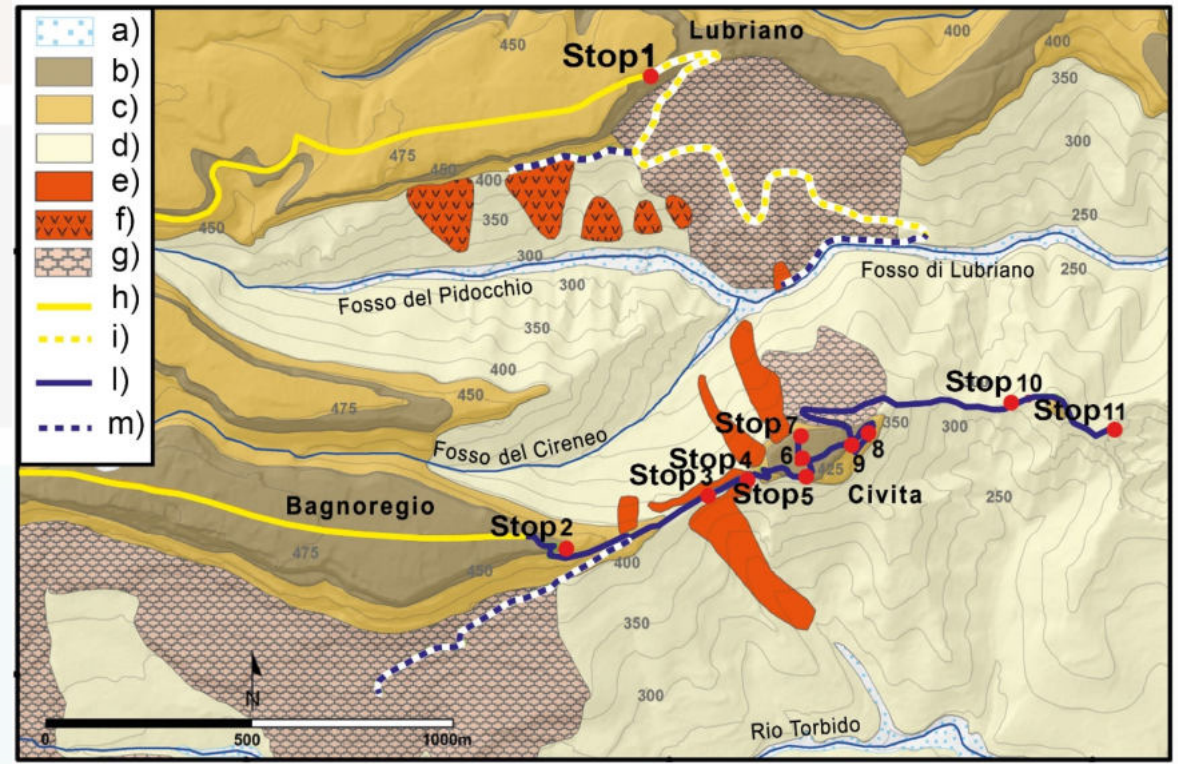
- Stop 1 - Versante N di Civita da Lubriano, Cavon Grande e sella di Mercatello
- Stop 3 - Ponte per Civita e Paleofrana di Lubriano
- Stop 6 - Museo Geologico e delle Frane
- Stop 7 - Casa Greco e Pozzi Strutturali
- Stop 10-11 - Il montijone e i ponticelli

Carta geologica con indicazione degli Stop. Sono riportate solo le frane descritte nel percorso. Legenda a) Depositi alluvionali attuali; b) Ignimbrite di Orvieto-Bagnoregio; c) Tufi stratificati; d) Argille di origine marina; e) Frana attiva; f) Area calanchiva; g) Frana inattiva; h) Percorso in auto; i) Deviazione in auto; l) Percorso a piedi; m) Deviazione a piedi.

SCHEDA 12.1

Info generali
Provincia: Viterbo
Comuni: Bagnoregio, Lubriano
Località: Civita di Bagnoregio, Lubriano
Bacino idrografico principale: Rio Torbido
Bacino idrografico secondario: Fosso di Bagnoregio (Fosso del Pidocchio/Fosso di Lubriano/Fosso di Rigo).
Tipologia frana: crolli in roccia, colate di fango, colate di detrito, frane da scorrimento rotazionale
Volume frana (m³): non definibile
Area di influenza del fenomeno (m²): da 2000 a 15000 per ogni area in frana
Stato di Attività: attiva
Quota min/max: 250/440 m
Elementi a rischio: Borgo di Civita di Bagnoregio, ponte di accesso e viabilità locale. Case in località Mercatello.

Info itinerario
Modalità di percorrenza: a piedi, in auto
Connessione tra gli stop: a piedi, in auto
Lunghezza (km): 4,7 in auto; 2,5 a piedi (a/r - dislivello totale circa 350 m); 2 eventuali deviazioni.
Tipologia di territorio: collinare, a luoghi con elevate pendenze.
Percorribilità: tutto l'anno, deviazioni sconsigliate nel periodo invernale. Periodi ottimali: marzo-maggio, settembre-ottobre.
Difficoltà: media
Equipaggiamento: escursionistico in relazione alla stagione
Sentieri CAI: Viterbo N° 158 (parziale)
Cartografia consigliata
Carte topografiche: C.T.R. Regione Lazio 1:5000 Foglio 334, Elementi 334144, 334143
Carte geologiche: CGI 1:100000 Foglio 137 "Viterbo"



Il Sistema di Frane di Civita Di Bagnoregio e Lubriano (VT)

Stop 1 - Civita da Lubriano, Il Cavon Grande

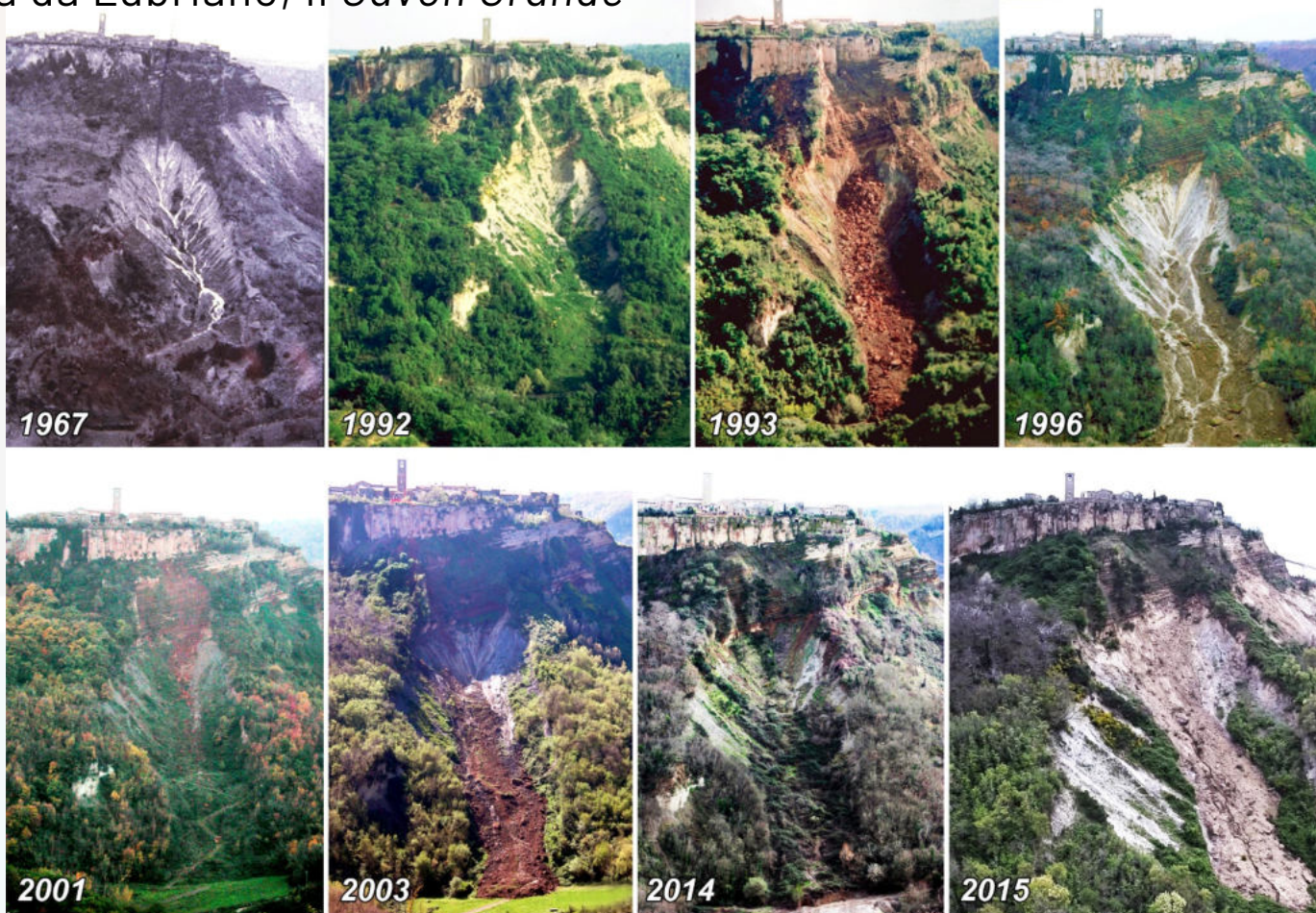


Fig. 12.4 - Evoluzione del "cavon grande" dal 1967 (modificata da Margottini e Di Buduo, 2017).

Il Sistema di Frane di Civita Di Bagnoregio e Lubriano (VT)

Frane d'Italia



Fig. 12.5 - Evoluzione della sella tra Bagnoregio e Civita a partire dal periodo medievale (modificata da Margottini, 1990).

Il Sistema di Frane di Civita Di Bagnoregio e Lubriano (VT)

Stop 3 – Ponte per Civita e vista sulla paleofrana di Lubriano

- Paleofrana di Lubriano del 1114 a.D.
- Deviazione del corso del Fosso di Lubriano

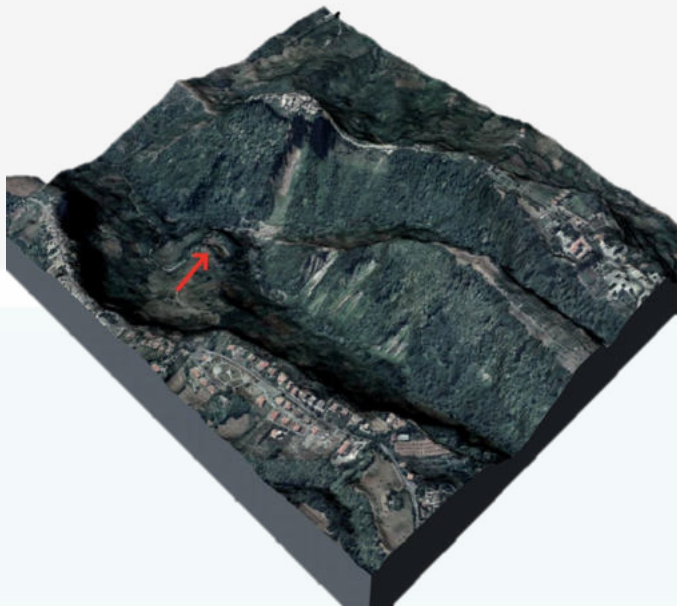


Fig. 12.8 - Panoramica della frana relitta di Lubriano (Foto: Egidio Severi).

Il Sistema di Frane di Civita Di Bagnoregio e Lubriano (VT)

Stop 6 - Museo Geologico e delle Frane

Stop 7 - Casa Greco e i pozzi strutturali

- Fitta rete di tiranti e chiodi, collegati a sette pozzi strutturali scavati nel tufo per una profondità di ca. 16 m, estesi per 40 m ed intestati dietro una lunga frattura che borda la rupe.

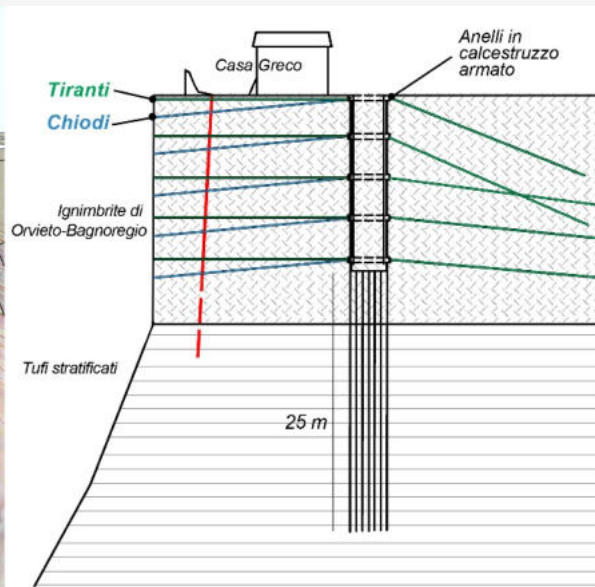
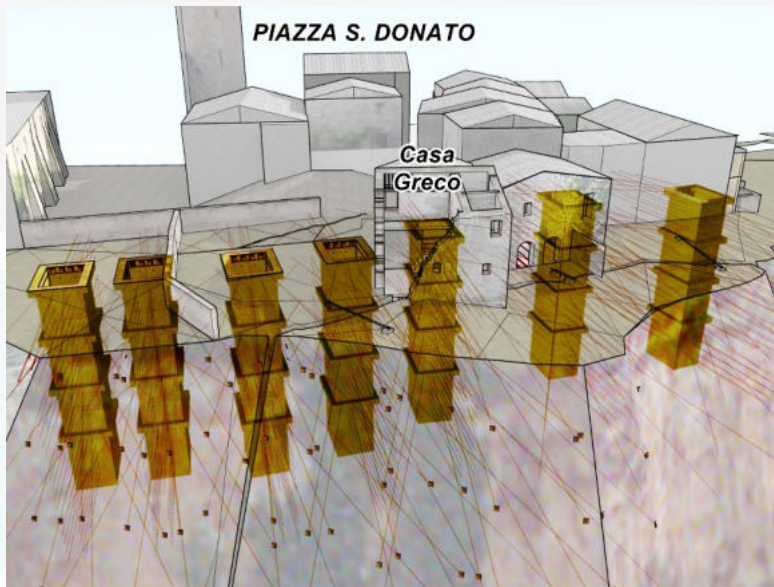


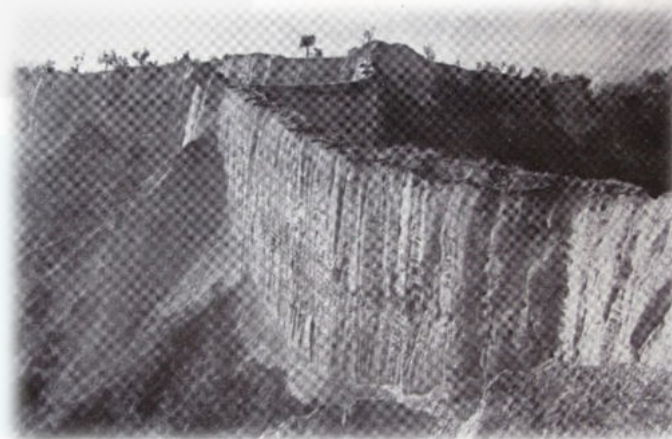
Fig. 12.11 - Vista prospettica dei sette pozzi strutturali sul lato N di Civita (Studio Baffo) e sezione schematica del pozzo strutturale di Casa Greco (ridisegnata e modificata da Falconi et al., 2004).

Il Sistema di Frane di Civita Di Bagnoregio e Lubriano (VT)

Stop 10 – 11; Il “montijone” e i “ponticelli”



Fig. 12.13 - Il “montijone” (sinistra) e i “ponticelli” (destra), con le travi rimaste dell’antico sentiero (Foto: Renato Burla).



I Ponticelli nei primi anni '50 e nel 1969 (foto: E. Ramacci da geoitaliani.it)

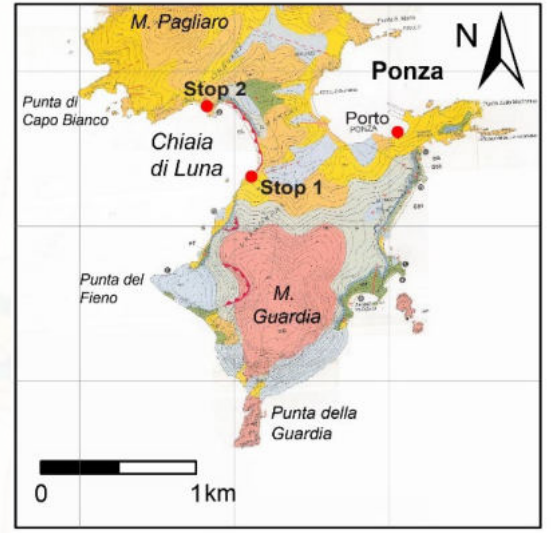
Chiaia di Luna (Ponza, LT)

Stop 1 - Vista panoramica da Sud



Falesia di Chiaia di Luna nelle ialoclastiti dell'Un. Di Cava del Core.

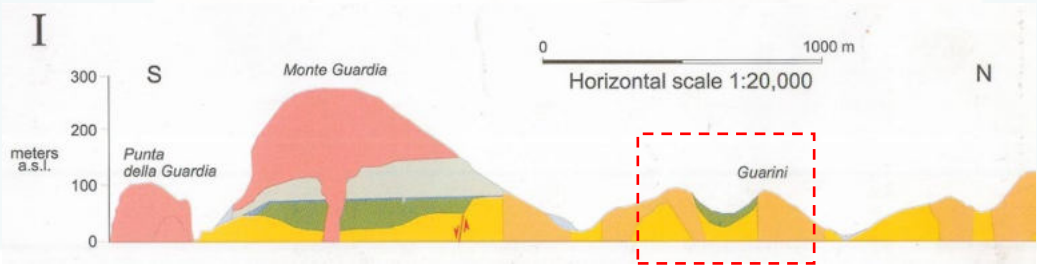
- Domi riolitici (5 - 1.2 Ma) in ambiente subacqueo (ialoclastiti e depositi idromagmatici)



Legenda

- Depositi di Spiaggia (Olocene)
- Depositi di Frana e detrito di versante (Un. Monte Guarniere; Pleist. Inf.)
- Sabbie e Conglomerati clastosostenuti (Un. Monte Guarniere; Pleist. Inf.)
- Lava compatta grigia a tessitura porfirica (Fm. Monte Guardia; Un. Punta della Guardia; 1.1 Ma)
- Depositi piroclastici idromagmatici (Un. Chiaia di Luna; Pleist. Inf.)
- Depositi di flusso piroclastico e ricaduta (Fm. Fieno; Un. Parata degli Scotti; Pleist. Inf.)
- Lave coerenti a tessitura da afanitica a porfirica (Fm. Ponza; Un. Cala del Core)
- Ialoclastite costituita da clasti di lava riolitica (Fm. Ponza; Un. Cala del Core; Plioc. Sup.- Pleist. Inf.)

Bellucci et al., 1999



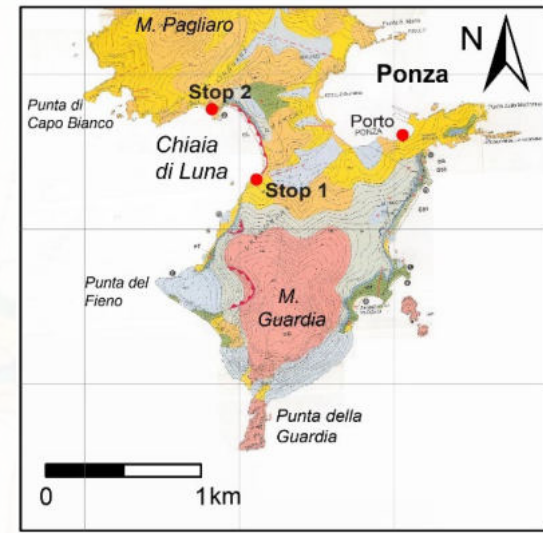
SCHEDA 12.3

Info generali
 Provincia: Latina
 Comune: Ponza
 Località: Chiaia di Luna
 Tipologia frana: crollo in roccia
 Volume frana (m³): variabile, fino ad alcune decine di metri cubi
 Area di influenza del fenomeno (m²): intera falesia
 Stato di Attività: attiva
 Quota min/max: 0/75 m
 Elementi a rischio: spiaggia, galleria romana

Info itinerario
 Modalità di percorrenza: a piedi.
 Connessione tra gli stop: alliscafo da Anzio o Terracina; nell'isola, a piedi
 Lunghezza (km): 2
 Tipologia di territorio: costiero
 Percorribilità: tutto l'anno
 Difficoltà: bassa
 Equipaggiamento: escursionistico in relazione alla stagione

Cartografia consigliata
 Carte topografiche: IGM 1:50000 Foglio 413 "Borgo Grappa"
 Carte geologiche: CGI 1:100000 Foglio 170 "Terracina"; CARG 1:50000 Foglio 413 "Borgo Grappa"
 Carte tematiche: Carta geologica 1:15000 (Bellucci et al., 1999)

Chiaia di Luna (Ponza, LT)



SCHEDA 12.3

Info generali
 Provincia: Latina
 Comune: Ponza
 Località: Chiaia di Luna
 Tipologia frana: crollo in roccia
 Volume frana (m³): variabile, fino ad alcune decine di metri cubi
 Area di influenza del fenomeno (m²): intera folesia
 Stato di Attività: attiva
 Quota min/max: 0/75 m
 Elementi a rischio: spiaggia, galleria romana

Info itinerario
 Modalità di percorrenza: a piedi.
 Connessione tra gli stop: aliscafo da Anzio o Terracina; nell'isola, a piedi
 Lunghezza (km): 2
 Tipologia di territorio: costiero
 Percorribilità: tutto l'anno
 Difficoltà: bassa
 Equipaggiamento: escursionistico in relazione alla stagione

Cartografia consigliata
 Carte topografiche: IGM 1:50000 Foglio 413 "Borgo Grappa"
 Carte geologiche: CGI 1:100000 Foglio 170 "Terracina"; CARG 1:50000 Foglio 413 "Borgo Grappa"
 Carte tematiche: Carta geologica 1:15000 (Bellucci et al., 1999)



Esempi di instabilità per crollo localizzate in corrispondenza delle ialoclastiti brecciate ed alterate



Foto credits: Tiziana Guida

Instabilità nel settore delle ialoclastiti e dettaglio dell'opus reticolatum



Lo sbocco del Tunnel Romano in una foto del 1922 ed arretramento della linea di riva



Dettaglio delle reti in aderenza poste presso impocco del tunnel Romano

Legenda

- Depositi di Spiaggia (Olocene)
- Depositi di Frana e detrito di versante
- Sabbie e Conglomerati clastosostenuti (Un. Monte Guarniere; Pleist. Inf.)
- Lava compatta grigia a tessitura porfirica (Fm. Monte Guardia; Un. Punta della Guardia; 1.1 Ma)
- Depositi piroclastici idromagmatici (Un. Chiaia di Luna; Pleist. Inf.)
- Depositi di flusso piroclastico e ricaduta (Fm. Fieno; Un. Parata degli Scotti; Pleist. Inf.)
- Lave coerenti a tessitura da afanitica a porfirica (Fm. Ponza; Un. Cala del Core)
- Ialoclastite costituita da clasti di lava riolitica (Fm. Ponza; Un. Cala del Core; Plioc. Sup.- Pleist. Inf.)

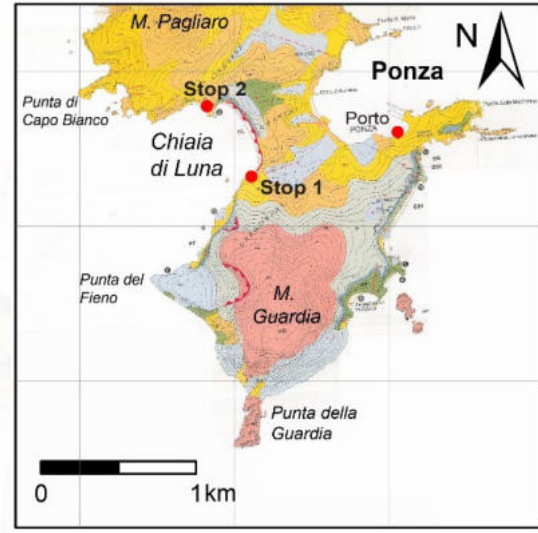
Chiaia di Luna (Ponza, LT)



Stop 2 - Vista panoramica da Nord

Affaccio panoramico sulla Baia di Chiaia di Luna con vista sui depositi piroclastici idromagmatici e le ialoclastiti bianche dell'Unità di Cala del Core.

Foto credits: Tiziana Guida



Legenda

- Depositi di Spiaggia (Olocene)
- Depositi di Frana e detrito di versante
- Sabbie e Conglomerati clastosostenuti (Un. Monte Guarniere; Pleist. Inf.)
- Lava compatta grigia a tessitura porfirica (Fm. Monte Guardia; Un. Punta della Guardia; 1.1 Ma)
- Depositi piroclastici idromagmatici (Un. Chiaia di Luna; Pleist. Inf.)
- Depositi di flusso piroclastico e ricaduta (Fm. Fieno; Un. Parata degli Scotti; Pleist. Inf.)
- Lave coerenti a tessitura da afanitica a porfirica (Fm. Ponza; Un. Cala del Core)
- Ialoclastite costituita da clasti di lava riolitica (Fm. Ponza; Un. Cala del Core; Plioc. Sup.- Pleist. Inf.)

SCHEDA 12.3

Info generali
 Provincia: Latina
 Comune: Ponza
 Località: Chiaia di Luna
 Tipologia frana: crollo in roccia
 Volume frana (m³): variabile, fino ad alcune decine di metri cubi
 Area di influenza del fenomeno (m²): intera folesia
 Stato di Attività: attiva
 Quota min/max: 0/75 m
 Elementi a rischio: spiaggia, galleria romana

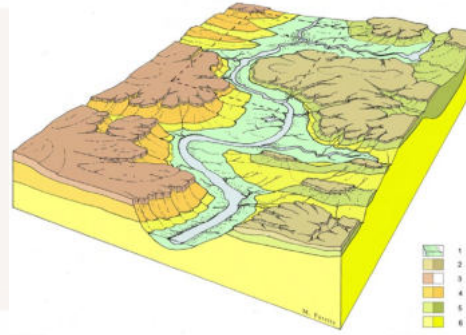
Info itinerario
 Modalità di percorrenza: a piedi.
 Connessione tra gli stop: alliscafo da Anzio o Terracina; nell'isola, a piedi
 Lunghezza (km): 2
 Tipologia di territorio: costiero
 Percorribilità: tutto l'anno
 Difficoltà: bassa
 Equipaggiamento: escursionistico in relazione alla stagione

Cartografia consigliata
 Carte topografiche: IGM 1:50000 Foglio 413 "Borgo Grappa"
 Carte geologiche: CGI 1:100000 Foglio 170 "Terracina"; CARG 1:50000 Foglio 413 "Borgo Grappa"
 Carte tematiche: Carta geologica 1:15000 (Bellucci et al., 1999)

Fig. 12.19 - Crollo del luglio 2018: a) impatto sulla superficie marina; b) deposito alla base della scarpata.

Le frane di Monte Mario

- Sito di interesse per evoluzione area romana; Successione di Argille (*Fm. Monte Vaticano*) e Limi e Sabbie (*Fm. di Monte Mario*)
- Frane storiche e recenti, esemplificazione dell'evoluzione del paesaggio in contesto urbano (*impatto su lifelines*)



Info generali
 Provincia: Roma
 Comune: Roma
 Località: M. Mario
 Bacino idrografico principale: F. Tevere
 Tipologia frana: scoriamenti o rofo-trasia vivo in terra
 Volume frana (m³): 2200
 Area di influenza del fenomeno (m²): 2700
 Stato di Attività: stabilizzata
 Quota min/max: 50/78 m
 Elementi a rischio: Via Trionfale, Via dei Cavalieri di Vittorio Veneto
 Note: Sito raggiungibile in auto o con trasporto pubblico (Bus 30 - Clodio da Stazione FS Roma Termini)
Info itinerario
 Modalità di percorrenza: a piedi
 Connessione tra gli stop: a piedi
 Lunghezza (km): 2
 Tipologia di territorio: collinare
 Percorribilità: tutto l'anno
 Difficoltà: bassa
 Equipaggiamento: escursionistico in relazione alla stagione
Cartografia consigliata
 Carte topografiche: IGM 1:50000 Foglio 374 "Roma"
 Carte geologiche: CGI 1:100000 Foglio 150 "Roma"; CARG 1:50000 Foglio 374 "Roma"
 Carte tematiche: Carta Geomorfologica di Roma (Del Monte et al., 2016)

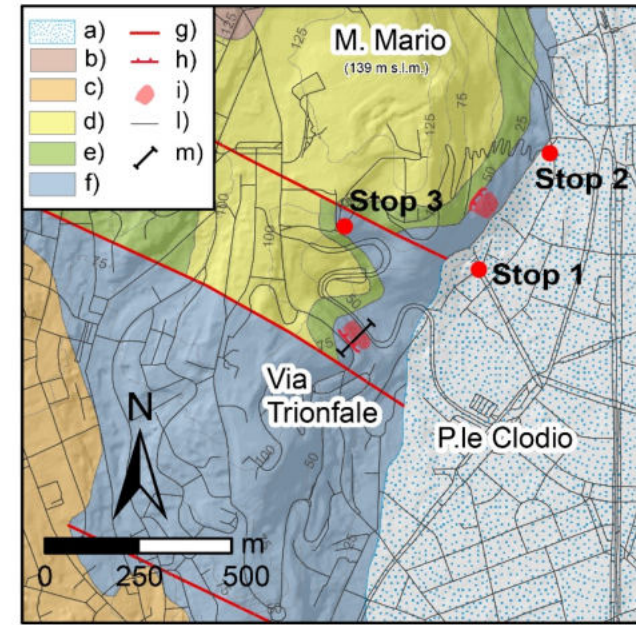


Fig. 12.14 - Carta geologica dell'area di M. Mario con indicazione degli Stop tra via Teulada, via Bausan e Via dei Cavalieri di Vittorio Veneto (c.d. *Panoramica*).

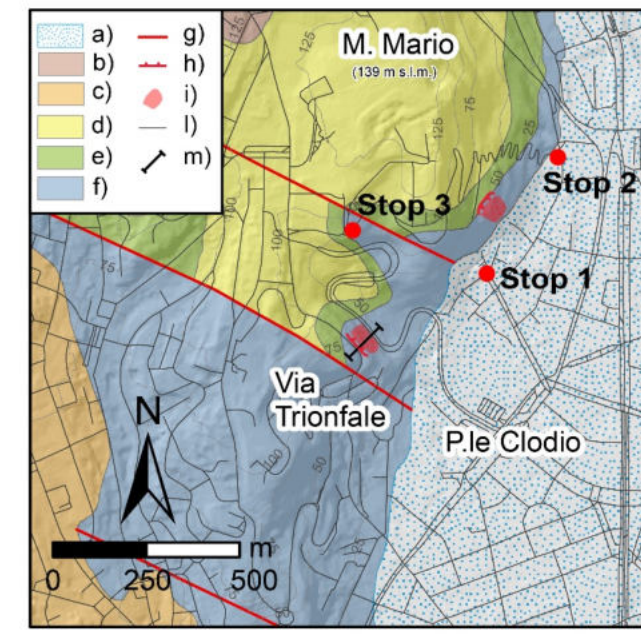


- Frana di Via Teulada, Via Bausan
- Via dei Cavalieri di Vittorio Veneto (*c.d. Panoramica*)
- Percorso all'interno della Riserva Naturale di Monte Mario

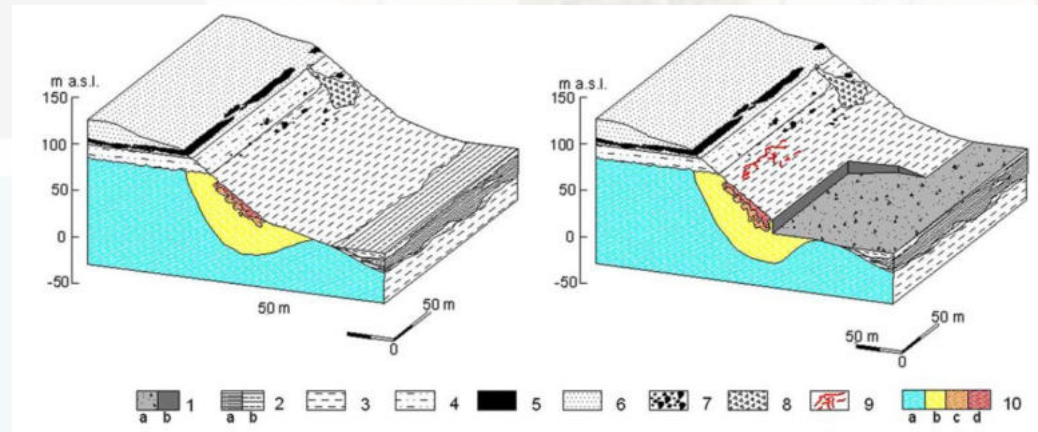
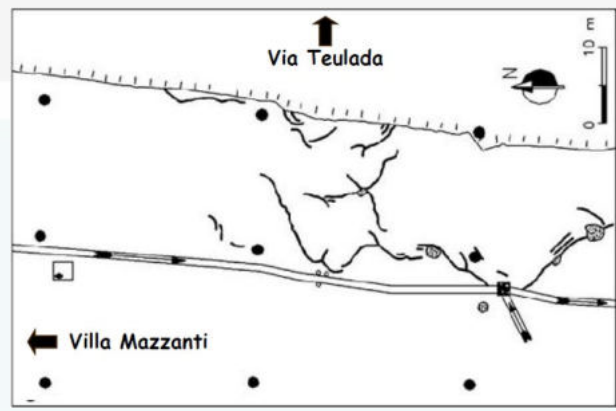
La frana di Via Teulada



- Taglio antropico h=15m L=40m;
- Primi indizi di instabilità e lesioni dal 1986;
- Settembre 2003: sviluppo di un pattern di fratture da trazione a quota 70-80 m s.l.m

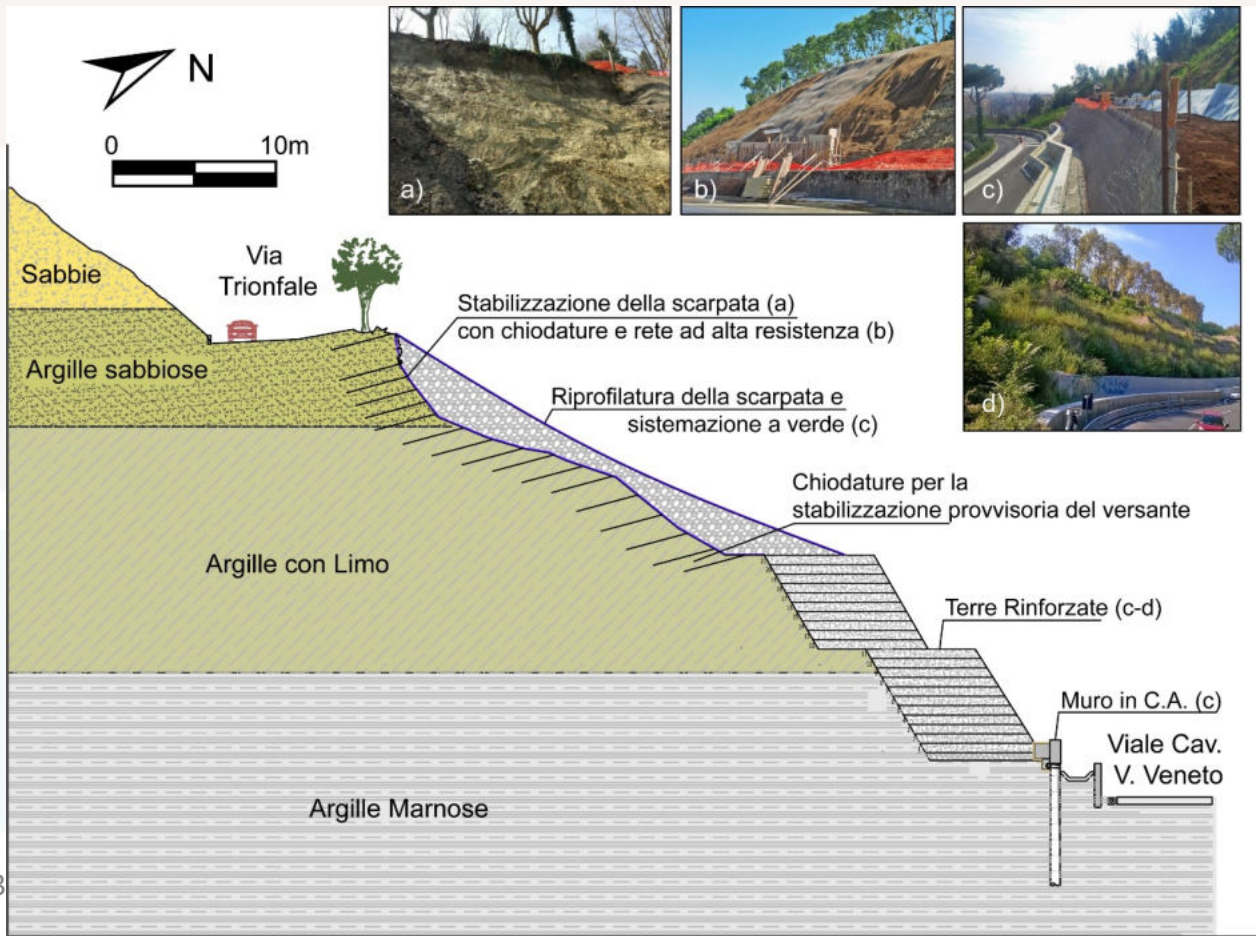


Bozzano et al., 2006



Le frane della «Via Panoramica»

- Oltre 60 frane interagenti con la rete viaria locale;
- Piogge I-max 190mm/24h; TR>50 anni



Le frane della «Via Panoramica» (oggi...)



Frane d'Italia

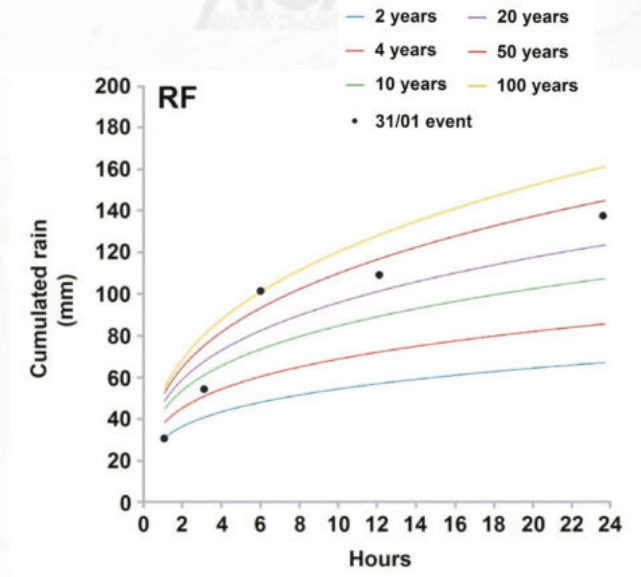
A cura di
D. Calci Novati, C. Cercetti,
C. Messina e P. Revellino

LUCIANO DI RO

Le frane di Monte Mario: l'evento del Febbraio 2014



- Inventario degli effetti pluvio-indotti ad opera del CERi;
- Approfondimenti finalizzati alla definizione di Scenari di instabilità distribuita



CERI Research Centre
Prediction, Prevention and Mitigation
of Geological Risks

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

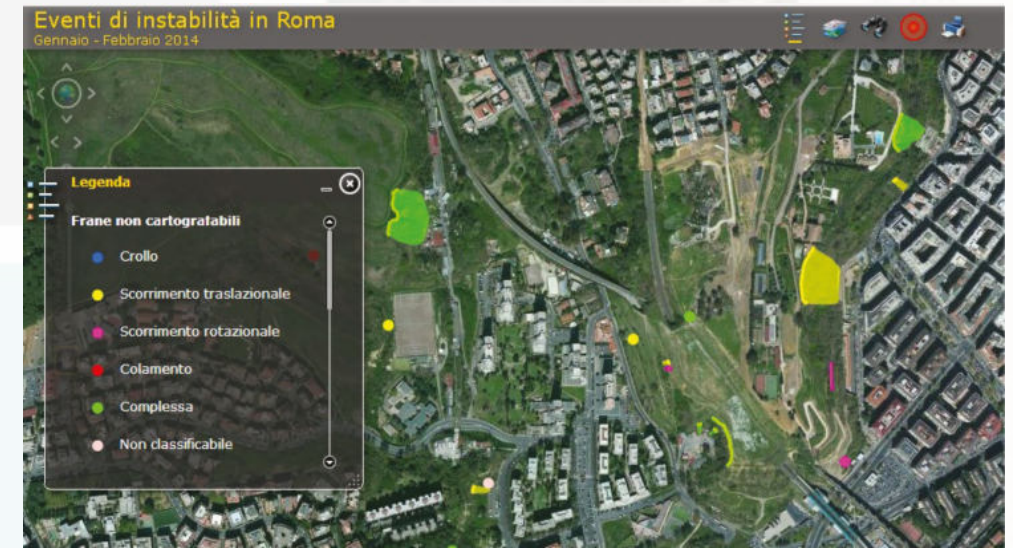
ROMA CAPITALE

Eventi di instabilità in Roma Gennaio-Febbraio 2014

(c) Copyright - Sapienza Università di Roma - CERi Centro di ricerca
All rights reserved.

Coordinatore: Prof. Alberto Prestinini
Responsabili Scientifici: Carlo Esposito, Salvatore Martino

Collaboratori tecnico-scientifici: Per l'Università Sapienza (CERi e Dipartimento di Scienze della Terra): Danilo Alessi, Francesco Bozzano, Andrea Di Lisa, Adriano L'offredo, Serena Moretto, Alessandra Novello, Gabriele Scarascia Mugnozza, Chiara Varone
Per il Comune di Roma: Maurizio Allevi, Angelo Canali, Mariachiara Galiano, Fabrizio Mazzanga, Theo Liber
Per Roma Natura: Stefano Casini, Giuseppe De Pisa, Fabrizio Foschi
Assistenza tecnica (Tecnostudi Ambiente Srl): Andrea Fantini, Paolo Sarandrea

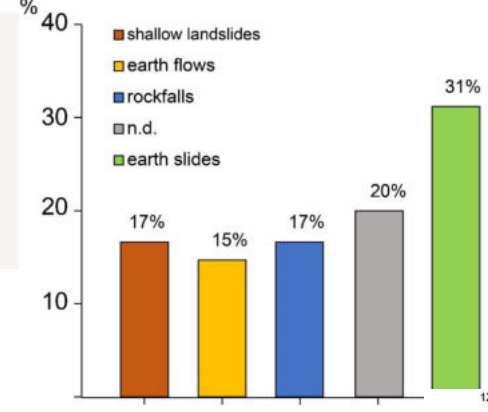


Dai casi studio alla previsione su area vasta...

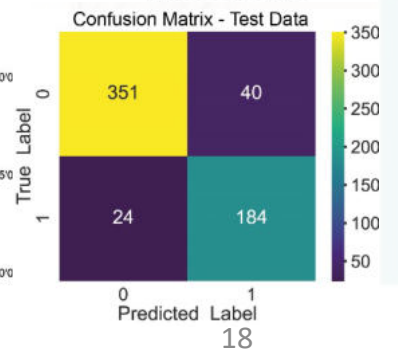
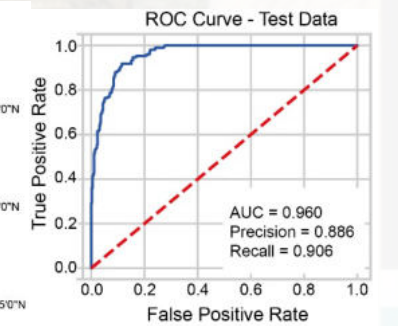
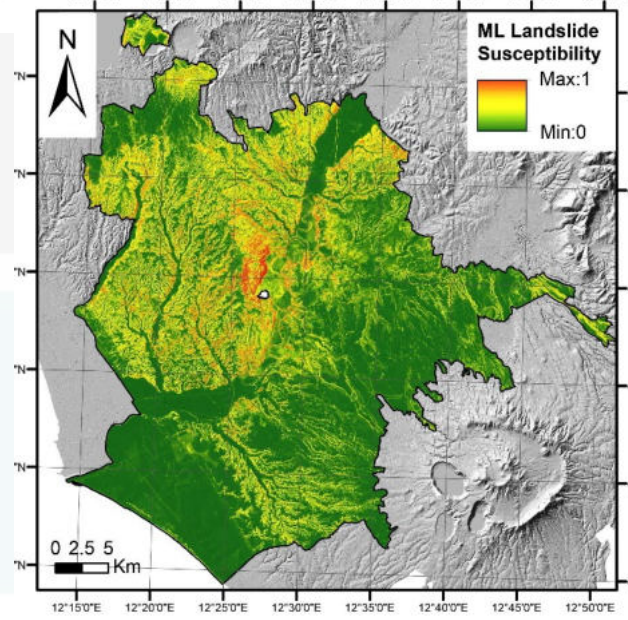
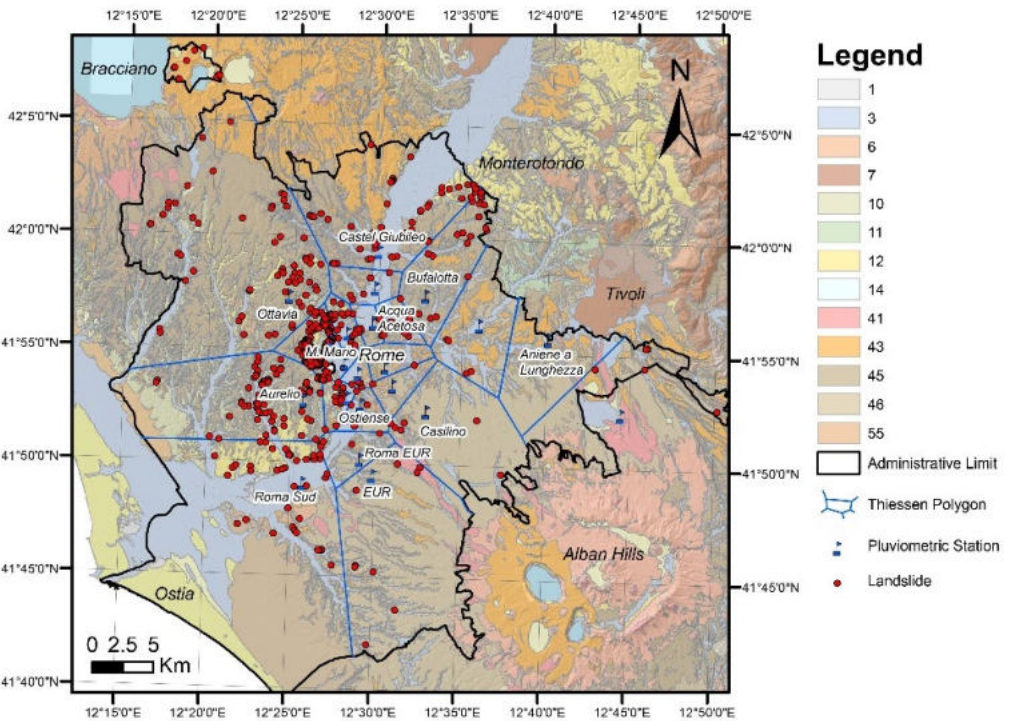
Frane d'Italia

- Suscettibilità a Frane superficiali e Scorrimenti traslativi in terra
- Approccio basato su molteplici modelli di Machine Learning;
- Training, Validazione e Test

Landslides

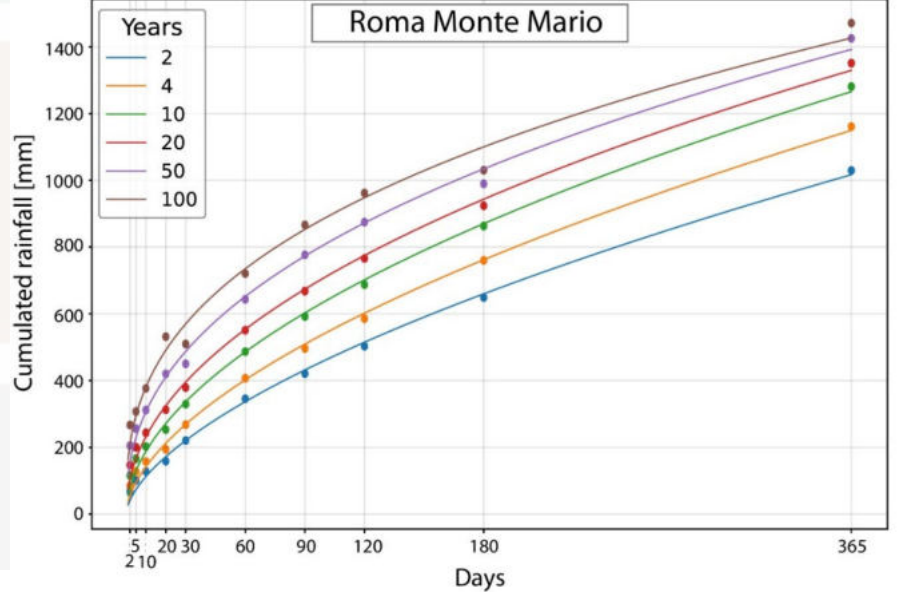


Esposito et al., 2023

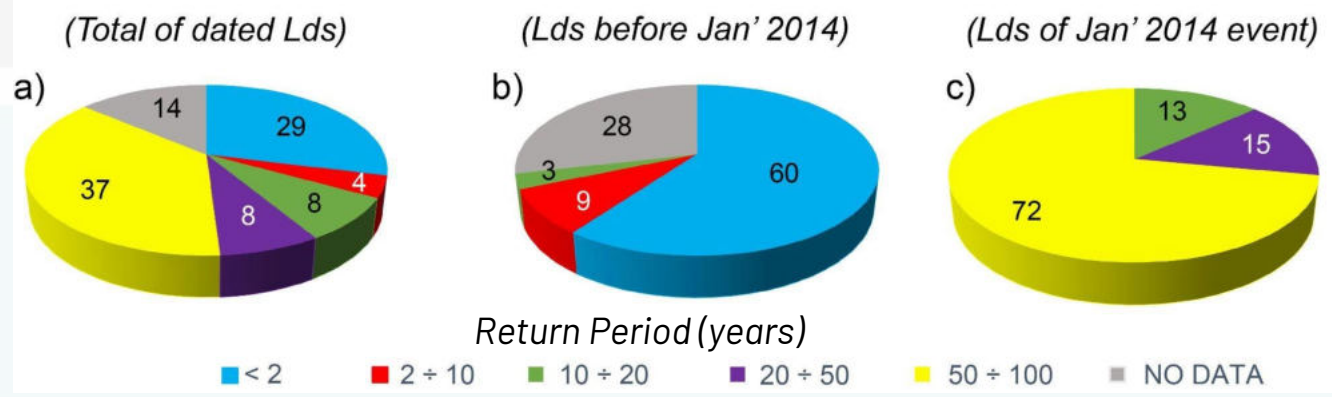


Dai casi studio alla previsione su area vasta...

- Analisi statistica piogge → LSPP (Generalized Extreme Value GEV, Jenkinson, 1955)
- Piogge giornaliere e orarie;
- 22 Stazioni pluviometriche record almeno ventennale
- TR=2,4,10,20,50,100 anni



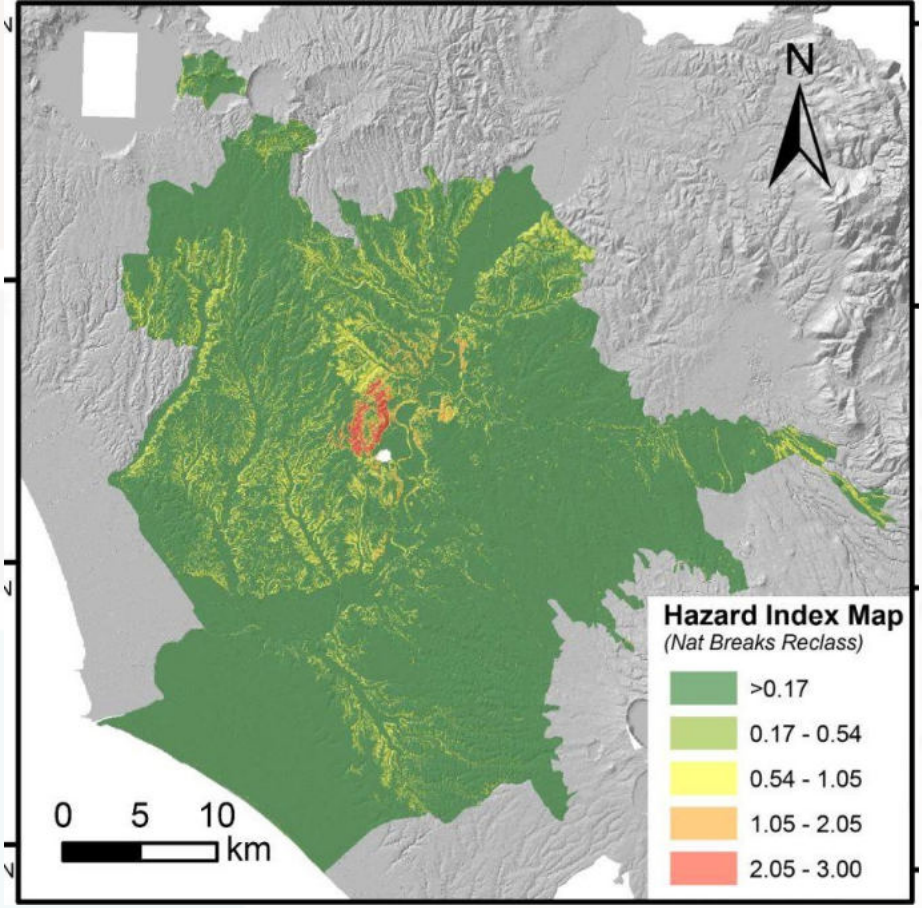
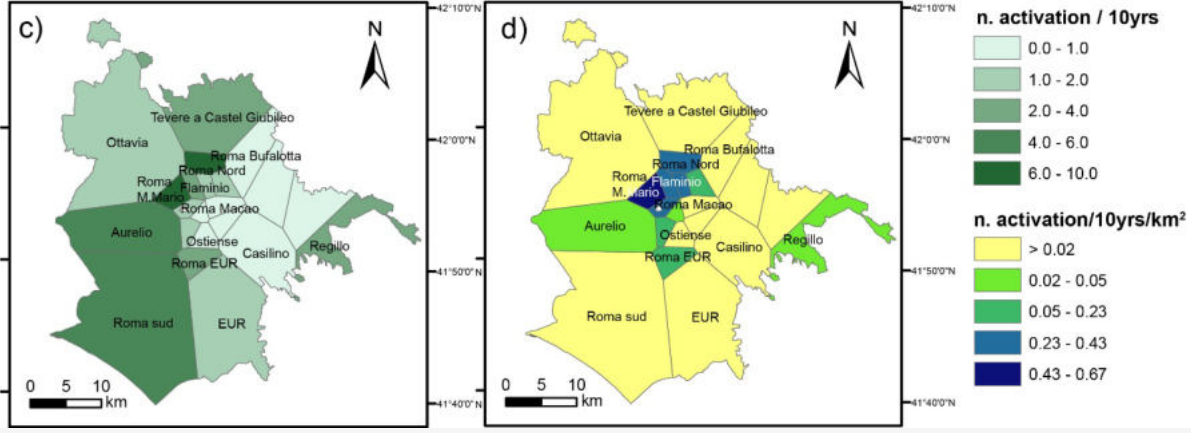
RPs of Landslides by GEV



Esposito et al., 2023

Dai casi studio alla previsione su area vasta...

Frane d'Italia



Descrittori di Hazard (Hd) su area vasta

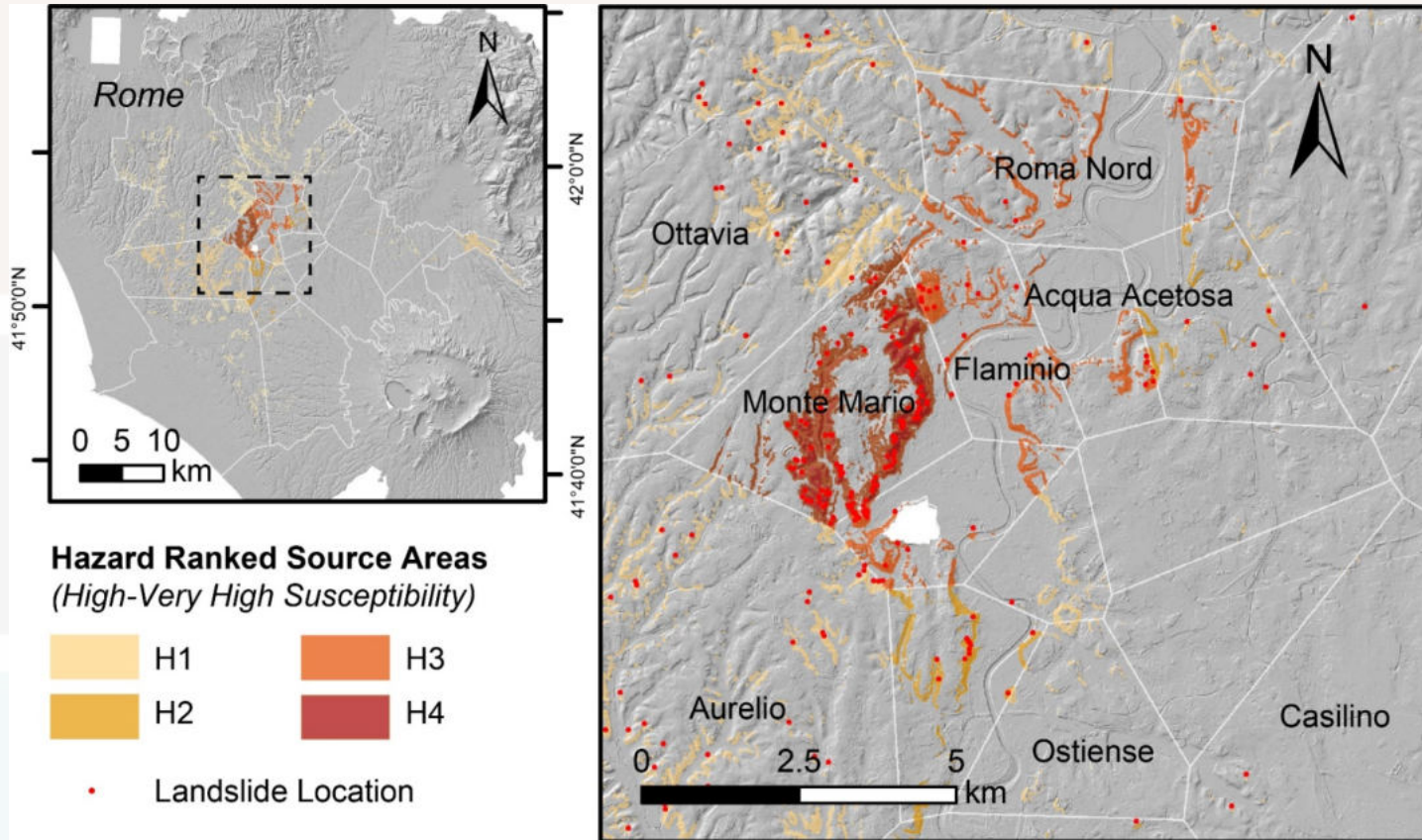
(Corominas et al., 2014)

- Densità spaziale di frane + Ricorrenza temporale (per le poche frane datate disponibili) = Numero di frane/10yr/km²
- Combinazione con la suscettibilità da frana

→ Hazard Index (Hi) = Susceptibility / (1 - Hd)

Esposito et al., 2023

Dalla Pericolosità agli scenari di innesco...



Frane d'Italia

Classificazione di aree di potenziale innesco

- Estrazione di aree di potenziale innesco nelle aree ad alta suscettibilità mediante approccio basato su giudizio esperto o DRC
- Classificazione discreta in 4 Classi per H_i (*natural breaks*)
- Frane di seconda generazione ($H=1$)

Dalla Pericolosità agli scenari di innesco...

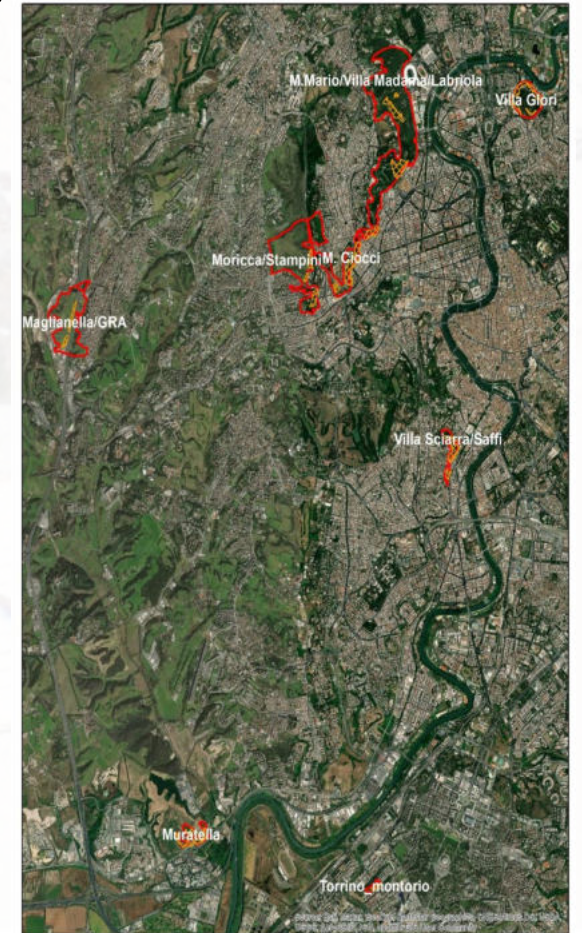
«Determinazione delle soglie pluviometriche critiche di attivazione/riattivazione dei dissesti di versante nel territorio di Roma Capitale perimetrati da AbDAC»

- Flusso operativo multi-step: **suscettibilità → aree a criticità elevata**
- Prima definizione degli **scenari di innesco di frane in terra di prima generazione** (rottture di versante superficiali secondo meccanismi prevalentemente traslativi) **per piogge intense e/o prolungate**



- Mappe di FS - **Cluster di pixel in condizioni critiche** (rottura) e prossimi alle condizioni critiche per **scenari di afflussi definiti**
- Aree geo-morfo-pedologico omogenee → 8 zone elementari di analisi delle soglie (ZEAS) = **soglie di innesco spazialmente distribuite**

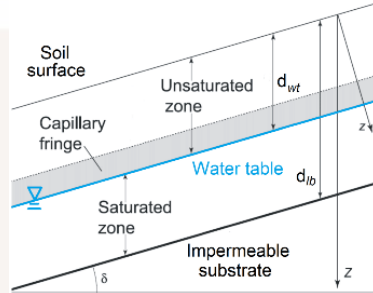
Frane d'Italia



Dalla Pericolosità agli scenari di innesco...



**Transient Rainfall
Infiltration and Grid-based
Slope Stability model**



PARAMETRIZZAZIONE (ZONALE + CELLA)

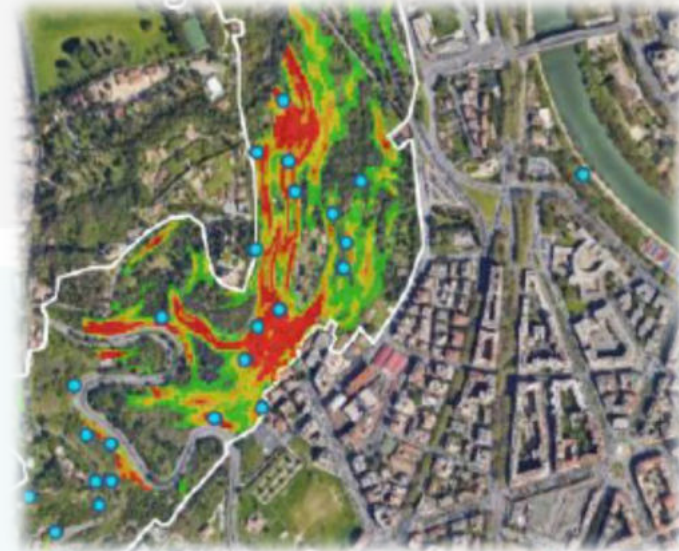
- DEM 5x5 m
- Indagini penetrometriche leggere e di laboratorio
- Carta Pedologica ed Uso del Suolo
- Carta dello spessore delle coltri



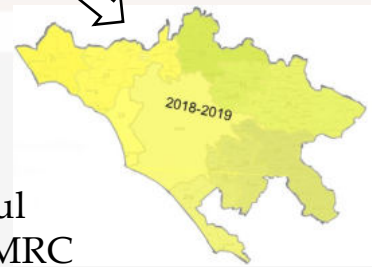
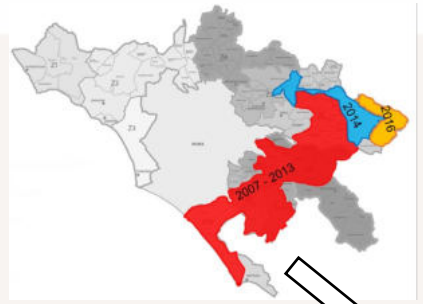
DEFINIZIONE di 99 SCENARI (in 8 ZEAS)

Combinazione di:

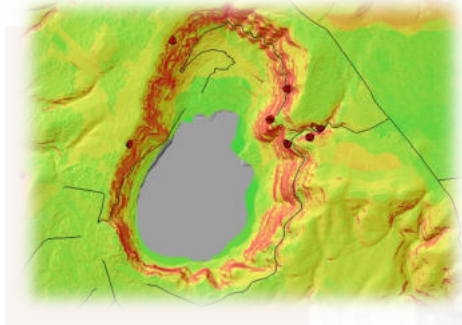
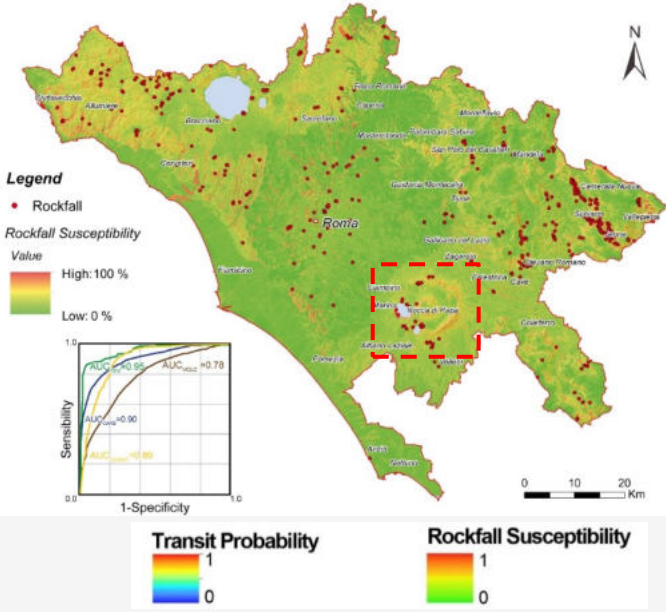
- 11 Input di pioggia,
- 3 tempi di ritorno considerati (2, 5, 10 anni)
- 3 differenti condizioni di saturazione iniziale



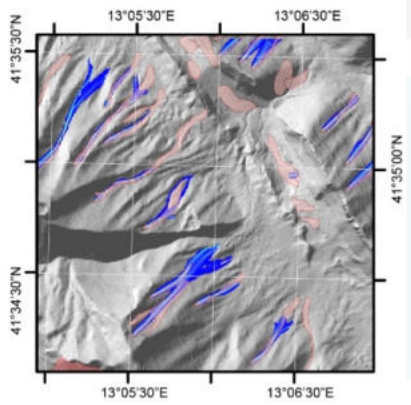
Suscettibilità a crolli in roccia a scala provinciale: FRANARISK



Analisi di
suscettibilità sul
territorio di CMRC
(ca. 5300 km²)



- Frequency Ratio (*Statistica Bivariata*)
- Regressione Logistica (*Statistica Multivariata*)
- Random Forest (*Alberi Decisionali; Metodi ML*)



Civita di Bagnoregio in GeosciencesIR

- Sviluppo di approcci di fotomonitoraggio mediante sperimentazione ed applicazione di tecniche di processamento di immagini;
- Installazione di postazioni sperimentali in numerosi siti sul territorio nazionale;
- Monitoraggio collaborativo (supporti smartphone e tablet e sistemi di riposizionamento fisico o automatico)

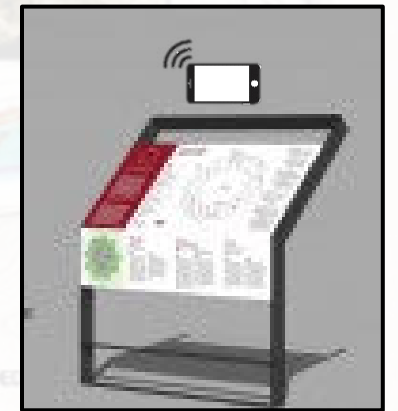
Un'Infrastruttura di Ricerca per
la Rete Italiana dei Servizi
Geologici

Progetto finanziato dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza –
PNRR
Missione 4, "Istruzione e Ricerca" – Componente 2, "Dalla ricerca
all'impresa" – Linea di investimento 3.1, "Fondo per la realizzazione di
un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione"

www.geosciences-ir.it



WP3.1 Landslides → New Technologies for Landslide Monitoring





Frane d'Italia

A cura di
D. Calceolaro, C. Cecchetti,
C. Messina e P. Revellino

**Grazie
dell'attenzione**