

COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI

PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

descrizione dei contenuti tecnici

ACCORDO OPERATIVO - EX. ART. 4, L.R. 21/12/2017 N. 24
"DISCIPLINA REGIONALE SULLA TUTELA E L'USO DEL
TERRITORIO" - RELATIVO ALLA NUOVA REALIZZAZIONE DI
INTERVENTO A PREVALENTE DESTINAZIONE RESIDENZIALE NEL
COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI, VIA ROMA 48.



COMMITTENZA

Immobiliare IL CENTRO srl
Via Rodolfo Morandi 21/B - 42035 Castelnovo Ne' Monti (RE)

PROGETTO ARCHITETTONICO

Arch. Tomas Ghisellini | TOMAS GHISELLINI ARCHITETTI
Via Pomposa, 58 - 44123 Ferrara (FE) | tel: 0532 64831
Via 47° Reggimento Fanteria, 8 - 73100 Lecce (LE) | tel: 0832 242281
mail: info@tomasghisellini.it

QUADRO GIURIDICO E SCHEMA CONVENZIONE

Avv. Federico Gualandi | GUALANDI & MINOTTI AVVOCATI
Via Altabella, 3 - 40126 Bologna (BO)
tel: 051 234050 | mail: info@studiogualandi-minotti.it

GEOLOGIA E GEOTECNICA

Dott. geol. Vittorio Monelli | GEOSTUDIO Geologi Associati
Via Franceschini, 26 - 42035 Castelnovo Ne' Monti (RE)
tel: 348 3227548 | mail: vittoriomonelli@gmail.com

VALUTAZIONE CLIMA ACUSTICO

Dott. Andrea Nicola | TEKNOACUSTICA
Via Orlandi, 32 - 43123 Parma (PR)
tel: 320 1510044 | mail: a.nicola@teknoacustica.it

spazio per ufficio tecnico

Data: dicembre 2021

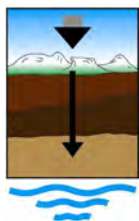
oggetto elaborato:

Relazione Geologica e Sismica

codice elaborato

AO.R.RGS

scala/e:



GHOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli

42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26

Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**

E-mail: gstdmmm@libero.it

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

Comune di Castelnovo ne' Monti (RE)

Località : Castelnovo ne' Monti - località Sarzassa – Via Roma 48

ACCORDO OPERATIVO - EX. ART. 4, L.R. 21/12/2017 N. 24
"DISCIPLINA REGIONALE SULLA TUTELA E L'USO DEL TERRITORIO" -
RELATIVO ALLA NUOVA REALIZZAZIONE DI INTERVENTO A
PREVALENTE DESTINAZIONE RESIDENZIALE NEL COMUNE DI
CASTELNOVO NE' MONTI, VIA ROMA 48.

Committente : Immobiliare "Il Centro"

dicembre 2021

Comune di Castelnovo ne' Monti (RE)

Località : Castelnovo ne' Monti - Sarzassa

Committente : Immobiliare "Il Centro"

STUDIO GEOLOGICO E SISMICO

dicembre 2021

Per la GEOSTUDIO
geol. Vittorio Monelli

INDICE

1. Riferimenti bibliografici e cartografici	pag. 1
2. Premessa	pag. 1
3. Geologia, geomorfologia ed idrogeologia dell'area	pag. 2
4. Indagini geognostiche	pag. 3
5. Sismicità	pag. 5
5.1 Normativa sismica e microzonazione sismica.....	pag. 7
5.2 Risposta Sismica Locale.....	pag. 7
6 Stabilità del versante.....	pag. 11
6. Note conclusive	pag. 12

TAVOLE

Tavola 1	Carta geologica
Tavola 2	Carta del dissesto (PTCP RE)
Tavola 3	Microzonazione sismica
Tavola 4	Livelli d'approfondimento sismico
Tavola 5	Indagini geognostiche (cantiere Mz15)
Tavola 6	Indagini geognostiche (ambito ARRa)
Tavole 7	Sondaggio S2
Tavola 8	Sondaggio ts3
Tavola 9	Sondaggio c5
Tavola 10	Sondaggio c8
Tavola 11	Sismica a rifrazione
Tavola 12	Down Hole (Sondaggio S2)
Tavole 13,..., 22	Verifiche di stabilità anno 2003
Tavola 23	Verifica di stabilità anno 2021
Tavola 24	Superficie critica
Tavola 25	Mappa di Fs locale

1. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E CARTOGRAFICI

- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) di Reggio Emilia, approvato con Delibera n.124 del 17 giugno 2010
- Planimetria Catastale – scala 1:2.000
Comune di Castelnovo ne' Monti (RE)
Foglio n. 39 Mappale n. 18
- Carta Tecnica Regionale C.T.R. - scala 1:5.000
Elemento n. 218 131 Castelnovo ne' Monti
- Carta geologica d'Italia – scala 1:100.000
Foglio n. 85 Castelnovo ne' Monti
- Carta geologica della Regione Emilia-Romagna - Servizio geologico, sismico e dei suoli - cartografia interattiva – scala 1:10.000
Sezione n. 218 130 Castelnovo ne' Monti
- Carta del dissesto del PTCP 2010 della Provincia di Reggio Emilia -
– scala 1:10.000
Sezione n. 218 130 Castelnovo ne' Monti
- PSC del Comune di Castelnovo ne' Monti – Analisi geologico-ambientale (CENTROGEO - 2003)
- Microzonazione sismica del Comune di Castelnovo ne' Monti (GEODES - 2013)

2. PREMESSA

Su incarico dello Studio Tecnico Romei Giovanni di Castelnovo ne' Monti, ho eseguito un'indagine geologica e sismica su di un'area situata in località Sarsazza, nel centro dell'abitato di Castelnovo ne' Monti, la cui precisa ubicazione è visibile nelle Tavole in allegato. Dell'area si prevede una richiesta di accordo operativo ai sensi dell' art. 4 L.R. 21/12/2017 n. 24 in vista di una sua futura edificazione.

Facendo riferimento agli strumenti urbanistici del Comune di Castelnovo ne' Monti, nella fattispecie al PSC dell'anno 2003, trattasi di *“ambito edificato intercluso nel territorio urbanizzato (Ambito ARRa) su terreni ad elevata pendenza, con fabbricati in disuso da riconvertire ad usi residenziali”*. La scheda normativa di riferimento recita che *“l'urbanizzazione dell'area è attivabile rispettando le prescrizioni della relazione geologica e delle schede di sostenibilità ambientale e quanto definito nell' Atto di Accordo ai sensi dell'art. 18 della Lg Rg. 20/2000 sottoscritto tra la proprietà e il Comune”*. Nella stessa scheda si precisa che la riqualificazione avverrà mediante demolizione e ricostruzione dell'edificio esistente e che *“le opere strutturali previste per le fondazioni e/o per il consolidamento del versante dovranno essere verificate e dimensionate contemplando l'ipotesi dell'influenza instabilizzante sul pendio dovuta ad azione sismica convenzionale corrispondente al grado di sismicità dell'area”*.

In occasione della stesura del PSC di Castelnovo ne' Monti (anno 2003) l'area è stata indagata mediante approfondita indagine geognostica, consistita nell'esecuzione di sondaggi meccanici e sismici. L'area è inoltre ricompresa all'interno del cantiere MZ15 – numero identificativo da PSC – che è stato interessato da ripetute campagne d'indagini geognostiche nel corso degli ultimi 40 anni, di cui si dà uno schema riassuntivo alla Tav. 5. I risultati di queste indagini, corroborati da un preliminare rilievo geologico-geomorfologico di superficie, hanno fatto da base conoscitiva per la presente relazione. Essi sono apparsi decisamente sufficienti per le finalità del presente lavoro. Ulteriori approfondimenti geognostici sono stati rimandati alla fase progettuale successiva; in presenza di un preciso progetto edile le ulteriori prove geognostiche potranno essere ubicate in modo più efficace e rispondere al meglio alle esigenze tecniche previste.

Il sito in esame è perimetrato come “*deposito di frana quiescente.*” nel PTCP di Reggio Emilia (anno 2010), classificazione confermata nella variante specifica dello stesso operata nel 2016; di conseguenza è soggetto alle prescrizioni contenute nell'art 57 del suo articolato fondamentale.

Il Comune di Castelnovo ne' Monti, nella nuova normativa sismica, è classificato in Zona 2 (vedi Ordinanza del P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 e succ. mod. ed int., e D.M. 17/01/2018). Nell'anno 2013 è stata effettuata la Microzonazione Sismica del Comune di Castelnovo ne' Monti e l'area qui indagata è considerata zona suscettibile ad instabilità di versante. Come tale è soggetta ad approfondimento sismico di terzo livello (cfr. Tav. 3).

Scopo del presente studio è verificare l'idoneità geologica, geomorfologica ed idrogeologica del sito ad ospitare il carico urbanistico prospettato e definire le caratteristiche stratigrafiche, litomeccaniche e sismiche generali dei terreni costituenti il comparto in oggetto, ai sensi delle D.G.R. 476-564/2021 (che hanno aggiornato il D.G.R. 630/2019, la D.G.R. 2193/2015 e la D.A.L. 112/2007 “indirizzi per gli Studi di Microzonazione Sismica in Emilia Romagna per la Pianificazione Territoriale e Urbanistica”), del D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni), nonché in ottemperanza a quanto previsto nella microzonazione sismica, P.S.C. / R.U.E. del Comune di Castelnovo ne' Monti (RE) e nel P.T.C.P. vigente della Provincia di Reggio nell'Emilia.

3. LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

L'area sede dell'intervento si trova nel centro abitato di Castelnovo né Monti, più precisamente in Via Roma, in corrispondenza del numero civico 48, identificativo di un edificio demolito negli ultimi anni. Il versante interessato dal progetto d'urbanizzazione è esposto a settentrione, a quote comprese tra i 680 ed i 700 m.s.l.m. Il pendio mostra, proprio in corrispondenza dell'edificio da demolire, una variazione di pendenza che passa da poco meno di 10° a monte a poco meno di 30° a valle (non considerando le modifiche di natura antropica).

Il panorama geologico locale è caratterizzato dalla presenza della successione epiligure semiautoctona emiliana, qui rappresentata dalle Formazioni di Ranzano (**RAN3**) e di Antognola (**ANT**). Trattasi di sedimenti marini depositatisi mediante meccanismo di correnti di torbida su substrato in movimento, costituito dalle Unità Liguri

in contemporaneo sovrascorrimento sulla Serie Toscana. La sequenza così realizzatasi costituisce i settori meno disturbati tettonicamente e meno esposti a fenomeni di degrado idrogeologico in s.l. del medio appennino reggiano.

Il lotto indagato è campito come frana quiescente (**a2**) per scivolamento di blocchi su substrato integro appartenente al *Membro marnoso di Antognola ANT* (datato oligocene superiore – miocene inferiore); tale membro è costituito da marne argillose e marne sabbioso-siltose grigio chiare, con tonalità verdoline, caratterizzate da degradazione superficiale minuta a frammenti subsferoidali e da stratificazione poco evidente; su tali terreni è costruita gran parte della zona centrale dell'abitato di Castelnuovo né Monti.

Il sito di progetto è al limite alto del bacino del Torrente Tassobbio, affluente di destra idrografica del Fiume Enza. Immediatamente a valle di esso, verso settentrione, si sono formati, soprattutto in seno alla Formazione di Ranzano, movimenti franosi di natura complessa e di notevole estensione, in gran parte ancora attivi (**a1g**).

La porzione campita come a2, su cui ricade il comparto oggetto della presente indagine, costituirebbe una fra le diverse nicchie di distacco che confluiscono nel movimento complessivo a valle.

Questa configurazione morfologica è data dal meccanismo di degradazione esogena cui sono soggette le formazioni geologiche intatte, che porta i materiali erosi e disarticolati a concentrarsi negli impluvi per l'azione di trasporto dell'acqua. La stessa acqua di precipitazione atmosferica, defluendo naturalmente in queste depressioni, ne favorisce la mobilizzazione per gravità. È questa l'attuale dinamica geomorfologica dominante l'area esaminata. La maggior parte delle litologie qui presenti sono infatti fragili, sia da un punto di vista chimico che da un punto di vista fisico, nei confronti dell'azione disgregatrice dell'acqua: le rocce inalterate o asciutte presentano quindi buone caratteristiche meccaniche (resistenza alla rottura, incompressibilità, etc...), che vengono rapidamente perse una volta a prolungato contatto con acqua piovana o di circolazione sotterranea. Così le zone in displuvio presentano solitamente il substrato inalterato a bassa profondità dal piano campagna, e litologie più resistenti rispetto alle limitrofe aree impluviali. Aree impluviali che, al contrario, raccolgono grandi quantità d'acqua che ne disgregano il substrato e sono spesso sede di depositi incoerenti derivanti da antichi od attuali movimenti gravitativi.

Esaminando nel particolare la posizione del lotto di progetto, si osserva che esso è attualmente esente da fenomeni di degrado idrogeologico in s.l., così come gli edifici e le strutture limitrofi ad esso. Fenomeni di degrado idrogeologico sono altresì visibili a valle del lotto, in corrispondenza del corpo detritico in fase attiva; attualmente questi non sembrano influenzare direttamente l'equilibrio della porzione quiescente.

Le condizioni attuali di stabilità del comparto ARRa sono oggetto d'approfondita analisi nei Capitoli seguenti; questa valutazione viene operata sulla base degli elementi geologici, geognostici e sismici ricavati dalle diverse indagini eseguite sull'area e nei suoi dintorni nei recenti anni.

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il comparto ARRa ed il versante che lo ospita sono stati negli ultimi decenni interessati da numerose e approfondite indagini geognostiche: la loro ubicazione e natura sono riportate in Tav. 5.

L'ubicazione e la natura delle indagini che interessano direttamente il comparto ARRa sono evidenziate in Tav. 6: trattasi di quattro sondaggi a carotaggio continuo e di due stendimenti sismici a rifrazione, i cui risultati sono riportati a partire dalla Tav. 7 fino alla Tav. 11; nel foro di sondaggio S2 è stata eseguita una prova sismica Down Hole (vedi Tav. 12).

I risultati delle suddette indagini sono stati elaborati dal collega geol. Giampietro Mazzetti in occasione della stesura del PSC di Castelnuovo ne' Monti nell'anno 2003; nella "Relazione di fattibilità geologico geotecnica sugli ambiti di nuovo insediamento da riqualificare, da trasformare" Mazzetti ha allora definito un dettagliato quadro stratigrafico, sismico e geotecnico dell'ambito ARRa. Ad esso si fa riferimento in questa relazione, vista la confermata validità attuale dei dati rinvenuti nelle campagne geognostiche eseguite negli scorsi decenni. In questa relazione viene aggiornata l'elaborazione dei dati eseguita nel 2003 alla luce delle nuove normative intervenute ad oggi in campo sismico e geotecnico. Nuove indagini e approfondimenti geognostici vengono rimandati alla fase di realizzazione del progetto, essendo sufficienti, se non esuberanti, le indagini fin qui condotte alle necessità odierne.

La successione litostratigrafica del sottosuolo dell'area interessata dall'Ambito ARRa secondo Mazzetti è la seguente:

Profondità	Descrizione Litologica
da piano campagna a -4÷-5 m p.c.	Litotipi a medio bassa - bassa consistenza e grado di compressibilità medio, contraddistinti da medi valori di resistenza al taglio.
da -4 ÷ -5 m a -10 ÷ -11 m p.c.	Termini caratterizzati da elevato grado di fratturazione, a media - medio bassa consistenza tendenzialmente in aumento con la profondità; medio grado di compressibilità, e di resistenza al taglio tra -7,5 a -9,5 ÷ -10 m p.c., è presente un livello ad elevato grado di fratturazione.
da -10 ÷ -11 m a -25 ÷ -26 m p.c.	Litotipi a consistenza medio elevata - elevata con grado di compressibilità molto basso, contraddistinti da valori di resistenza al taglio medio elevati - elevati; tale orizzonte include tra -17 e -19÷-20 m p.c., un livello a medio - medio elevato grado di fratturazione.

Come ulteriore affinamento della precedente stratigrafia, alle Tavv. 13,..., 24 è visibile il profilo stratigrafico del versante lungo una traccia che attraversa l'Ambito ARRa, ove vengono distinti 5 livelli così caratterizzati da un punto di vista geotecnico:

Profondità, m da pc	C' kN/mq	ϕ' °	γ kN/mc
Da pc a -5 ÷ -7 m pc	0	27	20
da -5 ÷ -7 m a -10÷ -11 m pc	0	24	19.7
da -10 ÷ -11 m a -16÷ -17 m pc	0	32	20.5
da -16 ÷ -17 m a -20÷ -21 m pc	0	26	20
da -20 ÷ -21 m a -30 m pc	0	35	22

Falda: da -10 a -16 ÷ -20 m pc.

Tabella 1: Stratigrafia geotecnica

Il precedente schema è quello che viene poi utilizzato da Mazzetti e da sottoscritto per eseguire le verifiche di stabilità del versante lungo la traccia evidenziata alle Tavv. 13,..., 24 della presente relazione.

I risultati delle verifiche di stabilità eseguite nel 2003 vengono riportati al Cap. 6; nello stesso capitolo vengono eseguite nuove verifiche di stabilità alla luce della nuova normativa vigente in data odierna.

5. SISMICITÀ

Nel 2004, a seguito dell'emanazione dell'O.P.C.M. 20-3-2003, un gruppo dell'INGV ha stilato un documento denominato "Redazione della mappa della pericolosità sismica prevista dall'O.P.C.M. 20-3-2003 n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile". Questo documento è a tutt'oggi il punto di riferimento di ogni valutazione di pericolosità sismica sul territorio nazionale.



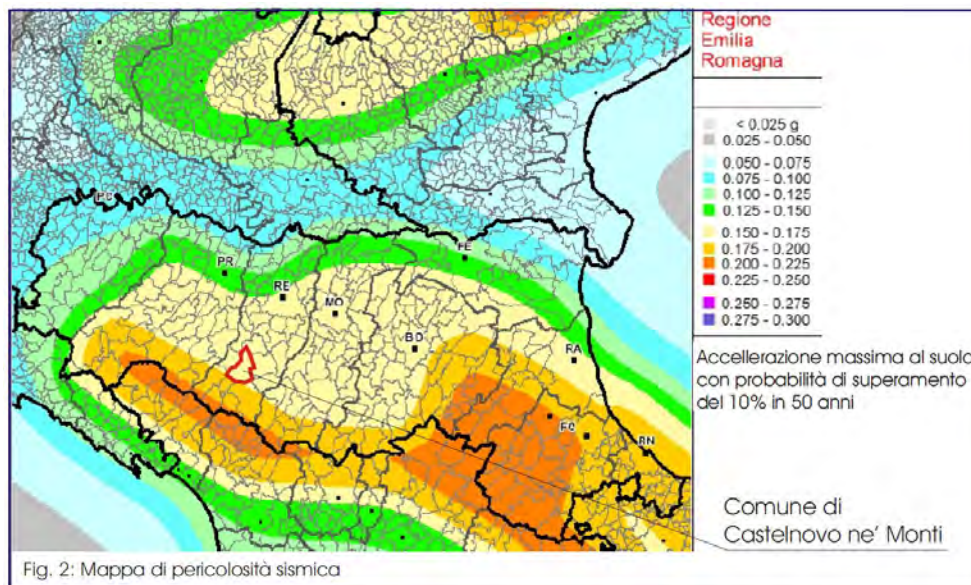
Fig. 1: Zonizzazione sismogenetica ZS9

Il gruppo di lavoro INGV ha creato un nuovo modello sismogenetico denominato ZS9 sulla base di precedenti modelli (ZS4 – Scandone – 1996 – 2000), delle più recenti conoscenze neotettoniche e del catalogo storico dei terremoti. L'elaborazione ed il confronto dei dati di diversa natura ha portato all'individuazione di diverse zone sismogenetiche sul territorio nazionale (vedi Fig. 1).

Castelnovo ne' Monti risente dei terremoti che si verificano nelle zone 913 e 915, mentre quelli che si verificano in altre zone, seppur di magnitudo elevata, sortiscono effetti trascurabili sul suo territorio. Alla zona 913 sono assegnati terremoti di profondità epicentrale compresa tra i 10 ed i 20 Km, con meccanismo di faglia indeterminato. L'indeterminatezza è dovuta al fatto che la zona è intermedia tra la 912 a Nord, caratterizzata da regime compressivo e faglie inverse, e la 915, a regime distensivo e fagliazione diretta. Storicamente, i terremoti più risentiti nell'area di Castelnovo ne' Monti sono quelli della fascia pedeappenninica (Castelvetro – anno 1501 – intensità Scala Mercalli IX) e quelli con epicentro in Garfagnana (anno 1920 – intensità scala Mercalli X). L'episodio più violento registrato ad oggi risale appunto al settembre 1920 (Magnitudo momento Mw = 6,5) ed è stato risentito in tutti i Comuni dell'Alto Appennino, con consistenti danni agli edifici e innesco di movimenti franosi, tra cui il più vasto e conosciuto è quello che coinvolse gli abitati dell'alta Val d'Asta.

Nella zona sismogenetica 913 sono previsti, sulla base dei dati geologici e sismologici, valori di massima magnitudo pari a $M_{wmax1} = 5,91$. Il gruppo di lavoro dell'INGV ha però adottato in via maggiormente cautelativa il valore $M_{wmax2} = 6,14$ per tutte le zone sismogenetiche italiane (ad eccezione delle zone 922, 928 e 936) con magnitudo massima inferiore a detto valore e ad esso si fa riferimento nel presente lavoro.

Ogni zona sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico e da relazioni d'attenuazione della massima accelerazione prevista al suolo in funzione della distanza epicentrale. Su questa base è stata costruita la "Mappa di pericolosità sismica" che individua diverse zone a seconda del valore massimo di accelerazione sismica prevista (vedi Fig. 2).



Il risultato, per ogni comune, è rappresentato da una stima del rischio sismico che tiene conto dell'intera storia riportata nel catalogo sismico e che viene espressa in termini probabilistici. La pericolosità sismica di riferimento ipotizza un substrato omogeneo in roccia (substrato sismico caratterizzato da Velocità delle onde di taglio $V_s > 800$ m/sec) ed è espressa in PGA (Peak Ground Acceleration), con associato un periodo di ritorno di 475 anni (valore convenzionale che rappresenta l'accelerazione associata alla probabilità del 90% di non ritorno in un periodo di 50 anni).

Sulla base delle precedenti considerazioni, per il Comune di Castelnuovo ne' Monti è prevista un'accelerazione massima orizzontale di picco su suolo rigido (PGA), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, equivalente a **0,165 g**.

Sulla base di questa mappa di pericolosità sismica il territorio italiano è stato suddiviso in quattro categorie sulla base dei valori di PGA (vedi tabella 2).

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	>0.25
2	0.15-0.25
3	0.05-0.15
4	<0.05

Tabella 2: Valori di PGA per le quattro zone sismiche

Come si desume dalla Tabella 2, il Comune di Castelnovo ne' Monti (RE), è classificato in **Zona 2** ("prima applicazione" Ordinanza del PCM n. 3274 / 2003 - Riclassificazione sismica dell'Emilia-Romagna).

5.1 NORMATIVA SISMICA E MICROZONAZIONE SISMICA

Nell'anno 2013 il Comune di Castelnovo ne' Monti ha realizzato la Microzonazione Sismica del suo territorio. Si tratta della "valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo" (definizione ripresa dalla Microzonazione Sismica di Castelnovo ne' Monti). I risultati salienti di questa zonizzazione, relativamente all'area qui considerata, sono riportati nelle Tavv. 3 e 4. Si vede come sia ritenuto necessario, come del resto già richiesto nel PSC di Castelnovo ne' Monti risalente al 2003, un approfondimento sismico di terzo livello dell'ambito ARRa, data la sua potenziale instabilità e la presenza di gradiente topografico elevato. Si è quindi eseguita una valutazione di Risposta Sismica Locale.

5.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL)

Per valutare gli effetti di Risposta Sismica Locale (RSL) si è utilizzato il software STRATA, al quale è stato fornito un gruppo di sette accelerogrammi spettrocompatibili con le caratteristiche sismogenetiche del sito e le condizioni di sicurezza richieste dal progetto. Per fare questo si è effettuato un processo di disaggregazione per definire il range di coppie Magnitudo- Distanze relative ai terremoti più probabili in zona, utilizzando la mappa di pericolosità dell'INGV. Nell'operazione si sono considerati i parametri di progetto V_n (Vita nominale = 50 anni), e c_u (coefficiente d'uso = 1,5 – edificio che prevede affollamenti significativi di classe III) relativi allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).

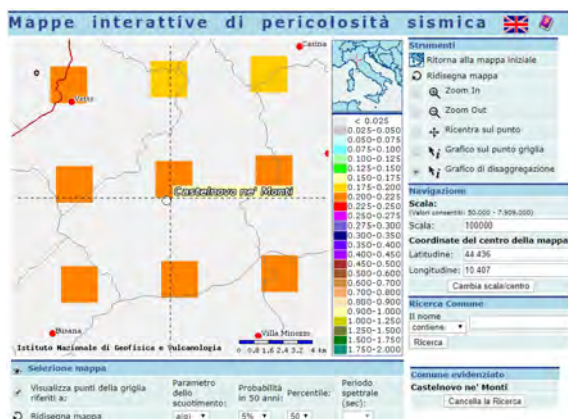


Figura 3: Mappa interattiva di pericolosità sismica - INGV

Le coppie Magnitudo-Distanza da considerare sono risultate essere comprese tra i valori di $4,0 > M < 6,5$ e $0 \text{ Km} > D < 30 \text{ Km}$ (vedi Tavola seguente).

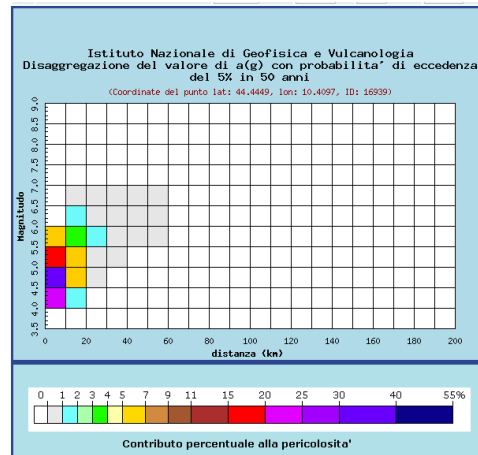


Figura 4: Tavola di disaggregazione relativa al sito considerato

Utilizzando questi dati si sono estratti i sette accelerogrammi dall'archivio "Italian Building Code" mediante il software Rexel v 3.5 (Iervolino-Galassi-Chioccarelli).

Waveform	Earthquake Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mec	Epicentral	PGA_X [m]	PGA_Y [m]	PGV_X [m]	PGV_Y [m]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site cl
	829	358 ST236	Umbria Marche (aftershock)	###	4,3 strike slip	1	3,6788	3,9885	0,1414	0,0983	2,5659	5,8243	0,64972	0,53692	A
	4675	1635 ST2487	South Iceland	###	6,5 strike slip	13	1,2916	1,5325	0,1611	0,101	4,8619	7,669	0,79499	0,70631	A
	4675	1635 ST2487	South Iceland	###	6,5 strike slip	13	1,2916	1,5325	0,1611	0,101	4,8619	7,669	0,79499	0,70631	A
	5079	1464 ST2552	Mt. Hengill Area	###	5,4 strike slip	6	1,702	1,332	0,1091	0,0506	5,3469	5,526	0,94232	1,006	A
	7142	2309 ST539	Bingol	###	6,3 strike slip	14	5,0514	2,9178	0,336	0,2097	7,3341	8,4263	0,64556	0,85171	A
	2025	710 ST1357	Kremidia (aftershock)	###	5 ?	16	1,7272	1,7658	0,0919	0,084	8,7607	9,5544	0,85398	0,83373	A
	4674	1635 ST2486	South Iceland	###	6,5 strike slip	5	3,1176	3,3109	0,6122	0,2377	4,0709	9,8457	0,79545	0,58565	A
mean:				5,785714		9,714286	2,551457	2,34	0,2304	0,126043	5,400329	7,787814	0,782428	0,746658	

Tabella 3: identificazione degli accelerogrammi

STRATA elabora l'accelerogramma che diffonde dal substrato sismico, con $V_s > 800$ m/sec, nel suo percorso verso la superficie, ipotizzando uno smorzamento o un'amplificazione derivante dagli strati che incontra nel suo tragitto. La sismostratigrafia qui utilizzata è stata derivata dai risultati di una prova Down Hole (vedi Tav. 12) eseguita nel foro di sondaggio S2 (vedi Tavv. 6 e 7). La profondità del substrato sismico (14 metri circa nel nostro caso) è stata diminuita di 1 metro per non considerare l'alterazione superficiale del terreno. Si è quindi inserita la stratigrafia in STRATA supponendo che l'accelerogramma propagasse dalla profondità di circa 13 metri dal piano campagna partendo da un substrato geologico rigido avente $V_s = 850$ m/sec. La risposta in superficie è stata calcolata alla profondità di un metro dal piano campagna, ove verosimilmente sono ubicate le fondazioni dell'edificio da ristrutturare. La stratigrafia e la parametrizzazione geofisica utilizzata sono riportate nella seguente tabella:

Profondità (m)	Spessore strato (m)	Tipo di Terreno	V_s (m/sec)	γ (KN/m ³)
0	4	Argilla	350	20,0
4	6,0	Roccia fratturata	350	21,0
10	13	Roccia fratturata	650	22,0
12,0	∞	Substrato sismico	850	22,5

Tabella 4:..Input stratigrafico-geofisico in STRATA

I modelli di smorzamento e decadimento del modulo di taglio utilizzati sono quelli proposti da Idriss nel 1990 per la coltre alterata e da EPRI per il substrato roccioso.

L'involuppo degli accelerogrammi amplificati da STRATA alla superficie del sedime di progetto qui considerato risultano nel seguente modo:

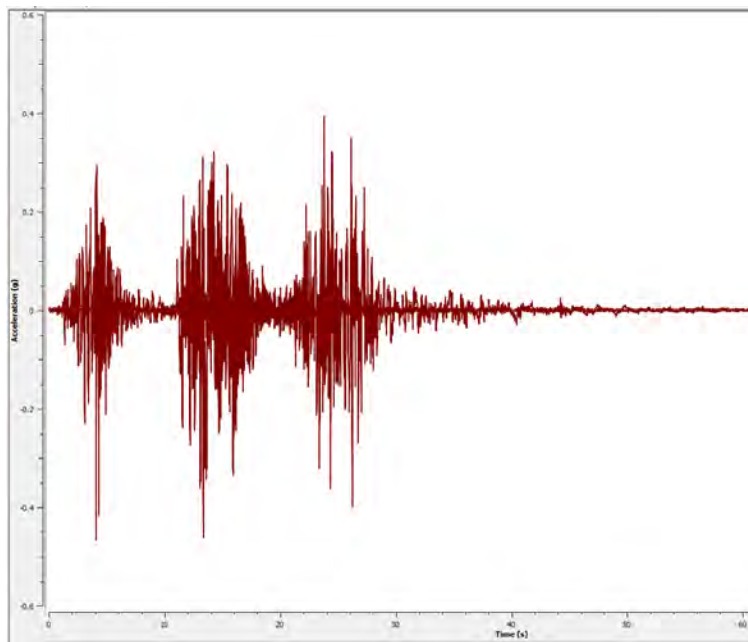


Figura 5:..involuppo degli accelerogrammi amplificati alla superficie

In Fig. 6 è descritto l'andamento dell' accelerazione massima prevista ad ogni profondità. La linea blu a tratto continuo indica il valore medio restituito dai sette accelerogrammi:

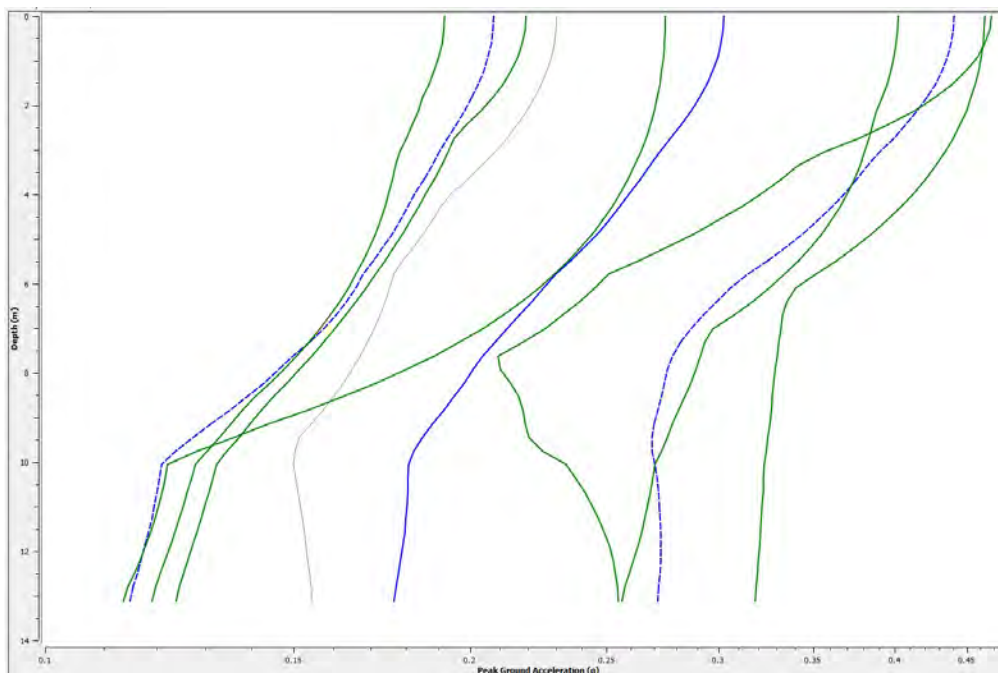


Figura 6:..profilo dell'accelerazione massima (PGA)

Il valore medio ad un metro di profondità dalla superficie (quota 0 di Fig. 6) è di **PGA = 0,3 g**, mentre il valore al bedrock sismico è di 0,165. Di conseguenza, il valore d'amplificazione stratigrafica è $FAs = 1,8$. A questo valore va aggiunto il coefficiente d'amplificazione topografica $FAt = 1,2$ (pendio con acclività compresa tra 15° e 20°), ottenendo così un **FATTORE D'AMPLIFICAZIONE FA = 2,16**.

Il Fattore di Amplificazione (F.A.) così ottenuto rappresenta il rapporto fra lo scuotimento sismico valutato per la condizione geo-litologica specifica e il corrispondente scuotimento relativo alla categoria di sottosuolo A (substrato rigido con V velocità media delle onde di taglio $V_s > 800$ m/sec). Altri fattori d'amplificazione utilizzati nella pratica urbanistica sono SA1, SA2, SA3 (rapporto tra l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione in superficie e quello al bedrock sismico per determinati intervalli di frequenze) e SI1 e SI2 (rapporto tra l'integrale dello spettro di risposta in velocità in superficie e quello al bedrock sismico per determinati intervalli di frequenze). Nel nostro caso essi rivestono scarsa importanza viste le contenute dimensioni del comparto con conseguente omogeneità di comportamento ai fini sismici; ad ogni modo essi sono:

F.A. INTENSITA' SPETTRALE **SA1** - $0,1 \text{ s} < T_0 < 0,5 \text{ s} = \mathbf{1,50}$

F.A. INTENSITA' SPETTRALE **SA2** - $0,4 \text{ s} < T_0 < 0,8 \text{ s} \cong \mathbf{1,38}$

F.A. INTENSITA' SPETTRALE **SA3** - $0,7 \text{ s} < T_0 < 1,1 \text{ s} = \mathbf{1,19}$

F.A. INTENSITA' SPETTRALE **SI1** - $0,1 \text{ s} < T_0 < 0,5 \text{ s} = \mathbf{1,49}$

F.A. INTENSITA' SPETTRALE **SI2** - $0,5 \text{ s} < T_0 < 1,0 \text{ s} = \mathbf{1,27}$

Per le verifiche di stabilità globale e delle fondazioni in condizioni sismiche, occorre definire i coefficienti dell'azione sismica. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici ed utilizzando metodi pseudostatici, si ha:

$$K_h = \beta_s a_{g \max} / g$$
$$K_v = \pm 0.5 K_h$$

dove:

K_H = *coefficiente dell'azione sismica orizzontale*

K_V = *coefficiente dell'azione sismica verticali:*

β_s = *coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito*, variabile da 0,2 a 0,3 in base alla categoria di sottosuolo ed al valore di a_g

$a_{g \max}$ = *accelerazione orizzontale massima attesa al sito*

g = *accelerazione di gravità*

Nel caso in oggetto, con un'accelerazione orizzontale massima attesa al sito $a_{g \max}$ pari a **0,36 g** ($0,165 \text{ g} \times 2,16$) ed un coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito β_s pari a **0,24** (vedi Tabella 7.11.I D.M.17/01/2018), si ottiene:

coefficiente dell'azione sismica orizzontale $K_h \cong \mathbf{0,086}$

coefficiente dell'azione sismica verticale $K_v \cong \pm \mathbf{0,043}$

Questi sono i coefficienti sismici da adottare nelle verifiche di stabilità globali. Inoltre, in fase di progetto definitivo, il valore di *coefficiente dell'azione sismica orizzontale* K_h corrisponde al valore del *fattore d'inerzia del suolo* K_{hk} da utilizzare nella verifica allo Stato Limite Ultimo delle fondazioni in condizioni sismiche (vedi Capitolo C7.11.5.3.1 della circolare 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP..).

6. STABILITÀ DEL VERSANTE

Le condizioni teoriche d'equilibrio del sito di progetto sono state determinate in modo approfondito dal collega geol. Gian Pietro Mazzetti in occasione della redazione del PSC di Castelnovo ne' Monti nell'anno 2003, lungo il profilo evidenziato alle Tavv. 13...,22 di questa relazione. Lo schema stratigrafico e geotecnico utilizzato è quello della Tabella 1 riportata nel Cap. 4. I risultati delle verifiche sono riportati nelle Tavv. 13..., 22 e sono riassunti nella Tabella 5:

Superficie	Fs Assenza sisma	Fs Presenza sisma	Forza reagente RN: kN/m	Fs Presenza sisma
a3	0,93			
a3s		0,79		
a3st			798	1,3
a4	0,91			
a4s		0,78		
a4st			1274	1,3
a5	1,89			
a5s		1,46		
a6	1,65			
a6s		1,34		

Tabella 5: Risultati verifiche di stabilità eseguite nell'anno 2003

Le conclusioni cui arriva Mazzetti sono, dette con le sue stesse parole, *“che il pendio evidenzia la presenza di due superfici instabili con coefficiente prossimo all'unità e stabili ma non in sicurezza anch'esse con valori vicini al limite dell'equilibrio in assenza di sollecitazione sismica. In concomitanza di quest'ultima si denotano condizioni d'instabilità. Per avere condizioni di stabilità in sicurezza necessita la realizzazione di opere stabilizzanti che forniscano forze reagenti equivalenti a $RN = 1274 \text{ KN/m}$.*

Per quanto riguarda le superfici di scivolamento più profonde: -16 / -20 m.p.c. si hanno condizioni stabili ed in sicurezza anche in presenza di sisma senza la necessità di realizzazione di opere stabilizzanti.”

In quest'occasione si è ripetuta la verifica di stabilità utilizzando lo stesso schema topografico, stratigrafico e geotecnico utilizzato da Mazzetti, aggiornando il dato sismico così come emerso dall'analisi di Risposta Sismica Locale (vedi Cap. 5.2). A questo scopo si è utilizzato il programma SSAP 2010 (Slope Stability Analysis Program) del dr. Lorenzo Borselli, nella sua versione 5.0.2 aggiornata al dicembre del 2021. Nel particolare, si è utilizzato il motore di ricerca “Sniff Random Search”, che individua le ipotetiche superfici critiche a minor coefficiente di sicurezza aventi forma qualunque.

I particolari geometrici, geotecnici e sismici di dettaglio delle verifiche sono riportati nei tabulati al seguito delle Tavv. 23 e 24, ove sono rappresentate graficamente, in colore rosso, le 10 superfici critiche a coefficiente di sicurezza minore. In Tav. 24 viene evidenziata la superficie a coefficiente di sicurezza inferiore equivalente a **Fs = 0,84**.

In Tav. 25 viene rappresentata la mappa del coefficiente di sicurezza locale, che mostra come l'instabilità sia diffusa su tutta la parte superficiale del versante e si annulli gradualmente con l'aumento della profondità.

Per calcolare la forza reagente necessaria per riportare il pendio in condizioni di sicurezza ci si è riferiti a quanto previsto dalla norma nell'anno 2003, in modo da poter comparare i risultati odierni con quelli ottenuti allora. Non si sono quindi ridotti i parametri geotecnici e si è considerato accettabile un fattore di sicurezza $Fs = 1,3$.

I risultati confermano quanto emerso nel 2003 ed evidenziano la presenza di superfici di scivolamento in fase d'equilibrio che non scendono a profondità maggiori di 10-11 metri dal piano campagna. La superficie a coefficiente di sicurezza minore non corrisponde a quella che necessita di un maggior supporto di forza reagente per rientrare in equilibrio: la cosa non deve stupire in quanto il coefficiente di sicurezza misura il rapporto tra forze agenti e forze reagenti al movimento sul versante, indipendentemente dal loro valore assoluto. Ad ogni modo le superfici critiche, come si può ben vedere dalla Tav. 23, non sono molto dissimili tra loro e individuano con nettezza una fascia di sottosuolo ben definita.

Come già detto, per calcolare la forza reagente necessaria a riportare il pendio in condizioni di sicurezza ci si è riferiti a quanto previsto dalla norma nell'anno 2003, in modo da poter comparare i risultati odierni con quelli ottenuti allora. Non si sono quindi ridotti i parametri geotecnici e si è considerato accettabile un fattore di sicurezza $F_s = 1,3$. La superficie critica da questo punto è la n. 4 del report allegato alle Tavv. 23 e 24 avente $F_s = 0,85$. Per stabilizzare detta superficie occorre una forza reagente al movimento equivalente a **RN = 1518 KN/m**. Il dato è coerente con quello ottenuto nel 2003 ($RN = 1274 \text{ KN/M}$), e riflette il fatto che il coefficiente sismico utilizzato allora ($K_h = 0,07$) è inferiore a quello utilizzato nel presente lavoro ($k_h = 0,086$).

Il progetto edificatorio in oggetto dovrà quindi prevedere opere di sostegno o di consolidamento del versante che garantiscano questa forza reagente oppure riducano l'entità delle forze agenti in favore di esso. Come ovvia conseguenza ogni opera progettata dovrà confrontarsi necessariamente con il preciso calcolo del coefficiente di sicurezza globale del versante (versante + opera costruita) alla luce di quanto dettato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 gennaio 2018.

6. NOTE CONCLUSIVE

Il comparto ARRa è posto in zona di nicchia di distacco di un antico movimento franoso generatosi per scivolamento di blocchi all'interno del Membro marnoso della Formazione di Antognola.

Le approfondite indagini geognostiche svolte negli ultimi decenni all'interno e nell'immediato intorno del comparto hanno evidenziato la presenza di materiale roccioso alterato e fratturato nei primi dieci-dodici metri del sottosuolo. Questo livello roccioso fratturato è sormontato da uno strato di materiale detritico fine, di natura argillosa e/o sabbiosa di limitato spessore (meno di un metro nei sondaggi C5 e C8) che raggiunge il massimo (4-5 metri) immediatamente a valle dell'asse stradale di Via Roma; questo fa pensare che al livello fine contribuisca in modo rilevante la presenza di riporti derivanti dalla realizzazione della strada stessa. A profondità maggiori di 10-12 metri la fratturazione sembra diminuire progressivamente fino ad annullarsi a profondità maggiori di 20-25 metri.

Le verifiche di stabilità effettuate con modello matematico e codice di calcolo hanno confermato l'esistenza di superfici critiche di scivolamento che determinano condizioni d'equilibrio precario in concomitanza di sisma all'interno del livello roccioso fratturato fino alla profondità di circa 10 metri dal piano campagna. Le stesse verifiche hanno permesso di calcolare il deficit di resistenza del versante che si deve compensare in

vista dell'intervento edile previsto, equivalente a circa 1500 KN/m. A profondità superiori ai 10 metri circa le superfici critiche diventano stabili anche in presenza di sisma.

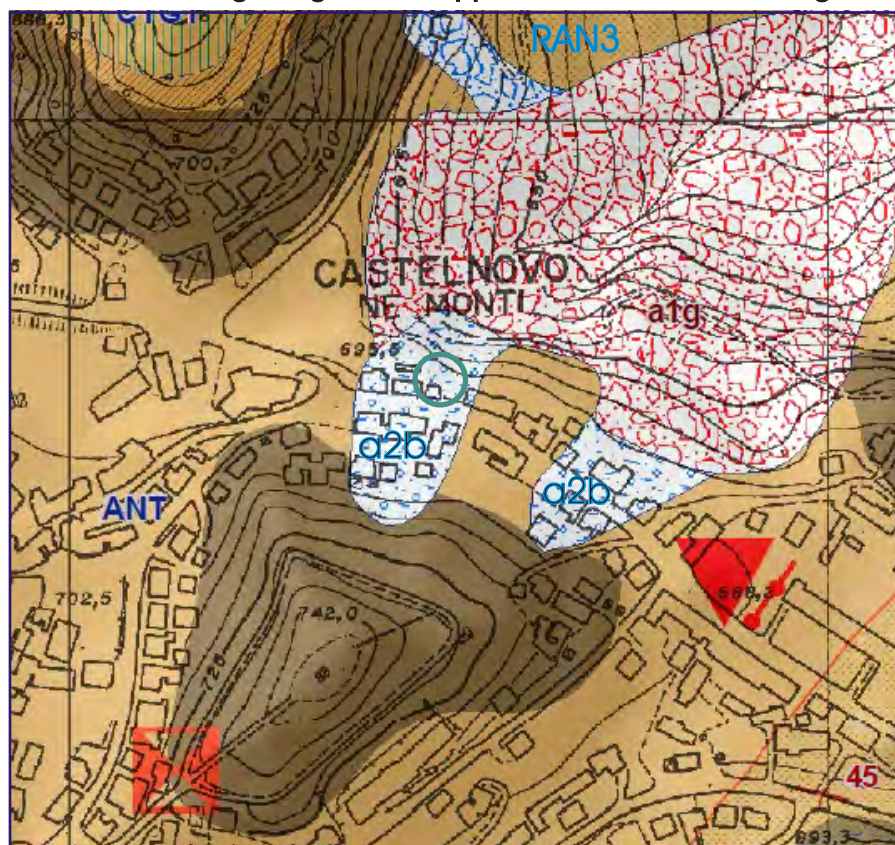
Per quanto detto sopra l'intervento edile previsto dovrà necessariamente dotare l'edificio in progetto di fondazioni profonde, adeguatamente approfondite ed armate, in grado di trasferire il carico dell'edificio al di sotto delle superfici di scivolamento critiche individuate; i pali, costituiti in batteria e tirantati, o altre strutture quali diaframmi o palancolate, dovranno inoltre fornire adeguata forza resistente che possa restituire condizioni di stabilità e sicurezza all'intero versante. Le condizioni di stabilità del comparto potranno essere migliorate anche mediante una ragionata riprofilatura del piano topografico, la creazione di opere di sostegno di varia natura e il drenaggio delle acque. Gli effetti di consolidamento e sostegno di queste opere dovranno essere valutati con una verifica globale versante-edificio alla luce di quanto dettato nelle NTC 17/01/2018.

In occasione del progetto esecutivo andranno quindi approfondite le conoscenze stratigrafico-geotecniche del sottosuolo del comparto mediante una nuova campagna geognostica che permetta di affinare il modello sottoposto a verifica.

Il comparto ARRa appare omogeneo ai fini sismici e geotecnici. Si consiglia ad ogni modo di privilegiare nella scelta dell'ubicazione dei volumi fabbricabili la sua zona di monte, che può garantire un più comodo e saldo ancoraggio al substrato stabile.

Vista la fragilità dei terreni presenti nell'area nei confronti dell'azione dell'acqua, si prescrive, nella successiva fase di urbanizzazione dell'area, di progettare e predisporre un'adeguata rete di raccolta e smaltimento delle acque superficiali e di infiltrazione sotterranea.

Estratto Carta geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo



Scala 1:5.000

 Area di progetto

 12
giacitura degli strati (substrato)

 a1g - Deposito di frana attiva complessa

Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

 a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.

 ANT - Marne di Antognola

Marne argillose e marne siltose verdognole o grigie con patine manganesifere. Stratificazione difficilmente percepibile. Sono presenti livelli torbiditici di arenarie vulcanoclastiche, arcosiche e quarzoso-feldspatiche, talora selciose. Localmente presente un orizzonte a slumping (sl). Localmente è stata distinta la litofacies arenacea (ANTa), caratterizzata dalla presenza di torbiditi arenaceo-pellicche con areniti medio-fini, in strati sottili e medi, e areniti grossolane in strati spessi. Il limite inferiore discordante su RAN, netto su LGR; unità in eteropia con MVT. La potenza totale della formazione varia da pochi metri a oltre 200 m.
(Rupeliano terminale - Burdigaliano inf.)

 RAN3 - Formazione di Ranzano - membro di Varano de' Melegari

Torbiditi arenaceo-pellicche con $A/P < 1$, in strati da sottili a spessi, tabulari o lenticolari; litareniti risedimentate fini o finissime, grigio verdastre, particolarmente ricche di frammenti di rocce carbonatiche, passanti a pelite e pelite marnosa scura. Le peliti possono localmente costituire anche l'intero strato. Nell'area del Foglio 218 sono frequenti gli intervalli caotici, sono presenti anche livelli ricchi di frammenti di serpentinoscisti e altre metamorfiti di alta pressione e strati sottili di vulcanoareniti feldspatiche di composizione andesitica. Passaggio inferiore netto su RAN2. Potenza massima di oltre 600 m.
(Rupeliano medio - sup.)

CARTA GEOLOGICA

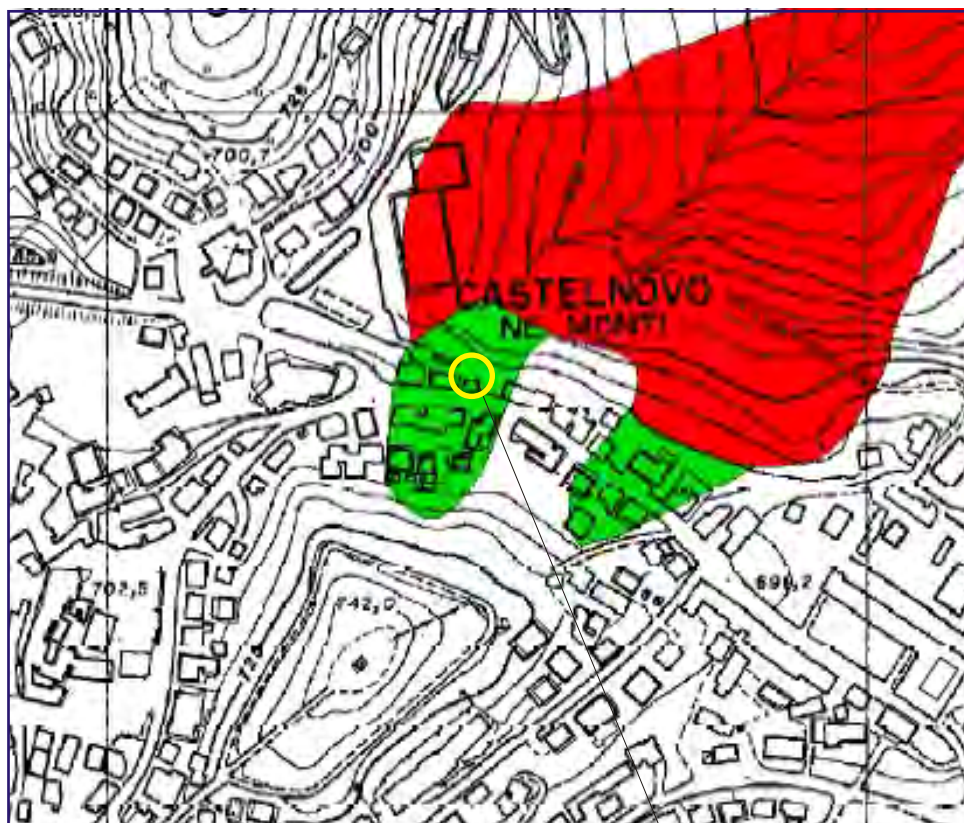
data: dicembre 2021

Comm: Immobiliare Il Centro

dis:

**TAVOLA
1**

Estratto Carta del Dissesto
Sezione n. 218130 Castelnuovo ne- Monti



Scala 1:5 000

Area in oggetto



Area di frana quiescente (a2)



Area di frana attiva (a1)

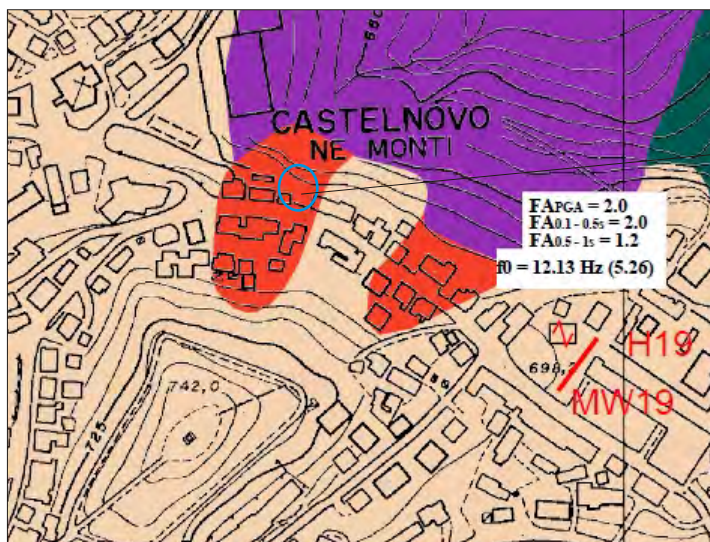
**CARTA DEL DISSESTO
(PTCP RE)**

Dis:

data: dicembre 2021

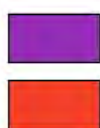
Comm: Immobiliare Il Centro

**TAVOLA
2**



Ambito ARR.a

ZONA FRT



Litostratigrafia: corpi di frana quiescenti (deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti ma con possibilità di riattivazione) e/o attivi, costituiti da litotipi eterogenei, più o meno caotici. Si tratta di depositi di frana per lo più di tipo complesso, risultato di più tipi di movimento sovrapposti nello spazio e nel tempo (tipicamente scorrimenti/colamenti). La tessitura prevalente risulta costituita da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi.

Tipo di instabilità atteso: instabilità di versante, con possibilità di riattivazione quasi sempre parziale del corpo franoso.

Tipo di amplificazione: gli effetti attesi e predominanti, oltre ai fenomeni di amplificazione litostratigrafica, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio.

Studi: Oltre che alla stima dei fattori di amplificazione litostratigrafica e topografica, sono richiesti approfondimenti di terzo livello, che andranno estesi in opportuno intorno di potenziale influenza geodinamica.

Rilevo geologico approfondito, geometria del pendio, perimetrazione dell'area in frana, identificazione dei volumi potenzialmente instabili in condizioni sismiche, cinematico di frana e forma della superficie di potenziale scorrimento.

Indagini geotecniche in sito e in laboratorio per caratterizzazione geotecnica dei terreni in campo dinamico e valutazione del decadimento della resistenza, regime delle pressioni interstiziali, valutazione dei parametri di resistenza residui.

Eventuale installazione di strumenti per il monitoraggio delle pressioni interstiziali e degli spostamenti.

Analisi del pendio in condizioni statiche, sismiche e post-sismiche.



Ambito ARR.a

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI (FA)

Valori proposti nell'atto di indirizzo regionale DAL112/07RER nelle tabelle identificate con APPENNINO e MARGINE APPENNINO PADANO

	F.A. P.G.A.	F.A. 0,1 s < T ₀ < 0,5 s	F.A. 0,5 s < T ₀ < 1,0 s	S _r
	1.0	1.0	1.0	
	1.3	1.0	1.0	
	1.5 - 1.6	1.2 - 1.8	1.0 - 1.4	
	1.7 - 1.8	1.2 - 1.9	1.0 - 1.4	1.05 (Maro, Regnola)
	1.9 - 2.0	1.7 - 2.3	1.0 - 1.4	1.05 (Rivolvecchio)
	2.0 - 2.1	2.2 - 2.6	1.7 - 2.4	

NB: i valori di FA sono già comprensivi dell'eventuale valore di ST

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

	Instabilità di versante
	Instabilità di versante potenziale

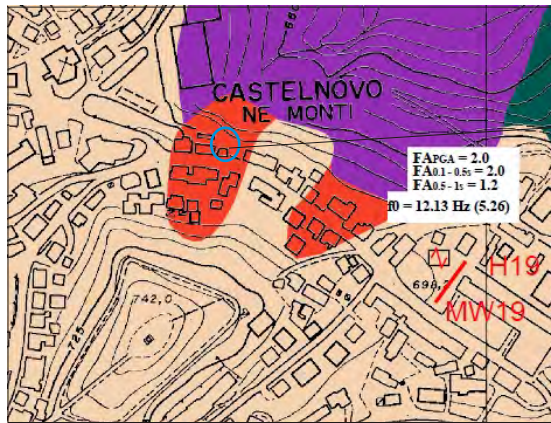
MICROZONAZIONE SISMICA

data: dicembre 2021

comm: Immobiliare Il Centro

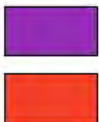
dis:

**TAVOLA
3**



Ambito ARR.a

ZONA FRT



Litostratigrafia: corpi di frana quiescenti (deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti ma con possibilità di riattivazione) e/o attivi, costituiti da litotipi eterogenei, più o meno caotici. Si tratta di depositi di frana per lo più di tipo complesso, risultato di più tipi di movimento sovrapposti nello spazio e nel tempo (tipicamente scorrimenti/colamenti). La tessitura prevalente risulta costituita da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi.

Tipo di instabilità atteso: instabilità di versante, con possibilità di riattivazione quasi sempre parziale del corpo franoso.

Tipo di amplificazione: gli effetti attesi e predominanti, oltre ai fenomeni di amplificazione litostratigrafica, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio.

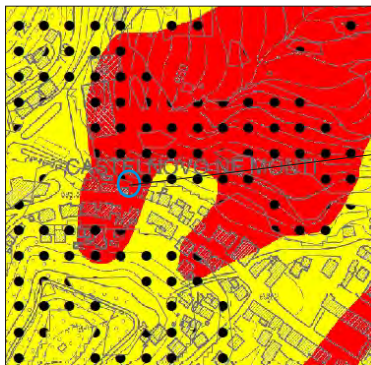
Studi: Oltre che alla stima dei fattori di amplificazione litostratigrafica e topografica, sono richiesti approfondimenti di terzo livello, che andranno estesi in opportuno intorno di potenziale influenza geodinamica.

Rilievo geologico approfondito, geometria del pendio, perimetrazione dell'area in frana, identificazione dei volumi potenzialmente instabili in condizioni sismiche, cinematico di frana e forma della superficie di potenziale scorrimento.

Indagini geotecniche in sito e in laboratorio per caratterizzazione geotecnica dei terreni in campo dinamico e valutazione del decadimento della resistenza, regime delle pressioni interstiziali, valutazione dei parametri di resistenza residui.

Eventuale installazione di strumenti per il monitoraggio delle pressioni interstiziali e degli spostamenti.

Analisi del pendio in condizioni statiche, sismiche e post-sismiche.



Ambito ARR.a

LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

	3	Aree soggette ad approfondimenti di III livello
	2	Aree soggette ad approfondimenti di II livello, nel caso le indagini indichino proprietà meccaniche scadenti (categoria sottosuolo S1-S2, DM 14-01-2008) occorre stimare i potenziali cedimenti e densificazione secondo procedure di III livello
	1	Aree soggette a valutazione di Vs30, qualora Vs30>800 m/sec. approfondimenti di I° livello; nel caso di Vs30<800 m/sec. valutazione del coefficiente di amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche: approfondimenti di II° livello

	Aree soggette a valutazione del coefficiente di amplificazione topografico
--	--








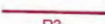
LIVELLI DI APPROFONDIMENTO SISMICO

data: dicembre 2021
 comm: Immobiliare Il Centro
 dis:

**TAVOLA
4**



LEGENDA

-  **ARRa** Ubicazione Ambiti
-  **DP23** Ubicazione cantiere e relativo numero identificativo
-  **APTg** Traccia profilo stabilità
-  **BS 2** Base sismica a rifrazione
-  **3** Prova penetrometrica dinamica
-  **S2** Sondaggio geognostico
-  **D6** Down-hole/Cross-hole
-  **P3** SASW

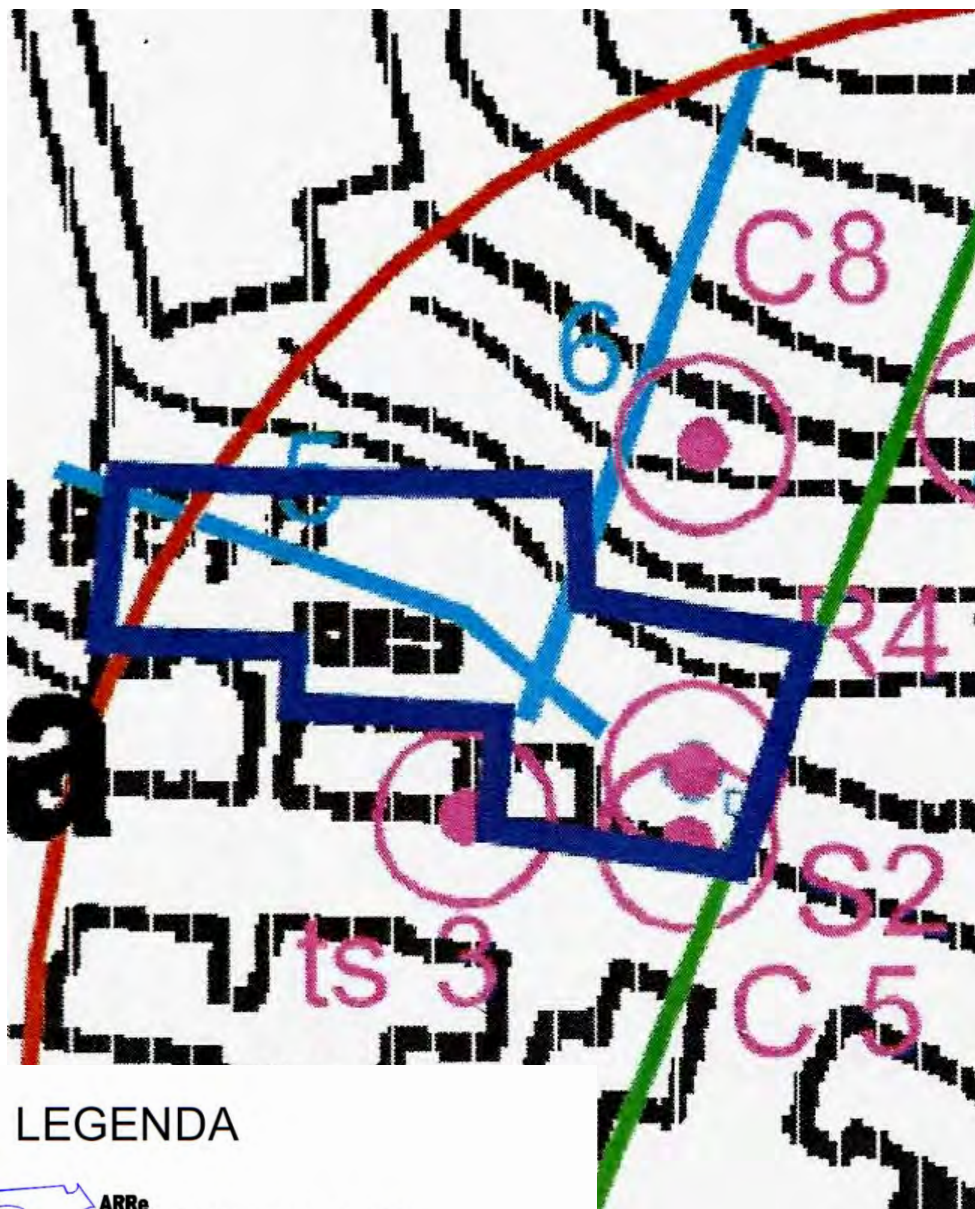
**INDAGINI GEOGNOSTICHE
Cantiere Mz15**

data: dicembre 2021









comm: Immobiliare Il Centro

dis:

**TAVOLA
5**



LEGENDA

-  **ARRa** Ubicazione Ambiti
-  **DP23** Ubicazione cantiere e relativo numero identificativo
-  **APTg'** Traccia profilo stabilità
-  **BS 2** Base sismica a rifrazione
-  **3** Prova penetrometrica dinamica
-  **S2** Sondaggio geognostico
-  **D6** Down-hole/Cross-hole
-  **P3** SASW

Estratto Carta delle Indagini
PSC Castelnuovo ne' Monti
anno 2003

**INDAGINI GEOGNOSTICHE
AMBITO ARRa**

data: dicembre 2021

comm: Immobiliare Il Centro

dis:

TAVOLA

6

QUOTA		INIZIO	P. C.	DATA del			SI
CAMPIONE RIMANEGGIATO	<input type="checkbox"/>	CAMPIONE INDIST. SHELBY		DATA	Prof. Perforaz	Prof. Rivestiment	Livello Falda
CAMPIONE SPT	<input checked="" type="checkbox"/>	CAMPIONE INDIST. OSTERBERG					
CAMPIONE VANE TEST	<input checked="" type="checkbox"/>	CAMPIONE INDIST. ROTATIVO					

STRATI	PROFONDITA'	STRATIGRAFIA	CAMPIONI TIPO	PROFONDITA' CAMPIONI	CARBONAGGIO %	R.O.D.	DESCRIZIONE	STRATIGRAFICA	PORES PERCENTOM	TORVANE	S.P.T.		H ₂ O
											h	N° colpi	
	0						Terreno superficiale di riporto, ciottoli in matrice limo argillosa grigia						
	1						Limo argilloso marrone chiaro alterato talora debolmente sabbioso da poco consistente a consistente		1,6	19,15			
	2									19,8			
	3			3,00						0,30			
	4			3,60									
	5						Marne argillose consistenti, debolmente siltoso-sabbiose di colore nocciola, molto fratturate con superfici di ossidazione scure localmente molto consistenti.				5,50	6	
	6										5,95	6	
	7						Marne nocciola consistenti debolmente siltoso-sabbiose, poco fratturate, con superfici di ossidazione scure; alla base assumono sfumatura marrone grigiastro.						
	8												
	9												
	10						Marne grigio azzurre ben consistenti, talora debolmente siltoso-sabbiose, localmente fratturate.				10,00	9	
	11										10,15	19	
	12												
	13												
	14												
	15						Marne calcaree e marne siltose molto consistenti grigio azzurre con locali sfumature marroni, più o meno fratturate con superfici di ossidazione marrone scuro o rossastre.						
	16												
	17												
	18												
	19												
	20						Marne e marne argillose talora siltoso-sabbiose consistenti, localmente fratturate.						
	21												
	22												
	23												
	24												
	25												
	26												
	27												
	28						Marne calcaree e marne siltose molto consistenti grigio azzurre con locali sfumature marroni, più o meno fratturate con superfici di ossidazione marrone scuro o rossastre.						
	29												
	30												

SONDAGGIO ts3

TAVOLA
8



**RADAELLI
CASTELLOTTI S.p.A.**
20080 Segrate (MI)
via XXV aprile, 10
1-02-2138651-2-3-4 - telex 312805

COMMITTENTE REGIONE EMILIA ROMAGNA

SONDAGGIO

c5

LOCALITA' CASTELNUOVO DE' MONTI (RE)

POSIZIONE Via Roma, 27/2

METODO DI PERFORAZIONE cat. 127/101

QUOTA D'INIZIO p.c.

DATA di 06/06/89

di 08/06/89

Sistemi prove in situ	prove S.P.T. V.T.	Profond. [m]	Camp. tipo	Profond. strati	Spesa affidamento	Stratigrafia	Pendenza pendenza [Kcal/cm ²]	DESCRIZIONE	Cementazione % recupero			R.O.D. %					
									20	40	60	80	20	40	60	80	
				0.30				riporto: sabbia sabbia limosa grigia incl. ghiaietto e ghiaia									
				3.20				massa grigia maciata fratturata lungo piani di debolezza incl. 30°. Presenza interlivelli alterati e nelle fratture (pot. max 10 cm) fino di degradazione									
				4.90				massa grigiastro fratturata lungo piani di debolezza sub-orizzontali									
				10				massa grigia maciata interconcreta fratturata lungo piani di debolezza sub- orizzontali. Pres. fino di degradazione lungo fratture									
				12.50				massa grigia azzurra fratturata lungo piani di debolezza sub-orizzontali. Lon. pres. fratture incl. 60° a fino di degradazione (pot. max 8 cm)									
				15				idem c.s.									
				20				massa grigia azzurra fratturata lungo piani di debolezza sub-orizzontali. Lon. pres. fratture incl. 60° a fino di degradazione (pot. max 8 cm)									
				24.00													
				25													
				30													
								N.B.: posto in opera tubo inclinometrico a -24.00 m da p.c. completo di pozzetto protettivo									

11.00

24.00

USO DIAMANTE

SONDAGGIO c5

**TAVOLA
9**



CASTELNUOVO DE' MONTI S.p.A.
20090 Segrate (MI)
via XXV aprile, 10
t-02-2128651-2-3-4 - telex 312805

COMMITTENTE REGIONE EMILIA ROMAGNA

SONDAGGIO
c-8

LOCALITA' CASTELNUOVO DE' MONTI (RE)

POSIZIONE

METODO DI PERFORAZIONE nat. 127/101

QUOTA D'INIZIO

DATA del 13/06/89

15/06/89

Rivoli probe in situ	probe S.P.T. V.T.	Profond. lini	Camp. tipi	Profond. strati	Spese /litramento	Stratigrafia	Profilo geometrico (Kq/m ²)	DESCRIZIONE	Carotaggio totale % recupero			R.O.D. %			
									20	40	60	80	90	95	
				1.00				limo sabbioso nocciolo							
		3.00 2.40	1L					marne grigie verdi fratturate ed alterate con lami di degradazione lungo fratture. Loc. pres. ossidazioni ronzastre							
				5											
				6.30				marne grigie nocciolo intensamente fratturate. Pres. ossidazioni							
				8.20											
		9.00 8.40	2L					marne grigie verdi fratturate ed alterate con lami di degradazione lungo fratture							
				10											
				12.30											
				14.20				marne grigiastre deb. fratturate lungo piani di debolezza incl. 45°. Presenza interlivelli alterati e degradati nocciolo (pot. max 70 cm)							
				15.40											
				17.00											
				18.30				marne grigie verdi alterate e degradate con lami di degradazione lungo fratture							
				18.50				marne grigie fratturate lungo piani di debolezza incl. 30°							
		20.30 26.70	3L					marne grigie verdi fratturate con lami di alterazione e degradazione lungo fratture. Pres. ossidazioni							
				21.50											
				25				marne grigiastre deb. fratturate lungo piani di debolezza incl. 30°							
				25				idea o.s.							
				30.00				marne grigiastre deb. fratturate lungo piani di debolezza incl. 30°							

12.00

USO DIAMANTE

30.00

1, 2, 3 = camp. individuali
s = Shelby d = Deevon
mz = Mazur os = Osterberg
a = altitudine
A, B, C = campioni / rimessaggi

S.P.T. = standard penetration test N x 15 cm
V.T. = vane test (Kg/cm²) - ass/cellula
R.O.D. = rock quality designation

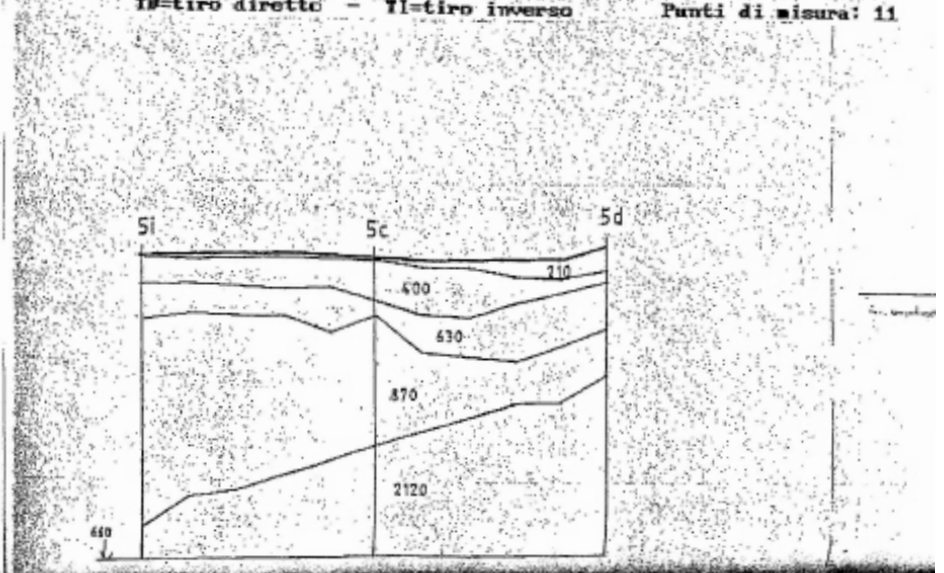
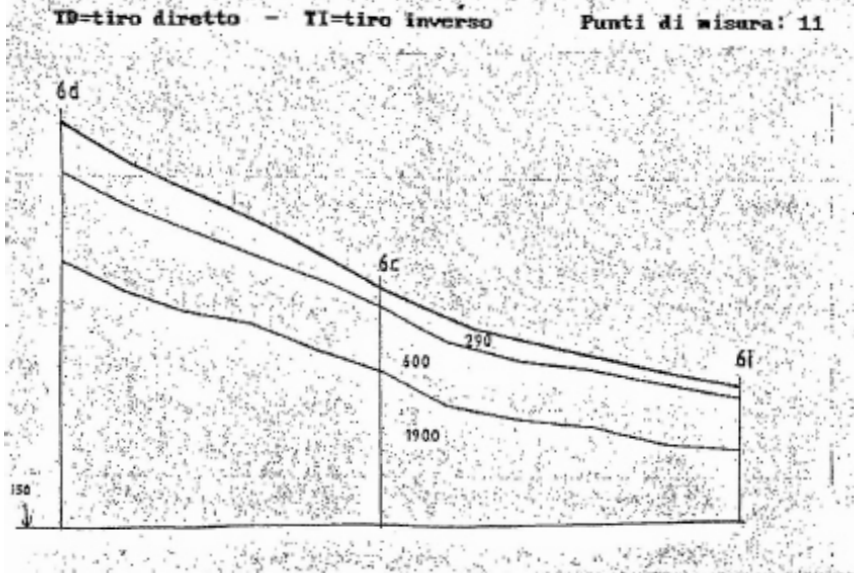
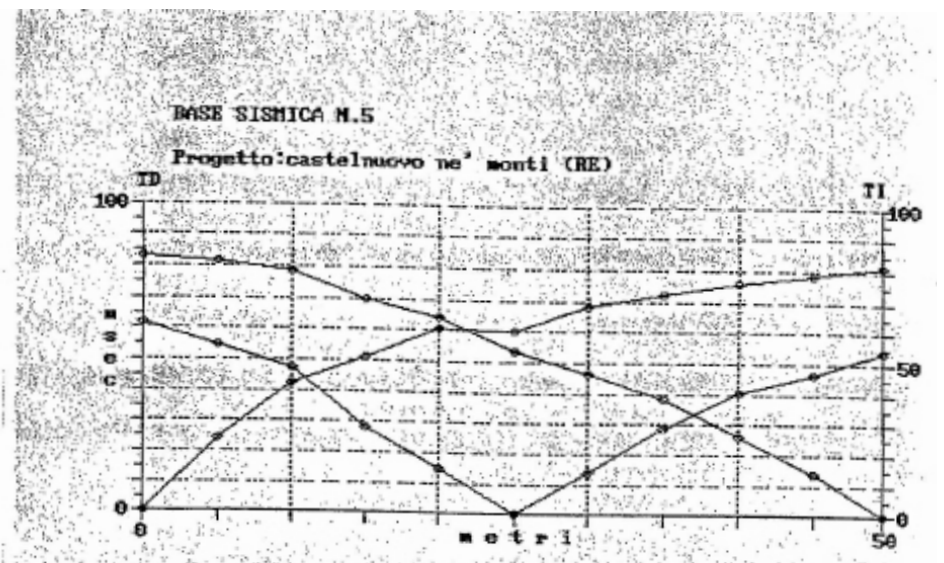
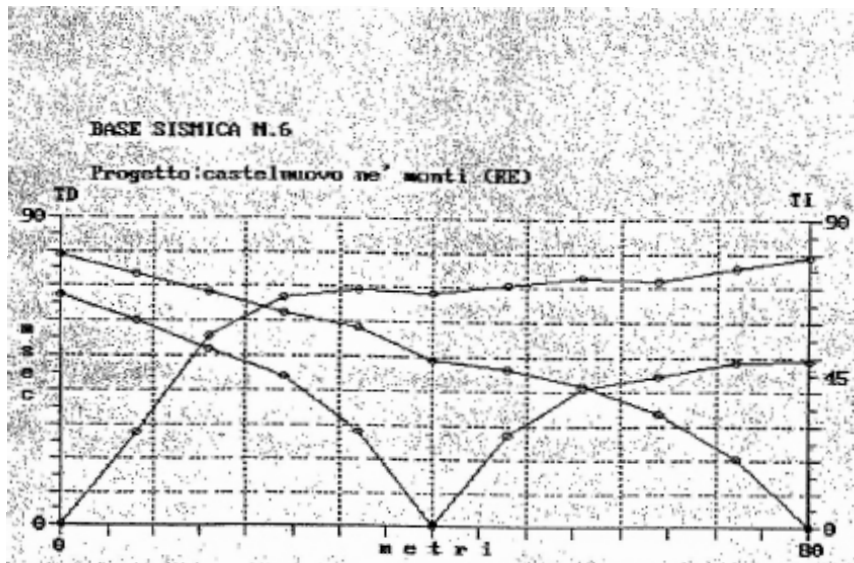


data	prof. top	prof. base	litaggio acqua	data	prof. top	prof. base	litaggio acqua
14/06/89	14.00	10.50	- 6.50				
15/06/89	24.00	18.50	- 19.70				

N.B.: posto in opera tubo inclinometrico α - 30.00 m da p.u. completo di porretta protettiva - (prova di permeabilità vedi allegato n. 1)

SONDAGGIO c8

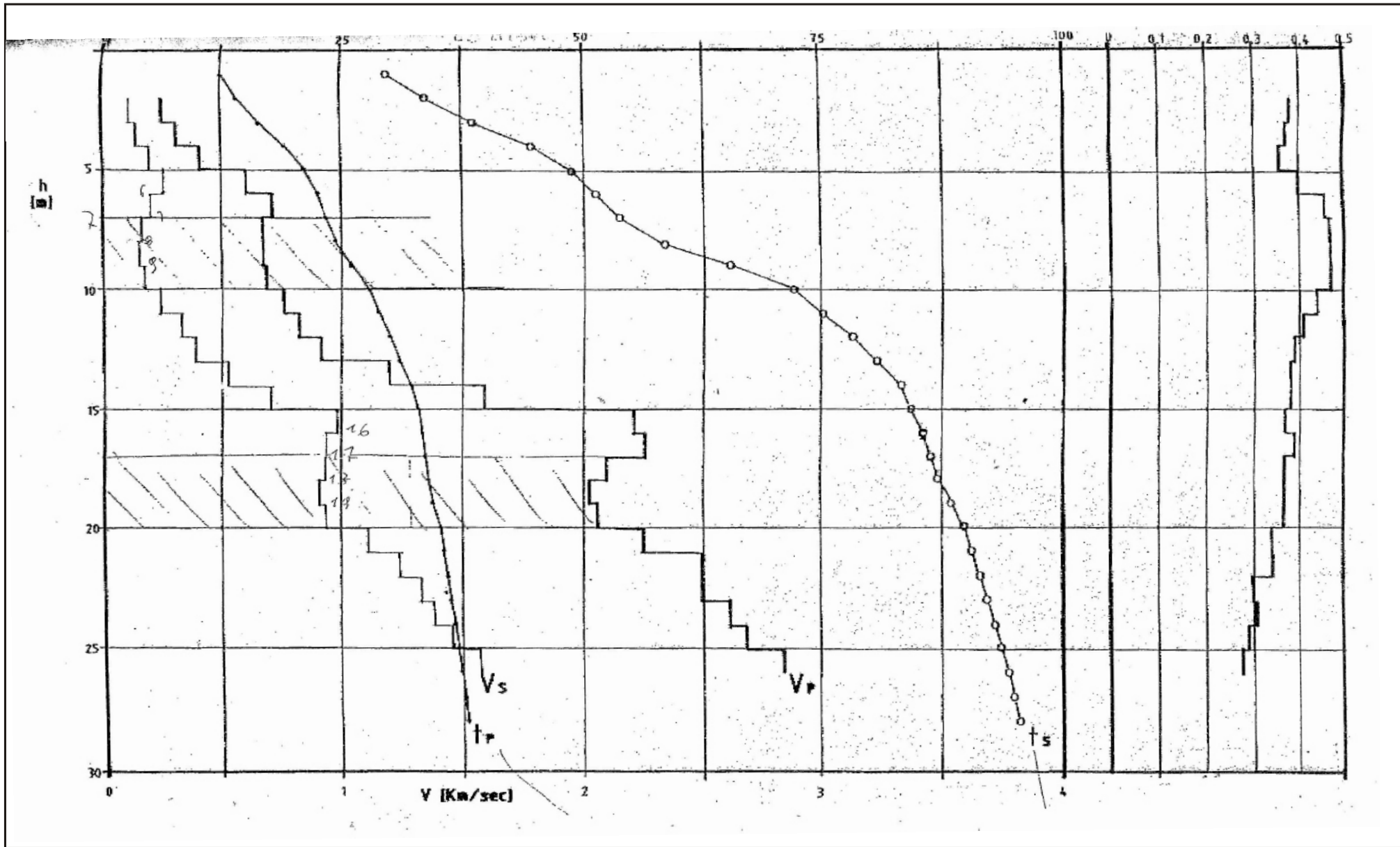
**TAVOLA
10**



SISMICA A RIFRAZIONE

data: dicembre 2021
 comm: Immobiliare Il Centro
 dis:

**TAVOLA
11**



DOWN HOLE (Sondaggio S2)

data: dicembre 2021

comm: Immobiliare Il Centro

dis:

**TAVOLA
12**

Amm. Com. diCastelnovo ne' Monti - (RE)

Profilo A-A' / Superficie: sarza_a3

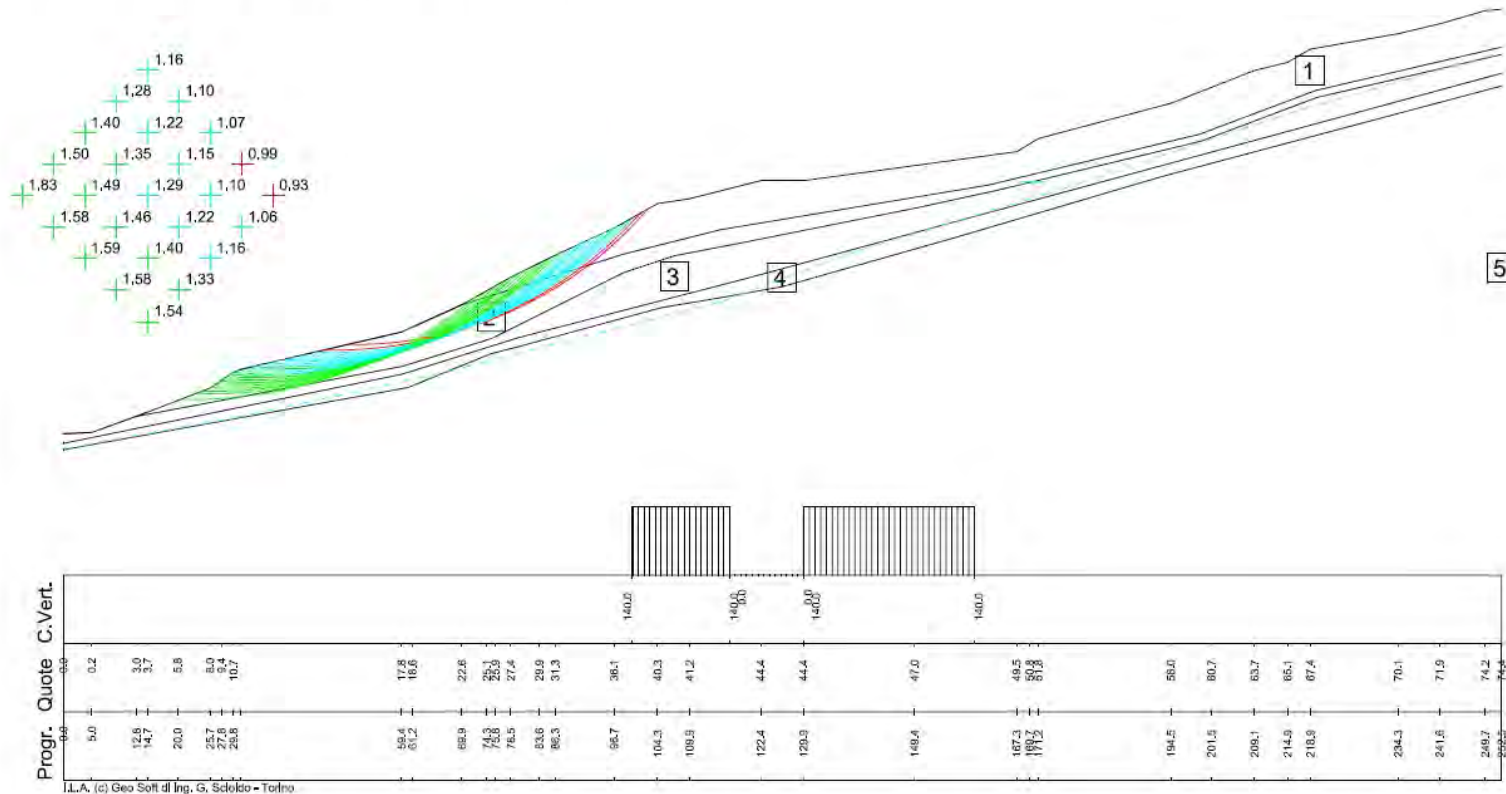
Stato di fatto

Assenza sollecitazione sismica - S9

Assenza opera di sostegno

Scala 1:1000 - Falda a -20 m da pc -

Litolitpo 1:	phi [°] = 27	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litolitpo 2:	phi [°] = 24	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 19,7
Litolitpo 3:	phi [°] = 32	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20,5
Litolitpo 4:	phi [°] = 26	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litolitpo 5:	phi [°] = 35	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 22
Metodo: Sarma	Gamma acqua [kN/m³] = 10		



**VERIFICA DI STABILITÀ anno 2003
superficie a3 - assenza di sisma**

data: dicembre 2021

comm: Immobiliare Il Centro

dis:

**TAVOLA
13**

Amm. Com. diCastelnovo ne' Monti - (RE)

Profilo A-A' / Superficie: sarza_a3s

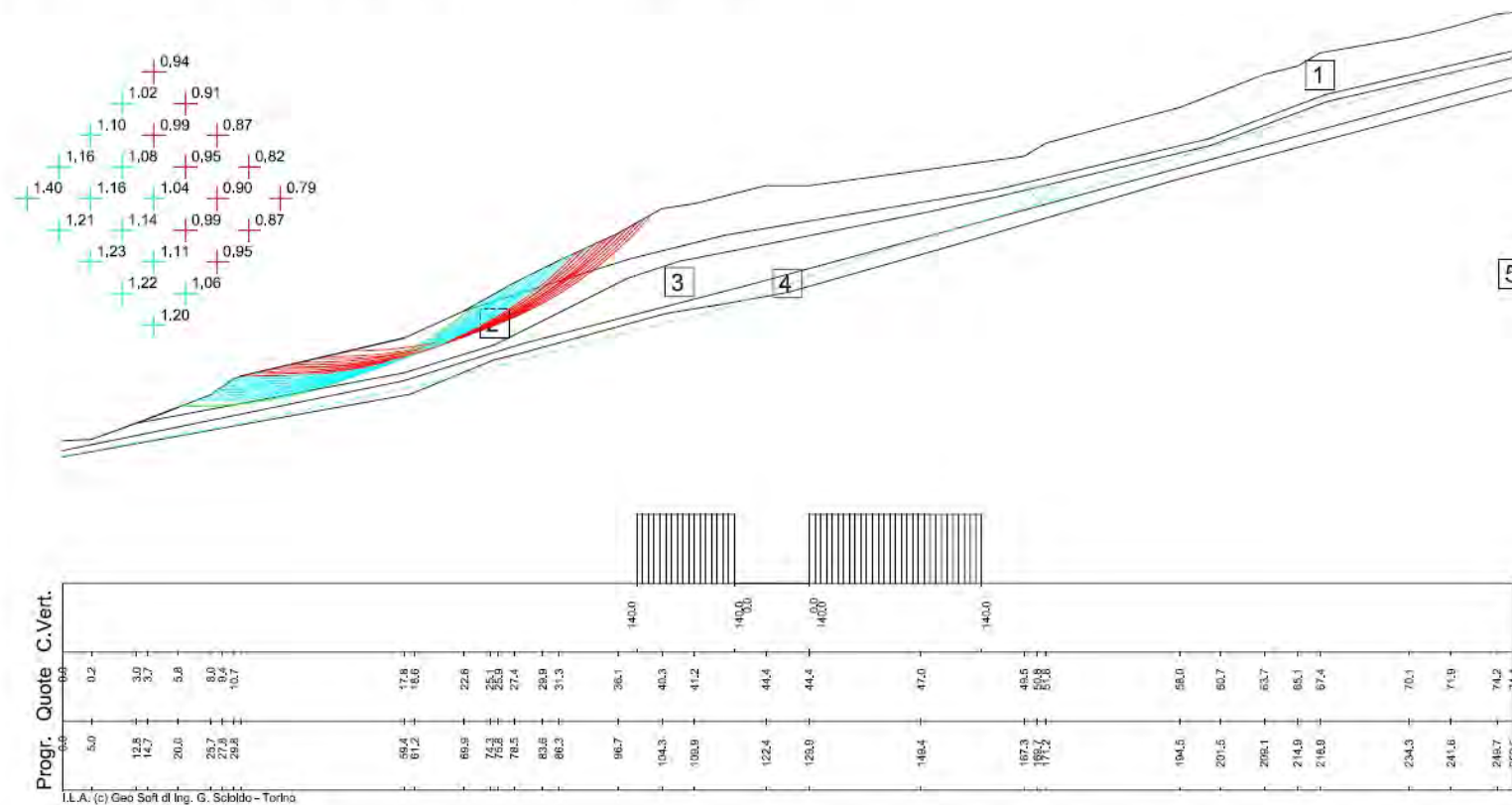
Stato di fatto

Presenza sollecitazione sismica - S9

Assenza opera di sostegno

Scala 1:1000 - Falda a -20 m da pc -

L.totipo 1:	phi [°] = 27	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
L.totipo 2:	phi [°] = 24	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 19,7
L.totipo 3:	phi [°] = 32	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20,5
L.totipo 4:	phi [°] = 26	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
L.totipo 5:	phi [°] = 35	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 22
Metodo: Sarma	Gamma acqua [kN/m³] = 10	Comp. sismica orizz. = 0,07	Comp. sismica vert. = 0,14



**VERIFICA DI STABILITÀ anno 2003
superficie a3 - presenza di sisma**

data: dicembre 2021

comm: Immobiliare Il Centro

dis:

**TAVOLA
14**

Amm. Com. diCastelnovo ne' Monti - (RE)

Profilo A-A' / Superficie: sarza_a3st

Stato di fatto

Presenza sollecitazione sismica - S9

Presenza opera di sostegno

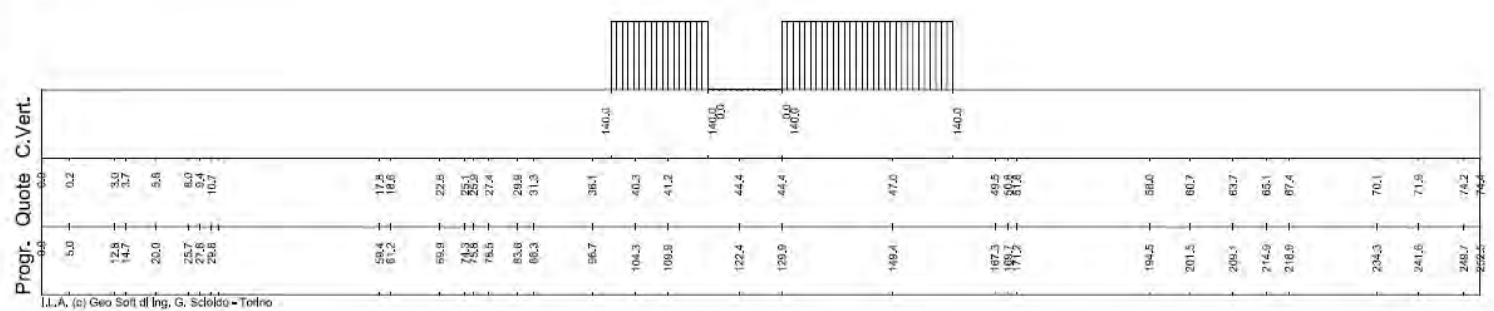
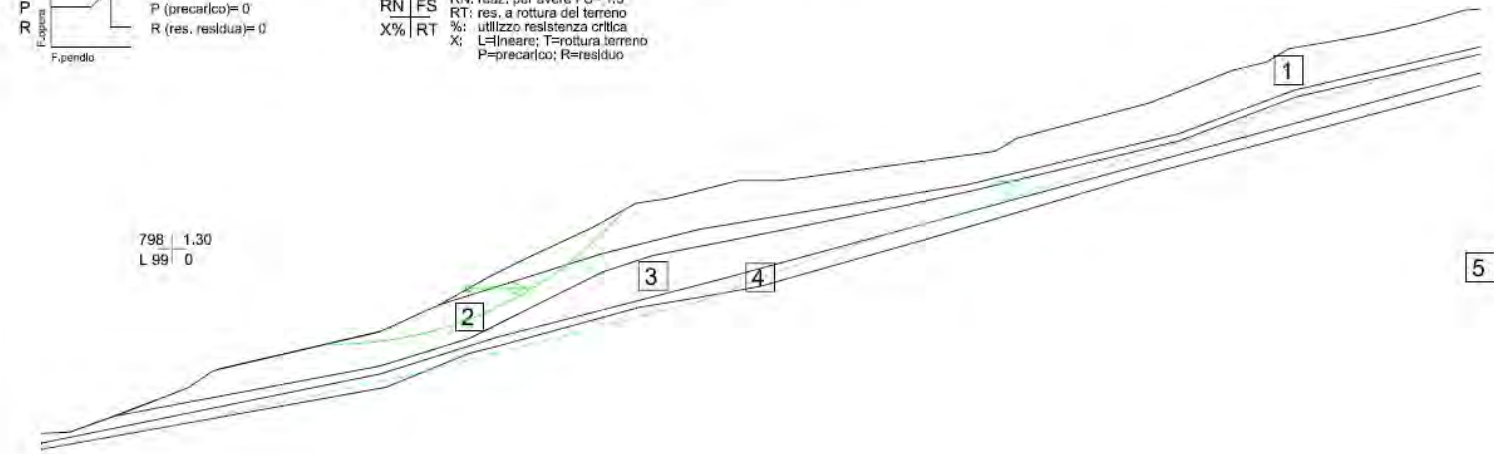
Scala 1:1000 - Falda a -20 m da pc -

Litotipo 1:	phi [°] = 27	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 2:	phi [°] = 24	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 19.7
Litotipo 3:	phi [°] = 32	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20.5
Litotipo 4:	phi [°] = 26	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 5:	phi [°] = 35	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 22
Metodo: Sarma	Gamma acqua [kN/m³] = 10	Comp. sismica orizz. = 0.07	Comp. sismica vert. = 0.14

C P R		C (res. critica) = 798
		P (precarico) = 0
		R (res. residua) = 0

RN	FS
X%	RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile
 RN: reaz. per avere FS= 1,3
 RT: res. a rottura del terreno
 %: utilizzo resistenza critica
 L=lineare; T=rottura terreno
 P=precarico; R=residuo



I.L.A. (c) Geo Sotti di Ing. G. Scialoja - Torino

**VERIFICA DI STABILITÀ anno 2003
 superficie a3st - presenza di sisma
 con opere di sostegno**

data: dicembre 2021
 comm: Immobiliare Il Centro
 dis:

**TAVOLA
 15**

Amm. Com. diCastelnovo ne' Monti - (RE)

Profilo A-A' / Superficie: sarza_a4

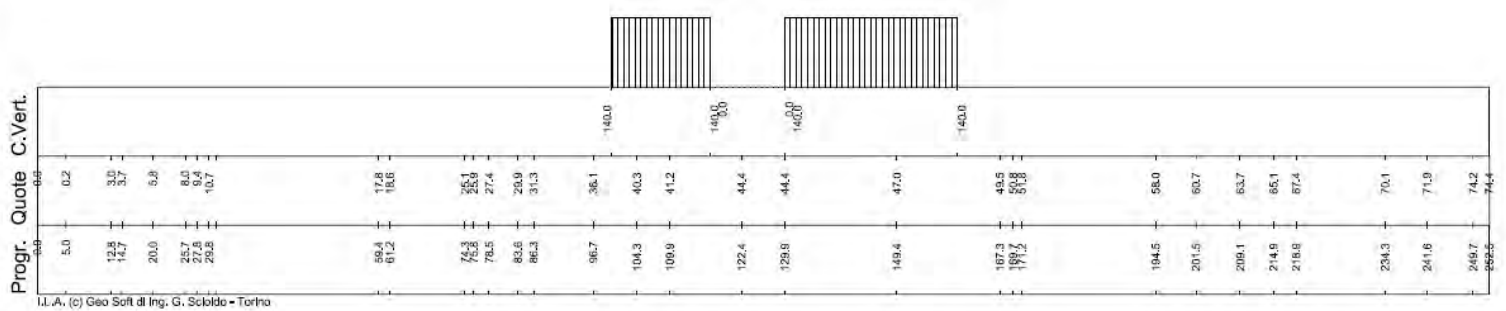
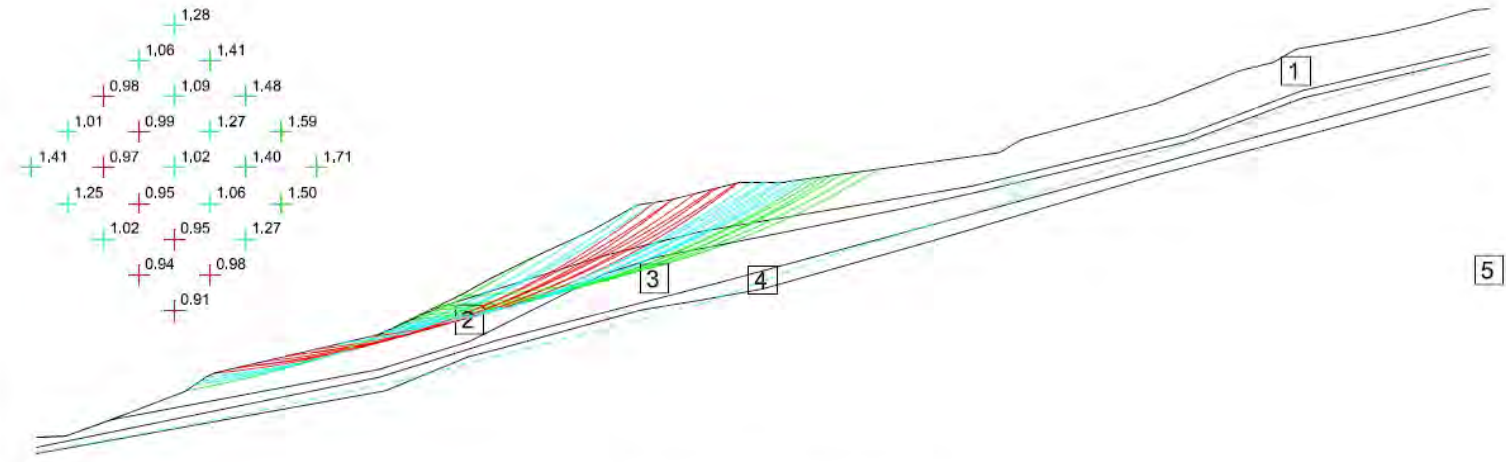
Stato di fatto

Assenza sollecitazione sismica - S9

Assenza opera di sostegno

Scala 1:1000 - Falda a -20 m da pc -

Litotipo 1:	phi [°] = 27	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 2:	phi [°] = 24	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 19,7
Litotipo 3:	phi [°] = 32	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20,5
Litotipo 4:	phi [°] = 26	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 5:	phi [°] = 35	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 22
Metodo: Sarma	Gamma acqua [kN/m³] = 10		



I.L.A. (c) Geo Soft di Ing. G. Scibido - Torino

**VERIFICA DI STABILITÀ anno 2003
superficie a4 - assenza di sisma**

data: dicembre 2021
comm: Immobiliare Il Centro
dis:

**TAVOLA
16**

Amm. Com. diCastelnovo ne' Monti - (RE)

Profilo A-A' / Superficie: sarza_a4s

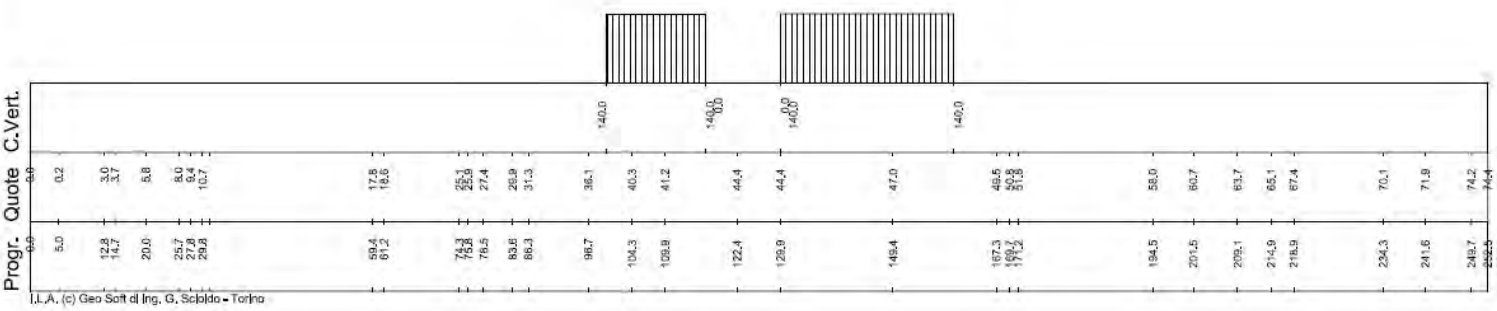
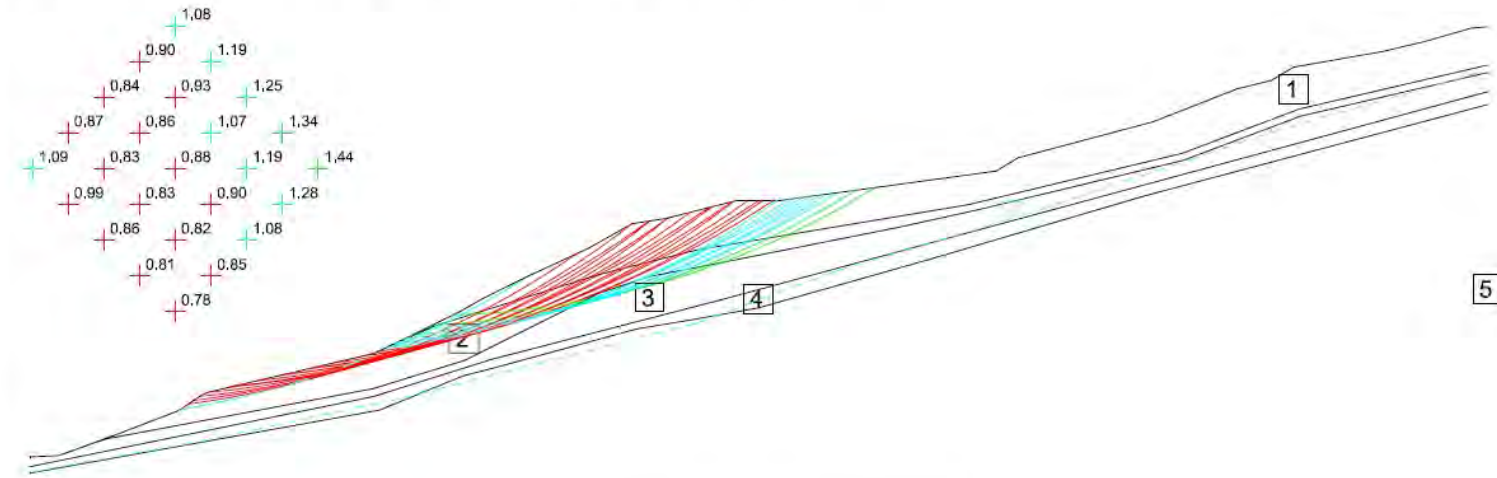
Stato di fatto

Presenza sollecitazione sismica - S9

Assenza opera di sostegno

Scala 1:1000 - Falda a -20 m da pc -

Litotipo 1:	phi [°] = 27	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 2:	phi [°] = 24	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 19,7
Litotipo 3:	phi [°] = 32	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20,5
Litotipo 4:	phi [°] = 26	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 5:	phi [°] = 35	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 22
Metodo: Sarma	Gamma acqua [kN/m³] = 10	Comp. sismica orizz. = 0,07	Comp. sismica vert. = 0,14



**VERIFICA DI STABILITÀ anno 2003
superficie a4 - presenza di sisma**

data: dicembre 2021

comm: Immobiliare Il Centro

dis:

**TAVOLA
17**

Amm. Com. diCastelnovo ne' Monti - (RE)

Profilo A-A' / Superficie: sarza_a4st

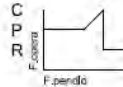
Stato di fatto

Presenza sollecitazione sismica - S9

Presenza opera di sostegno

Scala 1:1000 - Falda a -20 m da pc -

Litotipo 1:	phi [°] = 27	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 2:	phi [°] = 24	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 19,7
Litotipo 3:	phi [°] = 32	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20,5
Litotipo 4:	phi [°] = 26	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 5:	phi [°] = 35	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 22
Metodo: Sarma	Gamma acqua [kN/m³] = 10	Comp. sismica orizz. = 0,07	Comp. sismica vert. = 0,14

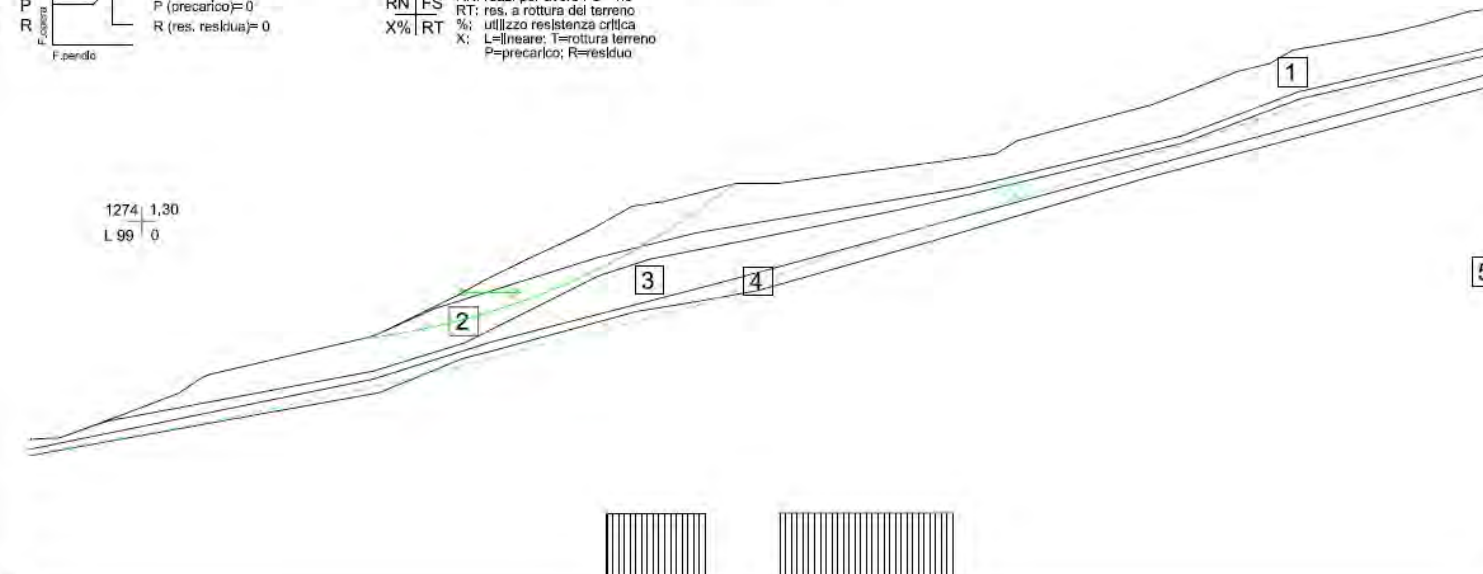


C (res. critica) = 1274
 P (precarico) = 0
 R (res. residua) = 0

RN | FS
 X% | RT

FS: fatti, sicurezza ottenibile
 RN: reaz. per avere FS= 1,3
 RT: res. a rottura del terreno
 %: utilizzo resistenza critica
 L=lineare; T=rottura terreno
 P=precarico; R=residuo

1274 1,30
 L 99 0



Progr.	Quote C. Vert.
5,0	0,2
12,8	3,0
14,7	3,7
20,0	6,8
25,7	8,0
27,4	8,7
28,8	10,7
59,4	12,8
61,2	16,0
75,3	25,1
79,8	27,4
83,6	29,9
86,3	31,3
98,7	36,1
104,3	40,3
109,9	41,2
122,4	44,4
128,0	44,4
148,1	47,0
187,3	49,5
191,2	50,8
194,5	58,0
201,5	60,7
206,1	63,7
214,9	65,1
218,9	67,4
234,3	70,1
241,8	71,9
248,7	74,2
255,6	74,4

I.L.A. (c) Geo Soft di Ing. G. Scialdo - Torino

**VERIFICA DI STABILITÀ anno 2003
 superficie a4st - presenza di sisma
 con opere di sostegno**

data: dicembre 2021

comm: Immobiliare Il Centro

dis:

**TAVOLA
 18**

Amm. Com. diCastelnovo ne' Monti - (RE)

Profilo A-A' / Superficie: sarza_a5

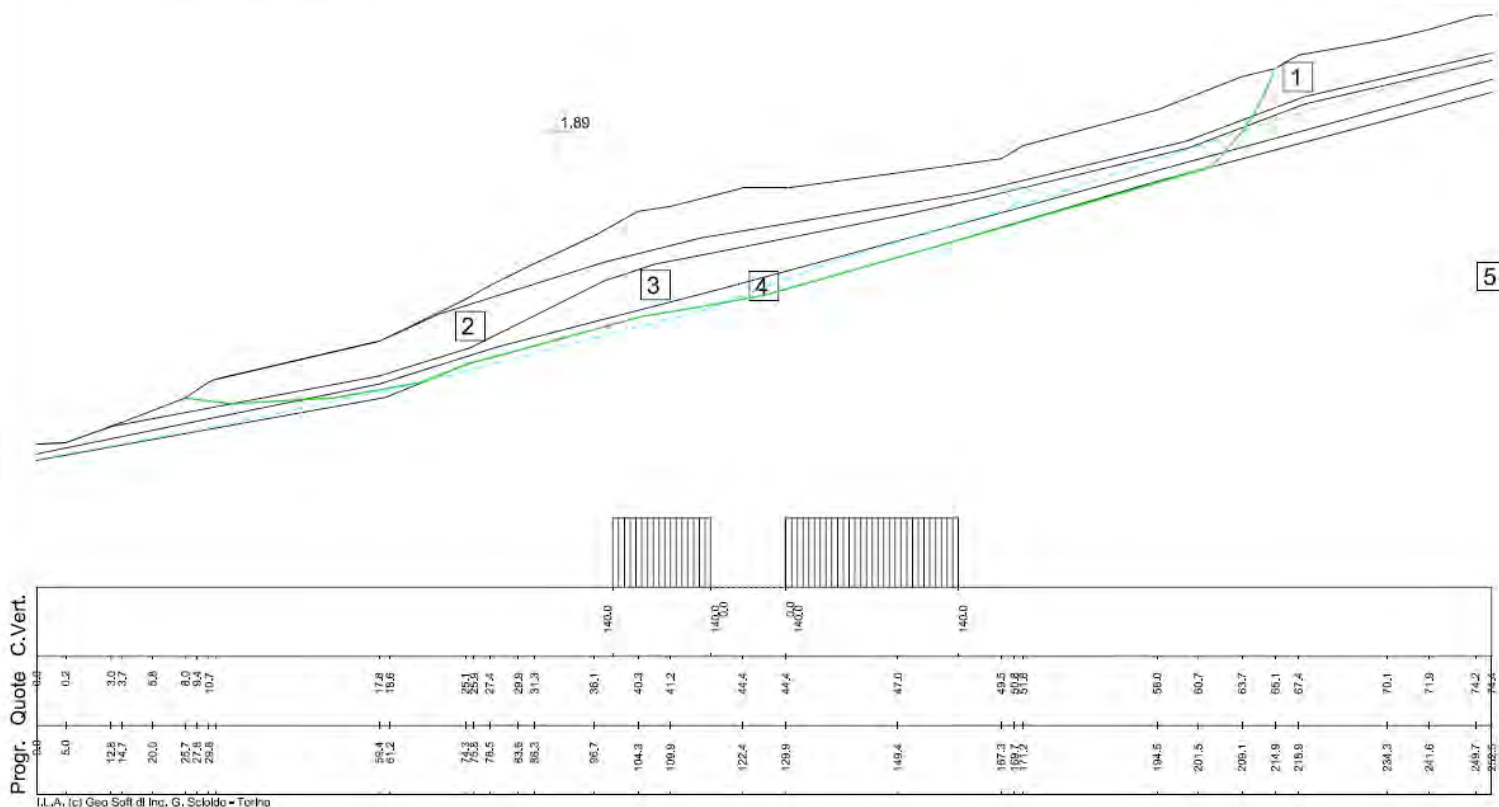
Stato di fatto

Assenza sollecitazione sismica - S9

Assenza opera di sostegno

Scala 1:1000 - Falda a -20 m da pc -

Litotipo 1:	phi [°] = 27	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 2:	phi [°] = 24	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 19,7
Litotipo 3:	phi [°] = 32	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20,5
Litotipo 4:	phi [°] = 26	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 5:	phi [°] = 35	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 22
Metodo: Sarma	Gamma acqua [kN/m³] = 10		



I.L.A., (c) Geo Soft di Ing. G. Scoldo - Torino

**VERIFICA DI STABILITÀ anno 2003
superficie a5 - assenza di sisma**

data: dicembre 2021
comm: Immobiliare Il Centro
dis:

**TAVOLA
19**

Amm. Com. diCastelnovo ne' Monti - (RE)

Profilo A-A' / Superficie: sarza_a5s

Stato di fatto

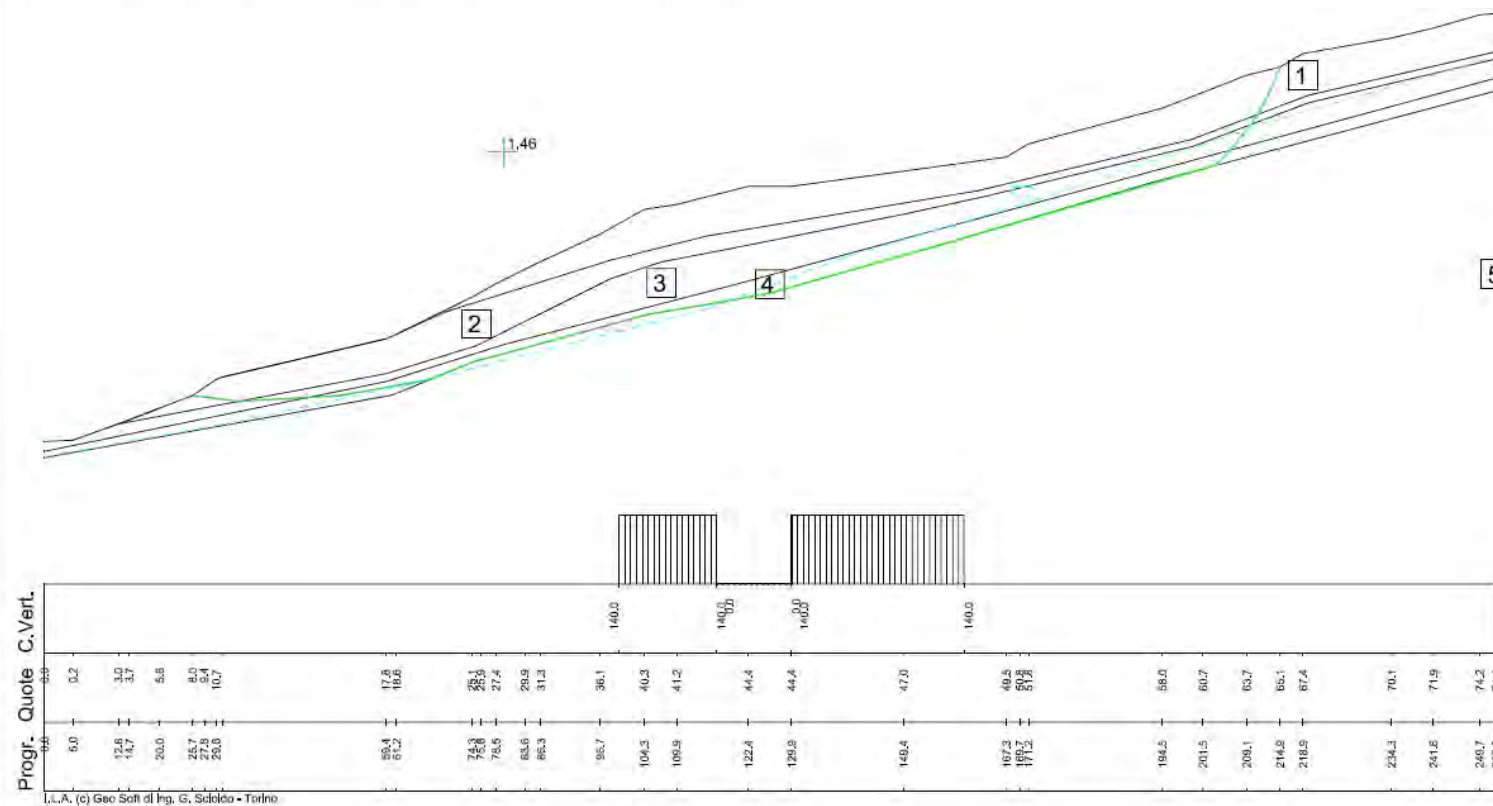
Presenza sollecitazione sismica - S9

Assenza opera di sostegno

Scala 1:1000 - Falda a -20 m da pc-

Litotipo 1:	phi [°] = 27	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 2:	phi [°] = 24	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 19.7
Litotipo 3:	phi [°] = 32	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20.5
Litotipo 4:	phi [°] = 26	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 5:	phi [°] = 35	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 22

Metodo: Sarma Gamma acqua [kN/m³]=10 Comp. sismica orizz.=,07 Comp. sismica vert.=,14



**VERIFICA DI STABILITÀ anno 2003
superficie a5s - presenza di sisma**

data: dicembre 2021

comm: Immobiliare Il Centro

dis:

**TAVOLA
20**

Amm. Com. diCastelnovo ne' Monti - (RE)

Profilo A-A' / Superficie: sarza_a6

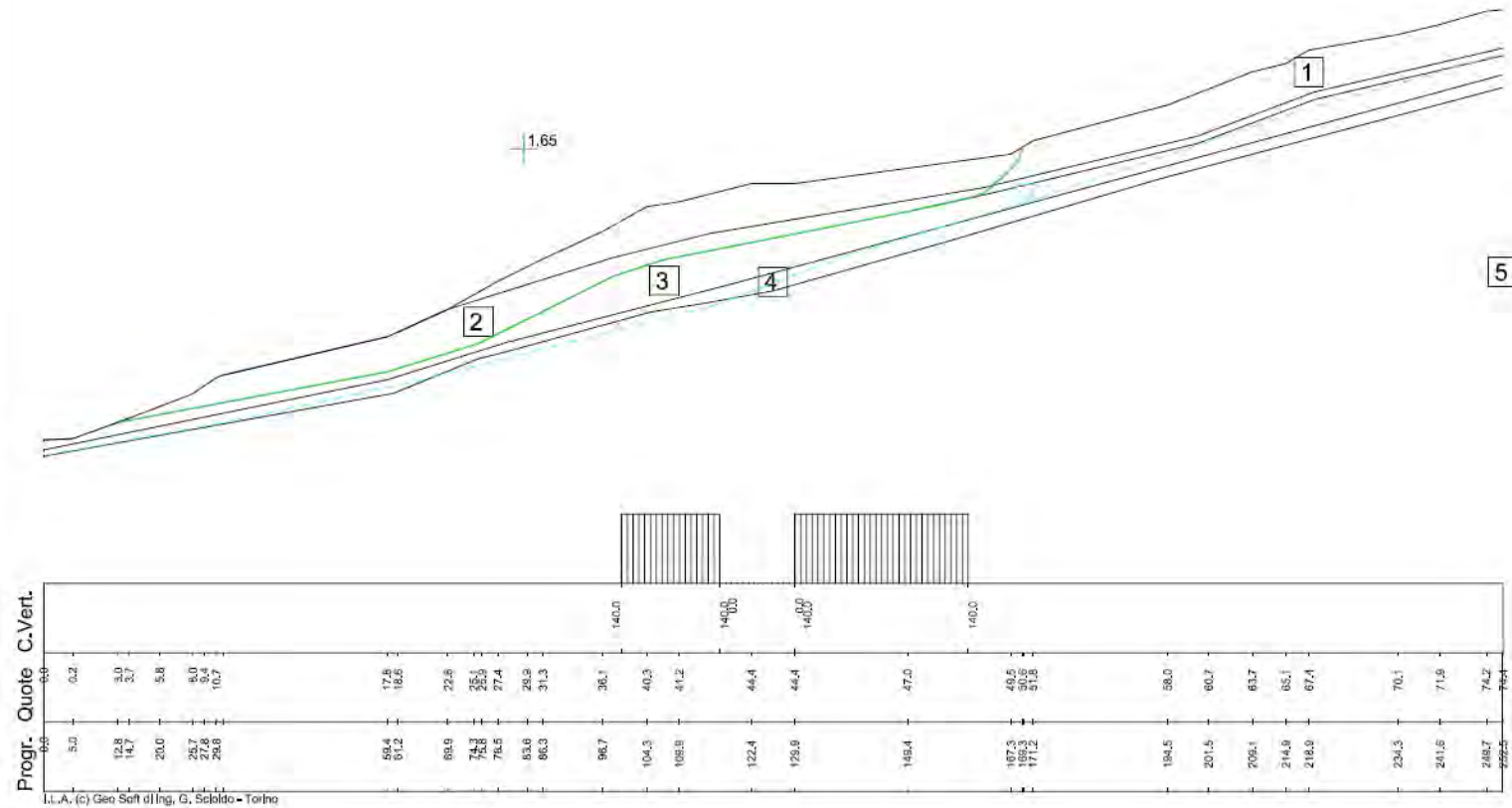
Stato di fatto

Assenza sollecitazione sismica - S9

Assenza opera di sostegno

Scala 1:1000 - Falda a -20 m da pc -

Litotipo 1:	phi [°] = 27	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 2:	phi [°] = 24	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 19,7
Litotipo 3:	phi [°] = 32	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20,5
Litotipo 4:	phi [°] = 26	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litotipo 5:	phi [°] = 35	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 22
Metodo: Sarma	Gamma acqua [kN/m³] = 10		



**VERIFICA DI STABILITÀ anno 2003
superficie a6 - assenza di sisma**

data: dicembre 2021

comm: Immobiliare Il Centro

dis:

**TAVOLA
21**

Amm. Com. diCastelnovo ne' Monti - (RE)

Profilo A-A' / Superficie: sarza_a6s

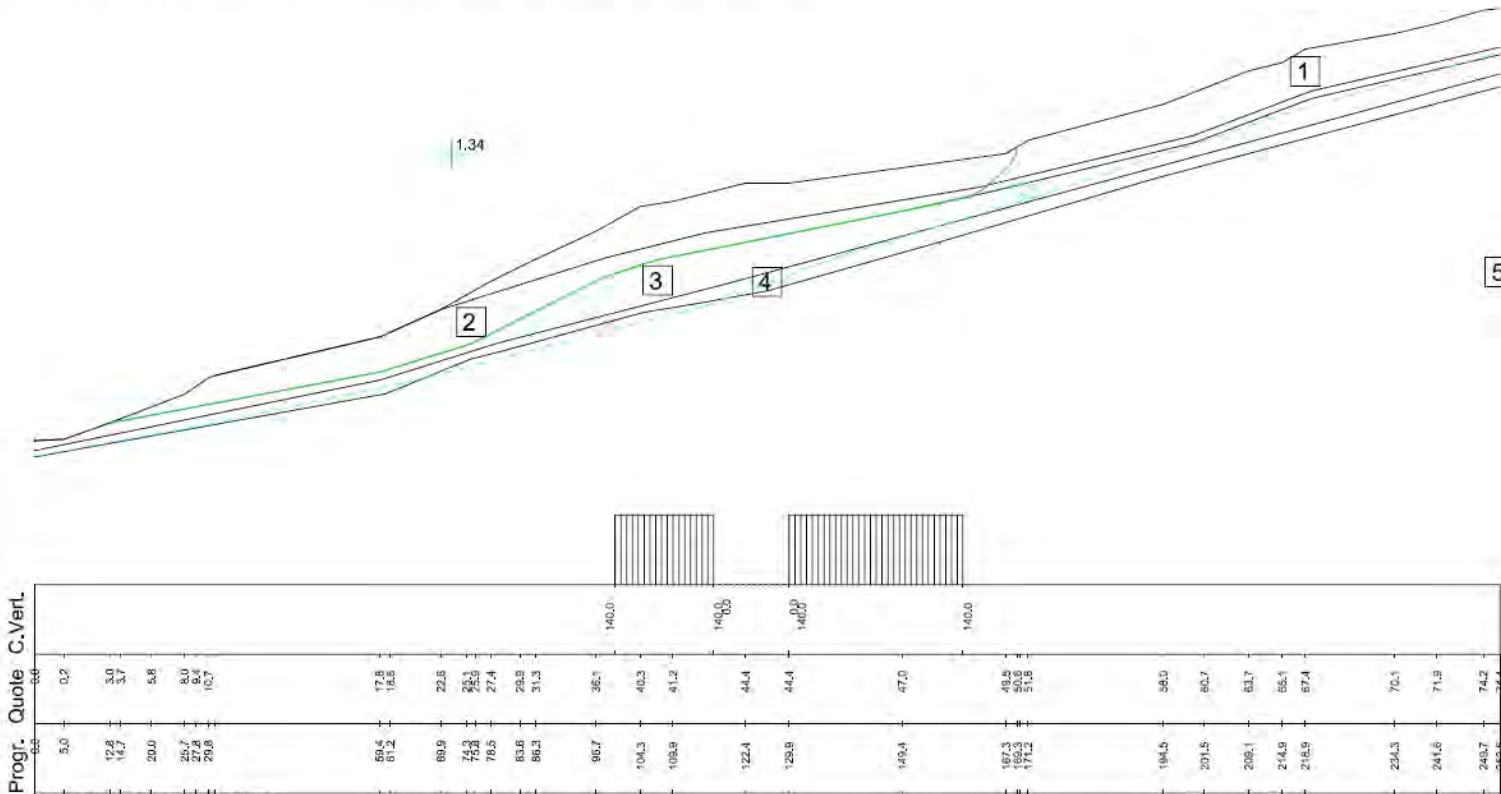
Stato di fatto

Presenza sollecitazione sismica - S9

Assenza opera di sostegno

Scala 1:1000 - Falda a -20 m da pc -

Litolpo 1:	phi [°] = 27	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litolpo 2:	phi [°] = 24	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 19.7
Litolpo 3:	phi [°] = 32	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20.5
Litolpo 4:	phi [°] = 26	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 20
Litolpo 5:	phi [°] = 35	c [kN/m²] = 0	gamma [kN/m³] = 22
Metodo: Sarma	Gamma acqua [kN/m³] = 10	Comp. sismica orizz. = 0.07	Comp. sismica vert. = 0.14



**VERIFICA DI STABILITÀ anno 2003
superficie a6s - presenza di sisma**

data: dicembre 2021

comm: Immobiliare Il Centro

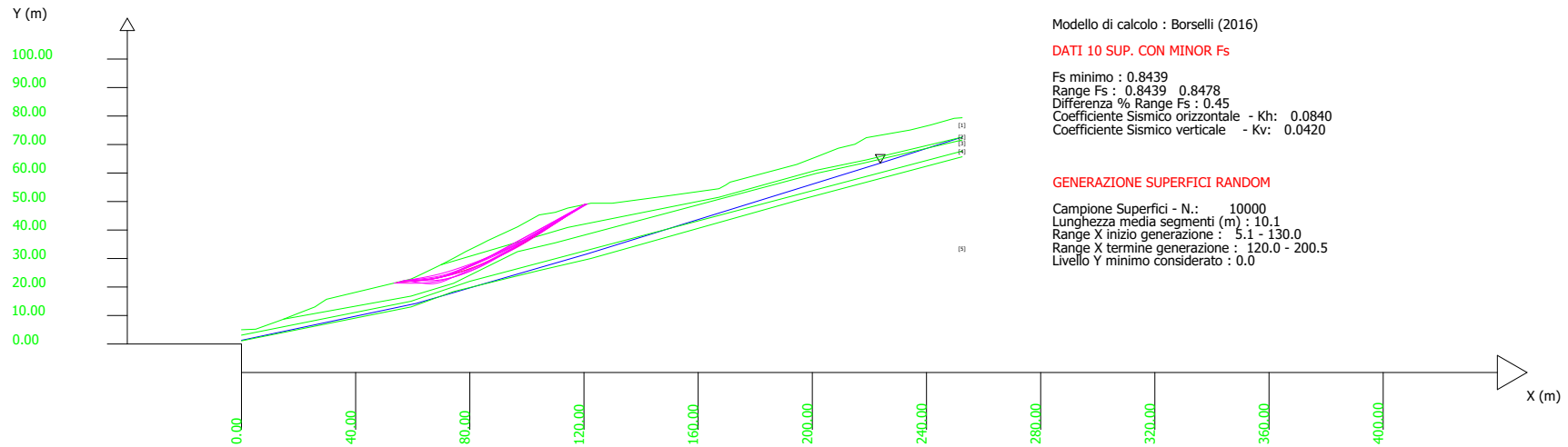
dis:

**TAVOLA
22**

# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa
1	27.00	0	0	20.00	21.00	0	0	0	0
2	24.00	0	0	19.70	20.50	0	0	0	0
3	32.00	0	0	20.50	21.50	0	0	0	0
4	26.00	0	0	20.00	21.00	0	0	0	0
5	35.00	0	0	22.00	22.50	0	0	0	0

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 13/11/2021
 Localita' : Castelnovo ne' Monti - Sarsazza
 Descrizione : Aggiornamento sismico verifica PSC 2003
 [n] = N. strato o lente



Modello di calcolo : Borselli (2016)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 0.8439
 Range Fs : 0.8439 0.8478
 Differenza % Range Fs : 0.45
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0840
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0420

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 10.1
 Range X inizio generazione : 5.1 - 130.0
 Range X termine generazione : 120.0 - 200.5
 Livello Y minimo considerato : 0.0

Verifica di Stabilità
 (anno 2021)

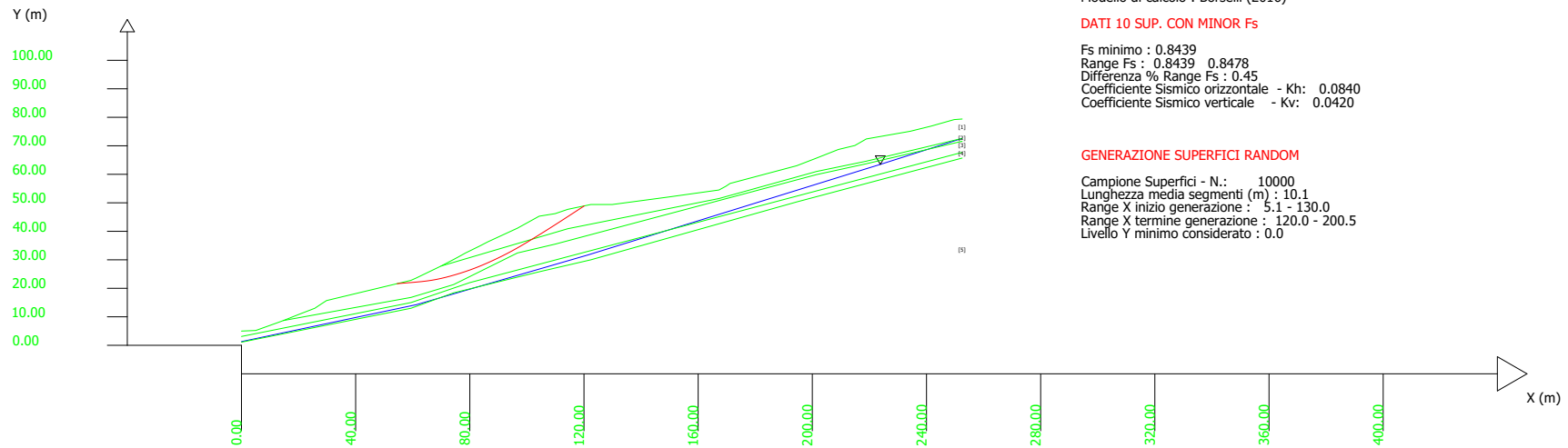
dicembre 2021
 comm:
 Immobiliare Il Centro

Tavola
 23

# Parametri Geotecnici degli strati #										
N.	phi' deg	C' kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D	
1	27.00	0	0	20.00	21.00	0	0	0	0	
2	24.00	0	0	19.70	20.50	0	0	0	0	
3	32.00	0	0	20.50	21.50	0	0	0	0	
4	26.00	0	0	20.00	21.00	0	0	0	0	
5	35.00	0	0	22.00	22.50	0	0	0	0	

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 13/11/2021
 Localita' : Castelnovo ne' Monti - Sarsazza
 Descrizione : Aggiornamento sismico verifica PSC 2003
 [n] = N. strato o lente



Modello di calcolo : Borselli (2016)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 0,8439
 Range Fs : 0,8439 - 0,8478
 Differenza % Range Fs : 0,45
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0,0840
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0,0420

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 10,1
 Range X inizio generazione : 5,1 - 130,0
 Range X termine generazione : 120,0 - 200,5
 Livello Y minimo considerato : 0,0

SUPERFICIE CRITICA

dicembre 2021
 comm:
 Immobiliare Il Centro

**Tavola
 24**

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

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

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

Localita' : Castelnuovo ne' Monti - Sarsazza - Via Roma 48

Descrizione: **Aggiornamento sismico verifica PSC 2003**

___ 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	5.00	69.90	27.80	14.70	8.70	0.00	3.10
5.00	5.20	114.30	40.90	59.40	16.80	59.40	15.00
12.80	8.00	167.30	51.50	74.30	21.30	80.00	22.00
14.70	8.70	201.50	61.00	96.70	32.40	252.50	67.70
20.00	10.80	218.90	64.60	109.90	35.50	-	-
25.70	13.00	252.50	72.60	201.50	59.90	-	-
27.80	14.40	-	-	218.90	63.70	-	-
29.80	15.70	-	-	252.50	71.60	-	-
59.40	22.80	-	-	-	-	-	-
61.20	23.60	-	-	-	-	-	-
69.90	27.80	-	-	-	-	-	-
74.30	30.10	-	-	-	-	-	-
75.80	30.90	-	-	-	-	-	-
78.50	32.40	-	-	-	-	-	-
83.60	34.90	-	-	-	-	-	-
86.30	36.30	-	-	-	-	-	-
96.70	41.10	-	-	-	-	-	-
104.30	45.30	-	-	-	-	-	-
109.90	46.20	-	-	-	-	-	-
114.30	47.70	-	-	-	-	-	-
122.40	49.40	-	-	-	-	-	-
129.90	49.40	-	-	-	-	-	-
149.40	52.00	-	-	-	-	-	-
167.30	54.50	-	-	-	-	-	-
169.70	55.80	-	-	-	-	-	-
171.20	56.80	-	-	-	-	-	-
194.50	63.00	-	-	-	-	-	-
201.50	65.70	-	-	-	-	-	-
209.10	68.70	-	-	-	-	-	-
214.90	70.10	-	-	-	-	-	-
218.90	72.40	-	-	-	-	-	-
234.30	75.10	-	-	-	-	-	-
241.60	76.90	-	-	-	-	-	-
249.70	79.20	-	-	-	-	-	-
252.50	79.40	-	-	-	-	-	-

SUP 5		SUP 6		SUP 7		SUP 8	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	1.10	-	-	-	-	-	-
59.40	13.00	-	-	-	-	-	-
74.30	18.40	-	-	-	-	-	-
104.30	25.80	-	-	-	-	-	-
122.40	30.00	-	-	-	-	-	-
194.50	50.30	-	-	-	-	-	-
252.50	65.70	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X	Y (in m)
0.00	1.30
61.21	14.24
121.35	31.69
223.82	63.48
252.50	72.60

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

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	STR_IDX
STRATO 1	27.00	0.00	0.00	20.00	21.00	1.573
STRATO 2	24.00	0.00	0.00	19.70	20.50	1.316
STRATO 3	32.00	0.00	0.00	20.50	21.50	2.065
STRATO 4	26.00	0.00	0.00	20.00	21.00	1.484
STRATO 5	35.00	0.00	0.00	22.00	22.50	2.404

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)

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

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI
 MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)
 FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 10.1 (+/-) 50%
 INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 5.05 130.00
 LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00
 INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 120.00 200.45
 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 : BORSELLI (Borselli, 2016)
 METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : A (rapido)
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0840
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0420
 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)	0.8439	- Min. -	X	Y
			54.52	21.63
			60.28	22.10
			63.13	22.36
			65.11	22.60
			66.83	22.86
			68.43	23.15
			69.98	23.48
			71.58	23.86
			73.24	24.29
			75.06	24.82
			76.74	25.33
			78.37	25.85
			79.94	26.40
			81.55	27.00
			83.13	27.62
			84.74	28.28
			86.40	29.00
			88.18	29.81

89.84	30.60
91.47	31.39
93.06	32.21
94.67	33.06
96.25	33.93
97.86	34.85
99.49	35.82
101.20	36.86
102.88	37.89
104.53	38.91
106.16	39.93
107.80	40.96
109.63	42.12
111.67	43.43
114.54	45.30
120.10	48.92

Fattore di sicurezza (FS)	0.8442	- N.2	--	X	Y
				56.44	22.09
				62.18	22.45
				64.95	22.68
				66.83	22.91
				68.44	23.18
				69.98	23.52
				71.42	23.92
				72.95	24.40
				74.55	24.97
				76.37	25.67
				78.05	26.35
				79.65	27.04
				81.20	27.73
				82.77	28.47
				84.31	29.22
				85.86	30.02
				87.44	30.86
				89.10	31.77
				90.74	32.67
				92.36	33.56
				93.97	34.45
				95.56	35.33
				97.16	36.21
				98.76	37.09
				100.36	37.97
				101.95	38.85
				103.54	39.73
				105.14	40.61
				106.74	41.49
				108.34	42.37
				110.14	43.36
				112.14	44.46
				114.94	46.00
				120.32	48.96

Fattore di sicurezza (FS)	0.8452	- N.3	--	X	Y
				57.22	22.28
				62.82	22.84
				65.54	23.16
				67.42	23.45
				69.03	23.76
				70.56	24.12
				72.01	24.52
				73.52	25.00
				75.10	25.55
				76.87	26.22
				78.51	26.86
				80.08	27.51
				81.60	28.18
				83.15	28.89
				84.65	29.61
				86.19	30.38
				87.74	31.19
				89.37	32.07
				90.99	32.94
				92.58	33.80
				94.17	34.66
				95.74	35.51
				97.32	36.36
				98.89	37.21

100.47	38.06
102.04	38.91
103.61	39.76
105.18	40.62
106.75	41.48
108.32	42.34
110.08	43.32
112.04	44.41
114.80	45.95
120.11	48.92

Fattore di sicurezza (FS)	0.8454	- N.4	--	X	Y
				57.29	22.29
				62.25	21.51
				64.50	21.21
				65.97	21.12
				67.14	21.16
				68.35	21.33
				69.40	21.57
				70.57	21.94
				71.83	22.42
				73.38	23.11
				74.83	23.75
				76.21	24.35
				77.56	24.94
				78.86	25.52
				80.18	26.10
				81.50	26.67
				82.82	27.26
				84.15	27.84
				85.45	28.42
				86.74	29.01
				88.03	29.62
				89.32	30.23
				90.62	30.86
				91.92	31.51
				93.25	32.18
				94.62	32.88
				95.93	33.58
				97.22	34.28
				98.49	35.00
				99.78	35.76
				101.05	36.52
				102.33	37.31
				103.63	38.14
				104.97	39.02
				106.31	39.90
				107.63	40.76
				108.95	41.63
				110.25	42.48
				111.73	43.45
				113.36	44.52
				115.66	46.02
				120.06	48.91

Fattore di sicurezza (FS)	0.8456	- N.5	--	X	Y
				56.29	22.05
				62.16	22.36
				64.94	22.57
				66.82	22.80
				68.39	23.09
				69.93	23.47
				71.34	23.91
				72.84	24.45
				74.41	25.09
				76.21	25.90
				77.93	26.68
				79.60	27.43
				81.25	28.17
				82.85	28.89
				84.48	29.62
				86.10	30.35
				87.74	31.09
				89.39	31.83
				90.99	32.57
				92.57	33.33
				94.14	34.10
				95.73	34.91

97.29	35.73
98.88	36.58
100.48	37.46
102.13	38.40
103.77	39.32
105.39	40.25
107.01	41.17
108.62	42.09
110.43	43.13
112.44	44.28
115.27	45.91
120.70	49.04

Fattore di sicurezza (FS)	0.8457	- N.6 --	X	Y
			55.54	21.87
			61.45	22.25
			64.29	22.49
			66.23	22.73
			67.88	23.01
			69.47	23.36
			70.95	23.77
			72.50	24.26
			74.13	24.83
			75.96	25.55
			77.70	26.23
			79.37	26.91
			81.00	27.59
			82.63	28.28
			84.25	28.99
			85.89	29.71
			87.56	30.46
			89.28	31.26
			90.92	32.04
			92.55	32.83
			94.15	33.64
			95.77	34.49
			97.36	35.34
			98.98	36.23
			100.61	37.16
			102.29	38.14
			103.96	39.11
			105.62	40.07
			107.28	41.04
			108.92	41.99
			110.77	43.07
			112.82	44.26
			115.70	45.94
			121.23	49.16

Fattore di sicurezza (FS)	0.8463	- N.7 --	X	Y
			56.17	22.03
			61.75	22.98
			64.55	23.49
			66.50	23.89
			68.21	24.27
			69.79	24.67
			71.32	25.09
			72.89	25.56
			74.50	26.06
			76.21	26.64
			77.85	27.20
			79.46	27.77
			81.04	28.35
			82.63	28.94
			84.21	29.55
			85.81	30.19
			87.45	30.85
			89.16	31.56
			90.76	32.26
			92.33	32.98
			93.87	33.72
			95.45	34.51
			96.98	35.32
			98.55	36.17
			100.13	37.08
			101.80	38.06
			103.45	39.03
			105.07	39.98

106.69	40.94
108.29	41.88
110.10	42.95
112.11	44.13
114.92	45.78
120.32	48.96

Fattore di sicurezza (FS)	0.8469	- N.8	--	X	Y
				53.43	21.37
				59.42	21.31
				62.32	21.34
				64.30	21.43
				65.98	21.58
				67.60	21.81
				69.12	22.10
				70.73	22.46
				72.43	22.92
				74.39	23.50
				76.12	24.06
				77.77	24.64
				79.33	25.25
				80.96	25.95
				82.52	26.67
				84.12	27.46
				85.78	28.34
				87.58	29.34
				89.32	30.32
				91.01	31.28
				92.68	32.25
				94.34	33.22
				95.99	34.19
				97.65	35.18
				99.32	36.19
				101.00	37.21
				102.68	38.24
				104.36	39.26
				106.04	40.29
				107.70	41.30
				109.59	42.45
				111.68	43.73
				114.61	45.51
				120.23	48.94

Fattore di sicurezza (FS)	0.8470	- N.9	--	X	Y
				54.69	21.67
				60.48	22.14
				63.36	22.41
				65.35	22.64
				67.10	22.89
				68.71	23.18
				70.28	23.50
				71.91	23.87
				73.60	24.30
				75.47	24.82
				77.15	25.32
				78.76	25.85
				80.31	26.42
				81.92	27.06
				83.47	27.72
				85.06	28.46
				86.70	29.27
				88.48	30.20
				90.19	31.10
				91.86	32.00
				93.51	32.89
				95.15	33.80
				96.79	34.71
				98.43	35.64
				100.08	36.59
				101.76	37.56
				103.43	38.54
				105.08	39.51
				106.72	40.49
				108.37	41.47
				110.22	42.59
				112.27	43.84
				115.17	45.61
				120.76	49.06

Fattore di sicurezza (FS) 0.8478 - N.10 -- X Y

	57.41	22.32
	63.11	22.21
	65.83	22.22
	67.68	22.30
	69.24	22.44
	70.76	22.68
	72.17	22.97
	73.67	23.35
	75.27	23.83
	77.12	24.44
	78.77	25.03
	80.34	25.64
	81.83	26.26
	83.37	26.96
	84.85	27.67
	86.37	28.45
	87.93	29.30
	89.62	30.26
	91.25	31.20
	92.84	32.13
	94.42	33.06
	95.99	33.99
	97.55	34.92
	99.11	35.87
	100.69	36.83
	102.27	37.80
	103.85	38.78
	105.43	39.76
	107.02	40.73
	108.59	41.70
	110.37	42.80
	112.34	44.01
	115.10	45.71
	120.40	48.98

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

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.300

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	0.844	2592.8	3072.3	-1401.1	Deficit
2	0.844	2177.5	2579.2	-1175.5	Deficit
3	0.845	2083.7	2465.3	-1121.2	Deficit
4	0.845	2823.9	3340.5	-1518.7	Deficit
5	0.846	2248.1	2658.7	-1208.2	Deficit
6	0.846	2392.0	2828.4	-1284.9	Deficit
7	0.846	2104.3	2486.4	-1128.0	Deficit
8	0.847	2767.3	3267.7	-1480.8	Deficit
9	0.847	2555.1	3016.6	-1366.5	Deficit
10	0.848	2723.3	3212.2	-1452.6	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

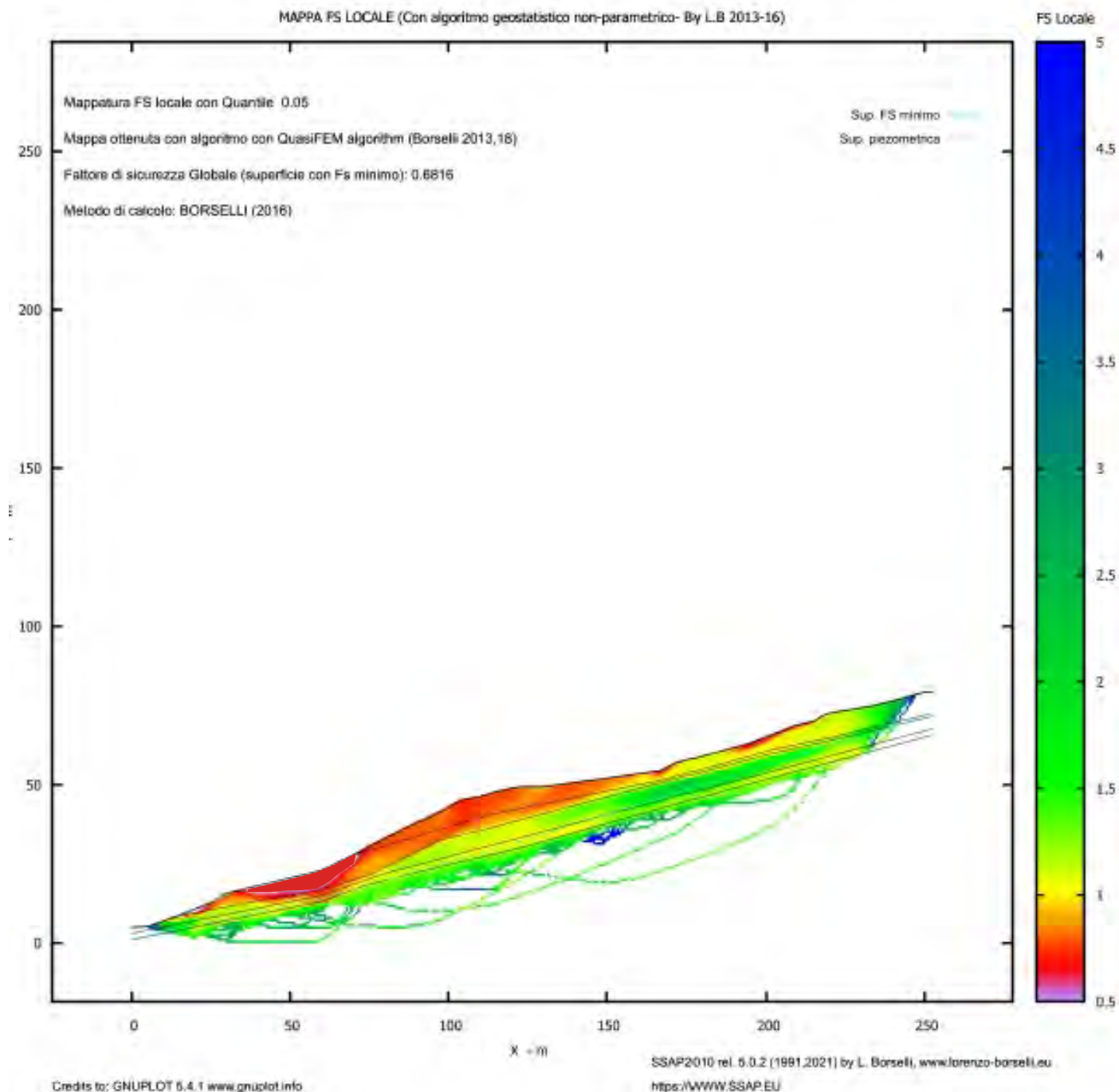
Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -1518.7

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

MAPPA FS LOCALE (Con algoritmo geostatistico non-parametrico- By L.B 2013-16)



MAPPA DI Fs LOCALE

Dis:

data: dicembre 2021

Comm: Immobiliare Il Centro

**TAVOLA
25**