



Microzonazione Sismica di Livello 3 finalizzata alla definizione delle caratteristiche di un fenomeno di dissesto in prossimità di Via Bastia

Regione Veneto

Comune di Montebelluna



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Veneto	Dr. Geol. Francesco Marinoni CONSULENZA Dr. Geol. Daniela Grigoletto	Giugno 2023

Sommario

1.	PREMESSA	1
2	INDAGINI GEOFISICHE	1
2.1	ANALISI DELLE ONDE DI SUPERFICIE CON TECNICA “MASW”	3
2.2	ANALISI DEL RUMORE SISMICO AMBIENTALE A STAZIONE SINGOLA (TECNICA HVSR)	5
3.	RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	6
3.1	CARATTERISTICHE SISMOSTRATIGRAFICHE DEL SOTTOSUOLO	7
3.2	CURVE DINAMICHE DEI MATERIALI	7
4	MODELLAZIONE SISMICA	9
4.1	ANALISI DI DISAGGREGAZIONE	11
4.2	ESTRAZIONE INPUT SISMICI	11
5.	RISULTATI OTTENUTI CON LO STUDIO DI RSL	13

ALLEGATO 1 : Elaborati indagini geofisiche

ALLEGATO 2 : Approfondimento geologico ed analisi di stabilità del fenomeno di dissesto ubicato in prossimità di Via Bastia nel Comune di Montecchio Precalcino (VI)

ALLEGATO 2.1: Profilo geologico interpretativo

ALLEGATO 2.2: Report prove di laboratorio eseguite sul campione rimaneggiato prelevato all'interno della trincea 2

ALLEGATO 2.3: Report numerico delle analisi di stabilità eseguite lungo il profilo 1

1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Montecchio Precalcino è stato redatto il presente studio di Microzonazione Sismica di Livello 3, inerente la valutazione dell'area in dissesto ubicata in corrispondenza di un versante collinare, a Sud di Via Bastia. Lo studio si è reso necessario poiché il dissesto è stato cartografato nella cartografia del P.A.T.I. "Terre di Pedemontana Vicentina"; inoltre, il versante in oggetto è posizionato in prossimità di un'area di sviluppo insediativo e, alla base dello stesso, passa Via Roma.

Lo studio di Microzonazione si è sviluppato in due fasi principali:

- Studio geofisico e relative indagini, allo scopo di riconoscere le caratteristiche simostratigrafiche del sottosuolo ed acquisire i parametri geofisici da inserire nel modello utilizzato per effettuare lo studio di Risposta Sismica Locale.
- Studio geologico comprensivo di indagini sul terreno e prove di laboratorio, finalizzato ad acquisire i parametri geotecnici necessari per valutare le condizioni di stabilità dell'area anche in caso di sisma.

2 INDAGINI GEOFISICHE

Nel territorio situato tra Via Bastia e Via Roma sono state eseguite le seguenti indagini geofisiche:

- N° 1 profilo sismico con tecnica MASW
- N° 5 stazioni di misura con tecnica HVSR.

L'ubicazione delle misure sismiche è riportata nella Figura 1: le indagini sono state posizionate lungo il versante dove la cartografia geologica allegata al PATI segnalava la presenza di un dissesto del terreno. Le operazioni di acquisizione dati sul terreno sono state fatte nel mese di marzo 2023. Il codice identificativo delle indagini fa riferimento e continua la numerazione utilizzata per la redazione degli studi di Microzonazione di Livello 1 e 2 del Comune di Montecchio Precalcino.

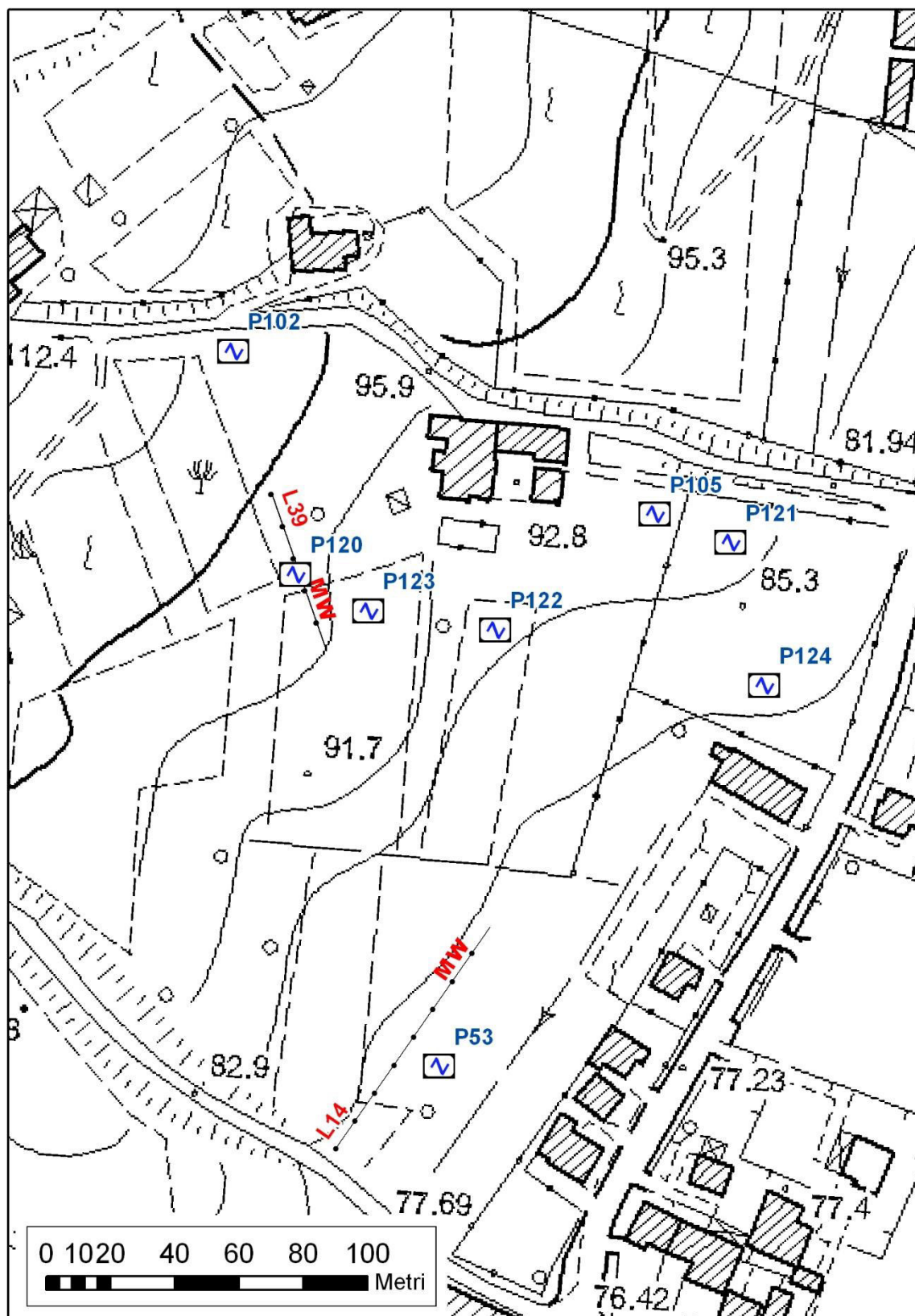


Figura 1: Planimetria con ubicazione delle indagini geofisiche

2.1 ANALISI DELLE ONDE DI SUPERFICIE CON TECNICA “MASW”

Le onde in grado di propagarsi nei pressi di una superficie libera sono conosciute come onde superficiali. Tra queste, le **onde di Rayleigh**, si producono alla superficie libera di un mezzo dalla combinazione delle onde longitudinali e trasversali. Possono essere trasmesse sulla superficie di un semispazio uniforme o in un mezzo in cui la velocità cambia con la profondità. Le onde superficiali si caratterizzano per una proprietà denominata “*dispersione*”, cioè ogni componente in frequenza (e quindi lunghezza d’onda) possiede diversa velocità (chiamata *velocità di fase*). Lo studio della dispersione delle onde superficiali costituisce uno dei metodi utilizzati per la determinazione della velocità delle onde di taglio (V_s). La velocità di propagazione delle onde Rayleigh varia tra $0,9 V_s$ e $0,95 V_s$.

Con le registrazioni effettuate secondo la tecnica MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) metodo investigativo sviluppato da vari ricercatori, è possibile distinguere ed evidenziare, all’interno del sismogramma di registrazione, le onde di Rayleigh, le quali normalmente sono caratterizzate da un’elevata ampiezza del segnale (circa il 60% dell’energia prodotta dalla sorgente di energia si distribuisce in onde di superficie). L’analisi spettrale del segnale produce un grafico *velocità di fase - frequenza* all’interno del quale in cui si può distinguere il modo fondamentale ed i modi superiori di propagazione delle onde di superficie, sui quali effettuare l’operazione di “picking” per ricavare la curva di dispersione.

Per analizzare le onde di Rayleigh, la tecnica operativa consiste nello stendere sul terreno un profilo lineare (array) di geofoni verticali a bassa frequenza (preferibilmente $4,5 \text{ Hz}$), egualmente spazati; quindi si effettuano una o più energizzazioni mediante massa battente ad impulso verticale, a diverse distanze dal primo geofono (source offset). Per ogni punto di energizzazione viene registrato il corrispondente sismogramma, che viene poi importato nel software di elaborazione.

La generazione e la registrazione delle onde di Love richiede invece l’utilizzo di geofoni orizzontali e l’energizzazione deve essere fatta in modo da generare onde trasversali, per cui l’impulso viene fatto battendo orizzontalmente su un asse di legno, reso solidale con il terreno per mezzo di un carico statico.

Per l’acquisizione degli impulsi sismici è stato usato un sismografo digitale a 24 tracce, modello “Geode”, della Ditta EG & G GEOMETRICS, geofoni verticali con frequenza propria di $4,5 \text{ Hz}$ e geofoni orizzontali con frequenza propria di $4,5 \text{ Hz}$. Il tempo di registrazione è stato fissato, per ogni registrazione, pari a 2 secondi, con intervallo di campionamento di $0,5 \text{ ms}$. Come sorgente di energia sismica è stata utilizzata una massa battente. La registrazione dei dati è avvenuta su personal computer portatile, collegato al sismografo.

I risultati delle elaborazioni forniscono il profilo verticale delle V_s che è riferito al centro dello stendimento, ed è relativo al volume di sottosuolo sotteso dallo stendimento realizzato in superficie. La prospezione eseguita mediante analisi delle onde di superficie offre alcuni vantaggi rispetto alle tecniche classiche di sismica a rifrazione, tra i quali si segnala la relativa facilità di lettura del segnale anche in aree antropizzate, caratterizzate da elevato rumore di fondo e la possibilità di evidenziare la presenza di inversioni di velocità nel sottosuolo. Per la tecnica attiva, le limitazioni sono date dalla profondità di indagine e dall’elevata sensibilità a variazioni laterali di litologia.

La conoscenza della Vs è utile quando sia necessario valutare la variabilità geotecnica dei materiali presenti nel sottosuolo, in quanto consente di rilevarne le proprietà fisiche, poiché i valori di Vs sono proporzionali al grado di compattezza dei mezzi percorsi e, a differenza delle onde P (onde longitudinali) non sono influenzati dalle condizioni di saturazione dei sedimenti. Va precisato che la correlazione tra parametri geofisici e caratteristiche litologiche-geomeccaniche ha carattere qualitativo, soprattutto se non sussiste la possibilità di tarare l'interpretazione geofisica mediante il confronto con informazioni provenienti da indagini geognostiche di tipo diretto.

L'elaborazione dei dati acquisiti è stata fatta utilizzando il software **WinMASW 2018 Academy** che consente l'analisi sia delle onde di Rayleigh, sia delle onde di Love. Con questo software è possibile effettuare sia la modellazione diretta degli spettri, sia l'inversione delle curve di dispersione; è inoltre prevista un'analisi congiunta degli spettri relativi alle onde di Rayleigh e alle onde di Love e, se disponibili, possono essere analizzati in modo congiunto anche i diagrammi delle curve HVSR.

In sintesi, l'elaborazione si articola nei seguenti passaggi principali:

- Implementazione del file di registrazione (dataset) e delle caratteristiche geometriche del profilo;
- determinazione dello spettro di velocità;
- modellazione diretta dello spettro e generazione del modello di velocità delle Vs;
- eventuale costruzione della curva di dispersione (picking) ed inversione della curva di dispersione.

Il risultato finale di tali elaborazioni consiste in un diagramma nel quale è riportato l'andamento della velocità delle onde di taglio in funzione della profondità, riferito al centro dello stendimento. Nelle figure allegate sono illustrate le immagini relative ai passaggi sopraelencati. Come si vede, per migliorare l'interpretazione geofisica ed aumentare la profondità di indagine, è stata effettuata un'analisi congiunta degli spettri ottenuti con le onde di Rayleigh e dei diagrammi relativi alle misure HVSR.

Nella tabella seguente sono descritte le caratteristiche geometriche del dispositivo utilizzato.

<i>Profilo MASW</i>	<i>Lunghezza (m)</i>	<i>Passo inter-geofonico (m)</i>	<i>Source offset (m)</i>
024062L39	51	3	3 - 6

L'elaborazione dei dati sismici, consente di formulare le seguenti correlazioni tra velocità sismiche delle onde di taglio e tipologia di terreni presenti.

Tipologia	Velocità onde S (m/s)
Terreni limoso-sabbioso-argillosi poco addensati	70 - 200

Tipologia	Velocità onde S (m/s)
Terreni limoso-sabbioso-argillosi mediamente addensati o substrato roccioso molto alterato	270 - 350
Substrato roccioso parzialmente alterato/fratturato	450 - 550
Substrato roccioso poco alterato/fratturato	650 - 700

Si vuole qui ricordare che i risultati dell'indagine geofisica derivano da prove indirette e, pertanto, non va loro attribuito il medesimo valore di quello derivante da prove dirette. Le correlazioni proposte tra le velocità sismiche e le diverse tipologie, hanno quindi un valore indicativo, derivando da considerazioni di carattere geologico e dal confronto con i dati ricavati da altre indagini geognostiche eseguiti nella zona di indagine. In particolare una certa indeterminazione riguarda la correlazione dei sismostrati con Vs dell'ordine di 300 - 400 m/s, poiché questa velocità può essere attribuita sia a depositi di copertura addensati, sia al substrato (vulcaniti) molto alterato.

I risultati delle elaborazioni geofisiche sono riassunti graficamente nelle figure inserite a fine testo, dove sono riportati gli spettri ottenuti con l'analisi delle onde di Rayleigh e le relative curve di dispersione, i diagrammi con l'andamento della Vs in funzione della profondità e la corrispondente tabella con i dati numerici.

2.2 ANALISI DEL RUMORE SISMICO AMBIENTALE A STAZIONE SINGOLA (TECNICA HVSR)

La campagna di acquisizione di rumore sismico si prefigge due scopi. La ricostruzione della profondità dei principali contrasti di impedenza acustica del sottosuolo e l'individuazione di particolari frequenze di risonanza dei suoli.

E' noto dalla letteratura, alla quale fa riferimento il presente paragrafo, che il rumore sismico è presente in qualsiasi punto della superficie terrestre e consiste per lo più nelle onde prodotte dall'interferenza costruttiva delle onde P ed S negli strati superficiali. Il rumore sismico, onnipresente e continuo, viene prodotto principalmente dal vento, da perturbazioni atmosferiche, da onde oceaniche e marine. Anche le industrie e il traffico veicolare producono localmente rumore sismico ma, in genere, solo a frequenze relativamente alte, superiori ad alcuni Hz, che vengono attenuate piuttosto rapidamente.

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, Kanai, 1957; Igarashi 1970; Nakamura 1989) permette di estrarre informazioni relative al sottosuolo a partire dagli spettri di rumore sismico registrati in sito. La tecnica prevede di calcolare il rapporto, in funzione della frequenza, tra gli spettri di risposta della componente orizzontale e verticale del moto dovuto ai microtremiti (rumore sismico).

La natura generatrice del rumore sismico registrato, e dei relativi picchi dei rapporti spettrali, è tuttora molto discussa in ambito scientifico: i microtremiti non sono costituiti esclusivamente da onde di volume (P e S), ma principalmente da onde di superficie, in particolare di Rayleigh (Lachet and Bard, 1994). Se assumiamo che in un semispazio i 2 strati differiscano, in modo rilevante, in termini di velocità sismica e densità (contrasto di impedenza acustica), e che la risonanza sia legata

alla lunghezza d'onda (λ) incidente pari a 4 volte lo spessore h del primo strato (ipotesi $\lambda/4$), si può ricavare una stima della profondità del rifrattore sismico dal riconoscimento della frequenza di risonanza propria del sottosuolo. In altri termini, nota la frequenza di risonanza (f) propria del sito, ricavata dal rapporto spettrale H/V e la stima delle V_s , è possibile determinare lo spessore (h) di una coltre sedimentaria soprastante un bedrock sismico, applicando la relazione $f = V_s / 4 h$.

Le misure eseguite nel corso di questa indagine, sono state effettuate con un sismografo modello SR04S3 "Geobox" prodotto dalla Ditta SARA S.r.l.. Si tratta di un sismografo digitale avente un intervallo di acquisizione sulle frequenze da 0,1 a 100 Hz, dotato di sistema di acquisizione digitale ad alta risoluzione (24 bit). Lo strumento viene posizionato sul terreno orientandolo verso il Nord magnetico ed assicurandone la livellazione micrometrica tramite bolla di precisione, agendo sui tre punti di appoggio. Lo strumento è gestito da p.c. portatile per mezzo del software "Seismowin", fornito dalla ditta costruttrice. Le stazioni di misura hanno avuto tempi di acquisizione compresi tra 13 e 20 minuti; la frequenza di campionamento è stata mantenuta pari a 200 Hz.

I dati acquisiti sono stati trattati con il software di elaborazione di microtremiti "Geopsy" (Sesame Project), in accordo con le direttive europee del progetto SESAME per il trattamento e l'elaborazione delle tecniche di analisi di rumore sismico a stazione singola. I segnali acquisiti sono stati suddivisi in finestre temporali di 20 s. Dal computo spettrale sono stati esclusi gli eventi transienti più evidenti, legati al rumore antropico. I diagrammi rappresentativi l'andamento del rapporto H/V relativamente alle stazioni eseguite, sono risultati coerenti, consentendo di stabilire l'attendibilità delle misure.

Va ricordato che dai rapporti spettrali ricavati con questa metodologia non è possibile stabilire i fattori di amplificazione sismica, per la valutazione dei quali necessitano analisi più complesse.

A fine testo, sono inseriti i grafici ottenuti dall'analisi spettrale delle misure HVSR:

- Rapporto H/V del rumore sismico (in rosso media, in nero deviazione standard)
- Andamento delle singole componenti spettrali del moto (Verticale, N - S, E - O)
- Analisi direzionale del rumore sismico

La tabella seguente riassume i risultati delle misure HVSR

Codice	Data	Località	Frequenza (Hz)	Ampiezza
024062P120	31.03.2023	Via Bastia	5,5	4,9
024062P121	31.03.2023	Via Bastia	7	4.3
024062P122	31.03.2023	Via Bastia	5,9	6
024062P123	31.03.2023	Via Bastia	5,2	2,7
024062P124	31.03.2023	Via Bastia – Via Roma	7,5	4

3. RISPOSTA SISMICA LOCALE

3.1 CARATTERISTICHE SISMOSTRATIGRAFICHE DEL SOTTOSUOLO

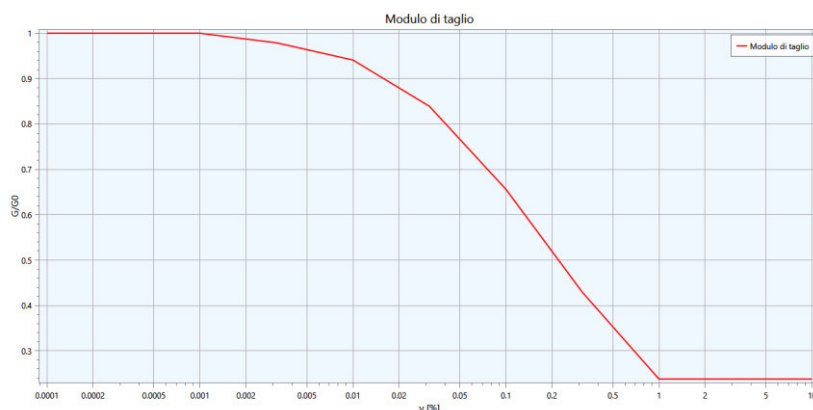
La sequenza sismostratigrafica utilizzata per le simulazioni, è stata ricavata dai risultati delle indagini sismiche MASW e HVSr, oltre che dalla stratigrafia dei sondaggi.

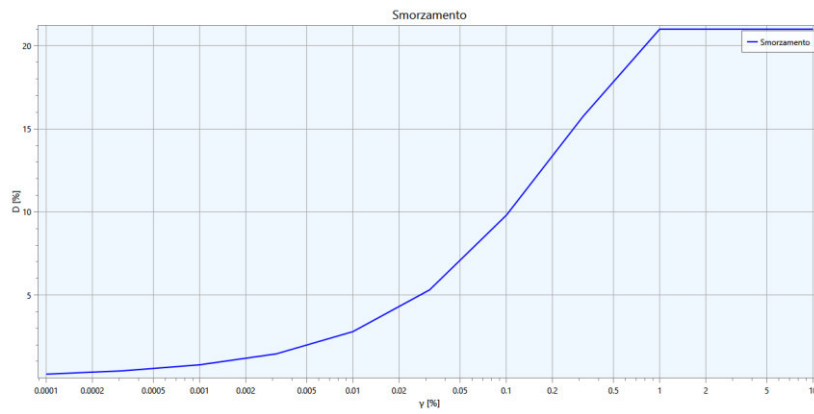
Nella tabella seguente sono sintetizzati i principali parametri relativi agli “strati” in cui è stato schematizzato il sottosuolo nei due investigati ed implementati nel software di elaborazione.

Descrizione	Spessore (m)	ρ (Kg/m ³)	Vs (m/s)	γ	Curva decadimento
Strato superficiale limoso - sabbioso - argilloso	0,4	1800	70	0,40	Idriss (1990), Clay
Limi sabbioso - argillosi	2	1800	150	0,40	Idriss (1990), Clay
Limi sabbioso - argillosi	2	1900	190	0,40	Idriss (1990), Clay
Tufi molto alterati	6	2000	270	0,4	Idriss (1990), Clay
Substrato alterato	70	2200	510	0,35	Average rock
Bedrock sismico		2400	700		Bedrock

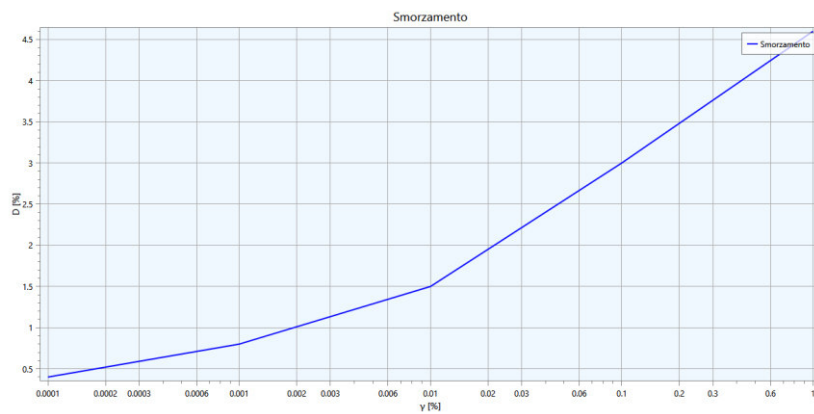
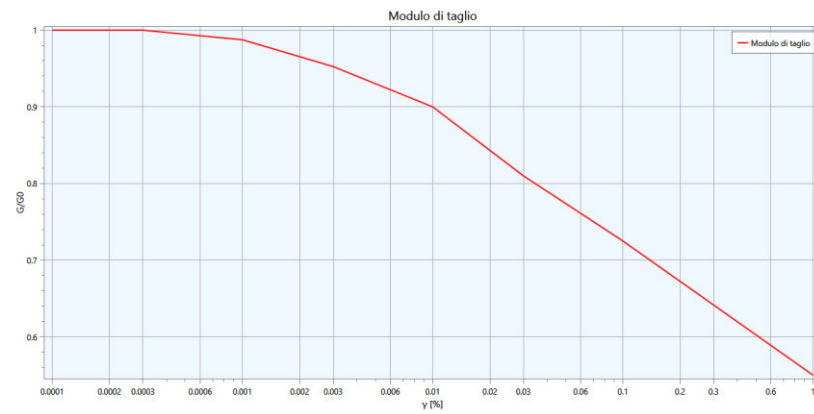
3.2 CURVE DINAMICHE DEI MATERIALI

Non essendo in possesso di prove dinamiche eseguite su campioni raccolti in sito (colonne risonanti, taglio ciclico, ecc...) che restituiscano le curve dinamiche G/G_0 e il Damping, si sono adottati modelli disponibili in bibliografia, il cui andamento è riportato nei grafici seguenti.

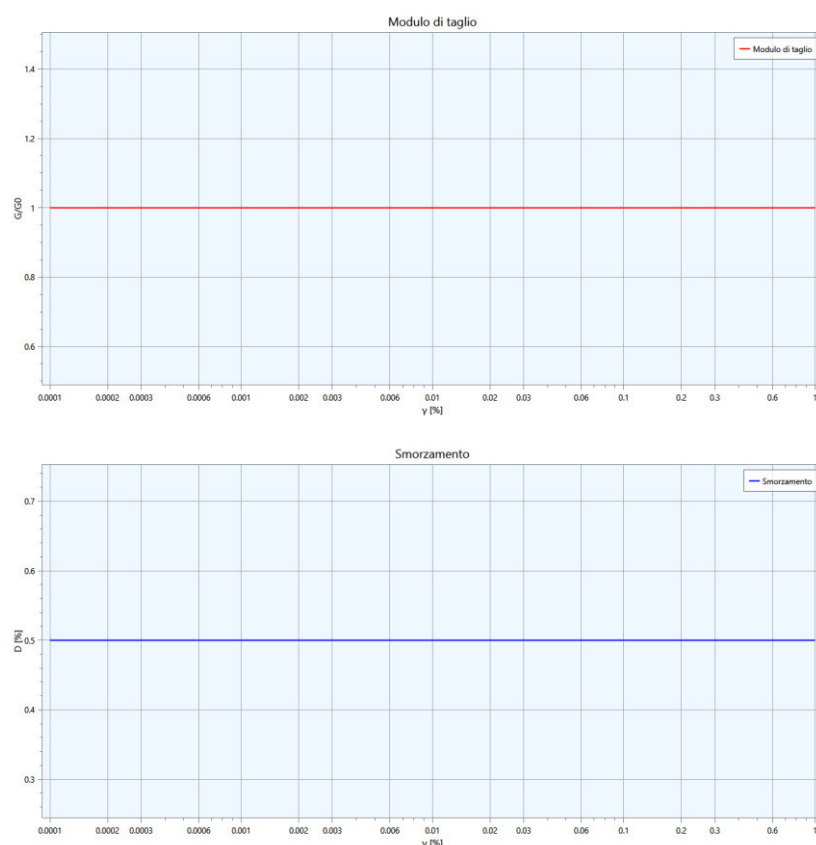




Curve dinamiche G/G_0 e Damping per terreni prevalentemente argillosi (Idriss, 1990)



Curve dinamiche G/G_0 e Damping per roccia alterata



Curve dinamiche G/G_0 e Damping per bedrock

4 MODELLAZIONE SISMICA

In corrispondenza del sito in oggetto, è stato realizzato uno studio di risposta sismica locale (RSL) con l'obiettivo di definire, attraverso simulazioni numeriche della propagazione del moto sismico dal basamento alla superficie e gli accelerogrammi attesi al piano campagna.

Lo studio di risposta sismica locale è stato condotto utilizzando il codice di calcolo **LSR2D** (Stacec s.r.l.), che consente di eseguire simulazioni di propagazione monodimensionale e bidimensionale del moto sismico, in depositi di terreno stratificati ed in condizioni di campo libero. Nel caso in esame, viste le stratigrafie delle indagini geognostiche, è stata applicata una **modellazione monodimensionale del sottosuolo**.

Il comportamento non lineare e dissipativo del terreno (riduzione della rigidità a taglio G e incremento dello smorzamento D , all'aumentare delle deformazioni di taglio indotte dal sisma) è tenuto in conto attraverso un approccio lineare equivalente, ovvero il codice esegue una serie di analisi lineari complete in tensioni totali aggiornando iterativamente la rigidità e lo smorzamento del terreno al crescere delle deformazioni, fino al raggiungimento di un prefissato criterio di convergenza. È pertanto importante determinare sperimentalmente con la massima accuratezza possibile la rigidità iniziale di ogni strato di terreno; le curve di decadimento del modulo $G(\gamma)$ e di incremento del damping $D(\gamma)$ sono state ottenute da dati bibliografici.

Il codice di calcolo LSR2D, consente di effettuare una modellazione monodimensionale e bidimensionale del problema mediante il metodo degli elementi finiti, nel dominio del tempo e tenendo conto della deformabilità del substrato.

Il comportamento meccanico dei terreni sotto l'effetto di carichi ciclici ad elevata frequenza è alquanto complesso e caratterizzato da marcata non linearità, accumulo di deformazioni permanenti, dissipazione di energia e degradazione progressiva delle caratteristiche meccaniche per effetto del numero di cicli di carico applicati. In presenza di fluido interstiziale, alle suddette problematiche si aggiunge l'accumulo di sovrappressioni interstiziali in condizioni di drenaggio impedito o parziale, che sono comunque le più frequenti, in considerazione della velocità di applicazione del carico.

La modellazione di tali fenomeni richiede l'utilizzo di legami costitutivi complessi, che oltretutto difficilmente riescono a riprodurre simultaneamente tutte le specificità del comportamento dei terreni. Per tale ragione spesso si preferisce fare riferimento a modelli costitutivi semplificati che, pur non essendo rigorosi, riescono a riprodurre il comportamento in modo adeguato in riferimento alla specifica applicazione.

In particolare, per quanto riguarda la risposta sismica dei depositi, l'approccio visco-elastico lineare equivalente rappresenta un valido compromesso tra semplificazione delle analisi ed accuratezza dei risultati. La strategia consiste sostanzialmente nel fare riferimento alle soluzioni visco-elastiche lineari per la propagazione delle onde sismiche adeguando in modo iterativo i parametri costitutivi in funzione del livello deformativo indotto dal moto sismico nel terreno.

Tale modello lineare equivalente, studia il comportamento tra tensione e deformazione del terreno basandosi sul modello di Kelvin-Voigt. La tensione τ dipende dalla deformazione γ e dalla sua derivata $\dot{\gamma}$, secondo la relazione:

$$\tau = G \gamma + \eta \dot{\gamma}$$

dove:

- G : Modulo di taglio;
- η : viscosità del mezzo.

I parametri di input necessari all'esecuzione di un'analisi di risposta sismica locale sono:

- gli accelerogrammi di input.
- il modello stratigrafico del terreno;
- per ogni strato:
 - il peso dell'unità di volume γ_n
 - la rigidezza a taglio iniziale G_0
 - le curve di decadimento del modulo di taglio $G(\gamma)$ e di incremento del damping (smorzamento) $D(\gamma)$, dove γ = deformazione a taglio
 - la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s).

Le analisi con il software LSR2D sono state condotte considerando un coefficiente di smorzamento pari al 5 %; la procedura iterativa è stata condotta fino ad ottenere un errore inferiore al 2 %, sia per il modulo di taglio, sia per lo smorzamento.

L'approccio utilizzato per la soluzione visco-elastica lineare all'interno dell' i-esimo ciclo iterativo utilizza il metodo degli elementi finiti. In particolare, il deposito di terreno viene discretizzato mediante una "mesh" di elementi finiti piani che possono avere forma quadrangolare o rettangolare a seconda dei casi e caricato mediante un'accelerazione alla base dello stesso (bedrock), la soluzione dell'equazione del moto viene poi ottenuta nel dominio del tempo utilizzando il metodo di integrazione di Newmark.

La procedura iterativa che consente di ottenere la risposta non lineare del sistema consiste nell'eseguire una sequenza di analisi lineari, con aggiornamento iterativo dei parametri di rigidezza e smorzamento, fino al raggiungimento di un prefissato criterio di convergenza.

4.1 ANALISI DI DISAGGREGAZIONE

La disaggregazione della pericolosità sismica è una operazione che consente di determinare il contributo di varie sorgenti sismogenetiche alla pericolosità sismica del sito in esame. Per questo tale analisi viene condotta in termini di magnitudo (M) e distanza (R).

L'analisi di disaggregazione è stata condotta a partire dalla banca dati presente nel sito dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> (Mappe interattive della pericolosità sismica) dove inserendo le coordinate dell'area in esame, vengono restituiti dei diagrammi e delle tabelle, dai quali si ricavano le coppie di valori M e R che sono utilizzati nella successiva fase di estrazione degli accelerogrammi di input.

Per il sito in esame sono stati ricavati i seguenti parametri

$$M = 4 \div 6,5$$

$$R = 0 \div 30 \text{ Km}$$

4.2 ESTRAZIONE INPUT SISMICI

Utilizzando il software "Spettri di risposta" ver. 1.0.3, scaricabile dal sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, definite le coordinate dell'area in esame, si ottengono i parametri sismici riportati nella tabella seguente.

Tr (anni)	a_g (g)	Fo (-)	Tc* (s)
30	0,044	2,463	0,238
50	0,059	2,496	0,251
72	0,071	2,462	0,26
101	0,084	2,418	0,27
140	0,098	2,386	0,277
201	0,116	2,374	0,283
475	0,164	2,402	0,289
975	0,214	2,417	0,29
2475	0,293	2,379	0,3

In base alle prescrizioni normative sono stati quindi selezionati sette accelerogrammi spettrocompatibili con tempo di ritorno pari a 475 anni per gli SLV (Figure 2 e 3).

Sono stati utilizzati come moti di input 7 accelerogrammi naturali come specificato nel paragrafo 3.2.3.6 delle NTC 2018, che vieta in studi di RSL, l'utilizzo di accelerogrammi artificiali. Questa operazione è stata effettuata consultando la seguente banca dati con il relativo software:

INGV – Itaca; software REXELweb (Sgobba, S., Felicetta, C., Russo, E., D'Amico, M., Lanzano, G., Pacor F., Luzi, L., Baraschino, R., Baltzopoulos, G., Iervolino, I. The online graphical user interface of REXELweb for the selection of accelerograms from the Engineering Strong Motion database (ESM). 39° Conference of Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida (GNGTS) 22 - 24 July 2021, online).

L'estrazione degli accelerogrammi è preceduta dalla definizione di una serie di parametri:

- Target spectrum utilizzato: suolo tipo A
- I parametri di disaggregazione
- I parametri derivanti dalla scelta progettuale
- Le tolleranze max e min rispetto allo spettro target.

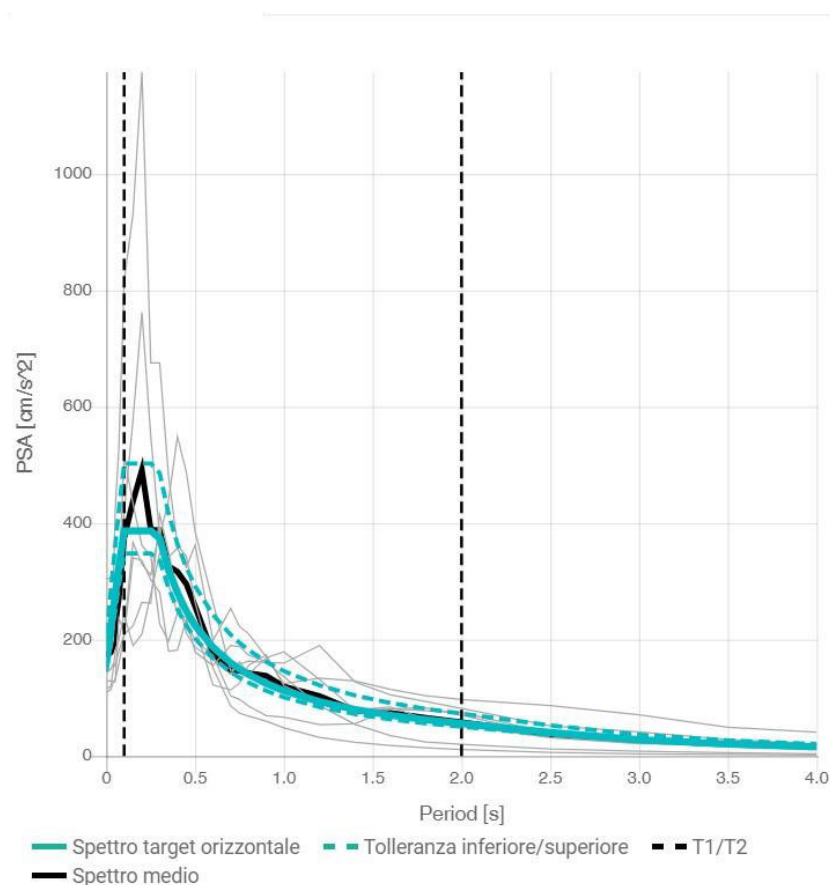


Figura 2: Combinazione degli spettri dei sette accelerogrammi di input (SLV) per l'area in esame (Database ESM- REXELweb)

Combinazione	ID della forma d'onda	ID ESM	Rete	Codice stazione	ID sensore	Codice dello strumento	Orientamento	ML	MW	Stile di faglia	Distanza epicentrale [km]	Codice EC8	Vs30 [m/s]	Punto	Fattore di scala
1	4A.MI05..HN.IT-2009-0102	IT-2009-0102	4A	MI05		HN	N	5.4	5.5	Guasto normale	3.6	UN		N: 0,811	N: 1.000
1	SM.102.00.HN.IS-1998-0022	IS-1998-0022	SM	102	00	HN	2		5.4		22.6	UN		2: 0,314	2: 1.000
1	E.SRC0.00.HN.IT-1976-0030	IT-1976-0030	E	SRC0	00	HN	E	6.0	6.0	Difetto di spinta	15.8	UN		MI: 0,568	E: 1.000
1	IV.T1256..HN.EMSC-20161030_0000029	EMSC-20161030_0000029	IV	T1256		HN	E	5.5	6.6	Guasto normale	20.5	UN		MI: 0,264	E: 1.000
1	SM.101.00.HN.IS-2000-0053	IS-2000-0053	SM	101	00	HN	3		6.5		10.6	UN		3: 0,455	3: 1.000
1	SM.112.00.HN.IS-2000-0053	IS-2000-0053	SM	112	00	HN	3		6.5		11.2	UN		3: 0,277	3: 1.000
1	E.SRC0.00.HN.IT-1976-0030	IT-1976-0030	E	SRC0	00	HN	N	6.0	6.0	Difetto di spinta	15.8	UN		N: 0,253	N: 1.000

Figura 3: caratteristiche delle forme d'onda dei sette accelerogrammi di input (SLV) indicati in Figura 3 (Database ESM- REXELweb)

5. RISULTATI OTTENUTI CON LO STUDIO DI RSL

L'analisi di RSL è stata condotta utilizzando il software LSR2D vers. 5.0.9, implementando il modello sismostratigrafico desunto dalle varie indagini geognostiche e geofisiche, come descritto nei paragrafi precedenti.

Nelle Figure seguenti sono indicati per lo stato limite considerato (SLV) gli spettri di output ottenuti per ogni singolo accelerogramma, lo spettro medio di output e lo spettro medio di input relativamente all'area situata a Sud di Via Bastia.

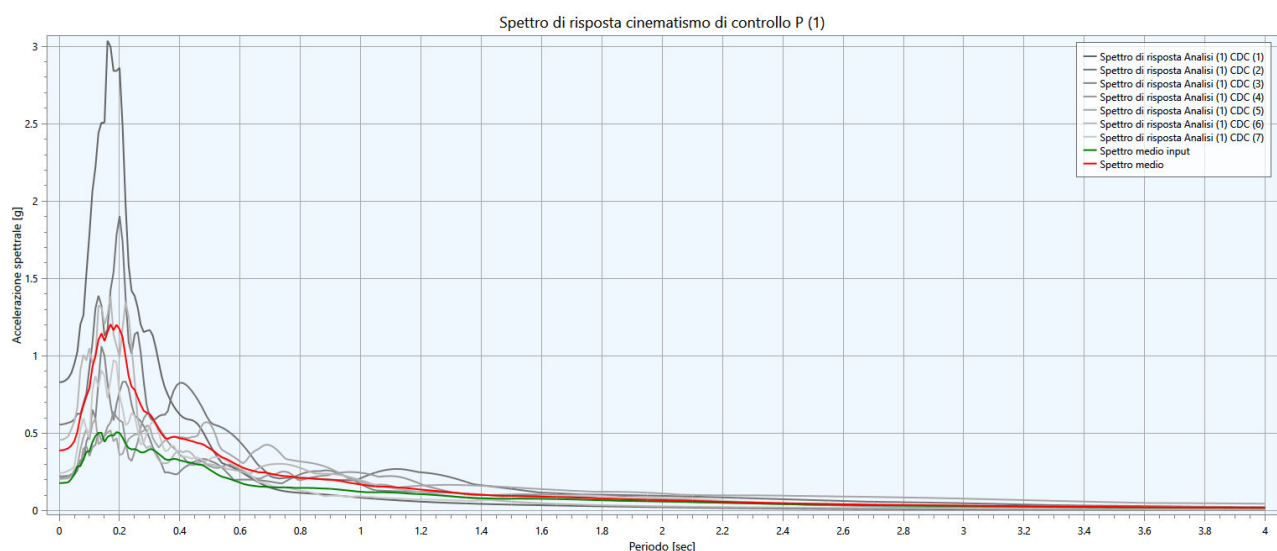


Figura 4: Analisi SLV. Spettri di risposta in termini di accelerazione per l'area a Sud di Via Bastia

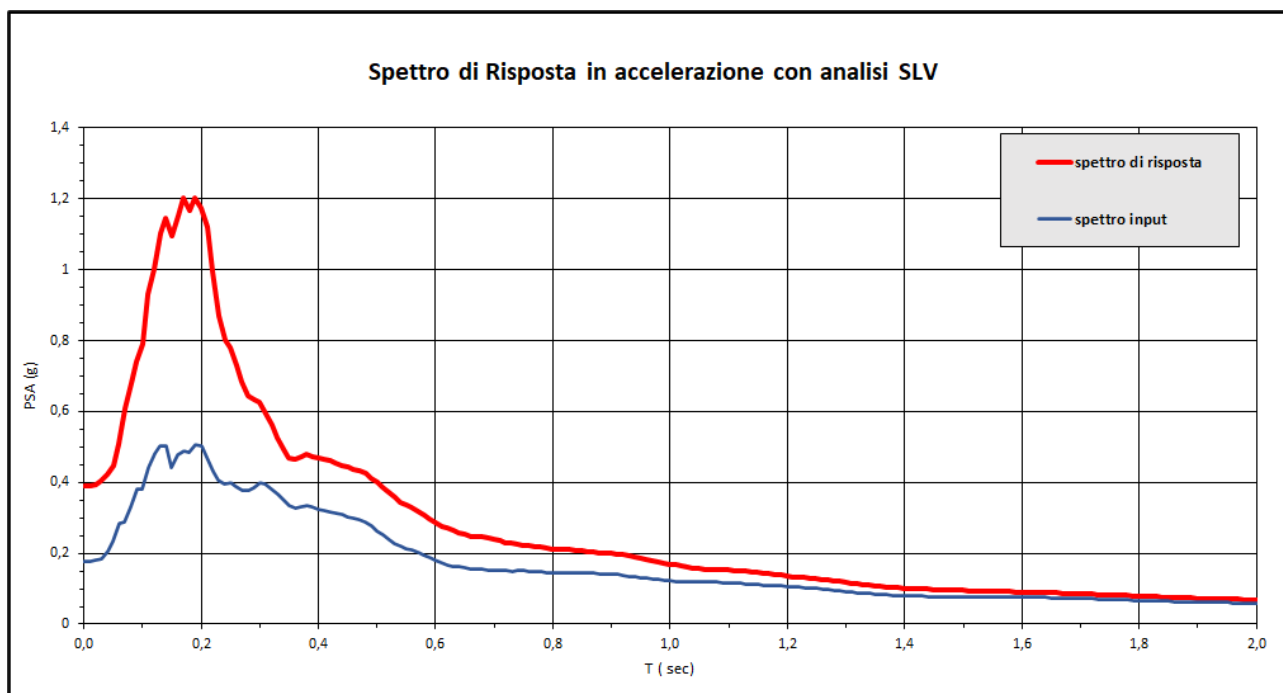


Figura 5: Analisi SLV. Spettro di input e spettro di risposta i medio in termini di accelerazione per l'area a Sud di Via Bastia

L'esame dei grafici relativi agli spettri di risposta in accelerazione, consentono di ricavare i seguenti valori di accelerazione massima a_{max} al suolo relativamente al sito considerato:

- **area a Sud di Via Bastia** $a_{max} = 0,389g$

ALLEGATO 1

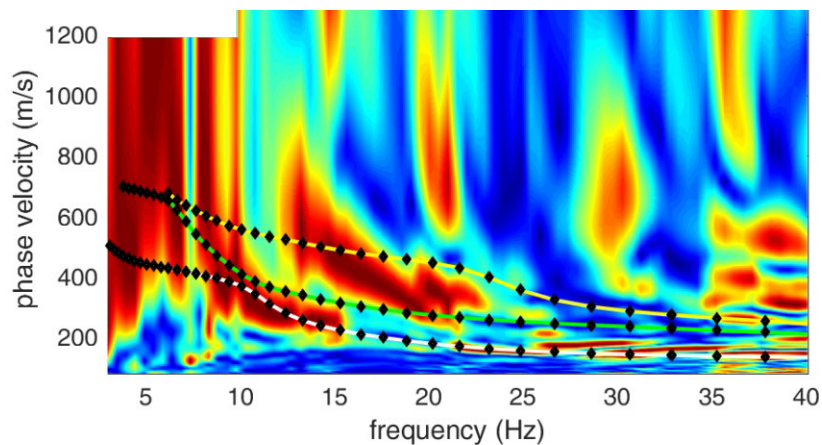
ELABORATI INDAGINI GEOFISICHE

Profilo MASW - Località: Via Bastia

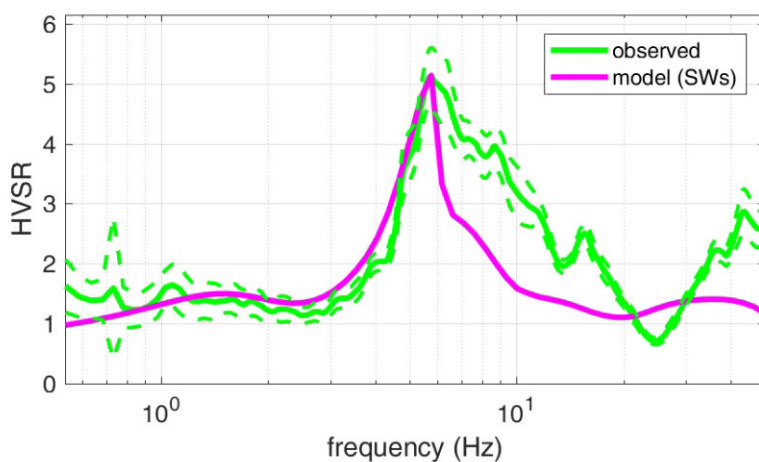
ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH E HVSR

Data esecuzione : 31.03.2023

Rayleigh: velocity spectrum



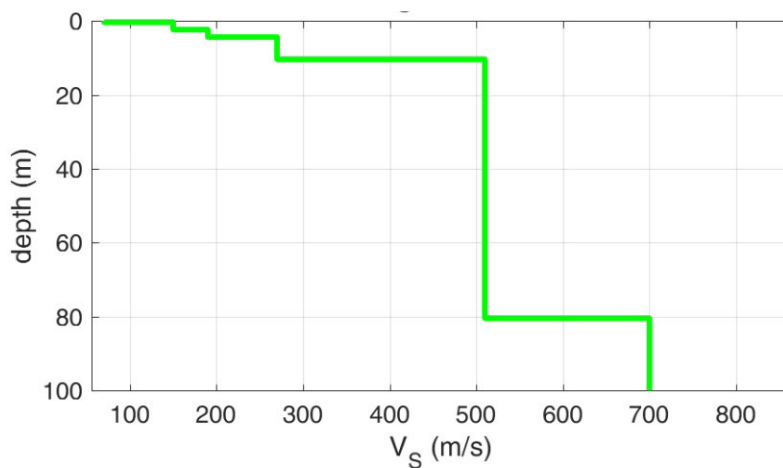
Stazione HVSR N° P108



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO

spessore (m)	Vs (m/s)
0,4	70
2	150
2	190
6	270
70	510
	700

Profilo verticale Vs



COMUNE DI MONTECCHIO PRECALCINO

INDAGINE PUNTUALE N° 024062P120

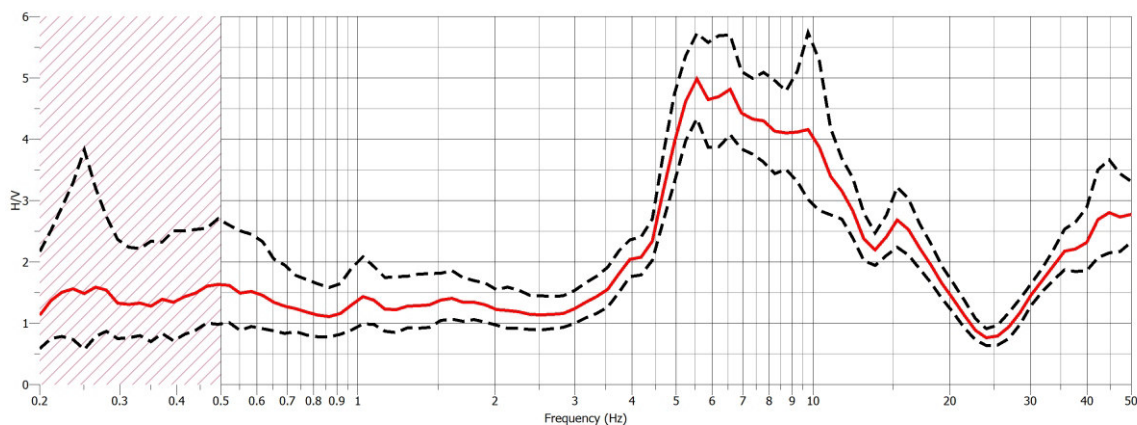
Stazione di misura HVSr - Località: Via Bastia

File: 20230331_100148.SAF
Data acquisizione: 31.03.2023

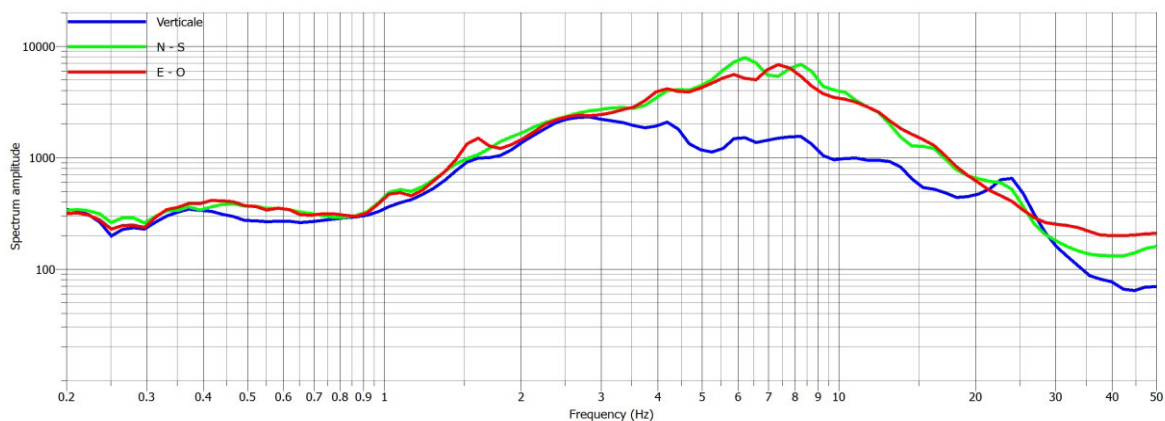
Durata tempo registrazione: 20 minuti
Lunghezza finestra: 20 secondi

Frequenza di picco: 5,5 Hz

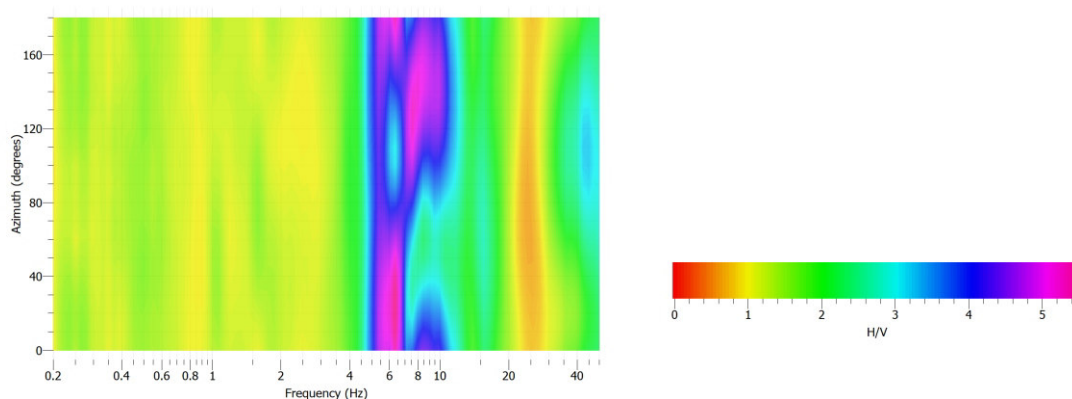
Rapporto H/V



Componenti spettrali



Analisi direzionale del rumore



COMUNE DI MONTECCHIO PRECALCINO

INDAGINE PUNTUALE N° 024062P121

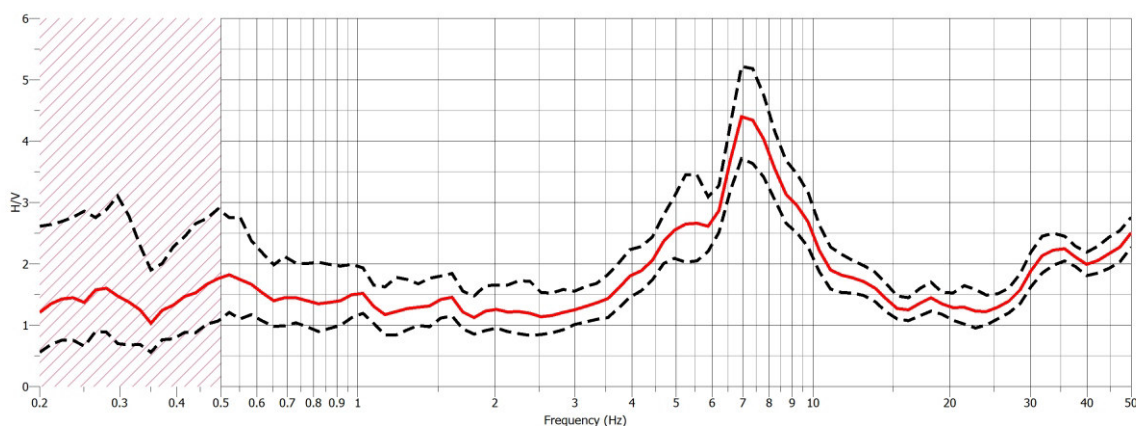
Stazione di misura HVSr - Località: Via Bastia

File: 20230331_151650.SAF
Data acquisizione: 31.03.2023

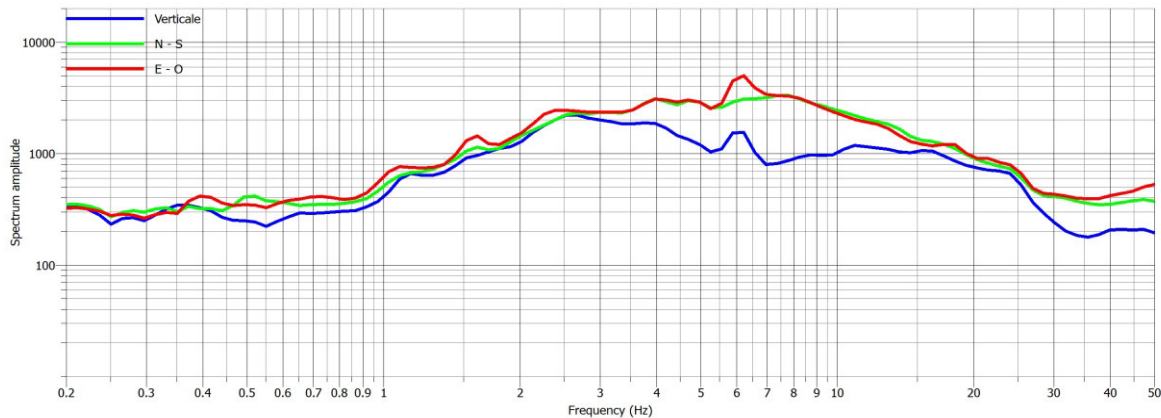
Durata tempo registrazione: 15 minuti
Lunghezza finestra: 20 secondi

Frequenza di picco: 7 Hz

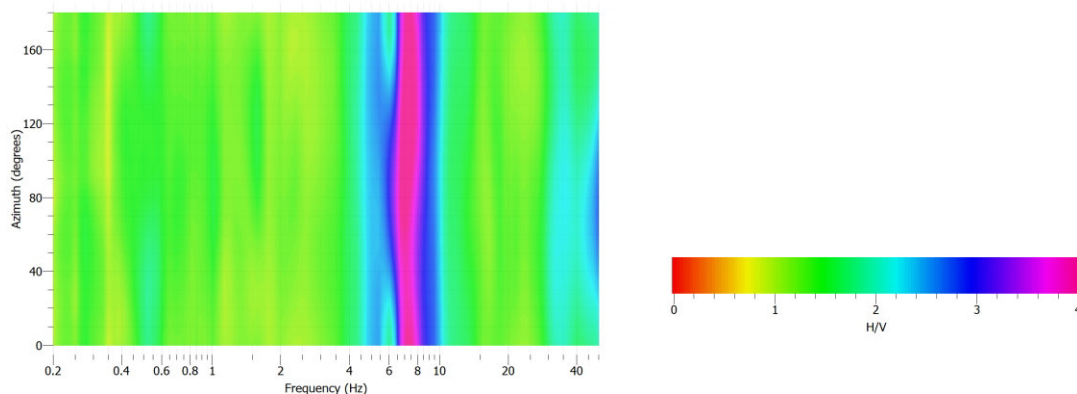
Rapporto H/V



Componenti spettrali



Analisi direzionale del rumore



COMUNE DI MONTECCHIO PRECALCINO

INDAGINE PUNTUALE N° 024062P122

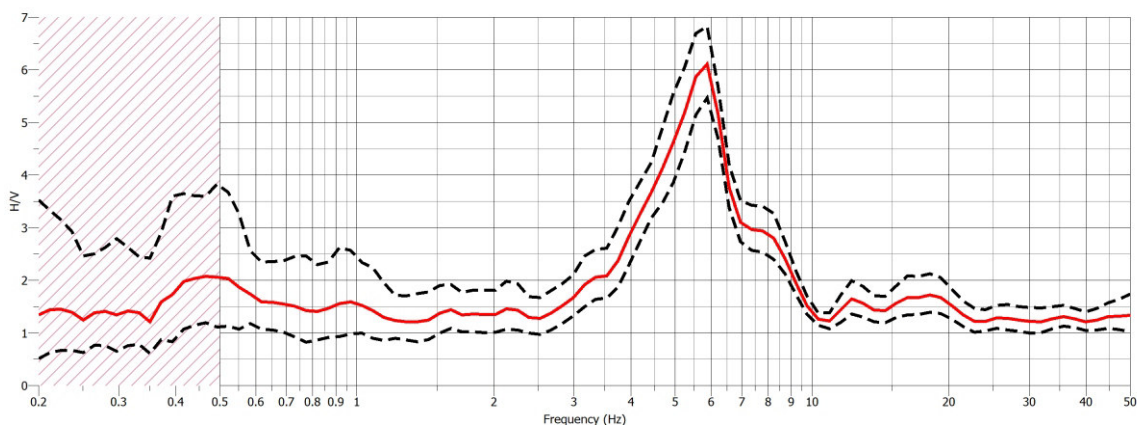
Stazione di misura HVSr - Località: Via Bastia

File: 20230331_142149.SAF
Data acquisizione: 31.03.2023

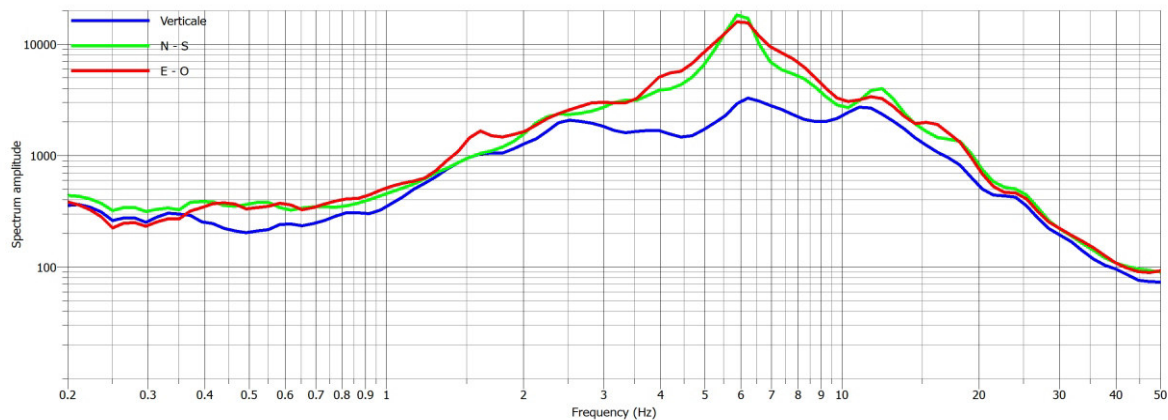
Durata tempo registrazione: 13 minuti
Lunghezza finestra: 20 secondi

Frequenza di picco: 5,9 Hz

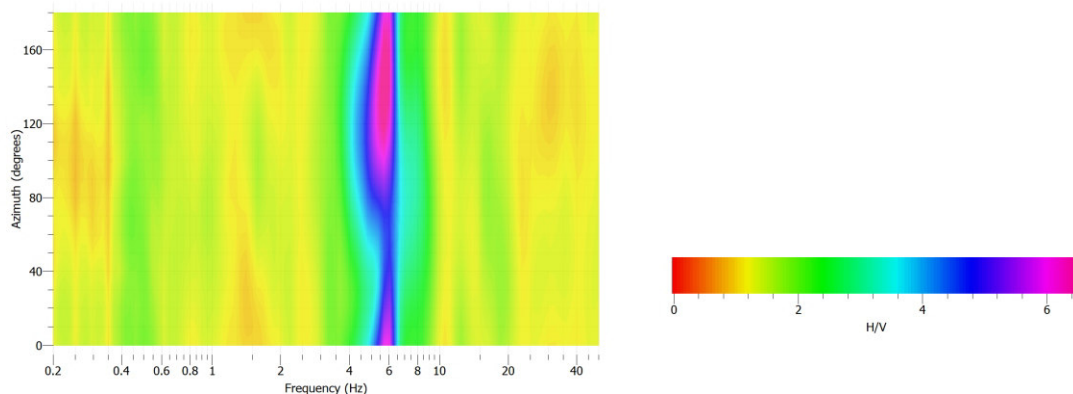
Rapporto H/V



Componenti spettrali



Analisi direzionale del rumore



COMUNE DI MONTECCHIO PRECALCINO

INDAGINE PUNTUALE N° 024062P123

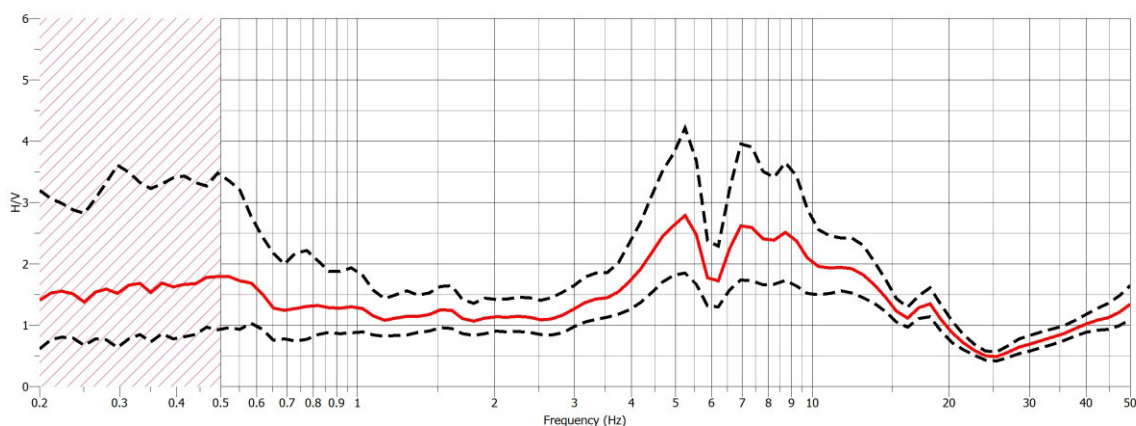
Stazione di misura HVSr - Località: Via Bastia

File: 20230331_144452.SAF
Data acquisizione: 31.03.2023

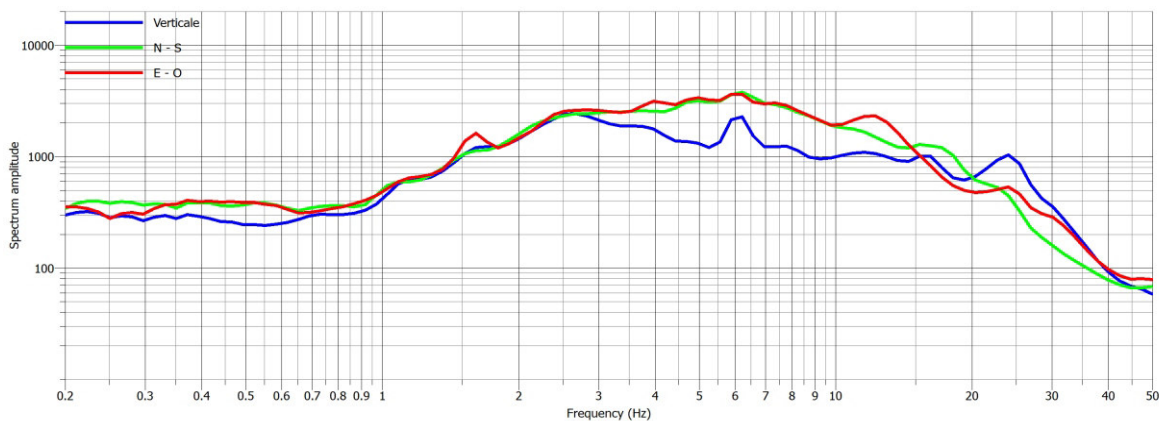
Durata tempo registrazione: 20 minuti
Lunghezza finestra: 20 secondi

Frequenza di picco: 5,2 Hz; 9 Hz

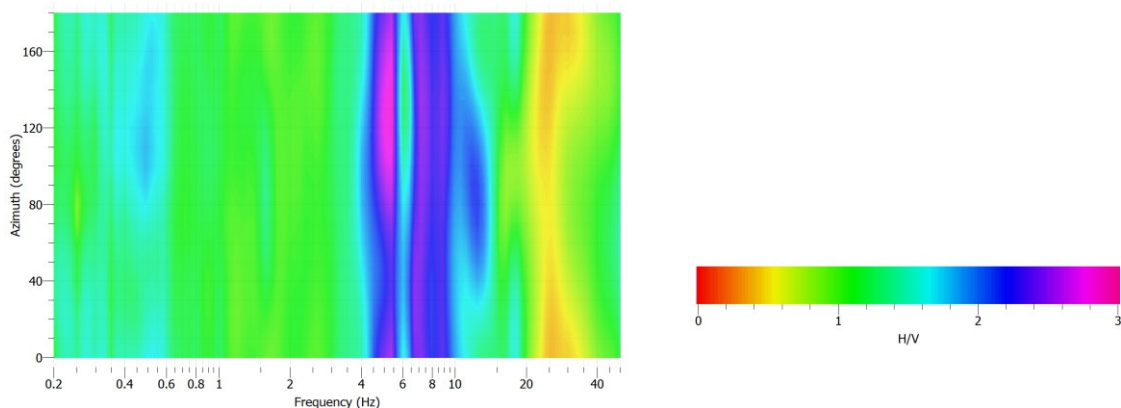
Rapporto H/V



Componenti spettrali



Analisi direzionale del rumore



COMUNE DI MONTECCHIO PRECALCINO

INDAGINE PUNTUALE N° 024062P124

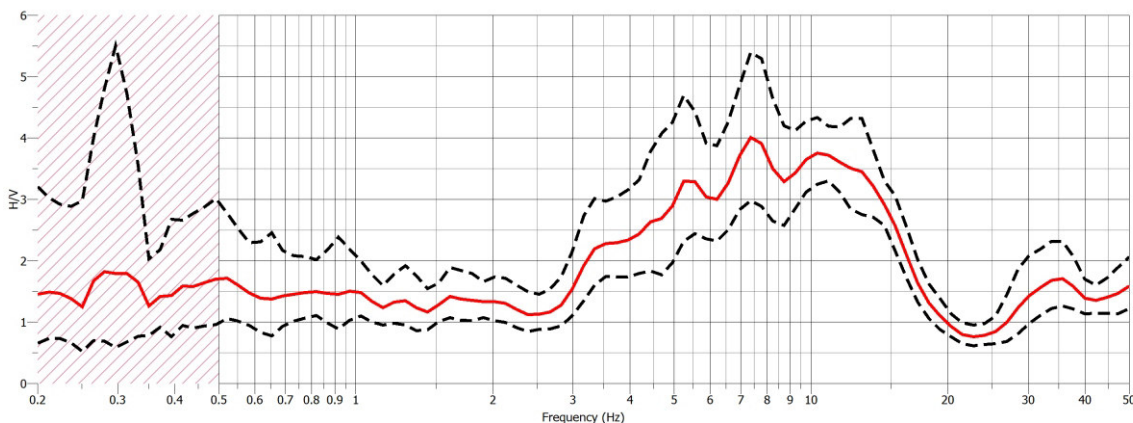
Stazione di misura HVSR - Località: Via Bastia - Via Roma

File: 20230331_154201.SAF
Data acquisizione: 31.03.2023

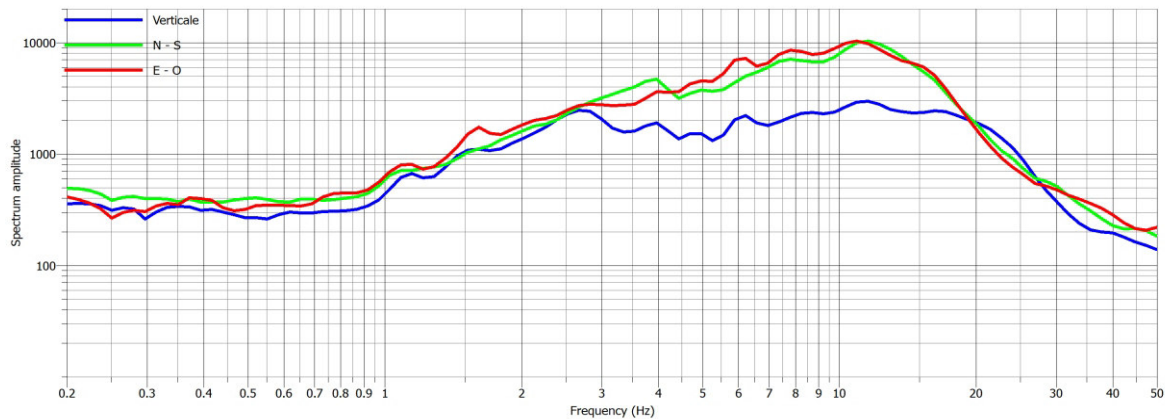
Durata tempo registrazione: 20 minuti
Lunghezza finestra: 20 secondi

Frequenza di picco: 7,5 Hz

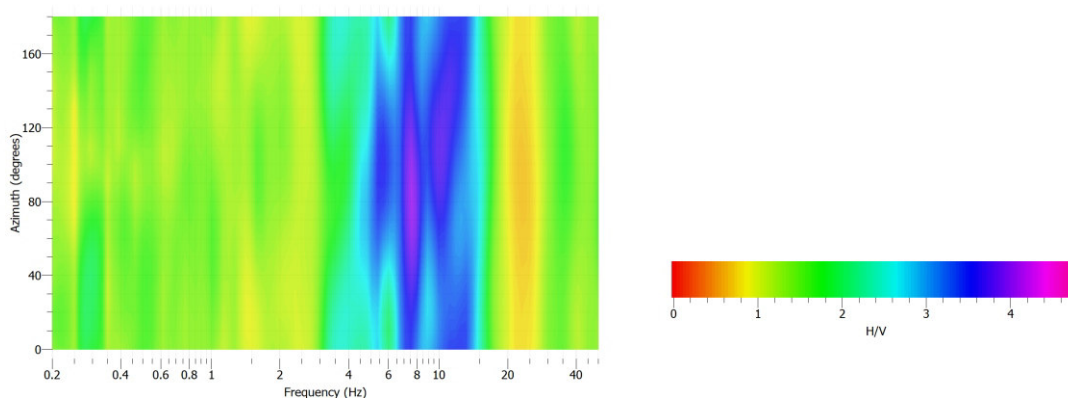
Rapporto H/V



Componenti spettrali



Analisi direzionale del rumore



ALLEGATO 2

APPROFONDIMENTO GEOLOGICO ED ANALISI DI
STABILITA' DEL FENOMENO DI DISSESTO UBICATO IN
PROSSIMITA' DI VIA BASTIA NEL COMUNE DI
MONTECCHIO PRECALCINO (VI)

APPROFONDIMENTO GEOLOGICO ED ANALISI DI STABILITA' DEL FENOMENO DI DISSESTO UBICATO IN PROSSIMITA' DI VIA BASTIA NEL COMUNE DI MONTECCHIO PRECALCINO (VI)

1 PREMESSA

Il presente elaborato è stato redatto per conto del Dott. Geol. Francesco Marinoni, nell'ambito dello studio di microzonazione sismica di livello 3 del Comune di Montecchio Precalcino (VI). In particolare, trattasi di un approfondimento geologico reso necessario per la presenza di un fenomeno di dissesto localizzato cartografato all'interno della "Carta geomorfologica" del P.A.T.I - Terre di Pedemontana Vicentina.

La presenza all'interno del Piano degli Interventi comunale di un'area di sviluppo insediativo situata circa 100 m ad est del dissesto, unitamente alla vicinanza con la viabilità locale (Via Roma) ha indotto alla verifica dell'effettiva pericolosità del sito in termini di stabilità globale.

Al tale scopo sono state eseguite le seguenti indagini:

- rilievo geologico diretto dell'area e degli affioramenti geologici presenti
- esecuzione di n.° 6 trincee esplorative spinte sino alla profondità di circa 3,5m
- prelievo di un campione rimaneggiato ed esecuzione di prove di laboratorio per la caratterizzazione geotecnica del livello di terreno potenzialmente instabile.

Inoltre, lo studio ha recepito i risultati emersi dalle indagini geofisiche eseguite dal Dott. Geol. Marinoni, per la definizione della stratigrafia locale e per la caratterizzazione sismica dei terreni, riportati all'interno dell'Allegato 1

Una volta definito il modello geologico del sito, vedi Allegato 2.1, e parametrizzato i terreni attraverso le prove di laboratorio, i cui risultati sono riportati all'interno dell'Allegato 2.2, si è eseguita l'analisi di stabilità globale, al fine di verificare le effettive condizioni di equilibrio del versante e le eventuali cause predisponenti o scatenanti il dissesto.

Il report dell'analisi di stabilità è contenuto all'interno dell'Allegato 2.3.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in studio si colloca a sud-ovest dell'abitato di Montecchio Precalcino, precisamente ai piedi dell'area collinare che si estende in prossimità del paese, lambendola sul fianco occidentale. Trattasi di un'area debolmente immergente verso ESE, in ragione della posizione di raccordo fra il rilievo tufaceo e la pianura sottostante.

Le coordinate di riferimento centrate sulla nicchia di frana cartografata nel PATI sono:

<i>Coordinate geografiche WGS 84 Cod EPSG 4326</i>		<i>Coordinate piane Monte Mario/ Italy zone 1 (fuso W) Cod EPSG 3003</i>	
LONG	LAT	EST	NORD
11,55743	45,66182	1699233,461	5059698,416

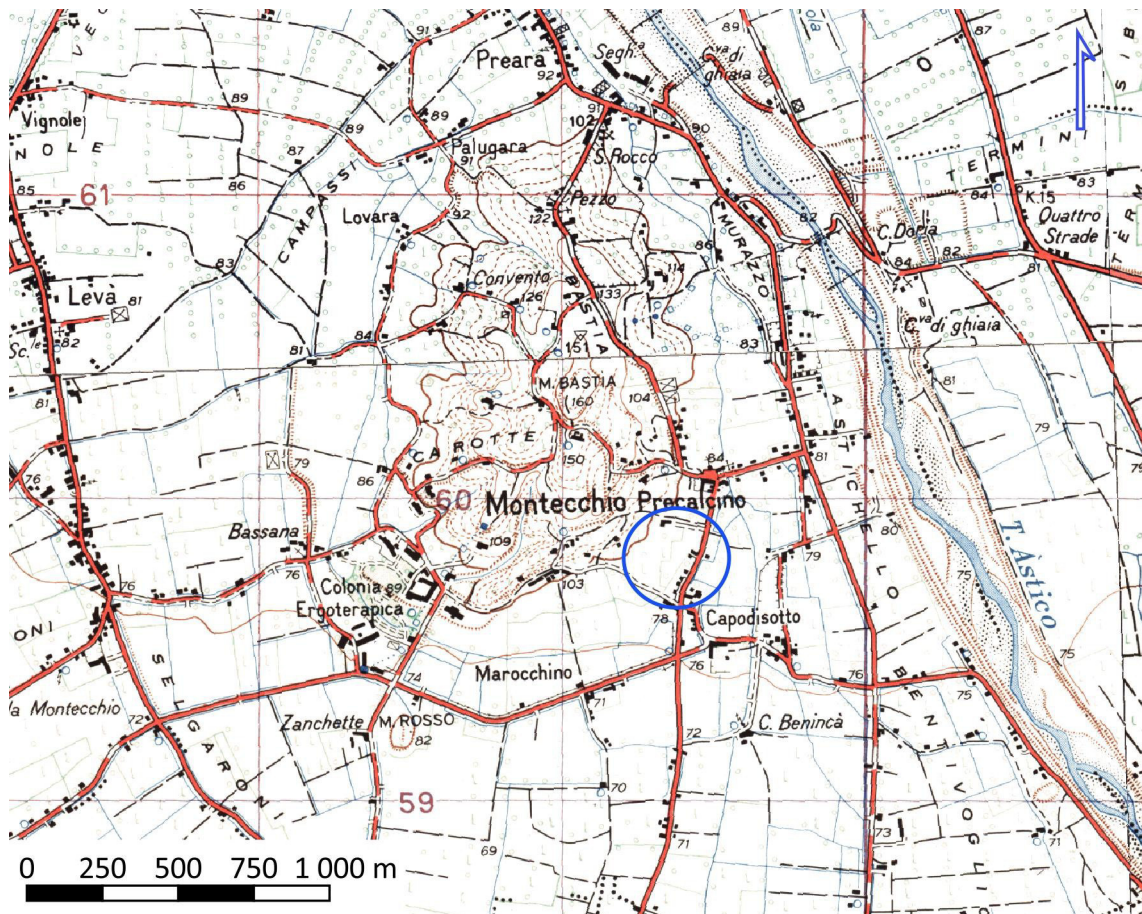


Figura 2.1 Estratto IGMI del sito di interesse (cerchio blu).

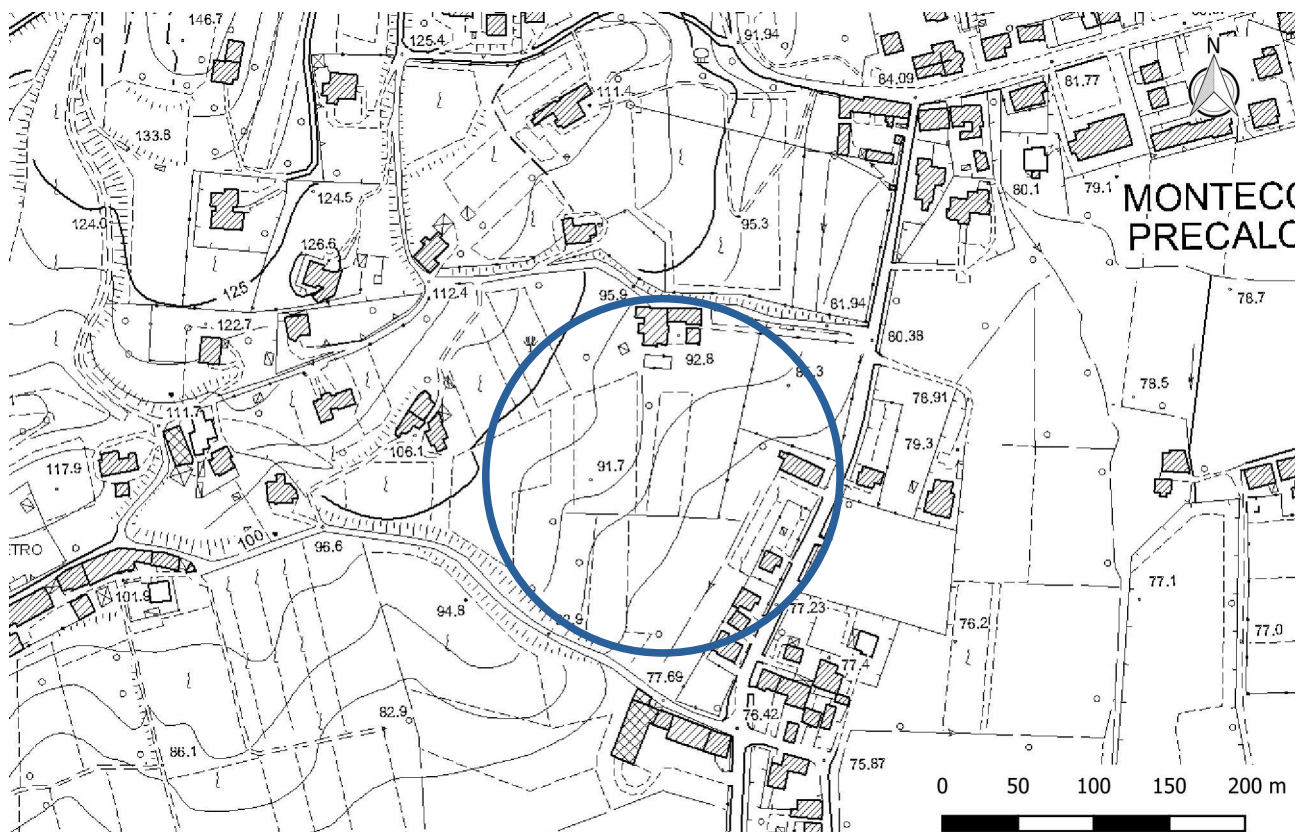


Figura 2.2 Estratto CTR con individuazione del sito di interesse.

3 STATO DI FATTO

Come sopra citato, la cartografia del PATI riporta una nicchia di frana di scorrimento localizzata all'interno di un versante debolmente inclinato verso ESE, che si estende tra la quota di circa 96 m slm e 80 m circa, interessando un pendio prativo racchiuso verso nord da Via Bastia e da Via Roma verso est, cfr. fig. 3.1.

Tale fenomeno è citato solamente all'interno della Carta Geomorfologica del PATI, mentre la Carta delle fragilità classifica l'area fra i terreni "idonei" ai fini edificatori, cfr fig.4.1.

Anche all'interno dell'inventario delle frane IFFI (*inventario fenomeni franosi in Italia*), non compare alcuna segnalazione di dissesti nell'area in studio.

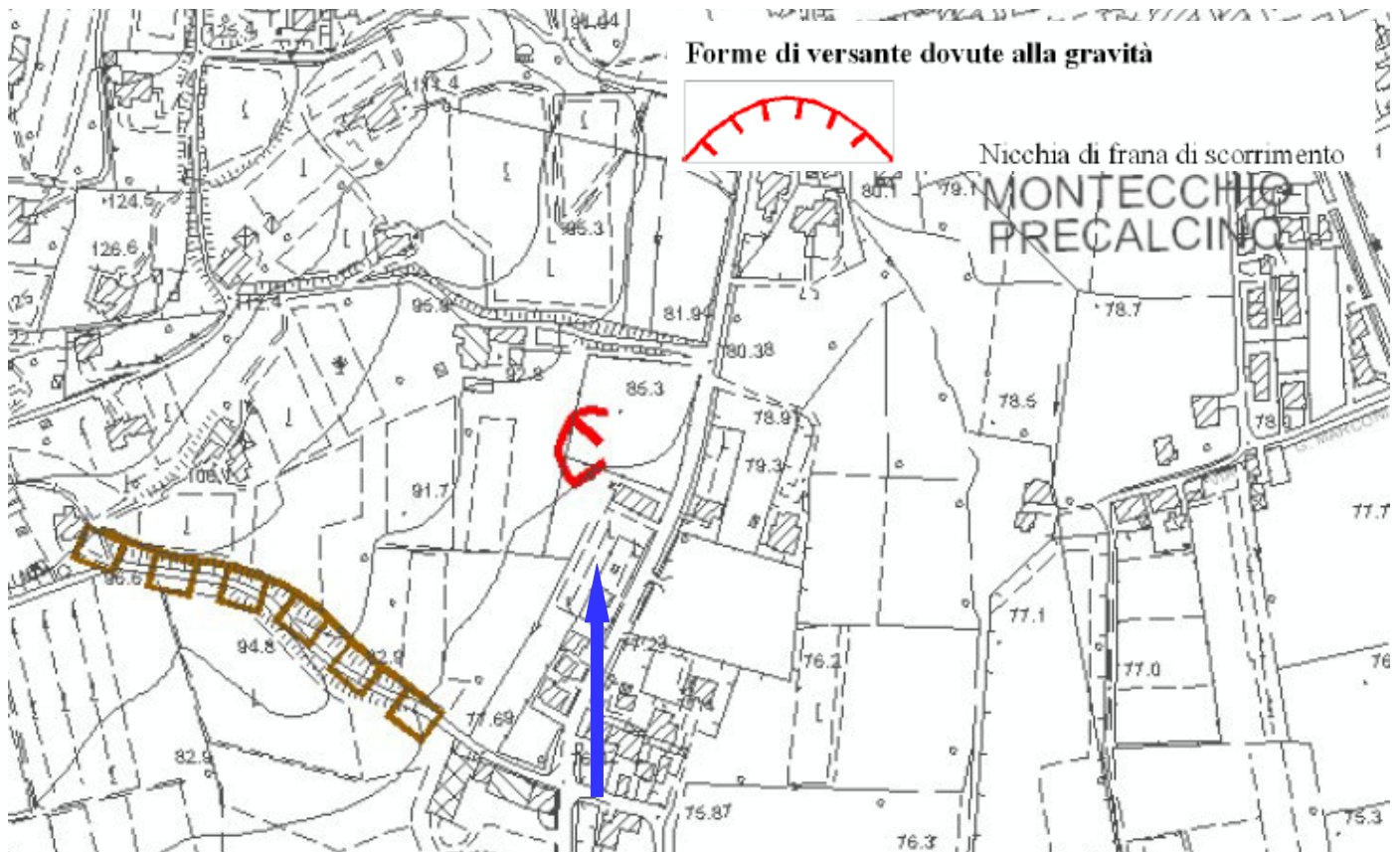


Figura 3.1 Estratto carta geomorfologica del PATI, con delimitazione della nicchia di frana di scorrimento.

Il presente studio, pertanto, è finalizzato all'approfondimento del contesto geologico locale e alla definizione della reale esistenza e pericolosità di suddetto dissesto, ovvero alla sua perimetrazione, allo spessore coinvolto e all'interferenza potenziale con le strutture presenti.

Una volta definiti tali aspetti, sulla base delle indagini svolte e dei parametri attribuiti ai terreni, si potranno valutare le condizioni di stabilità globali dell'area.

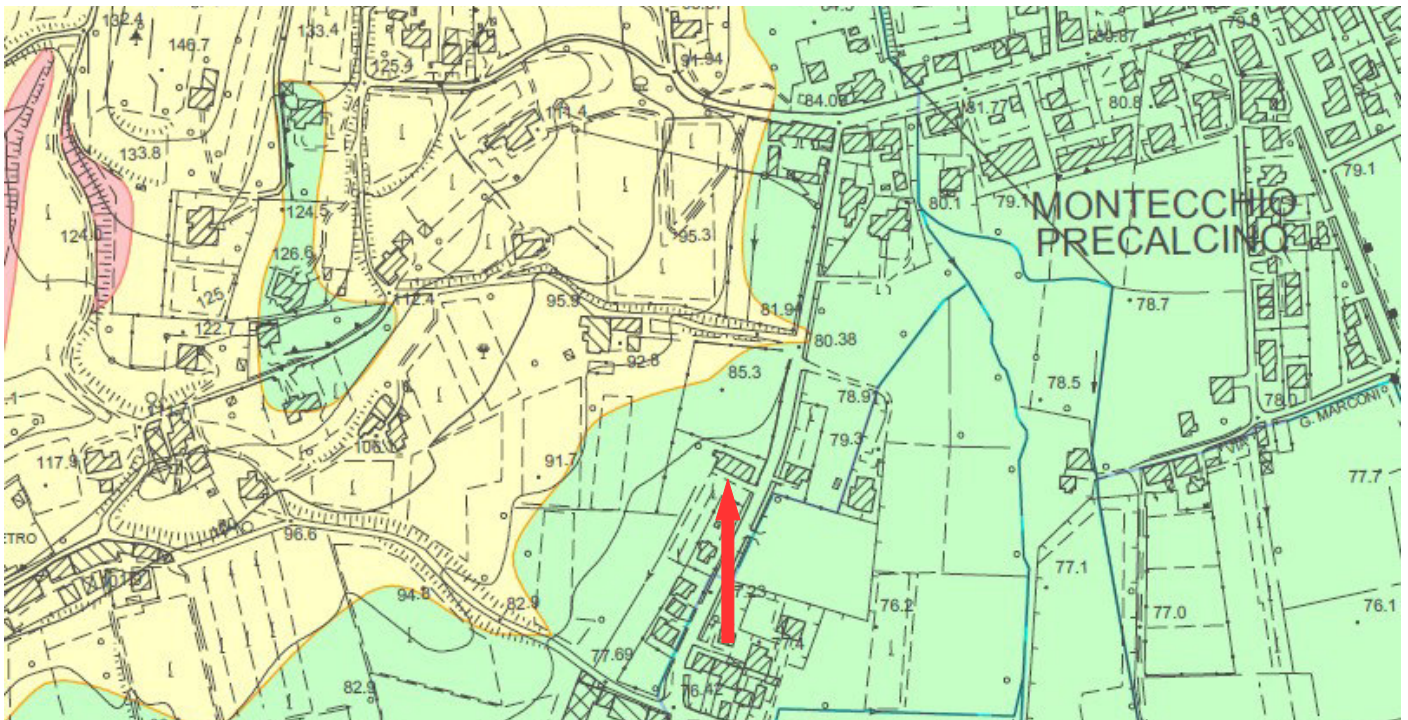


Figura 4.1: Estratto carta delle fragilità del PATI "terre di Pedemontana vicentina"; l'area di intervento (freccia rossa) rientra nella classe dei terreni idonei (colore verde), ai fini edificatori, mentre l'area collinare, (colore giallo) rientra fra i terreni idonei a condizione.

4 INDAGINI SVOLTE

Come sopra citato, sono state eseguite n.° 6 trincee esplorative, spinte sino alla profondità massima di 3m dal pc. Di seguito si riporta l'ubicazione esatta delle trincee eseguite:



Figura 4.2 ubicazione delle trincee esplorative eseguite in sito.

In tutti i casi, non è stato intercettato il substrato roccioso, di natura tufacea e visibile, invece, a nord-ovest del sito di interesse, lungo le scarpate di monte e valle di Via Togarello; si è, invece, rilevata la presenza di scorrimento d'acqua all'interno di alcuni scavi, oltre che un elevato grado di umidità generalizzato, responsabile localmente della saturazione/imbibizione dei terreni, cfr descrizione dettagliata in seguito.

TRINCEA N.1

QUOTA P.C. (indicativa): 95 m s.l.m.

PROFONDITÀ DAL P.C.: 2,8 m

PRESENZA ACQUA: terreni bagnati/saturi da 1,5m in poi



Figura 4.3



Figura 4.4



Figura 4.5

STRATIGRAFIA (profondità dal p.c.):

- | | |
|-------------|--|
| 0 - 150 cm | argilla limosa marrone compatta con abbondanti frammenti lapidei millimetrici fino centimetrici di natura vulcanica |
| 150 - 280cm | argilla limosa di colore rosso/violaceo con abbondanti frammenti e blocchi, anche decimetrici, di roccia tufacea vulcanica alterata; presenza di livelli argillosi grigi plastici fortemente bagnati. Trattasi del cappellaccio di alterazione della roccia vulcanica sottostante. |

TRINCEA N.2 - ubicata in corrispondenza dell'area ribassata all'interno di un evidente scoscendimento superficiale

QUOTA P.C. (indicativa): 91 m s.l.m.

PROFONDITÀ DAL P.C.: 2,7 m

PRESENZA ACQUA: terreni bagnati/saturi da 2m in poi



Figura 4.7



Figura 4.6



Figura 4.8

STRATIGRAFIA (profondità dal p.c.):

- | | |
|-------------|--|
| 0 - 200 cm | argilla limosa marrone compatta con abbondanti frammenti lapidei millimetrici fino centimetrici di natura vulcanica |
| 200 - 270cm | argilla limosa di colore rosso/violaceo con abbondanti frammenti e blocchi, anche decimetrici, di roccia tufacea vulcanica alterata; presenza di livelli argillosi grigi plastici fortemente bagnati. Trattasi del cappellaccio di alterazione della roccia vulcanica sottostante. |

E' stato prelevato un campione indisturbato alla profondità di 1,2 m, sul quale sono state eseguite le prove di laboratorio riportate nell'Allegato 2.2

TRINCEA N.3

QUOTA P.C. (indicativa): 85 m s.l.m.

PROFONDITÀ DAL P.C.: 2,7 m

PRESENZA ACQUA: venuta d'acqua a 1,5m



Figura 4.9



Figura 4.10



Figura 4.11

STRATIGRAFIA (profondità dal p.c.):

- | | |
|-------------|---|
| 0 - 100 cm | argilla limosa rossastra con abbondanti frammenti lapidei millimetrici e centimetrici di natura vulcanica |
| 100 - 270cm | argilla debolmente limosa di colore grigio/rosso imbibita d'acqua con dispersi frammenti lapidei millimetrici/centimetrici di natura vulcanica. |

TRINCEA N.4

QUOTA P.C. (indicativa): 75 m s.l.m.

PROFONDITÀ DAL P.C.: 2,5 m

PRESENZA ACQUA: non presente



Figura 4.12



Figura 4.13

STRATIGRAFIA (profondità dal p.c.):

0 - 270 cm argilla limosa rossastra molto compatta, omogenea, con dispersi elementi ghiaiosi millimetrici/centimetrici arrotondati di natura calcarea

TRINCEA N.5

QUOTA P.C. (indicativa): 86 m s.l.m.

PROFONDITÀ DAL P.C.: 2,7 m

PRESENZA ACQUA: non presente



Figura 4.14



Figura 4.15



Figura 4.16

STRATIGRAFIA (profondità dal p.c.):

0 - 70 cm *copertura limoso argillosa di colore rossastro.*

70 - 150cm *filoncello basaltico debolmente alterato, di natura ancora massiva, suddiviso a blocchi e piastre di dimensioni medie 5cmx4cm x3cm.*

150-270 cm *roccia tufacea alterata immersa in matrice argillosa, si riconoscono nuclei della roccia originaria ancora sana.*

TRINCEA N.6

QUOTA P.C. (indicativa): 82 m s.l.m.

PROFONDITÀ DAL P.C.: 3,0 m

PRESENZA ACQUA: non presente



STRATIGRAFIA (profondità dal p.c.):

- | | |
|--------------|--|
| 0 - 120 cm | coltre argilloso limosa di colore marrone con dispersi rari elementi ghiaiosi di natura calcarea, probabile eluvium di piede versante, con presenza di sacche di argilla plastica omogenea |
| 120 - 300 cm | roccia tufacea alterata immersa in matrice argillosa, si riconoscono nuclei della roccia originaria ancora sana. |

Figura 4.17



Figura 4.18



Figura 4.19

5 MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

Sulla base delle stratigrafie desunte dalle trincee esplorative eseguite, correlate alle indagini geofisiche eseguite in sito, che hanno permesso di indagare il substrato sino alla profondità di circa 70m dal piano campagna, si è ricostruito il modello geologico del terreno, che può essere schematicamente riassunto nella seguente successione stratigrafica:

- **0-4/5m** : coltre argilloso limosa di colore marrone/rossastro con dispersi elementi lapidei di natura vulcanica di dimensioni da millimetriche a centimetriche, dotata di coesione molto bassa e localmente satura per la presenza della falda acquifera. Trattasi della coltre più superficiale di alterazione delle vulcaniti sottostanti, derivante dal disfacimento delle stesse, come testimoniato dai frammenti lapidei residuali. Nelle porzioni basali del pendio (trincea 4) tale coltre si mescola all'eluvium di versante, trasportato a valle dagli agenti atmosferici e accumulatosi al piede del versante.
- **4/5m – 8/10m** : cappellaccio di alterazione della roccia vulcanica: trattasi di roccia tufacea molto alterata, immersa in abbondante matrice argilloso rossastra/violacea, all'interno della quale si riconoscono i nuclei della roccia originaria.
- **Oltre i 10m**: roccia vulcanica sana, costituente il substrato roccioso.

Quanto sopra schematizzato è riportato graficamente all'interno dell'Allegato 2.1: Profilo geologico interpretativo, eseguito lungo il versante in senso circa ovest – est.

6 ANALISI STATO DI FATTO

6.1 Geometria del dissesto

Il rilievo geologico di superficie, unitamente alle trincee esplorative eseguite, ha permesso di identificare la presenza di un fenomeno di dissesto localizzato, di tipo superficiale, probabilmente riconducibile alla nicchia di frana cartografata nel Pati.

Più nel dettaglio, si rileva la presenza di un leggero scoscendimento sulla pianoro sommitale dell'area, ovvero in posizione leggermente diversa da quella riportata nella carta geomorfologica, ovvero circa 100m a ovest.



Figura 6.1 Rappresentazione schematica delle nicchie di frana individuate nel terreno, rappresentative di uno scoscendimento superficiale che interessa il primo metro, circa, di terreno.

Trattasi di un modesto ribassamento superficiale situato in prossimità della scarpata di valle del terrazzo superiore, di chiara origine antropica.

Il rigetto di tale cedimento è dell'ordine di poche decine di centimetri e origina una prima nicchia di sviluppo pari a circa 10-15 m, orientata circa N-S, che ribassa il bordo orientale del primo terrazzamento del versante; immediatamente a valle, in corrispondenza della scarpata che delimita il terrazzamento stesso, si osservano altre due piccole nicchie affiancate, ormai vegetate, che insistono sul tratto più ripido della scarpata e generano due lievi scoscendimenti superficiali nel terreno.

Con ogni probabilità, data l'assenza di ulteriori fenomeni di dissesto all'interno dell'area indagata, caratterizzata da pendenze molto modeste e rimodellazione antropica del terreno per la creazione dei terrazzamenti agricoli, il fenomeno di dissesto cartografato nel Pati può essere riconducibile agli scoscendimenti sopra descritti, associati a nicchie di frana molto

localizzate.

L'ubicazione del dissesto nella carta, infatti, non trova attualmente alcun riscontro nel terreno, mentre si osserva l'evidenza morfologica di suddetti movimenti posizionati leggermente più a ovest, lungo il ciglio del terrazzamento più alto, dove la pendenza aumenta leggermente e il terreno risulta rimaneggiato dai movimenti terra, con conseguente diminuzione del valore della coesione originaria.

7 ANALISI DI STABILITÀ

Il fenomeno di instabilità sopra descritto sembra essere circoscritto, pertanto, ad una situazione locale di dimensioni limitate. Al fine di supportare e validare tali ipotesi, è stata eseguita l'analisi di stabilità del pendio lungo un profilo che interseca il dissesto rilevato (per l'esatta ubicazione vedasi figura 7.1).

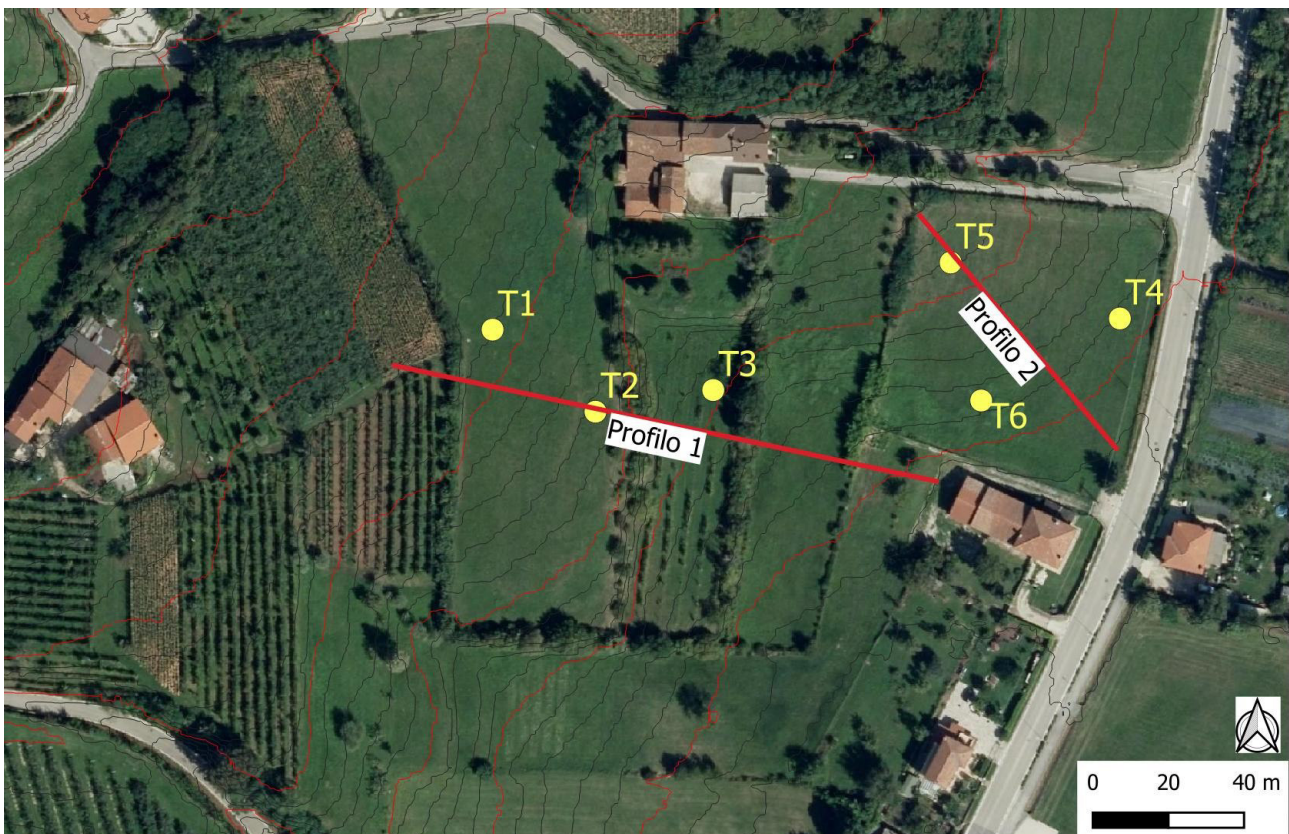


Figura 7.1: Ubicazione dei due profili longitudinali lungo i quali sono state svolte le analisi di stabilità del pendio; il profilo 1 interseca la zona ove si è manifestato il dissesto, il profilo 2 è stato inserito lungo la linea di massima pendenza, in una zona integra. Nella figura compare anche l'ubicazione delle trincee, cui si è fatto riferimento per la ricostruzione della quota falda.

Le analisi di stabilità globale sono state svolte con il software freeware SSAP 2010 (versione 5.0.2 – 2021) distribuito via web : <http://www.ssap.eu>.

Per la ricostruzione stratigrafica del profilo si è fatto riferimento alle trincee esplorative e alle indagini sismiche eseguite lungo il pendio e contenute all'interno dell'Allegato 1, a firma del Dott. Geol. F. Marinoni, nonché ai parametri geotecnici del campione analizzato in laboratorio e proveniente dalla trincea n.2, vedasi Allegato 2.3.

Il risultato delle indagini geofisiche mostra come in tutta l'area vi sia un primo strato superficiale molto scadente, dello spessore di 4-5 m, cui fa seguito un ulteriore strato di terreni sciolti, di qualità migliore, per ulteriori 4-8 m, prima di raggiungere il substrato roccioso, fratturato, che ha uno spessore di almeno ulteriori 70 m.

Il campione analizzato in laboratorio è stato prelevato nel primo strato, in corrispondenza del dissesto (Trincea n.2), pertanto le sue caratteristiche sono rappresentative dei terreni più scadenti rilevabili in loco.

Partendo da questa assunzione, si è eseguita una verifica preliminare della stabilità del pendio interessato dal dissesto (cfr. fig. 7.2), assumendo, in maniera molto cautelativa, che la stratigrafia locale fosse caratterizzata da un unico strato, cui sono state attribuite le caratteristiche misurate in laboratorio. La profondità della falda è stata assegnata sulla base delle risultanze delle trincee esplorative. La simulazione è stata, inoltre, eseguita in condizioni sismiche pseudostatiche, applicando i coefficienti sismici K_h e K_v con $K_h = a_{g\max} * \beta$ $K_v = 0,5K_h$ e $\beta = 0,38$ (coefficiente valido per fronti di scavo e rilevati nelle verifiche SLV – rif. NTC2018).

Il valore di $a_{g\max} = 0,389$ deriva anch'esso dalle indagini geofisiche eseguite all'interno dello studio, cfr. Allegato 1

Per limitare lo sviluppo delle superfici di rottura a ipotesi plausibili, quantunque cautelative, è stata limitata a 15 m la profondità di sviluppo delle superfici di rottura.

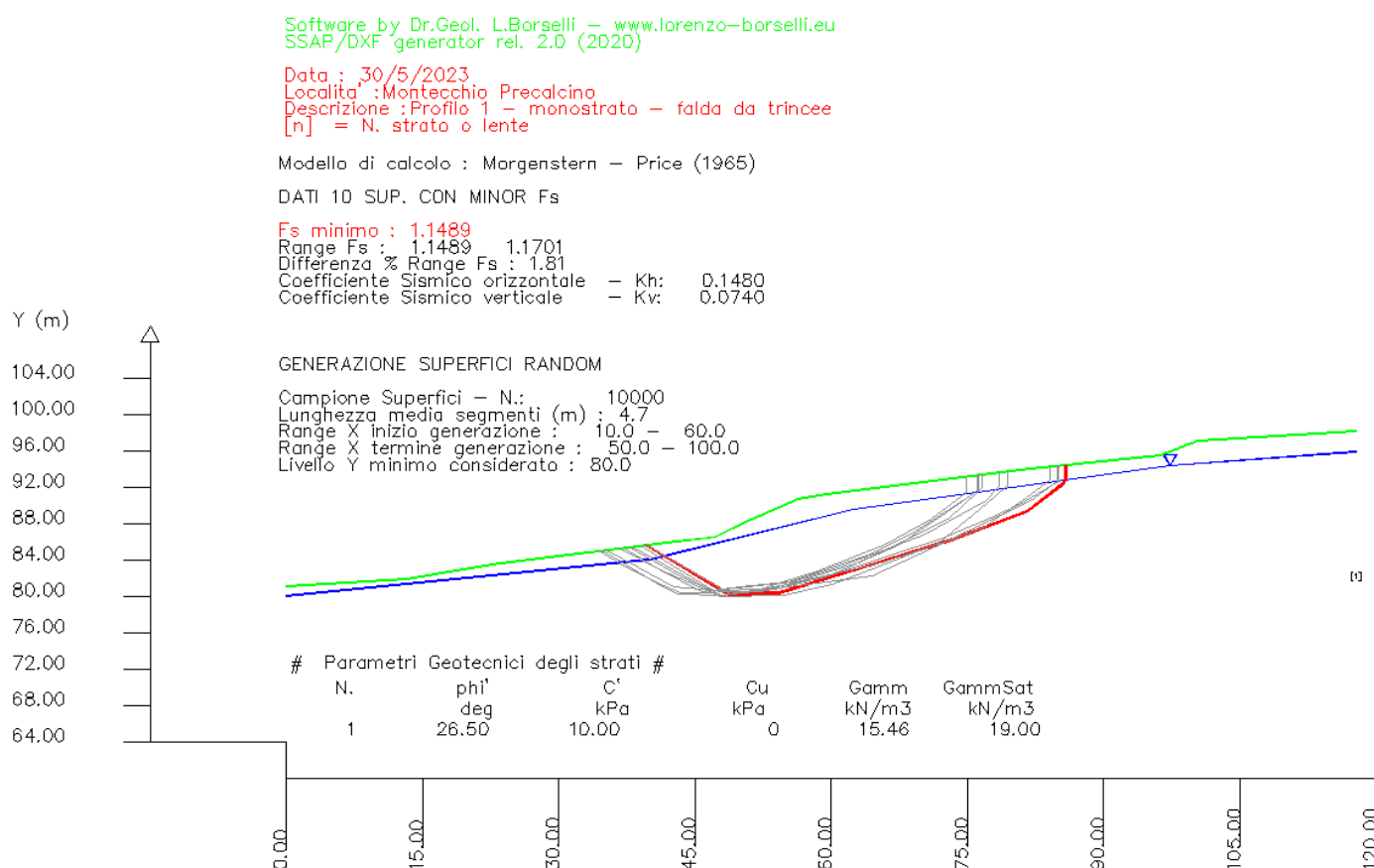


Figura 7.2: Rappresentazione grafica dell'analisi di stabilità eseguita lungo il profilo 1, considerando la stratigrafia locale costituita da un unico strato. In verde il profilo del terreno, in blu l'andamento della falda desunto dalle trincee esplorative, in rosso la superficie con fattore di sicurezza minimo, in grigio le altre nove superfici coi valori più bassi, su un totale di 10.000 superfici calcolate. Sono riportate inoltre le caratteristiche geotecniche dell'unico terreno, che corrispondono ai valori desunti dalle analisi di laboratorio geotecnico sui terreni coinvolti nel dissesto.

Nonostante l'utilizzo dei parametri più scadenti e con le assunzioni cautelative di cui sopra, il fattore di sicurezza minimo del pendio è risultato sempre maggiore di 1,1, ovvero $F_{s\min} \approx 1,15$.

Ulteriori verifiche, eseguite ipotizzando una stratigrafia più dettagliata e simile a quella reale, porterebbero quindi a valori di F_s sempre maggiori rispetto a quelli risultanti da questa

verifica, che presuppone condizioni decisamente peggiori di quelle effettive.

Si può, pertanto, assumere che il pendio, nelle condizioni attuali, può ritenersi complessivamente stabile; i fenomeni rilevati sono ascrivibili a condizioni locali legate agli effetti dei terrazzamenti realizzati in loco, in corrispondenza delle scarpate in materiale di riporto, non adeguatamente compattato.

A conferma di questa interpretazione è stata fatta un'ulteriore simulazione (cfr. figura 7.3) ponendo un primo strato dello spessore di 4-5 m a cui sono stati attribuiti i parametri scadenti di cui sopra, sovrapposto ad uno strato di spessore illimitato di caratteristiche solo leggermente migliori del sovrastante (assunzione ancora molto prudente), cui si è attribuito solo un modesto aumento di coesione, per differenziarlo dallo strato superiore. Si è ipotizzato inoltre che la falda idrica arrivi al piano campagna, ma interessi solo lo strato superficiale (falda sospesa) mentre i terreni sottostanti sono stati considerati impermeabili (assunzione legittima in quanto il substrato roccioso di origine vulcanica è sostanzialmente impermeabile). In questo modo si è massimizzato l'effetto della saturazione dei terreni superficiali.

Software by Dr.Geol. L.Borselli – www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 30/5/2023

Località : Montecchio Precalcino

Descrizione : Profilo 1 – due strati – falda sospesa su strato superiore fino a piano campagna
[n] = N. strato o lente

Modello di calcolo : Morgenstern – Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 0.9470

Range Fs : 0.9470 0.9674

Differenza % Range Fs : 2.10

Coefficiente Sismico orizzontale – Kh: 0.1480

Coefficiente Sismico verticale – Kv: 0.0740

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici – N.: 10000

Lunghezza media segmenti (m) : 4.7

Range X inizio generazione : 2.4 – 108.4

Range X termine generazione : 14.1 – 115.4

Livello Y minimo considerato : 75.0

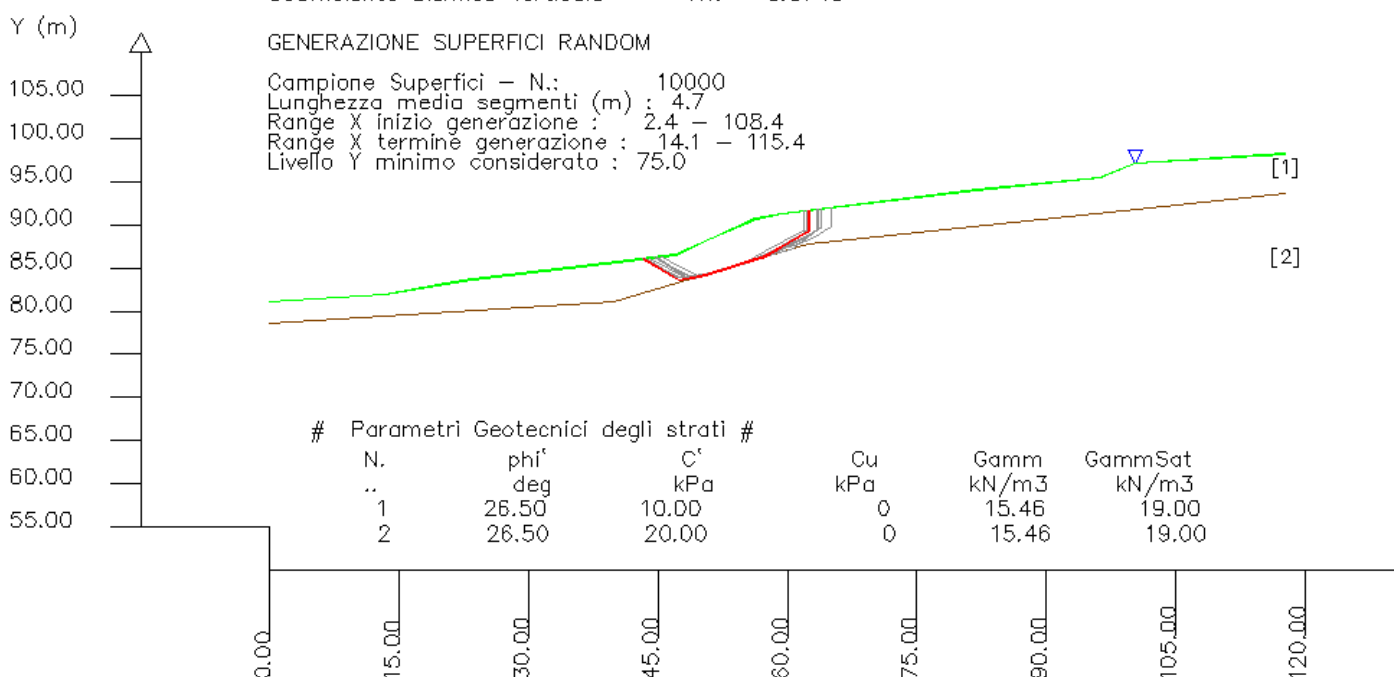


Figura 7.3: Rappresentazione grafica dell'analisi di stabilità eseguita lungo il profilo 1, **in condizioni sismiche**, considerando la stratigrafia locale costituita da due strati, di cui quello inferiore dotato di caratteristiche solo lievemente migliori di quello superiore, al quale sono stati attribuiti i parametri scadenti del corpo di frana, derivati dalle analisi di laboratorio. La falda idrica arriva fino al piano campagna e interessa solo lo strato 1. In verde il profilo del terreno, in rosso la superficie con fattore di sicurezza minimo, in grigio le altre nove superfici coi valori più bassi, su un totale di 10.000 superfici calcolate. Sono riportate inoltre le caratteristiche geotecniche dei due terreni considerati.

La simulazione così eseguita, sempre in condizioni sismiche, ha portato allo sviluppo di superfici di rottura con fattore di sicurezza minimo $F_{s_{min}} = 0,947$, proprio in corrispondenza della scarpata artificiale determinata dal terrazzamento e che ha manifestato segni di dissesto. Si conferma, pertanto, l'ipotesi di cui sopra, che consente di ascrivere i fenomeni osservati a situazioni assimilabili a *creeping* superficiale, risolvibili migliorando le condizioni di drenaggio dei terreni superficiali ed eventualmente la loro compattazione.

Un'ulteriore analisi, con le medesime assunzioni su stratigrafia, falda e caratteristiche geotecniche dei terreni è stata eseguita anche in condizioni statiche (cfr. fig. 7.4).; dalla quale è emerso che in assenza di sisma, il versante risulta stabile in quanto il valore di $F_{s_{min}} > 1,1$ ovvero $F_{s_{min}} \approx 1,4$.

Software by Dr.Geol. L.Borselli – www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 30/5/2023

Località : Montecchio Precalcino

Descrizione : Profilo 1 – due strati – falda sospesa fino pc – no sisma
[n] = N. strato o lente

Modello di calcolo : Morgenstern – Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR F_s

F_s minimo : 1.3997

Range F_s : 1.3997 1.4369

Differenza % Range F_s : 2.59

Coefficiente Sismico orizzontale – K_h : 0.0000

Coefficiente Sismico verticale – K_v : 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici – N.: 10000

Lunghezza media segmenti (m) : 4.7

Range X inizio generazione : 2.4 – 108.4

Range X termine generazione : 14.1 – 115.4

Livello Y minimo considerato : 75.0

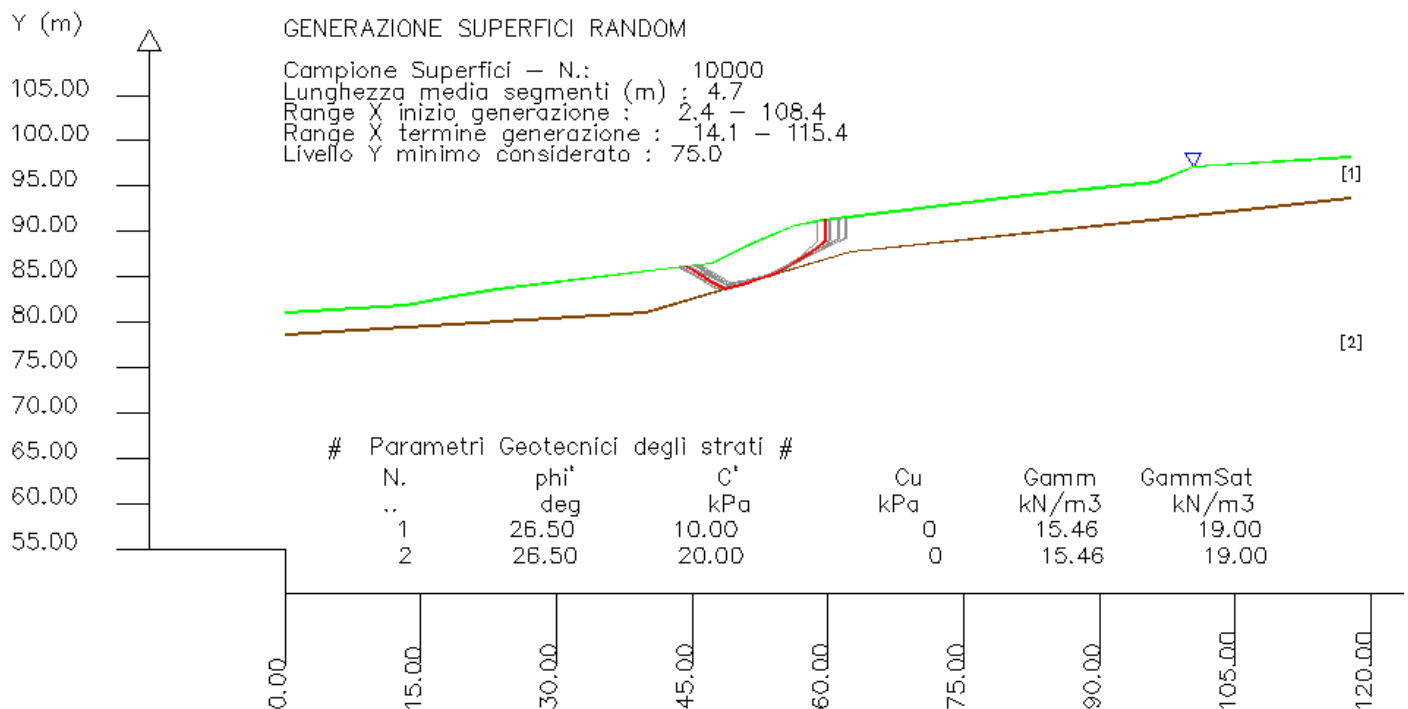


Figura 7.4: Rappresentazione grafica dell'analisi di stabilità eseguita lungo il profilo1, **in condizioni statiche**, considerando la stratigrafia locale costituita da due strati, di cui quello inferiore dotato di caratteristiche solo lievemente migliori di quello superiore, al quale sono stati attribuiti i parametri scadenti del corpo di frana, derivati dalle analisi di laboratorio. La falda idrica arriva fino al piano campagna e interessa solo lo strato 1. In verde il profilo del terreno, in rosso la superficie con fattore di sicurezza minimo, in grigio le altre nove superfici coi valori più bassi, su un totale di 10.000 superfici calcolate. Sono riportate inoltre le caratteristiche geotecniche dei due terreni considerati.

Alla luce dei risultati delle simulazioni ottenuti lungo il profilo n.1, confrontandolo con la morfologia del profilo n. 2, dotato di pendenza naturale uniforme e regolare (ovvero privi dei

terrazzamenti presenti lungo il profilo n.1) e del tutto analoga, se non inferiore, a quella del profilo n. 1, si è ritenuta superflua l'esecuzione di ulteriori analisi di stabilità.

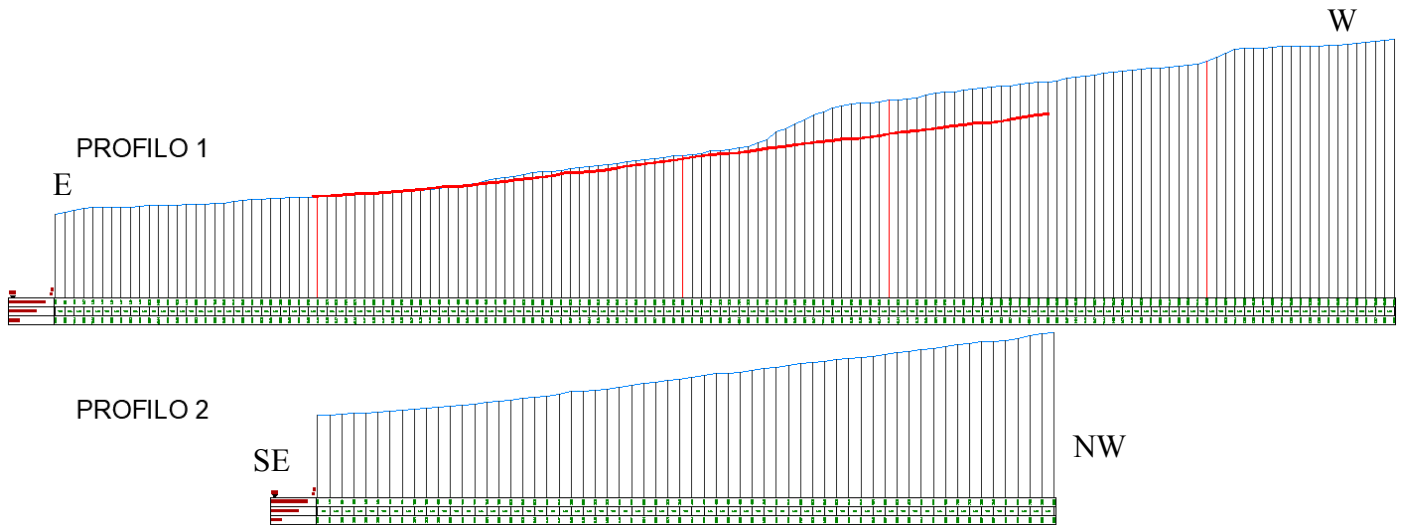


Figura 7.5: Confronto tra le morfologie dei profili 1 e 2; in rosso, sul profilo 1 si è riportato il profilo 2, inserendolo nella zona dove le analisi di stabilità hanno individuato le superfici con i fattori di sicurezza più bassi. La pendenza del profilo 2 è paragonabile, se non leggermente inferiore a quella del profilo 1, e non presenta i cambi di pendenza responsabili dei dissesti lungo il profilo 1, di conseguenza le condizioni di stabilità lungo questo secondo profilo sono da ritenersi sicuramente migliori.

Si è infatti dimostrato che il fenomeno di dissesto che caratterizza il profilo 1 è di tipo superficiale, legato ai cambi di pendenza determinati dalla realizzazione di terrazzamenti. Le condizioni di rottura sono superficiali e legate alla presenza contemporanea di saturazione dei terreni superficiali e fenomeni sismici.

Il profilo n.2, privo delle discontinuità dei terrazzamenti, privo di falda, in quanto le trincee esplorative (cfr. descrizioni trincee T4, T5 e T6) ne hanno verificato l'assenza, dotato di pendenza media lievemente inferiore a quella del profilo n.1, si trova in condizioni di stabilità decisamente migliori rispetto a quelle indicate per la prima simulazione relativa al profilo 1 (cfr. fig. 7.2), per la quale il fattore di sicurezza minimo è già maggiore di 1,1.

8 CONCLUSIONI

Il presente elaborato è stato redatto per conto del Dott. Geol. Francesco Marinoni, nell'ambito dello studio di microzonazione sismica di livello 3 del Comune di Montecchio Precalcino (VI). In particolare, trattasi di un approfondimento geologico reso necessario per la presenza di un fenomeno di dissesto localizzato cartografato all'interno della "Carta geomorfologica" del P.A.T.I - Terre di Pedemontana Vicentina.

Lo studio analizza le condizioni di stabilità di un pendio debolmente inclinato verso SE prospiciente via Roma all'interno del quale è stato cartografato, nella tavola geomorfologica del PATI Terre di Pedemontana Vicentina, un fenomeno di dissesto.

A tale scopo sono state eseguite n.° 6 trincee esplorative, con prelievo di un campione rimaneggiato sul quale eseguire le prove di laboratorio per la determinazione dei parametri geotecnici, e delle indagini geofisiche, al fine di ricostruire la stratigrafia del sito ed eseguire un'analisi di stabilità globale del versante.

Si sottolinea come il rilievo di campagna abbia constatato la presenza di un fenomeno di dissesto superficiale in corrispondenza del terrazzamento più alto del pendio, che presenta un ribassamento lungo il ciglio orientale e due piccole nicchie affiancate in corrispondenza della scarpata che lo delimita verso valle, a testimonianza di un cedimento localizzato dei terreni. Allo stato attuale, non si riscontrano ulteriori evidenze di fenomeni di dissesto all'interno del sito, soprattutto in corrispondenza della nicchia di frana cartografata nella carta del PATI, pertanto, si propende per ricondurre il grafo sopraccitato alla nicchia visibile sulla sommità del pendio, in corrispondenza del primo terrazzamento.

Si sottolinea come tutto il versante sia stato oggetto di rimodellazione superficiale a scopi agricoli, dato il profilo attuale a gradoni terrazzati, questo, da un lato oblitera la morfologia originale, mascherando eventuali segni di dissesto passato, dall'altro giustifica il possibile minor grado di addensamento e coesione dei terreni in corrispondenza delle scarpate dei terrazzamenti stessi, in quanto trattasi di materiali rimaneggiati e meno compattati.

A conferma di quanto sopra esposto sono state eseguite le analisi di stabilità del pendio, considerando la sezione geologica interpretativa desunta dalle indagini svolte e attribuendo ai terreni sede di possibile dissesto i parametri geotecnici desunti dalle analisi di laboratorio.

In estrema sintesi, si osserva come:

- in condizioni statiche, in assenza di sisma, con la falda sino a piano campagna (ovvero terreni saturi), il versante risulta stabile in quanto il valore di $F_{s_{min}} > 1,1$ ovvero $F_{s_{min}} \approx 1,4$.
- in condizioni sismiche e terreni saturi, si generino delle superfici di rottura con fattore di sicurezza minimo $F_{s_{min}} = 0,947$, proprio in corrispondenza della scarpata artificiale del terrazzamento sommitale, che ha manifestato segni di dissesto.

Si conferma, pertanto, l'ipotesi che i fenomeni osservati siano ascrivibili a situazioni di *creeping* superficiale, risolvibili migliorando le condizioni di drenaggio dei terreni superficiali ed eventualmente la loro compattazione. SI precisa che, laddove le pendenze sono inferiori, non si sviluppano superfici di scivolamento.

Fanno parte integrante del seguente elaborato i seguenti allegati:

- ✓ Allegato 2.1: Profilo geologico interpretativo
- ✓ Allegato 2.2: Report prove di laboratorio eseguite sul campione rimaneggiato prelevato all'interno della trincea 2
- ✓ Allegato 2.3: Report numerico delle analisi di stabilità eseguite lungo il profilo 1

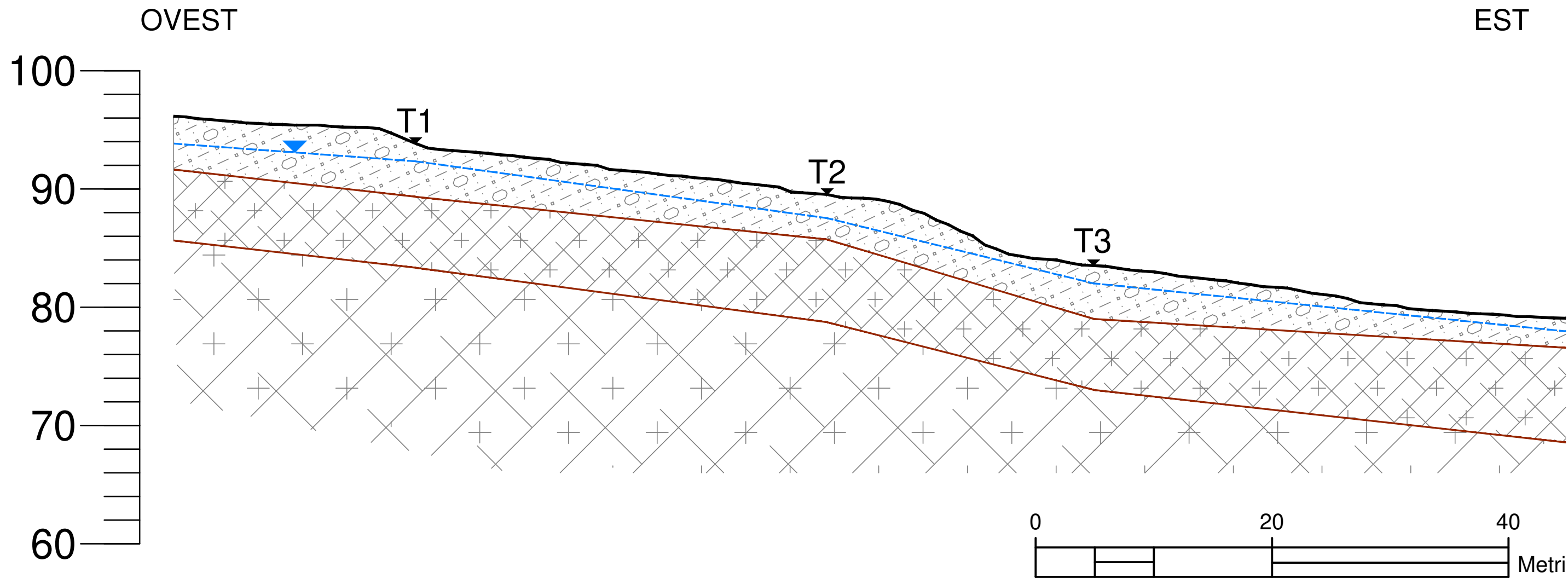
Dott. Geol. Daniela Grigoletto



ALLEGATO 2.1

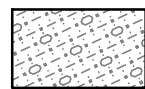
PROFILO GEOLOGICO INTERPRETATIVO

PROFILO GEOLOGICO INTERPRETATIVO



m s.l.m.

LEGENDA



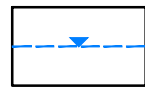
depositi eluviali e colluviali
prevalentemente argillosi



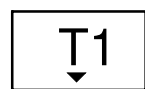
cappellaccio di alterazione del substrato
roccioso vulcanico



substrato roccioso vulcanico
fratturato e alterato



andamento falda idrica superficiale



posizione delle trincee esplorative

ALLEGATO 2.2

REPORT PROVE DI LABORATORIO
ESEGUITE SU CAMPIONE RIMANEGGIATO PRELEVATO
ALL'INTERNO DELLA TRINCEA 2

Commessa n.	10723
-------------	-------

Verbale di accettazione n.	07123 del 05/04/23
Committente:	Dolomiti Engineering Studio Associato Galleria Roma, 10 35020 – Albignasego (PD)
Cantiere:	Montecchio Precalcino (VI)
Tipologia di prove richieste:	Analisi di laboratorio
Data consegna campioni:	05/04/23
Prove di laboratorio richieste da:	Dott.ssa Geol. Daniela Grigoletto

Data esecuzione prove	05-07/04/23	Data emissione documento	07/04/23
-----------------------	-------------	--------------------------	----------

Per Vostro incarico, ricevuto tramite la Dott.ssa Geol. Daniela Grigoletto, abbiamo eseguito analisi di laboratorio su n. 1 campione rimaneggiato consegnato presso la nostra sede il 05/04/23.

Seguendo il programma di prove predisposto dalla Dott.ssa Geol. Daniela Grigoletto, sui campioni consegnati sono state eseguite le seguenti prove:

- Classificazione geotecnica visiva
- Contenuto naturale d'acqua
- Massa volumica
- Determinazione dei limiti di Atterberg
- Analisi granulometrica per setacciatura
- Taglio diretto consolidato e drenato CD

I risultati delle prove eseguite sono riportati nei rapporti di prova allegati.

CERTIFICATI EMESSI

Identificativo campione/prova	Tipo di prova	n. certificati
TR2-1	Classificazione geotecnica visiva	136627
	Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)	136628
	Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2)	136629
	Limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12)	136630
	Granulometria (ASTM D 422)	136631
	Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)	136632

Ponte San Nicolò, 14 Aprile 2023

Dott. Geol. Pietro Daminato

Direttore Laboratorio

CERTIFICATO N° 136627

pag. 1/1

emesso il 07/04/23

Verbale di Accettazione n. 10723

data ricevimento campione 05/04/23

data prova 05/04/23

COMMITTENTE: Dolomiti Engineering Studio Associato - Albignasego (PD)

CANTIERE: Montecchio Precalcino (VI)

Sond./Prel.: **TR2**

Campione: **1**

Prof.: **1,20**

CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

Tipologia campione: rimaneggiato contenuto in sacchetto

Classificazione geotecnica: argilla con limo marrone-rossastra
presenza di elementi rocciosi frantumabili

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **A7-5**

Ig **16**

Classificazione USCS: **ND**

Prove eseguite: - umidità naturale
- massa volumica naturale
- limiti di Atterberg
- granulometria per setacciatura
- taglio diretto CD

legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI
UNI 11531-1
USCS

Sperimentatore
Dott. L. Stimamiglio

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° 136628

pag. 1/1

emesso il 07/04/23

Verbale di Accettazione n. 10723

data ricevimento campione 05/04/23

data prova 05/04/23

COMMITTENTE: Dolomiti Engineering Studio Associato - Albignasego (PD)

CANTIERE: Montecchio Precalcino (VI)

Sond./Prel.: **TR2**Campione: **1**Prof.: **1,20****CONTENUTO D'ACQUA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Classificazione geotecnica: argilla con limo marrone-rossastra

	prov. 1	prov. 2
id.tara	---	---
massa umida lorda	g 881,92	g 751,46
massa secca lorda	g 681,82	g 596,58
tara	g 310,51	g 305,61
W%	53,890	W% 53,229

media

W % 53,6

note:

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **136629**

pag. 1/1

emesso il 07/04/23

Verbale di Accettazione n. 10723

data ricevimento campione 05/04/23

data prova 06/04/23

COMMITTENTE: Dolomiti Engineering Studio Associato - Albignasego (PD)

CANTIERE: Montecchio Precalcino (VI)

Sond./Prel.: **TR2**Camp.: **1**Prof.: **1,20****MASSA VOLUMICA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Classificazione geotecnica: argilla con limo marrone-rossastra

		prov. 1		prov. 2
diametro	mm	60,3	mm	60,3
altezza	mm	29,4	mm	29,4
massa lorda	g	299,17	g	300,04
tara	g	167,23	g	167,23
massa netta	g	131,94	g	132,81
	ρ Mg/m ³	1,571	ρ Mg/m ³	1,582
	ρ kN/m ³	15,41	ρ kN/m ³	15,51

	media
ρ Mg/m ³	1,580
ρ kN/m ³	15,46

note:

eseguito con il metodo della fustella tarata su campione ricostruito con addensamento manuale medio

Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° 136630

pag. 1/1

emesso il 07/04/23

Verbale di Accettazione n. 10723

data ricevimento campione 05/04/23

data prova 07/04/23

COMMITTENTE: Dolomiti Engineering Studio Associato - Albignasego (PD)

CANTIERE: Montecchio Precalcino (VI)

Sond./Prel.: **TR2**Campione: **1**Prof.: **1,20****LIMITI DI ATTERBERG**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Classificazione geotecnica: argilla con limo marrone-rossastra

Provino: terreno naturale

Metodo di prova WL: Cucchiaino di Casagrande

LIMITE DI LIQUIDITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	14	61	26
massa umida lorda	g 23,710	26,842	27,419
massa secca lorda	g 19,039	21,157	21,882
tara	g 12,684	13,070	13,765
numero colpi	16	26	35
WL%	73,50	70,30	68,21

WL % 71**LIMITE DI PLASTICITA'**

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	67	56	8
massa umida lorda	g 15,818	16,664	15,007
massa secca lorda	g 14,948	15,636	14,330
tara	g 12,876	13,186	12,709
WP%	41,99	41,96	41,76

WP % 42**INDICE DI PLASTICITA'****IP 29**

w%

Indice di consistenza (I_c)

cucchiaino Casagrande Controls n° 87121946

note:

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° 136631

pag. 1/1

emesso il 07/04/23

Verbale di Accettazione n. 10723

data ricevimento campione 05/04/23

data prova 07/04/23

COMMITTENTE: Dolomiti Engineering Studio Associato - Albignasego (PD)

CANTIERE: Montecchio Precalcino (VI)

Sond.: TR2

Camp.: 1

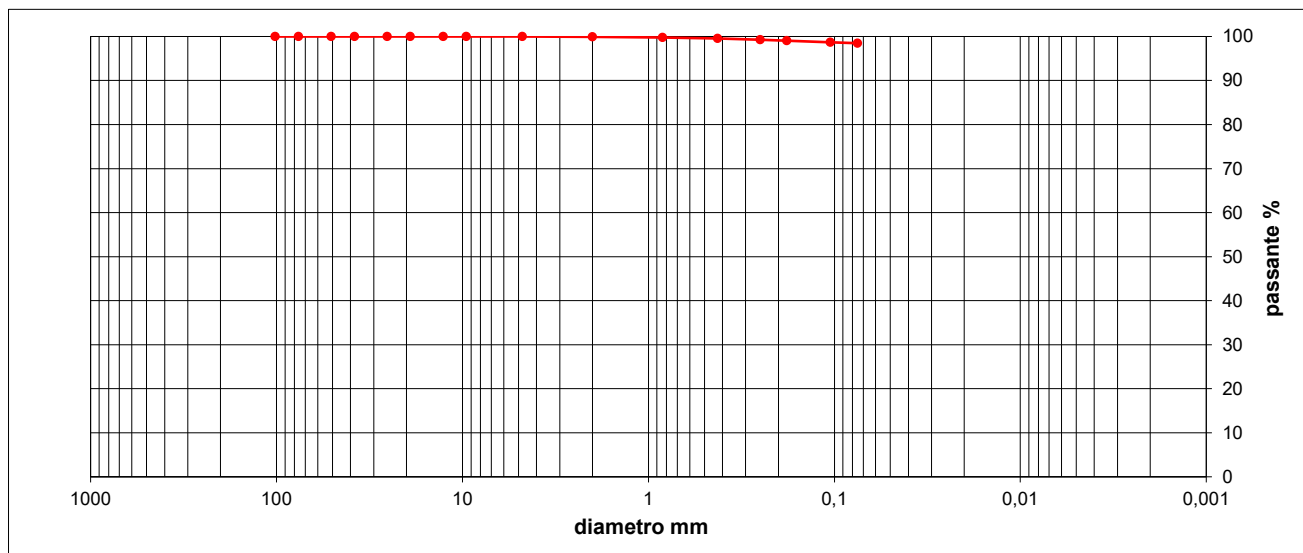
Prof.: 1,20

ANALISI GRANULOMETRICA

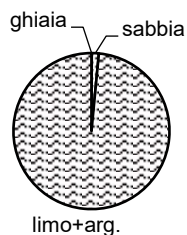
(norma: ASTM D 422)

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	100,00
3/4"	19,10	0,00	100,00
1/2"	12,70	0,00	100,00
3/8"	9,52	0,00	100,00

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,76	0,00	100,00
No. 10	2,00	0,06	99,94
No. 20	0,84	0,17	99,76
No. 40	0,43	0,24	99,52
No. 60	0,25	0,25	99,28
No. 80	0,18	0,20	99,08
No. 140	0,105	0,37	98,70
No. 200	0,075	0,23	98,48



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	< 0,075 mm
0,00	0,00	0,00	0,06	0,31	0,49	0,66	98,48



classificazione geotecnica: argilla con limo marrone-rossastra

UNI 11531-1 **A7-5**lg **16**USCS **---**Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

CERTIFICATO N° 136632

pag. 1/2 emesso il 07/04/23

Verbale di Accettazione n. 10723 data ricevimento campione 05/04/23 data prova 06/04/23

COMMITTENTE: Dolomiti Engineering Studio Associato - Albignasego (PD)

CANTIERE: Montecchio Precalcino (VI)

Sond./Prel.: **TR2**Campione: **1**Prof.: **1,20****PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Tipo di prova: C.D. Consolidata Drenata con cella circolare di Casagrande

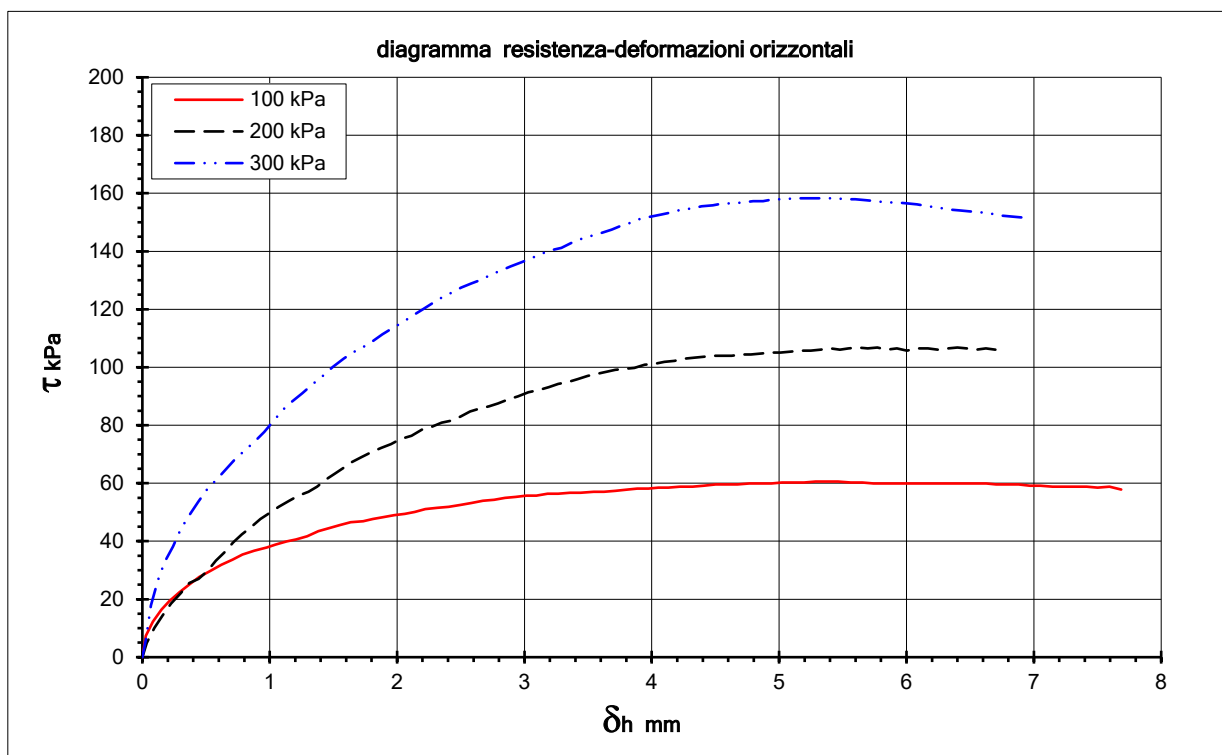
Classificazione geotecnica: argilla con limo marrone-rossastra

Provinci: provini ricostruiti con materiale < 6,0 mm e con addensamento manuale medio

σ_v kPa	γ_i kN/m ³	wi %	hc mm	γ_f kN/m ³
100	15,31	45,3	28,88	15,59
200	15,51	45,3	28,10	16,23
300	15,41	45,3	27,80	16,30

dimensioni del provino: ϕ : 60.0 mm
h: 29,4 mm
area: 2856 mm²

velocità di prova: 0,008 mm/min



Strumentazione

DS1 n° B33932; DS2 n° B01000; DS3 n° 110283

Sperimentatore

Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio:

Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

CERTIFICATO N° **136632**

pag. 2/2

emesso il 07/04/23

Verbale di Accettazione n. 10723

data ricevimento campione 05/04/23

data prova 06/04/23

COMMITTENTE: Dolomiti Engineering Studio Associato - Albignasego (PD)

CANTIERE: Montecchio Precalcino (VI)

Sond./Prel.: **TR2**Campione: **1**Prof.: **1,20**

Provino 1		100 kPa	
mm	kPa	mm	kPa
0,00	0,00	3,98	58,13
0,03	7,35	4,05	58,48
0,08	12,26	4,13	58,48
0,15	16,46	4,22	58,83
0,21	19,26	4,32	58,83
0,29	22,41	4,41	59,18
0,37	25,21	4,50	59,53
0,45	27,66	4,59	59,53
0,53	29,76	4,67	59,53
0,62	31,87	4,77	59,88
0,71	33,62	4,85	59,88
0,79	35,37	4,94	59,88
0,88	36,77	5,02	60,23
0,98	37,82	5,11	60,23
1,05	38,87	5,20	60,23
1,13	39,92	5,29	60,58
1,21	40,62	5,38	60,58
1,29	41,67	5,46	60,58
1,38	43,42	5,56	60,23
1,46	44,47	5,65	60,23
1,55	45,52	5,74	59,88
1,64	46,57	5,82	59,88
1,73	46,92	5,91	59,88
1,81	47,62	5,99	59,88
1,90	48,32	6,08	59,88
1,98	49,02	6,17	59,88
2,06	49,37	6,26	59,88
2,14	50,07	6,35	59,88
2,22	51,12	6,44	59,88
2,32	51,47	6,53	59,88
2,41	51,82	6,63	59,88
2,50	52,53	6,70	59,53
2,58	53,23	6,79	59,53
2,67	53,93	6,88	59,53
2,76	54,28	6,97	59,18
2,85	54,98	7,05	59,18
2,93	55,33	7,15	58,83
3,02	55,68	7,23	58,83
3,09	55,68	7,32	58,83
3,18	56,38	7,42	58,83
3,27	56,38	7,50	58,48
3,36	56,73	7,59	58,83
3,44	56,73	7,69	57,78
3,54	57,08		
3,62	57,08		
3,72	57,43		
3,81	57,78		
3,89	58,13		

Provino 2		200 kPa	
mm	kPa	mm	kPa
0,00	0,00	3,50	97,00
0,04	4,90	3,56	97,70
0,09	10,15	3,64	98,40
0,16	14,36	3,71	99,10
0,23	18,56	3,79	99,45
0,30	22,06	3,86	99,80
0,37	25,56	3,94	100,85
0,44	26,96	4,02	101,20
0,51	29,76	4,10	101,90
0,58	33,27	4,18	102,25
0,65	36,42	4,26	102,95
0,71	39,57	4,33	103,30
0,78	42,37	4,41	103,65
0,85	44,82	4,48	104,00
0,93	47,62	4,55	104,00
1,00	49,72	4,63	104,00
1,07	51,82	4,71	104,35
1,15	53,93	4,78	104,35
1,23	55,68	4,86	104,70
1,30	57,08	4,94	105,05
1,37	58,83	5,01	105,05
1,44	61,28	5,09	105,40
1,51	63,38	5,17	105,75
1,57	65,13	5,25	105,75
1,64	67,23	5,33	106,10
1,72	68,98	5,40	106,45
1,80	70,73	5,48	106,10
1,88	72,13	5,55	106,45
1,95	73,54	5,62	106,80
2,03	75,29	5,70	106,45
2,11	76,34	5,77	106,80
2,19	78,44	5,84	106,10
2,27	79,49	5,92	106,45
2,35	80,89	6,00	105,75
2,42	81,59	6,09	106,45
2,50	82,99	6,17	106,45
2,57	84,74	6,25	106,10
2,65	85,79	6,33	106,45
2,72	86,49	6,40	106,80
2,79	87,54	6,47	106,45
2,88	88,94	6,55	106,10
2,95	89,99	6,62	106,45
3,03	91,39	6,70	106,10
3,11	92,09		
3,19	93,14		
3,27	94,19		
3,34	94,90		
3,42	95,95		

Provino 3		300 kPa	
mm	kPa	mm	kPa
0,00	0,00	3,53	145,32
0,03	5,95	3,61	146,37
0,07	17,86	3,69	147,42
0,12	26,61	3,76	148,82
0,17	32,92	3,84	149,87
0,24	38,17	3,92	151,27
0,30	44,12	4,00	151,97
0,37	49,02	4,07	152,67
0,44	53,58	4,16	153,37
0,51	57,78	4,24	154,42
0,58	61,28	4,31	154,77
0,66	64,78	4,39	155,47
0,73	68,28	4,48	155,82
0,81	71,43	4,56	156,52
0,88	74,24	4,64	156,52
0,96	77,74	4,71	156,87
1,03	81,24	4,80	157,23
1,11	85,44	4,87	157,23
1,18	88,24	4,96	157,93
1,26	91,04	5,04	157,93
1,34	94,19	5,12	158,28
1,42	97,00	5,20	158,28
1,50	100,15	5,28	158,28
1,58	102,95	5,36	158,28
1,65	105,05	5,45	158,28
1,73	106,80	5,52	157,93
1,81	108,90	5,60	157,93
1,89	111,35	5,68	157,58
1,96	113,45	5,76	157,23
2,05	115,56	5,84	156,87
2,12	117,66	5,92	156,87
2,19	119,76	6,01	156,52
2,27	121,86	6,08	156,17
2,35	123,96	6,17	155,47
2,43	125,71	6,25	155,12
2,50	127,46	6,33	154,42
2,58	128,86	6,42	154,07
2,66	130,26	6,50	153,72
2,74	132,01	6,59	153,37
2,82	133,41	6,66	153,02
2,89	134,81	6,74	152,32
2,98	136,22	6,83	151,97
3,06	137,62	6,91	151,62
3,13	139,02		
3,21	140,42		
3,29	141,12		
3,37	142,87		
3,45	144,27		

Sperimentatore: Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio: Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

COMMITTENTE: Dolomiti Engineering Studio Associato - Albignasego (PD)

CANTIERE: Montecchio Precalcino (VI)

Sond./Prel.: **TR2**Camp.: **1**Prof.: **1,20****PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Tipo di prova: C.D. Consolidata Drenata con cella circolare di Casagrande

natura del terreno: argilla con limo marrone-rossastra

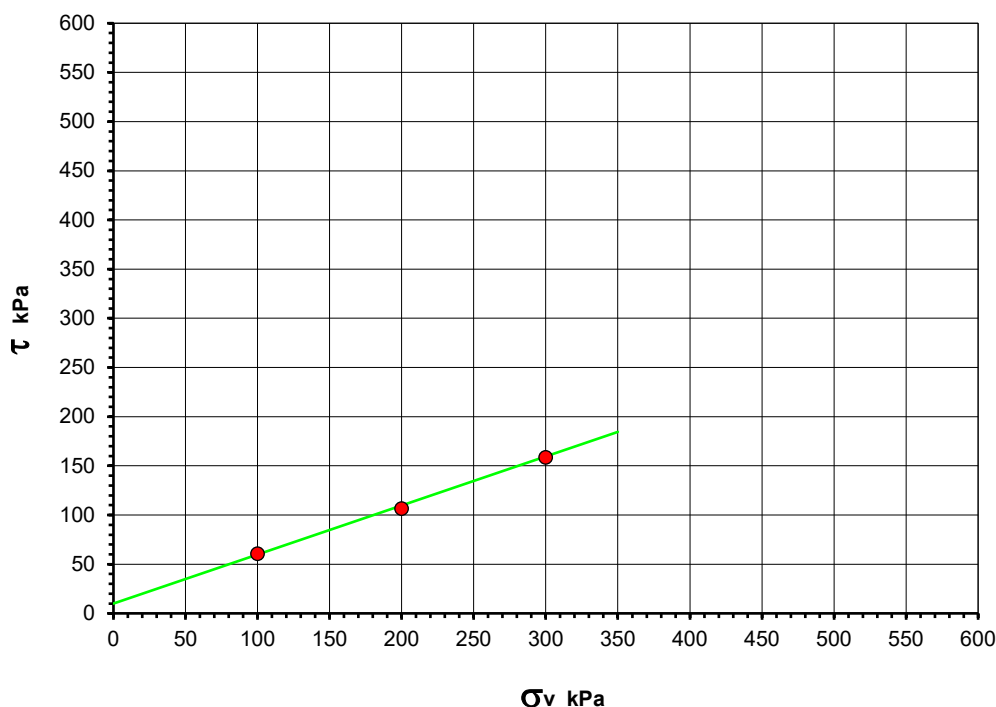
tipo di campione: provini ricostruiti con materiale < 6,0 mm e con addensamento manuale medio

dimensioni del provino: ϕ : 60.0 mm h: 29,4 mm area: 2856 mm²

velocità di prova: 0,008 mm/min

data di prova: 06.04.23

σ_v kPa	τ kPa	def. mm	γ_i kN/m ³	w _i %	h _c mm	γ_f kN/m ³
100	60,6	5,29	15,31	45,3	28,88	15,59
200	106,6	5,84	15,51	45,3	28,10	16,23
300	158,5	5,28	15,41	45,3	27,80	16,30

INTERPRETAZIONE DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO $\phi' = 26,5$ gradi $c' = 10$ kPa**diagramma resistenza-pressione verticale**

ALLEGATO 2.3

REPORT NUMERICO DELLE ANALISI DI STABILITÀ ESEGUITE LUNGO IL PROFILO 1

Report elaborazioni

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 12007

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: H:\PIERA\Attivi_2023\10GEO2305_Montecchio precalcino\07SSAP\bistrato-falda_sospesaPC.txt

Data: 30/5/2023

Localita' : Montecchio Precalcino

Descrizione: Profilo 1- due strati - falda sospesa su strato superiore fino a piano campagna

Modello pendio: modello_bistrato_faldaPC.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	81.10	0.00	78.60	-	-	-	-
13.31	81.91	39.94	81.04	-	-	-	-
19.46	82.98	62.47	87.75	-	-	-	-
23.55	83.65	97.29	91.37	-	-	-	-
43.01	86.01	117.77	93.68	-	-	-	-
47.11	86.51	-	-	-	-	-	-
51.20	88.46	-	-	-	-	-	-
56.32	90.71	-	-	-	-	-	-
59.40	91.25	-	-	-	-	-	-
81.93	94.02	-	-	-	-	-	-
96.26	95.49	-	-	-	-	-	-
100.36	97.13	-	-	-	-	-	-
117.77	98.18	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	81.10
13.31	81.91
19.46	82.98
23.55	83.65
43.01	86.01
47.11	86.51
51.20	88.46
56.32	90.71
59.40	91.25
81.93	94.02
96.26	95.49
100.36	97.13
117.77	98.18

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

STRATO 2

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0
Coefficiente K 0.000800
Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01
Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00
Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA
STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat
STRATO 1	26.50	10.00	0.00	15.46	19.00
STRATO 2	26.50	20.00	0.00	15.46	19.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
C` _____ Coesione efficace (in Kpa)
Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)
Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)
STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)
---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek

(2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)
GSI _____ Geological Strenght Index ammasso (adimensionale)
mi _____ Indice litologico ammasso (adimensionale)
D _____ Fattore di disturbo ammasso (adimensionale)
Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per

ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al. (2002, 2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al. (2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997, 2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 4.7 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 2.36 108.35

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 75.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 14.13 115.41

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0, Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.1480

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0740

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS)	0.9470	- Min. -	X	Y	Lambda=	0.5553
			43.36	86.05		
			46.29	84.28		
			47.41	83.60		
			49.86	84.06		
			52.70	84.86		
			54.75	85.49		
			57.51	86.33		
			60.15	87.93		

62.47 89.32
62.47 91.63

Fattore di sicurezza (FS)	0.9532	- N.2 --	X	Y	Lambda=	0.5562
			44.54	86.20		
			48.20	83.98		
			51.25	84.47		
			55.08	85.64		
			57.80	86.48		
			60.11	87.66		
			63.36	89.32		
			63.63	89.46		
			63.63	91.77		

Fattore di sicurezza (FS)	0.9542	- N.3 --	X	Y	Lambda=	0.5503
			44.51	86.19		
			46.57	85.11		
			48.68	84.00		
			51.08	84.38		
			54.45	85.42		
			56.39	86.01		
			60.06	87.77		
			62.29	89.35		
			62.29	91.61		

Fattore di sicurezza (FS)	0.9562	- N.4 --	X	Y	Lambda=	0.5526
			44.86	86.24		
			46.95	85.02		
			48.82	83.92		
			49.99	84.04		
			51.88	84.63		
			53.98	85.27		
			56.33	86.00		
			57.97	86.51		
			59.78	87.32		
			61.76	89.01		
			62.24	89.41		
			62.24	91.60		

Fattore di sicurezza (FS)	0.9586	- N.5 --	X	Y	Lambda=	0.5649
			44.06	86.14		
			48.39	83.78		
			51.35	84.50		
			53.24	85.04		
			57.17	86.26		
			60.67	87.74		
			62.21	88.68		
			63.47	89.45		
			63.47	91.75		

Fattore di sicurezza (FS)	0.9631	- N.6 --	X	Y	Lambda=	0.5420
			43.62	86.08		
			45.57	84.98		
			47.33	83.99		
			49.23	83.81		
			51.27	84.47		
			53.85	85.31		
			55.41	85.82		
			57.40	86.88		
			59.66	88.09		
			60.64	88.61		
			61.88	89.28		
			61.88	91.56		

Fattore di sicurezza (FS)	0.9651	- N.7 --	X	Y	Lambda=	0.5381
			43.15	86.03		
			45.10	84.96		
			47.12	83.86		
			49.91	84.08		
			53.24	85.03		

56.87	86.15
60.29	88.13
62.36	89.32
62.36	91.61

Fattore di sicurezza (FS)	0.9661	- N.8 --	X	Y	Lambda=	0.5446
			44.53	86.19		
			46.38	85.07		
			47.81	84.21		
			49.80	84.01		
			51.87	84.62		
			53.49	85.10		
			54.88	85.52		
			56.93	86.12		
			58.95	86.72		
			60.34	87.13		
			62.25	88.48		
			63.61	89.44		
			63.86	89.66		
			63.86	91.80		

Fattore di sicurezza (FS)	0.9672	- N.9 --	X	Y	Lambda=	0.5537
			45.34	86.29		
			46.38	85.73		
			47.80	84.96		
			49.73	84.12		
			51.76	84.61		
			52.68	84.86		
			54.76	85.50		
			57.13	86.48		
			59.51	87.63		
			61.21	88.66		
			62.28	89.30		
			62.28	91.60		

Fattore di sicurezza (FS)	0.9674	- N.10 --	X	Y	Lambda=	0.5674
			44.53	86.20		
			46.22	85.28		
			47.39	84.64		
			48.80	83.87		
			50.43	84.18		
			52.52	84.82		
			53.75	85.20		
			56.02	85.90		
			57.32	86.38		
			59.14	87.06		
			60.75	87.65		
			62.91	88.46		
			63.70	88.93		
			65.05	89.74		
			65.05	91.94		

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR (kN/m)	FTA (kN/m)	Bilancio (kN/m)	ESITO
1	0.947	496.7	524.5	-132.7	Deficit
2	0.953	497.4	521.8	-128.8	Deficit
3	0.954	465.0	487.3	-119.8	Deficit
4	0.956	466.5	487.9	-118.9	Deficit
5	0.959	509.2	531.2	-128.2	Deficit
6	0.963	468.2	486.1	-115.1	Deficit
7	0.965	495.0	512.9	-120.5	Deficit
8	0.966	518.8	537.0	-125.6	Deficit
9	0.967	446.9	462.1	-107.6	Deficit
10	0.967	541.8	560.1	-130.3	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -132.7

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento
FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi ' (°)	(c',Cu) (kPa)
43.362	0.263	-31.17	0.51	0.52	0.94	26.50	10.00
43.625	0.263	-31.17	1.53	0.52	2.81	26.50	10.00
43.887	0.263	-31.17	2.56	0.52	4.68	26.50	10.00
44.150	0.263	-31.17	3.58	0.52	6.55	26.50	10.00
44.412	0.263	-31.17	4.60	0.52	8.43	26.50	10.00
44.675	0.263	-31.17	5.62	0.52	10.30	26.50	10.00
44.937	0.263	-31.17	6.65	0.52	12.17	26.50	10.00
45.200	0.263	-31.17	7.67	0.52	14.25	26.50	10.00
45.463	0.263	-31.17	8.69	0.52	16.22	26.50	10.00
45.725	0.263	-31.17	9.71	0.52	18.07	26.50	10.00
45.988	0.263	-31.17	10.74	0.52	19.97	26.50	10.00
46.250	0.044	-31.17	1.91	0.52	21.88	26.50	10.00
46.294	0.263	-31.17	11.93	0.52	22.18	26.50	10.00
46.557	0.263	-31.17	12.95	0.52	24.01	26.50	10.00
46.819	0.263	-31.17	13.98	0.52	25.69	26.50	10.00
47.082	0.028	-31.17	1.55	0.52	27.21	26.50	10.00
47.110	0.263	-31.17	15.36	0.52	27.35	26.50	10.00
47.373	0.038	-31.17	2.33	0.52	28.75	26.50	10.00
47.410	0.263	10.50	16.54	0.52	28.93	26.50	10.00
47.673	0.263	10.50	16.95	0.52	30.13	26.50	10.00
47.935	0.263	10.50	17.36	0.52	31.15	26.50	10.00
48.198	0.263	10.50	17.77	0.52	32.17	26.50	10.00
48.460	0.263	10.50	18.18	0.52	33.18	26.50	10.00
48.723	0.263	10.50	18.59	0.52	34.11	26.50	10.00
48.986	0.263	10.50	19.00	0.52	34.88	26.50	10.00
49.248	0.263	10.50	19.41	0.52	35.59	26.50	10.00
49.511	0.263	10.50	19.82	0.52	36.24	26.50	10.00
49.773	0.089	10.50	6.80	0.52	36.82	26.50	10.00
49.862	0.263	15.79	20.30	0.52	36.99	26.50	10.00
50.125	0.263	15.79	20.57	0.52	37.58	26.50	10.00
50.387	0.263	15.79	20.85	0.52	38.12	26.50	10.00
50.650	0.263	15.79	21.12	0.52	38.63	26.50	10.00
50.912	0.263	15.79	21.39	0.52	39.11	26.50	10.00
51.175	0.025	15.79	2.07	0.52	39.55	26.50	10.00
51.200	0.263	15.79	21.67	0.52	39.59	26.50	10.00
51.463	0.263	15.79	21.89	0.52	39.98	26.50	10.00
51.725	0.263	15.79	22.11	0.52	40.39	26.50	10.00
51.988	0.263	15.79	22.33	0.52	40.80	26.50	10.00
52.250	0.263	15.79	22.55	0.52	41.23	26.50	10.00
52.513	0.185	15.79	16.00	0.52	41.65	26.50	10.00
52.697	0.263	17.02	22.91	0.52	41.89	26.50	10.00
52.960	0.263	17.02	23.09	0.52	42.24	26.50	10.00
53.223	0.263	17.02	23.28	0.52	42.59	26.50	10.00
53.485	0.263	17.02	23.47	0.52	42.95	26.50	10.00
53.748	0.263	17.02	23.66	0.52	43.31	26.50	10.00
54.010	0.263	17.02	23.84	0.52	43.67	26.50	10.00
54.273	0.263	17.02	24.03	0.52	44.01	26.50	10.00
54.535	0.215	17.02	19.84	0.52	44.35	26.50	10.00
54.751	0.263	17.02	24.37	0.52	44.62	26.50	10.00
55.013	0.263	17.02	24.56	0.52	44.95	26.50	10.00
55.276	0.263	17.02	24.75	0.52	45.28	26.50	10.00
55.538	0.263	17.02	24.94	0.52	45.58	26.50	10.00
55.801	0.263	17.02	25.12	0.52	45.81	26.50	10.00
56.063	0.257	17.02	24.75	0.52	45.94	26.50	10.00
56.320	0.263	17.02	25.31	0.52	45.92	26.50	10.00
56.583	0.263	17.02	25.12	0.52	45.75	26.50	10.00
56.845	0.263	17.02	24.94	0.52	45.44	26.50	10.00
57.108	0.263	17.02	24.76	0.52	45.00	26.50	10.00
57.370	0.135	17.02	12.70	0.52	44.42	26.50	10.00
57.506	0.263	31.06	24.27	0.52	44.09	26.50	10.00
57.768	0.263	31.06	23.67	0.52	43.27	26.50	10.00

58.031	0.263	31.06	23.07	0.52	42.32	26.50	10.00
58.293	0.263	31.06	22.47	0.52	41.15	26.50	10.00
58.556	0.263	31.06	21.87	0.52	39.94	26.50	10.00
58.818	0.263	31.06	21.27	0.52	38.75	26.50	10.00
59.081	0.263	31.06	20.67	0.52	37.68	26.50	10.00
59.343	0.057	31.06	4.37	0.52	36.65	26.50	10.00
59.400	0.263	31.06	19.90	0.52	36.45	26.50	10.00
59.663	0.263	31.06	19.22	0.52	35.37	26.50	10.00
59.925	0.227	31.06	16.11	0.52	34.23	26.50	10.00
60.153	0.263	31.06	17.97	0.52	33.17	26.50	10.00
60.415	0.263	31.06	17.29	0.52	31.87	26.50	10.00
60.678	0.263	31.06	16.62	0.52	30.48	26.50	10.00
60.940	0.263	31.06	15.94	0.52	29.23	26.50	10.00
61.203	0.263	31.06	15.27	0.52	27.96	26.50	10.00
61.465	0.263	31.06	14.59	0.52	26.72	26.50	10.00
61.728	0.263	31.06	13.92	0.52	25.49	26.50	10.00
61.990	0.263	31.06	13.25	0.52	24.25	26.50	10.00
62.253	0.217	31.06	10.44	0.52	23.13	26.50	10.00

----- LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
W(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS -----

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (--)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)
43.362	0.000	86.053	-0.421	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	2.9416755687E-001	0.032	5.863	6.846
43.625	0.048	85.942	-0.421	2.0200058844E-001	6.8364051840E-004	1.2446017676E+000	0.032	5.863	6.846
43.887	0.097	85.832	-0.413	6.5353600550E-001	1.1925438658E-002	2.7152473227E+000	0.032	3.409	3.909
44.150	0.149	85.725	-0.400	1.6277673963E+000	8.1117876684E-002	4.5978717455E+000	0.032	2.582	2.930
44.412	0.204	85.622	-0.384	3.0678622685E+000	2.6260153858E-001	5.9783299070E+000	0.032	2.163	2.445
44.675	0.265	85.523	-0.374	4.7669673788E+000	6.2961961984E-001	6.3949028289E+000	0.054	1.990	2.241
44.937	0.326	85.426	-0.389	6.4258032254E+000	1.1192171074E+000	7.2268466479E+000	0.078	1.907	2.120
45.200	0.378	85.319	-0.387	8.5617591055E+000	2.2254262048E+000	9.6631917383E+000	0.128	1.966	2.094
45.463	0.440	85.222	-0.355	1.1499911180E+001	3.7708201384E+000	1.4250685969E+001	0.181	2.121	2.113
45.725	0.510	85.133	-0.342	1.6044744127E+001	5.9008510315E+000	2.5682711222E+001	0.235	2.377	2.138
45.988	0.578	85.043	-0.337	2.4985812406E+001	9.3028755751E+000	4.3120466001E+001	0.293	2.798	2.120
46.250	0.651	84.956	-0.322	3.8687148982E+001	1.3815269105E+001	5.7715309169E+001	0.337	3.267	2.052
46.294	0.665	84.944	-0.281	4.1277382845E+001	1.4588710956E+001	6.0203503753E+001	0.342	3.330	2.037
46.557	0.750	84.870	-0.253	5.9515266102E+001	1.9886089939E+001	7.1133387046E+001	0.367	3.564	1.932
46.819	0.850	84.811	-0.191	7.8629273899E+001	2.5431492885E+001	7.1518163063E+001	0.384	3.480	1.825
47.082	0.968	84.770	-0.151	9.7069201688E+001	3.0951895102E+001	6.2061462124E+001	0.398	3.114	1.726
47.110	0.982	84.767	-0.061	9.8782729011E+001	3.1475028580E+001	6.1408357323E+001	0.399	3.061	1.716
47.373	1.126	84.752	-0.051	1.1544354607E+002	3.6953860392E+001	5.4825842199E+001	0.408	2.453	1.626
47.410	1.148	84.752	0.067	1.1746630954E+002	3.7670156020E+001	5.2886570603E+001	0.409	2.362	1.614
47.673	1.120	84.772	0.132	1.3007675689E+002	4.3054572520E+001	4.0412022724E+001	0.434	1.853	1.533
47.935	1.120	84.821	0.230	1.3868652036E+002	4.8012677353E+001	2.9262857964E+001	0.460	1.502	1.463
48.198	1.143	84.893	0.312	1.4544258056E+002	5.2982163140E+001	2.2681090784E+001	0.489	1.254	1.403
48.460	1.186	84.985	0.377	1.5059628127E+002	5.7802969721E+001	1.5811661120E+001	0.517	1.091	1.354
48.723	1.244	85.091	0.376	1.5374522814E+002	6.1903317459E+001	1.0263756977E+001	0.542	1.016	1.325
48.986	1.286	85.182	0.339	1.5598574391E+002	6.4713417428E+001	7.7003066312E+000	0.557	0.993	1.315
49.248	1.325	85.269	0.326	1.5778863204E+002	6.6985810188E+001	5.9858640664E+000	0.568	0.979	1.314
49.511	1.360	85.353	0.316	1.5912890006E+002	6.8810815354E+001	4.1928154881E+000	0.576	0.973	1.318
49.773	1.393	85.435	0.301	1.5999026469E+002	7.0265011638E+001	2.0702612264E+000	0.582	0.972	1.323
49.862	1.401	85.459	0.349	1.6013775665E+002	7.0629620046E+001	1.3108672435E+000	0.584	0.972	1.325
50.125	1.425	85.558	0.377	1.6021031214E+002	7.1853182669E+001	-4.5512600815E-001	0.591	0.972	1.327
50.387	1.450	85.657	0.378	1.5989877159E+002	7.2859441395E+001	-1.7395643852E+000	0.598	0.971	1.326
50.650	1.475	85.756	0.375	1.5929687300E+002	7.3672136153E+001	-2.6804635677E+000	0.603	0.970	1.321
50.912	1.498	85.854	0.369	1.5849126961E+002	7.4322083796E+001	-3.2924133999E+000	0.608	0.968	1.312
51.175	1.520	85.949	0.355	1.5756803832E+002	7.4834875893E+001	-2.8060754429E+000	0.612	0.967	1.298
51.200	1.519	85.956	0.333	1.5749899122E+002	7.4862305572E+001	-2.8282574520E+000	0.612	0.967	1.297
51.463	1.534	86.045	0.347	1.5650930687E+002	7.5173093254E+001	-3.9811619690E+000	0.616	0.966	1.276
51.725	1.553	86.138	0.362	1.5540849709E+002	7.5409136748E+001	-4.4372580280E+000	0.619	0.966	1.250
51.988	1.576	86.235	0.378	1.5417931830E+002	7.5572735726E+001	-4.9756627963E+000	0.622	0.965	1.218
52.250	1.603	86.337	0.395	1.5279579408E+002	7.5660243359E+001	-5.6077736741E+000	0.625	0.964	1.180
52.513	1.635	86.443	0.374	1.5123469609E+002	7.56626877221E+001	-5.6132057543E+000	0.627	0.962	1.139
52.697	1.644	86.504	0.347	1.5024107286E+002	7.5597924203E+001	-5.7552657097E+000	0.628	0.960	1.113
52.960	1.657	86.598	0.363	1.4858966484E+002	7.5415917437E+001	-6.6187559971E+000	0.629	0.959	1.072
53.223	1.674	86.694	0.379	1.4676558740E+002	7.5135915674E+001	-7.3683163990E+000	0.631	0.958	1.028
53.485	1.696	86.797	0.393	1.4472058785E+002	7.4746312882E+001	-8.0201390848E+000	0.631	0.958	0.983
53.748	1.719	86.901	0.398	1.4255424061E+002	7.4275977122E+001	-8.4019563481E+000	0.632	0.960	0.936
54.010	1.744	87.006	0.387	1.4030875015E+002	7.3741043536E+001	-8.3993038148E+000	0.632	0.962	0.892
54.273	1.762	87.104	0.372	1.3814379575E+002	7.3179507686E+001	-8.2779535599E+000	0.631	0.963	0.851
54.535	1.778	87.201	0.363	1.3596202589E+002	7.2577466861E+001	-8.2217555371E+000	0.630	0.964	0.813
54.751	1.789	87.277	0.362	1.3420822405E+002	7.2066113539E+001	-8.3758012565E+000	0.629	0.962	0.784
55.013	1.805	87.374	0.371	1.3193666793E+002	7.1356242967E+001	-8.8287913638E+000	0.628	0.959	0.749
55.276	1.823	87.472	0.373	1.2957225680E+002	7.0544028511E+001	-9.1709040180E+000	0.626	0.954	0.717
55.538	1.840	87.570	0.369	1.2712105853E+002	6.9601222541E+001	-9.5069190289E+000	0.623	0.947	0.686
55.801	1.856	87.666	0.358	1.2458020709E+002	6.8489619535E+001	-9.8254581466E+000	0.619	0.938	0.659
56.063	1.867	87.758	0.345	1.2196174505E+002	6.7170052452E+001	-1.0385143354E+001	0.612	0.929	0.635
56.320	1.876	87.845	0.321	1.1919188141E+002	6.5482223058E+001	-1.0854630867E+001	0.603	0.912	0.615
56.583	1.875	87.924	0.291	1.1632411220E+002	6.3546451910E+001	-1.1363440629E+001	0.595	0.879	0.599
56.845	1.868	87.998	0.268	1.1322497875E+002	6.1357494999E+001	-1.2565583368E+001	0.584	0.834	0.588
57.108	1.855	88.065	0.255	1.0972596862E+002	5.8871273066E+001	-1.4367584905E+001	0.572	0.778	0.579

57.370	1.841	88.132	0.254	1.0568061051E+002	5.6054457003E+001	-1.5752368098E+001	0.558	0.716	0.574
57.506	1.834	88.166	0.300	1.0352295289E+002	5.4609905628E+001	-1.7604497607E+001	0.551	0.682	0.572
57.768	1.761	88.251	0.330	9.8048731737E+001	5.1107896461E+001	-2.2518249270E+001	0.537	0.629	0.569
58.031	1.691	88.340	0.375	9.1698699491E+001	4.7104765893E+001	-2.7118434575E+001	0.520	0.591	0.567
58.293	1.642	88.448	0.416	8.3808937234E+001	4.2177743489E+001	-3.0114757165E+001	0.494	0.564	0.564
58.556	1.594	88.558	0.414	7.5885546548E+001	3.7285192634E+001	-2.9687024284E+001	0.465	0.549	0.561
58.818	1.543	88.666	0.385	6.8220385320E+001	3.2614411883E+001	-2.7069060604E+001	0.434	0.547	0.558
59.081	1.479	88.760	0.344	6.1671678144E+001	2.8667368724E+001	-2.3703107191E+001	0.405	0.549	0.556
59.343	1.407	88.846	0.320	5.5773967201E+001	2.5161809846E+001	-1.9915501805E+001	0.378	0.552	0.555
59.400	1.389	88.862	0.300	5.4679284190E+001	2.4516036341E+001	-1.9662280941E+001	0.373	0.553	0.555
59.663	1.311	88.942	0.301	4.9156865942E+001	2.1227654091E+001	-2.1037164081E+001	0.345	0.558	0.555
59.925	1.231	89.020	0.296	4.3632743410E+001	1.7888606296E+001	-2.1052632077E+001	0.312	0.565	0.557
60.153	1.161	89.087	0.294	3.8841901810E+001	1.4952410935E+001	-2.1185909557E+001	0.278	0.573	0.560
60.415	1.080	89.164	0.302	3.3242396199E+001	1.1518912685E+001	-2.1540655130E+001	0.233	0.585	0.565
60.678	1.003	89.245	0.296	2.7530979653E+001	8.1379314771E+000	-2.0010608981E+001	0.180	0.602	0.574
60.940	0.919	89.320	0.297	2.2734895888E+001	5.5888128742E+000	-1.8044296206E+001	0.135	0.619	0.584
61.203	0.842	89.401	0.305	1.8055983255E+001	3.4329480913E+000	-1.7266680171E+001	0.091	0.640	0.596
61.465	0.763	89.480	0.324	1.3668222931E+001	1.5969367866E+000	-1.6069187122E+001	0.047	0.663	0.611
61.728	0.696	89.572	0.380	9.6181096821E+000	5.4247078892E-001	-1.4799769014E+001	0.032	0.690	0.630
61.990	0.646	89.680	0.434	5.8969163371E+000	1.2642581798E-001	-1.3539427354E+001	0.032	0.715	0.652
62.253	0.608	89.799	0.434	2.5086040552E+000	2.2017440760E-002	-1.2167204972E+001	0.032	0.741	0.674

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di trust
yt' (-) : gradiente pendenza locale linea di trust
E(x) (kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x) (kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
FS_qFEM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_srmFEM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kN/m)
43.362	0.263	0.307	-31.173	-0.651	-0.200	10.310	3.164
43.625	0.263	0.307	-31.173	-1.954	-0.600	10.957	3.362
43.887	0.263	0.307	-31.173	-3.257	-0.999	11.745	3.604
44.150	0.263	0.307	-31.173	-4.560	-1.399	12.696	3.896
44.412	0.263	0.307	-31.173	-5.863	-1.799	13.865	4.255
44.675	0.263	0.307	-31.173	-7.166	-2.199	14.847	4.556
44.937	0.263	0.307	-31.173	-8.468	-2.599	17.304	5.310
45.200	0.263	0.307	-31.173	-9.771	-2.998	19.128	5.870
45.463	0.263	0.307	-31.173	-11.074	-3.398	21.442	6.579
45.725	0.263	0.307	-31.173	-12.377	-3.798	25.870	7.938
45.988	0.263	0.307	-31.173	-13.680	-4.198	29.786	9.140
46.250	0.044	0.052	-31.173	-14.441	-0.745	29.994	1.548
46.294	0.263	0.307	-31.173	-15.202	-4.665	32.842	10.078
46.557	0.263	0.307	-31.173	-16.505	-5.065	34.220	10.500
46.819	0.263	0.307	-31.173	-17.808	-5.464	34.854	10.695
47.082	0.028	0.033	-31.173	-18.528	-0.606	33.115	1.084
47.110	0.263	0.307	-31.173	-19.567	-6.004	35.993	11.045
47.373	0.038	0.044	-31.173	-20.676	-0.912	35.130	1.550
47.410	0.263	0.267	10.500	20.304	5.422	31.519	8.416
47.673	0.263	0.267	10.500	20.807	5.556	31.146	8.317
47.935	0.263	0.267	10.500	21.310	5.690	31.379	8.379
48.198	0.263	0.267	10.500	21.813	5.825	31.425	8.391
48.460	0.263	0.267	10.500	22.317	5.959	30.799	8.224
48.723	0.263	0.267	10.500	22.820	6.093	29.534	7.886
48.986	0.263	0.267	10.500	23.323	6.228	29.241	7.808
49.248	0.263	0.267	10.500	23.826	6.362	29.085	7.766
49.511	0.263	0.267	10.500	24.329	6.496	29.052	7.758
49.773	0.089	0.090	10.500	24.666	2.228	28.805	2.602
49.862	0.263	0.273	15.787	30.839	8.414	26.760	7.301
50.125	0.263	0.273	15.787	31.254	8.527	26.749	7.298
50.387	0.263	0.273	15.787	31.669	8.640	26.778	7.306
50.650	0.263	0.273	15.787	32.083	8.754	26.851	7.326
50.912	0.263	0.273	15.787	32.498	8.867	26.961	7.356
51.175	0.025	0.026	15.787	32.725	0.858	26.807	0.703
51.200	0.263	0.273	15.787	32.913	8.980	27.020	7.372
51.463	0.263	0.273	15.787	33.248	9.071	27.132	7.403
51.725	0.263	0.273	15.787	33.582	9.163	27.242	7.433
51.988	0.263	0.273	15.787	33.917	9.254	27.345	7.461
52.250	0.263	0.273	15.787	34.252	9.345	27.438	7.486
52.513	0.185	0.192	15.787	34.538	6.630	27.466	5.272
52.697	0.263	0.275	17.020	36.226	9.947	26.954	7.401

52.960	0.263	0.275	17.020	36.523	10.028	27.019	7.419
53.223	0.263	0.275	17.020	36.819	10.110	27.075	7.434
53.485	0.263	0.275	17.020	37.116	10.191	27.148	7.454
53.748	0.263	0.275	17.020	37.412	10.272	27.230	7.477
54.010	0.263	0.275	17.020	37.709	10.354	27.343	7.508
54.273	0.263	0.275	17.020	38.006	10.435	27.455	7.538
54.535	0.215	0.225	17.020	38.275	8.614	27.555	6.202
54.751	0.263	0.275	17.020	38.545	10.584	27.641	7.589
55.013	0.263	0.275	17.020	38.842	10.665	27.709	7.608
55.276	0.263	0.275	17.020	39.138	10.746	27.761	7.622
55.538	0.263	0.275	17.020	39.435	10.828	27.803	7.634
55.801	0.263	0.275	17.020	39.732	10.909	27.848	7.646
56.063	0.257	0.269	17.020	40.025	10.747	27.795	7.463
56.320	0.263	0.275	17.020	40.025	10.990	27.652	7.592
56.583	0.263	0.275	17.020	39.734	10.910	27.246	7.481
56.845	0.263	0.275	17.020	39.443	10.830	26.879	7.380
57.108	0.263	0.275	17.020	39.152	10.750	26.556	7.292
57.370	0.135	0.142	17.020	38.931	5.515	26.625	3.771
57.506	0.263	0.306	31.063	50.895	15.599	19.526	5.985
57.768	0.263	0.306	31.063	49.636	15.213	19.270	5.906
58.031	0.263	0.306	31.063	48.376	14.827	19.166	5.874
58.293	0.263	0.306	31.063	47.116	14.441	18.983	5.818
58.556	0.263	0.306	31.063	45.857	14.055	18.779	5.756
58.818	0.263	0.306	31.063	44.597	13.669	18.463	5.659
59.081	0.263	0.306	31.063	43.337	13.283	18.148	5.562
59.343	0.057	0.066	31.063	42.572	2.809	18.094	1.194
59.400	0.263	0.306	31.063	41.729	12.790	17.743	5.438
59.663	0.263	0.306	31.063	40.315	12.357	17.433	5.343
59.925	0.227	0.266	31.063	38.995	10.354	17.215	4.571
60.153	0.263	0.306	31.063	37.676	11.548	16.953	5.196
60.415	0.263	0.306	31.063	36.262	11.114	16.735	5.129
60.678	0.263	0.306	31.063	34.848	10.681	16.408	5.029
60.940	0.263	0.306	31.063	33.433	10.247	16.094	4.933
61.203	0.263	0.306	31.063	32.019	9.814	15.809	4.845
61.465	0.263	0.306	31.063	30.605	9.380	15.411	4.724
61.728	0.263	0.306	31.063	29.191	8.947	15.043	4.611
61.990	0.263	0.306	31.063	27.777	8.514	14.740	4.518
62.253	0.217	0.253	31.063	26.485	6.711	14.505	3.676

----- LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio
TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio
TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

Report elaborazioni

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 12007

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: H:\PIERA\Attivi_2023\10GEO2305_Montecchio precalcino\07SSAP\bistrato-falda_sospesaPC_nosisma.txt

Data: 30/5/2023

Localita' : Montecchio Precalcino

Descrizione: Profilo 1 - due strati - falda sospesa fino pc - no sisma

Modello pendio: modello_bistrato_faldaPC.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	81.10	0.00	78.60	-	-	-	-
13.31	81.91	39.94	81.04	-	-	-	-
19.46	82.98	62.47	87.75	-	-	-	-
23.55	83.65	97.29	91.37	-	-	-	-
43.01	86.01	117.77	93.68	-	-	-	-
47.11	86.51	-	-	-	-	-	-
51.20	88.46	-	-	-	-	-	-
56.32	90.71	-	-	-	-	-	-
59.40	91.25	-	-	-	-	-	-
81.93	94.02	-	-	-	-	-	-
96.26	95.49	-	-	-	-	-	-
100.36	97.13	-	-	-	-	-	-
117.77	98.18	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----
X Y (in m)

0.00	81.10
13.31	81.91
19.46	82.98
23.55	83.65
43.01	86.01
47.11	86.51
51.20	88.46
56.32	90.71
59.40	91.25
81.93	94.02
96.26	95.49
100.36	97.13
117.77	98.18

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

STRATO 2

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m^3): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:
 Coefficiente A 0
 Coefficiente K 0.000800
 Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01
 Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00
 Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA
 STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

GSI	mi	D	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci
0.00	STRATO	1	26.50	10.00	0.00	15.46	19.00	1.878	0.00
0.00	STRATO	2	26.50	20.00	0.00	15.46	19.00	2.350	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)
 C` _____ Coesione efficace (in Kpa)
 Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
 Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)
 Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)
 STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)
 ---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek

(2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)
 GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
 mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
 D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)
 Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per

ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al. (2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI
 MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)
 FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
 COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 4.7 (+/-) 50%
 INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 2.36 108.35
 LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 75.00
 INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 14.13 115.41
 TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000
 *NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene cosiderata nel caso di uso del motore di recerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)
 METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000
 COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.
 I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS)	1.3997	- Min. -	X	Y	Lambda=	0.3351
			44.23	86.16		
			45.48	85.40		
			46.30	84.91		
			47.28	84.33		
			48.55	83.61		
			49.90	84.01		
			50.98	84.33		

51.84	84.59
52.70	84.84
54.01	85.23
55.09	85.87
55.88	86.33
56.59	86.76
57.39	87.22
58.09	87.64
58.77	88.21
59.70	88.99
59.70	91.29

Fattore di sicurezza (FS)	1.4156	- N.2 --	X	Y	Lambda=	0.3273
			45.81	86.35		
			49.47	84.14		
			51.34	84.48		
			55.07	85.63		
			58.15	87.90		
			59.62	88.98		
			59.62	91.28		

Fattore di sicurezza (FS)	1.4211	- N.3 --	X	Y	Lambda=	0.3148
			45.23	86.28		
			47.18	85.14		
			48.97	84.10		
			50.04	84.06		
			52.19	84.70		
			53.57	85.34		
			55.56	86.27		
			57.62	87.23		
			59.14	88.64		
			59.61	89.08		
			59.61	91.28		

Fattore di sicurezza (FS)	1.4216	- N.4 --	X	Y	Lambda=	0.3221
			43.81	86.11		
			46.23	84.74		
			48.43	83.57		
			50.63	84.23		
			52.22	84.73		
			53.56	85.16		
			55.62	86.31		
			57.42	87.30		
			59.81	88.63		
			60.27	89.05		
			60.27	91.36		

Fattore di sicurezza (FS)	1.4233	- N.5 --	X	Y	Lambda=	0.3101
			45.01	86.25		
			48.41	84.19		
			52.46	84.84		
			54.67	85.46		
			56.99	86.79		
			60.45	88.78		
			61.18	89.21		
			61.18	91.47		

Fattore di sicurezza (FS)	1.4244	- N.6 --	X	Y	Lambda=	0.3099
			45.47	86.31		
			49.64	83.96		
			53.85	85.21		
			56.97	86.78		
			61.93	89.28		
			61.93	91.56		

Fattore di sicurezza (FS)	1.4274	- N.7 --	X	Y	Lambda=	0.3037
			43.55	86.08		
			47.45	83.80		
			49.54	83.91		
			53.61	85.19		

56.50	86.90
58.55	88.11
60.14	89.05
60.14	91.34

Fattore di sicurezza (FS)	1.4329	- N.8 --	X	Y	Lambda=	0.3114
			43.52	86.07		
			45.40	84.97		
			47.67	83.65		
			49.40	83.88		
			50.70	84.27		
			53.22	85.05		
			55.67	86.16		
			57.31	87.55		
			58.88	88.87		
			58.88	91.16		

Fattore di sicurezza (FS)	1.4364	- N.9 --	X	Y	Lambda=	0.3012
			44.55	86.20		
			45.63	85.54		
			46.46	85.04		
			46.96	84.74		
			47.44	84.45		
			48.40	83.87		
			49.76	83.97		
			51.02	84.36		
			51.69	84.57		
			52.53	84.83		
			53.01	85.06		
			53.73	85.39		
			54.19	85.61		
			54.87	85.93		
			55.77	86.34		
			56.48	86.68		
			57.49	87.15		
			57.96	87.36		
			58.67	87.69		
			59.82	88.23		
			60.46	88.53		
			61.73	89.12		
			62.00	89.24		
			62.00	91.57		

Fattore di sicurezza (FS)	1.4369	- N.10 --	X	Y	Lambda=	0.3137
			44.73	86.22		
			48.84	84.06		
			53.93	85.28		
			58.37	87.70		
			61.14	89.22		
			61.14	91.46		

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.400	374.4	267.5	53.4	Surplus
2	1.416	335.9	237.3	51.2	Surplus
3	1.421	348.8	245.5	54.3	Surplus
4	1.422	392.1	275.8	61.1	Surplus
5	1.423	384.1	269.8	60.3	Surplus
6	1.424	395.1	277.4	62.3	Surplus
7	1.427	389.3	272.8	62.0	Surplus
8	1.433	366.6	255.8	59.6	Surplus
9	1.436	414.5	288.6	68.2	Surplus
10	1.437	384.5	267.6	63.4	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 51.2

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie

di scivolamento
FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi ' (°)	(c',Cu) (kPa)
44.234	0.227	-31.17	0.35	0.52	0.81	26.50	10.00
44.461	0.227	-31.17	1.06	0.52	2.42	26.50	10.00
44.687	0.227	-31.17	1.77	0.52	4.04	26.50	10.00
44.914	0.227	-31.17	2.48	0.52	5.83	26.50	10.00
45.141	0.227	-31.17	3.19	0.52	7.41	26.50	10.00
45.368	0.116	-31.17	1.90	0.52	8.93	26.50	10.00
45.483	0.227	-31.17	4.27	0.52	9.70	26.50	10.00
45.710	0.227	-31.17	4.98	0.52	11.23	26.50	10.00
45.937	0.227	-31.17	5.69	0.52	12.78	26.50	10.00
46.163	0.138	-31.17	3.81	0.52	14.45	26.50	10.00
46.301	0.227	-30.77	6.82	0.52	15.50	26.50	10.00
46.528	0.227	-30.77	7.52	0.52	17.29	26.50	10.00
46.755	0.227	-30.77	8.22	0.52	18.97	26.50	10.00
46.981	0.129	-30.77	4.98	0.52	20.72	26.50	10.00
47.110	0.170	-30.77	7.01	0.52	21.70	26.50	10.00
47.280	0.227	-29.27	10.26	0.52	23.25	26.50	10.00
47.506	0.227	-29.27	11.27	0.52	25.34	26.50	10.00
47.733	0.227	-29.27	12.29	0.52	27.66	26.50	10.00
47.960	0.227	-29.27	13.30	0.52	29.94	26.50	10.00
48.186	0.227	-29.27	14.31	0.52	32.05	26.50	10.00
48.413	0.138	-29.27	9.19	0.52	33.56	26.50	10.00
48.551	0.227	16.50	15.52	0.52	34.32	26.50	10.00
48.778	0.227	16.50	15.70	0.52	35.25	26.50	10.00
49.004	0.227	16.50	15.87	0.52	35.95	26.50	10.00
49.231	0.227	16.50	16.05	0.52	36.49	26.50	10.00
49.458	0.227	16.50	16.23	0.52	36.95	26.50	10.00
49.684	0.220	16.50	15.95	0.52	37.36	26.50	10.00
49.905	0.227	16.50	16.57	0.52	37.75	26.50	10.00
50.131	0.227	16.50	16.75	0.52	38.16	26.50	10.00
50.358	0.227	16.50	16.93	0.52	38.56	26.50	10.00
50.585	0.227	16.50	17.10	0.52	38.95	26.50	10.00
50.811	0.173	16.50	13.20	0.52	39.33	26.50	10.00
50.985	0.215	16.50	16.53	0.52	39.61	26.50	10.00
51.200	0.227	16.50	17.56	0.52	39.95	26.50	10.00
51.427	0.227	16.50	17.70	0.52	40.28	26.50	10.00
51.653	0.190	16.50	14.93	0.52	40.62	26.50	10.00
51.843	0.227	16.50	17.96	0.52	40.90	26.50	10.00
52.070	0.227	16.50	18.10	0.52	41.22	26.50	10.00
52.297	0.227	16.50	18.24	0.52	41.54	26.50	10.00
52.523	0.172	16.50	13.97	0.52	41.85	26.50	10.00
52.696	0.227	16.50	18.49	0.52	42.09	26.50	10.00
52.922	0.227	16.50	18.63	0.52	42.41	26.50	10.00
53.149	0.227	16.50	18.77	0.52	42.72	26.50	10.00
53.376	0.227	16.50	18.91	0.52	42.99	26.50	10.00
53.603	0.227	16.50	19.05	0.52	43.20	26.50	10.00
53.829	0.185	16.50	15.65	0.52	43.30	26.50	10.00
54.014	0.227	30.55	19.16	0.52	43.28	26.50	10.00
54.241	0.227	30.55	19.01	0.52	43.14	26.50	10.00
54.468	0.227	30.55	18.86	0.52	42.91	26.50	10.00
54.694	0.227	30.55	18.72	0.52	42.62	26.50	10.00
54.921	0.166	30.55	13.65	0.52	42.27	26.50	10.00
55.088	0.227	30.55	18.46	0.52	42.03	26.50	10.00
55.314	0.227	30.55	18.31	0.52	41.69	26.50	10.00
55.541	0.227	30.55	18.17	0.52	41.35	26.50	10.00
55.768	0.112	30.55	8.94	0.52	40.92	26.50	10.00
55.880	0.227	30.55	17.94	0.52	40.69	26.50	10.00
56.107	0.213	30.55	16.75	0.52	40.19	26.50	10.00
56.320	0.227	30.55	17.53	0.52	39.65	26.50	10.00
56.547	0.048	30.55	3.64	0.52	38.95	26.50	10.00
56.594	0.227	30.55	17.04	0.52	38.78	26.50	10.00
56.821	0.227	30.55	16.63	0.52	37.96	26.50	10.00
57.048	0.227	30.55	16.23	0.52	37.10	26.50	10.00
57.275	0.114	30.55	8.02	0.52	36.10	26.50	10.00

57.389	0.227	30.55	15.62	0.52	35.56	26.50	10.00
57.615	0.227	30.55	15.21	0.52	34.51	26.50	10.00
57.842	0.227	30.55	14.81	0.52	33.42	26.50	10.00
58.069	0.017	30.55	1.09	0.52	32.29	26.50	10.00
58.086	0.227	40.06	14.25	0.52	32.20	26.50	10.00
58.313	0.227	40.06	13.60	0.52	30.96	26.50	10.00
58.539	0.227	40.06	12.95	0.52	29.66	26.50	10.00
58.766	0.007	40.06	0.38	0.52	28.33	26.50	10.00
58.773	0.227	40.06	12.28	0.52	28.28	26.50	10.00
58.999	0.227	40.06	11.63	0.52	26.88	26.50	10.00
59.226	0.174	40.06	8.48	0.52	25.08	26.50	10.00
59.400	0.227	40.06	10.46	0.52	24.08	26.50	10.00
59.627	0.069	40.06	3.02	0.52	22.78	26.50	10.00

----- ----- LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
W(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS -----

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)
44.234	0.000	86.159	-0.420	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	1.0264670522E-001	0.047	8.222	9.117
44.461	0.041	86.063	-0.420	8.8208602698E-002	1.8467239788E-004	6.7556614537E-001	0.047	8.222	9.117
44.687	0.084	85.969	-0.438	3.0629535695E-001	4.0493711644E-003	1.6229036490E+000	0.047	4.525	4.912
44.914	0.117	85.865	-0.425	8.2401790258E-001	2.8108340750E-002	2.4048964574E+000	0.047	3.134	3.326
45.141	0.165	85.776	-0.378	1.3966528651E+000	6.9205944405E-002	2.5814610331E+000	0.047	2.536	2.639
45.368	0.220	85.693	-0.360	1.9944281341E+000	1.3942910049E-001	2.5643053915E+000	0.047	2.209	2.264
45.483	0.249	85.653	-0.352	2.2865358540E+000	1.7953183273E-001	2.6052152308E+000	0.047	2.090	2.127
45.710	0.306	85.573	-0.349	2.9117748460E+000	3.0260449631E-001	2.8935534021E+000	0.047	1.927	1.941
45.937	0.365	85.494	-0.355	3.5984458398E+000	5.0533409159E-001	4.8819658563E+000	0.053	1.842	1.845
46.163	0.420	85.412	-0.361	5.1252123973E+000	9.0204782016E-001	9.5560361829E+000	0.081	1.836	1.843
46.301	0.454	85.363	-0.353	6.6813302732E+000	1.2659399312E+000	1.3133654896E+001	0.102	1.870	1.886
46.528	0.509	85.283	-0.323	1.0351131694E+001	2.0772053762E+000	2.0023539024E+001	0.141	1.975	2.017
46.755	0.578	85.216	-0.278	1.5759815148E+001	3.1970888636E+000	2.9230487235E+001	0.180	2.140	2.221
46.981	0.653	85.157	-0.246	2.3603960573E+001	4.7544202057E+000	3.7880010508E+001	0.220	2.356	2.483
47.110	0.702	85.129	-0.216	2.8716956797E+001	5.7894892846E+000	4.5297952821E+001	0.240	2.489	2.640
47.280	0.766	85.093	-0.189	3.7644538981E+001	7.7183405264E+000	5.6344844965E+001	0.271	2.697	2.873
47.506	0.855	85.054	-0.159	5.1544270370E+001	1.0894432970E+001	6.8142431940E+001	0.312	2.961	3.143
47.733	0.948	85.020	-0.127	6.8539678794E+001	1.4995868575E+001	7.6496297362E+001	0.352	3.261	3.348
47.960	1.052	84.997	-0.076	8.6226974449E+001	1.9555732708E+001	7.6471620827E+001	0.388	3.247	3.455
48.186	1.168	84.986	-0.004	1.0321119476E+002	2.4234926234E+001	6.5590124458E+001	0.417	3.208	3.471
48.413	1.304	84.995	0.068	1.1596492198E+002	2.8068955848E+001	4.9362298695E+001	0.437	3.052	3.410
48.551	1.397	85.011	0.170	1.2218464621E+002	3.0147184953E+001	3.9468861564E+001	0.447	2.919	3.357
48.778	1.376	85.057	0.246	1.2900288571E+002	3.2941706028E+001	2.3764586806E+001	0.470	2.727	3.263
49.004	1.374	85.122	0.322	1.3295928707E+002	3.5109840568E+001	1.2561411111E+001	0.490	2.563	3.161
49.231	1.388	85.203	0.377	1.3469811174E+002	3.6680123580E+001	4.4403557890E+001	0.506	2.430	3.054
49.458	1.411	85.293	0.399	1.3497250276E+002	3.7780940228E+001	-1.9080238081E-001	0.518	2.330	2.938
49.684	1.434	85.384	0.394	1.3461160373E+002	3.8465222730E+001	-1.7792343774E+000	0.527	2.265	2.816
49.905	1.455	85.470	0.395	1.3417934534E+002	3.8894649729E+001	-2.0714765208E+000	0.532	2.208	2.690
50.131	1.479	85.560	0.398	1.3368405340E+002	3.9230894273E+001	-2.2354661063E+000	0.536	2.153	2.550
50.358	1.501	85.650	0.391	1.3316580596E+002	3.9507813454E+001	-2.3155098875E+000	0.539	2.104	2.411
50.585	1.521	85.738	0.386	1.3263422292E+002	3.9751193600E+001	-2.4060844433E+000	0.541	2.062	2.280
50.811	1.542	85.825	0.382	1.3207490983E+002	3.9974535830E+001	-2.4866032247E+000	0.543	2.024	2.155
50.985	1.556	85.891	0.375	1.3164135961E+002	4.0129001316E+001	-2.5357036288E+000	0.545	1.998	2.066
51.200	1.573	85.971	0.372	1.3108646698E+002	4.0301692881E+001	-2.6210450032E+000	0.547	1.969	1.963
51.427	1.589	86.055	0.375	1.3048208027E+002	4.0463810798E+001	-2.7517669193E+000	0.549	1.940	1.863
51.653	1.608	86.141	0.379	1.2983884166E+002	4.0610576702E+001	-2.8881091995E+000	0.551	1.914	1.767
51.843	1.624	86.213	0.382	1.2928246671E+002	4.0719805021E+001	-2.9831070958E+000	0.553	1.893	1.692
52.070	1.644	86.300	0.375	1.2859197806E+002	4.0837586495E+001	-3.0287652374E+000	0.555	1.869	1.608
52.297	1.660	86.383	0.366	1.2790925295E+002	4.0935188757E+001	-3.0428279324E+000	0.556	1.848	1.532
52.523	1.676	86.466	0.368	1.2721238840E+002	4.1016165107E+001	-3.1538165076E+000	0.558	1.828	1.462
52.696	1.689	86.530	0.370	1.2665815816E+002	4.1059779686E+001	-3.2368826464E+000	0.559	1.813	1.410
52.922	1.705	86.614	0.373	1.2591770388E+002	4.1077858024E+001	-3.3613674304E+000	0.559	1.794	1.346
53.149	1.723	86.699	0.380	1.2513414568E+002	4.1011896899E+001	-3.9082932275E+000	0.559	1.738	1.284
53.376	1.743	86.786	0.382	1.2414572037E+002	4.0813898694E+001	-5.2587968293E+000	0.557	1.644	1.226
53.603	1.762	86.872	0.367	1.2274985650E+002	4.0420902691E+001	-7.3585238101E+000	0.554	1.520	1.172
53.829	1.775	86.952	0.354	1.2080943466E+002	3.9789987300E+001	-1.0447867527E+000	0.549	1.379	1.126
54.014	1.786	87.018	0.451	1.1859053160E+002	3.9042335692E+001	-1.4008819803E+001	0.543	1.252	1.090
54.241	1.772	87.138	0.530	1.1485405204E+002	3.7801960925E+001	-1.7978467340E+001	0.537	1.134	1.049
54.468	1.759	87.258	0.515	1.1043926306E+002	3.6309583571E+001	-2.0479944836E+001	0.530	1.047	1.010
54.694	1.738	87.371	0.522	1.0556863704E+002	3.4625948294E+001	-2.2958159033E+001	0.520	0.986	0.974
54.921	1.728	87.495	0.532	1.0003024898E+002	3.2657141734E+001	-2.3849167588E+001	0.507	0.945	0.936
55.088	1.715	87.581	0.510	9.6130607477E+001	3.1249255033E+001	-2.3112204974E+001	0.497	0.929	0.912
55.314	1.696	87.695	0.499	9.0986756998E+001	2.9351385745E+001	-2.2390930063E+001	0.482	0.908	0.881
55.541	1.674	87.807	0.507	8.5978769699E+001	2.7496140102E+001	-2.2742021704E+001	0.467	0.890	0.853
55.768	1.658	87.925	0.505	8.0675737562E+001	2.5539831732E+001	-2.2231768619E+001	0.449	0.873	0.827
55.880	1.645	87.978	0.471	7.8243643790E+001	2.4650567284E+001	-2.1620351276E+001	0.441	0.867	0.817
56.107	1.617	88.084	0.444	7.3359007728E+001	2.2872387347E+001	-2.0611879268E+001	0.424	0.856	0.799
56.320	1.581	88.174	0.416	6.9149360220E+001	2.1345975723E+001	-2.0005539480E+001	0.408	0.849	0.786
56.547	1.541	88.268	0.419	6.4548234701E+001	1.9663510991E+001	-2.1426716726E+001	0.393	0.843	0.775
56.594	1.534	88.289	0.400	6.3512592172E+001	1.9280650850E+001	-2.1331200316E+001	0.389	0.842	0.773
56.821	1.489	88.378	0.381	5.9035806110E+001	1.7613223469E+001	-1.9371390055E+001	0.373	0.840	0.766
57.048	1.439	88.462	0.381	5.4729785526E+001	1.5951734932E+001	-1.9758816939E+001	0.354	0.840	0.761
57.275	1.394	88.550	0.391	5.0077343747E+001	1.4049550783E+001	-2.0626394120E+001	0.328	0.833	0.758
57.389	1.371	88.595	0.373	4.7715619658E+001	1.3060877120E+001	-2.0414731985E+001	0.314	0.828	0.757
57.615	1.320	88.678	0.351	4.3206400615E+001	1.1137409600E+001	-1.9718205278E+001	0.283	0.812	0.757
57.842	1.263	88.754	0.331	3.8775570241E+001	9.2507916686E+000	-1.9628659575E+001	0.248	0.790	0.761

58.069	1.202	88.828	0.324	3.4306950298E+001	7.4130221302E+000	-1.9852460239E+001	0.211	0.763	0.770
58.086	1.198	88.833	0.328	3.3969446950E+001	7.2787948609E+000	-1.9911304478E+001	0.208	0.761	0.770
58.313	1.081	88.907	0.336	2.9309513722E+001	5.5485052169E+000	-2.0756467383E+001	0.172	0.739	0.783
58.539	0.969	88.986	0.354	2.4558659229E+001	3.9880134791E+000	-2.1381394729E+001	0.135	0.729	0.800
58.766	0.860	89.068	0.363	1.9615389801E+001	2.4719040495E+000	-2.1967152127E+001	0.092	0.720	0.821
58.773	0.857	89.070	0.394	1.9465265916E+001	2.4275046205E+000	-2.1981502383E+001	0.091	0.720	0.821
58.999	0.756	89.160	0.471	1.4410807723E+001	1.1247979612E+000	-2.3407875129E+001	0.047	0.739	0.848
59.226	0.690	89.284	0.528	8.8523547789E+000	2.5303613932E-001	-2.0631377291E+001	0.047	0.781	0.893
59.400	0.631	89.372	0.595	5.7844306546E+000	7.0005894401E-002	-1.8742183471E+001	0.047	0.805	0.918
59.627	0.591	89.522	0.595	1.2128041082E+000	5.0649458471E-003	-1.8273706793E+001	0.047	0.847	0.964

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di trust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
E(x) (kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x) (kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
FS_qFEM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_srmFEM(x) (-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kN/m)
44.234	0.227	0.265	-31.173	-0.693	-0.184	10.169	2.694
44.461	0.227	0.265	-31.173	-2.080	-0.551	10.522	2.788
44.687	0.227	0.265	-31.173	-3.467	-0.918	10.947	2.900
44.914	0.227	0.265	-31.173	-4.853	-1.286	11.274	2.987
45.141	0.227	0.265	-31.173	-6.240	-1.653	11.752	3.114
45.368	0.116	0.135	-31.173	-7.287	-0.984	11.894	1.607
45.483	0.227	0.265	-31.173	-8.334	-2.208	12.569	3.330
45.710	0.227	0.265	-31.173	-9.720	-2.575	13.290	3.521
45.937	0.227	0.265	-31.173	-11.107	-2.943	14.504	3.843
46.163	0.138	0.161	-31.173	-12.222	-1.972	15.466	2.495
46.301	0.227	0.264	-30.771	-13.229	-3.490	16.868	4.450
46.528	0.227	0.264	-30.771	-14.588	-3.849	18.453	4.869
46.755	0.227	0.264	-30.771	-15.946	-4.207	20.649	5.448
46.981	0.129	0.150	-30.771	-17.011	-2.547	21.825	3.268
47.110	0.170	0.197	-30.771	-18.156	-3.585	25.563	5.047
47.280	0.227	0.260	-29.271	-19.305	-5.017	29.260	7.604
47.506	0.227	0.260	-29.271	-21.211	-5.512	33.897	8.809
47.733	0.227	0.260	-29.271	-23.116	-6.007	36.412	9.463
47.960	0.227	0.260	-29.271	-25.022	-6.503	37.481	9.740
48.186	0.227	0.260	-29.271	-26.927	-6.998	34.486	8.962
48.413	0.138	0.158	-29.271	-28.459	-4.492	33.319	5.259
48.551	0.227	0.236	16.500	18.646	4.409	25.226	5.964
48.778	0.227	0.236	16.500	18.858	4.459	24.904	5.888
49.004	0.227	0.236	16.500	19.070	4.509	24.707	5.842
49.231	0.227	0.236	16.500	19.281	4.559	24.634	5.824
49.458	0.227	0.236	16.500	19.493	4.609	24.621	5.821
49.684	0.220	0.230	16.500	19.702	4.529	24.686	5.674
49.905	0.227	0.236	16.500	19.911	4.708	24.808	5.865
50.131	0.227	0.236	16.500	20.123	4.758	24.939	5.896
50.358	0.227	0.236	16.500	20.334	4.808	25.083	5.930
50.585	0.227	0.236	16.500	20.546	4.858	25.238	5.967
50.811	0.173	0.181	16.500	20.733	3.748	25.356	4.583
50.985	0.215	0.224	16.500	20.915	4.694	25.515	5.727
51.200	0.227	0.236	16.500	21.099	4.988	25.652	6.065
51.427	0.227	0.236	16.500	21.267	5.028	25.761	6.091
51.653	0.190	0.198	16.500	21.421	4.242	25.849	5.118
51.843	0.227	0.236	16.500	21.576	5.101	25.966	6.139
52.070	0.227	0.236	16.500	21.744	5.141	26.078	6.166
52.297	0.227	0.236	16.500	21.912	5.181	26.199	6.194
52.523	0.172	0.180	16.500	22.060	3.967	26.285	4.727
52.696	0.227	0.236	16.500	22.208	5.251	26.399	6.242
52.922	0.227	0.236	16.500	22.376	5.290	26.496	6.265
53.149	0.227	0.236	16.500	22.544	5.330	26.579	6.284
53.376	0.227	0.236	16.500	22.712	5.370	26.659	6.303
53.603	0.227	0.236	16.500	22.880	5.409	26.757	6.326
53.829	0.185	0.193	16.500	23.032	4.446	26.869	5.186
54.014	0.227	0.263	30.553	36.993	9.738	20.996	5.527
54.241	0.227	0.263	30.553	36.708	9.663	21.096	5.553

54.468	0.227	0.263	30.553	36.424	9.588	21.175	5.574
54.694	0.227	0.263	30.553	36.139	9.513	21.385	5.630
54.921	0.166	0.193	30.553	35.893	6.939	21.294	4.117
55.088	0.227	0.263	30.553	35.646	9.384	21.189	5.578
55.314	0.227	0.263	30.553	35.362	9.309	21.070	5.546
55.541	0.227	0.263	30.553	35.077	9.234	21.110	5.557
55.768	0.112	0.130	30.553	34.865	4.547	20.968	2.734
55.880	0.227	0.263	30.553	34.652	9.122	20.885	5.498
56.107	0.213	0.248	30.553	34.376	8.516	20.738	5.138
56.320	0.227	0.263	30.553	33.851	8.911	20.625	5.429
56.547	0.048	0.056	30.553	33.377	1.853	20.716	1.150
56.594	0.227	0.263	30.553	32.904	8.662	20.243	5.329
56.821	0.227	0.263	30.553	32.121	8.456	19.984	5.261
57.048	0.227	0.263	30.553	31.339	8.250	20.011	5.268
57.275	0.114	0.133	30.553	30.750	4.078	20.077	2.663
57.389	0.227	0.263	30.553	30.162	7.940	19.805	5.214
57.615	0.227	0.263	30.553	29.380	7.734	19.633	5.168
57.842	0.227	0.263	30.553	28.597	7.528	19.459	5.122
58.069	0.017	0.020	30.553	28.177	0.556	19.619	0.387
58.086	0.227	0.296	40.060	30.967	9.172	15.339	4.543
58.313	0.227	0.296	40.060	29.555	8.754	14.824	4.391
58.539	0.227	0.296	40.060	28.143	8.336	14.556	4.311
58.766	0.007	0.009	40.060	27.415	0.245	14.715	0.131
58.773	0.227	0.296	40.060	26.688	7.905	14.006	4.148
58.999	0.227	0.296	40.060	25.276	7.486	13.115	3.884
59.226	0.174	0.227	40.060	24.028	5.457	12.159	2.761
59.400	0.227	0.296	40.060	22.725	6.731	11.583	3.431
59.627	0.069	0.090	40.060	21.734	1.946	11.558	1.035

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio
TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio
TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio
