

RELAZIONE GEOLOGICA

REALIZZAZIONE DI NUOVA VIABILITÀ DI ACCESSO A VIA GINESTRE DA VIA ARRENDEVOLE, NEL COMUNE DI CARMIGNANO

Pistoia, 26 maggio 2022

Dott. Geol. Gaddo Mannori

Dott. Geol. Pamela Innocenti



Mannori & Associati Geologia Tecnica – Dott. Geol. Pamela Innocenti

Largo San Biagio, 149 - 51100 Pistoia

Tel. 0573368448 – E-mail: mannori@mannorieassociati.it

1 - PREMESSA

Si riportano i risultati di un'indagine geologico tecnica eseguita a supporto del progetto relativo alla realizzazione di nuova viabilità di accesso a via Ginestre da via Arrendevole, località Verghereto, in Comune di Carmignano.

Il progetto prevede in particolare la realizzazione di una rotatoria su via Arrendevole per facilitare l'accesso anche a mezzi pesanti a via delle Ginestre; l'intervento prevede la realizzazione di scavi per una altezza massima di 1.6 m in corrispondenza del lato di monte; per i dettagli progettuali si rimanda agli elaborati a firma dell'Ing. Alessandro Becherucci.

L'ubicazione dell'area in esame è riportata in Fig. 1 e 2.

Scopo dell'indagine è stato quello di valutare le condizioni di fattibilità dell'intervento in relazione alla situazione litologica di sottosuolo e di stabilità del versante ai sensi del DPGR 48/R/2003 in quanto l'area ricade in area sottoposta a Vincolo Idrogeologico.

Per la ricostruzione del sottosuolo e l'attribuzione dei parametri geotecnici del terreno, sono stati utilizzati i risultati di n.2 prove penetrometriche dinamiche eseguite per la realizzazione della strada di cantiere che collega via Arrendevole a via Ginestre che sarà trasformata in viabilità comunale.

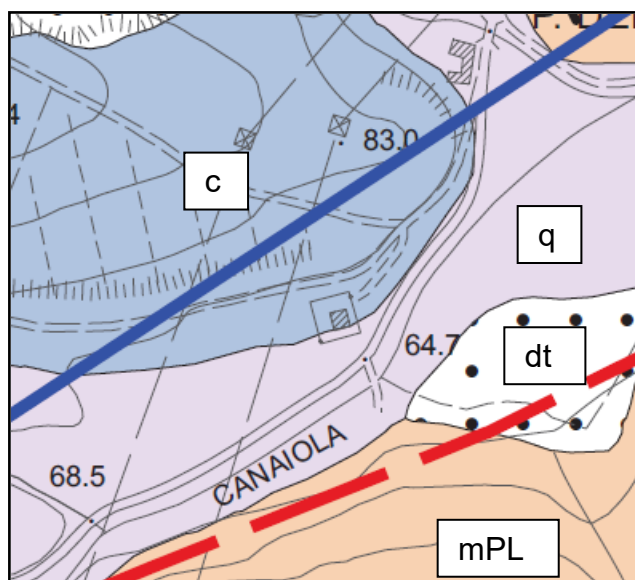
2 - DESCRIZIONE DEI LUOGHI

2.1 – Morfologia e litologia

L'area di intervento è situata alla quota di 65 metri s.l.m. sul fondovalle del Rio di Caselli che scorre in direzione ovest-est. Nell'area di progetto l'acclività media del pendio risulta di 5°.

I sopralluoghi sul terreno hanno permesso di stabilire che nell'area non vi sono dissesti che siano ricollegabili a fenomeni gravitativi in atto o pregressi.

Nella zona di studio affiorano, per il tratto più a valle, alluvioni recenti e attuali costituite da limi argilloso-sabbiosi con ghiaia e ciottoli sparsi dello spessore di 3-4 m nell'area indagata. Nel tratto a monte affiora il Complesso di base; si tratta di una formazione costituita da argilliti e siltiti con all'interno livelli o spezzoni di strato di calcari fini, silicei, di colore grigio scuro. L'assetto della stratificazione è spesso caoticizzato a causa della plasticità della componente argillitica.



-  detrito di versante (dt)
-  limi di alluvioni recenti e/o attuali (q)
-  marne e marne con argilliti (mPL)
-  complesso caotico ed olistostromi (c)

Estratto Carta Geologica Piano Strutturale

2.2 - Idrografia e idrogeologia

Per quanto riguarda l'idrografia superficiale le acque sono drenate dai fossi che le convogliano nel Rio di Caselli, il quale si immette nel torrente Elzana affluente di destra del Torrente Ombrone.

In merito alle acque di sottosuolo, i terreni alluvionali risultano caratterizzati da bassi parametri di permeabilità a causa della elevata percentuale di argilla; durante l'esecuzione delle prove penetrometrica è stata reperita acqua nel sottosuolo a circa 3.7 m di profondità, ovvero al contatto con il substrato argillitico praticamente impermeabile.

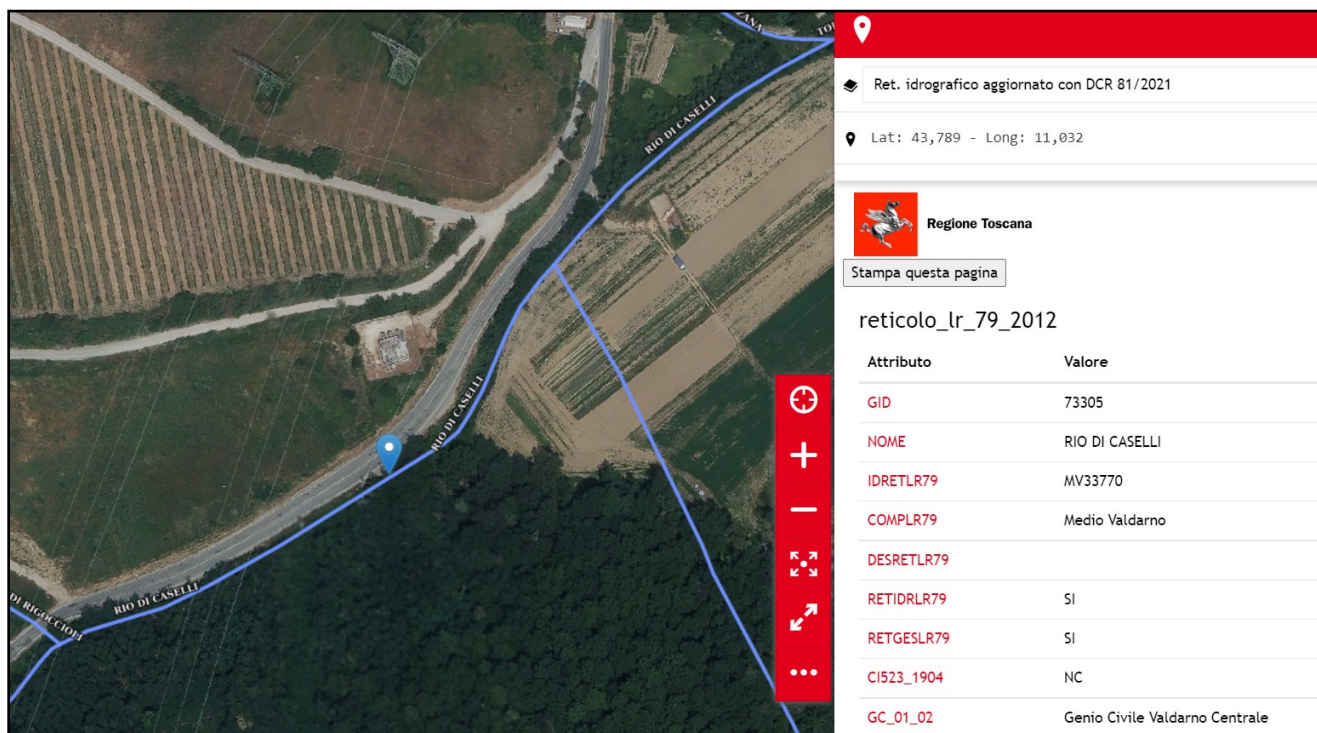
3 – SITUAZIONE VINCOLISTICA COMUNALE E SOVRACOMUNALE

Si riporta di seguito l'analisi dei vincoli di carattere geologico, idraulico e sismico che interessano l'area in esame ai sensi delle NTA degli strumenti urbanistici vigenti e della normativa sovracomunale emanata dall'Autorità di Distretto Appennino Settentrionale.

PS/PO	Pericolosità geologica	G1/G2 – Pericolosità bassa/media
	Pericolosità idraulica	P1 – Pericolosità bassa
	Pericolosità sismica	Non presente
	Fattibilità geomorfologica	Fg.1/Fg2 – Fattibilità senza limitazioni/con normali vincoli
	Fattibilità idraulica	Fi.1 – Fattibilità senza limitazioni
	Fattibilità sismica	Non assegnata
PAI PGRA	PGRA Idraulica	P1 – Pericolosità bassa
	PAI Frane	PF1 – Pericolosità bassa
	PAI Dissesti Geomorfologici	P1 – Pericolosità bassa

L'intervento in progetto risulta fattibile senza particolari vincoli; le indagini allegate al presente studio rispondono alle prescrizioni di fattibilità.

In parte la rotatoria in progetto rientra nella fascia di rispetto di 10 m dal ciglio di sponda del Rio di Caselli; ai sensi dell'art. 3 comma 4 le opere in progetto sono consentite previa autorizzazione idraulica.



A questo proposito, per la porzione della rotatoria in progetto che rientra nella fascia di rispetto di 10 m dal ciglio di sponda, si fa presente che l'opera:

- non altererà del buon regime delle acque;
- non interferirà con esigenze di regimazione idraulica, accessibilità e manutenzione del corso d'acqua;
- non interferirà con la stabilità del fondo e delle sponde;
- non vi sarà aggravio del rischio in altre aree derivante dalla realizzazione dell'intervento.

Inoltre si fa notare che l'area non risulta interessata da eventi alluvionali frequenti o poco frequenti e che non saranno realizzati scavi o riporti se non quelli strettamente necessari alla realizzazione della massicciata stradale.

4 – MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

4.1 – Ricostruzione del sottosuolo

La stratigrafia è stata ricavata dalle due prove penetrometriche eseguite nell'area di intervento per lo studio relativo alla realizzazione del tratto di strada di cantiere che collega via Arrendevole con via delle Ginestre; l'ubicazione delle indagini è indicata nella planimetria di Fig. 3 e i dati delle indagini sono riportati in Appendice.

Risulta che i primi 3-4 m sono riferibili a alluvioni recenti e attuali costituite da limi argilloso-sabbiosi con ghiaia e ciottoli sparsi, successivamente è presente un livello riferibile alla coltre di alterazione delle argilliti e marne sottostanti del substrato roccioso.

Sulla base delle indagini eseguite è stata ricavata la seguente ricostruzione del sottosuolo, come mostrato nella sezione litotecnica di Fig. 4.

- Livello A: presente fino a 3-4 m è rappresentato dalla copertura alluvionale costituita da limi argilloso-sabbiosi con ghiaia e ciottoli sparsi
- Livello B: presente oltre 3-4 m di profondità è costituito dalla coltre di alterazione delle argilliti e siltiti del substrato con all'interno livelli o spezzoni di strato di calcari fini silicei

4.2 – Parametri geotecnici

Sulla base dei risultati della campagna geognostica si attribuiscono i seguenti parametri geotecnici ai vari livelli:

Livello	Peso di volume γ (t/mc)	Coesione c' (kg/cmq)	Angolo di attrito interno ϕ' (°)
A	1,8	0,01	28
B	2	0,1	26

5 – VINCOLO IDROGEOLOGICO

L'area di intervento è soggetta al Vincolo Idrogeologico di cui alla Legge 39/00 e relativi regolamenti applicativi. A questo proposito il presente studio è stato realizzato tenendo conto delle indicazioni di cui al DPGR 08/08/03 n. 48/R.

Stabilità del versante

Al fine di valutare la compatibilità delle opere in progetto con la stabilità del versante, sono state realizzate le verifiche di stabilità allo stato attuale e di progetto lungo la scarpata della sezione si progetto B-B.

Si riporta di seguito la tabella di sintesi dei risultati ottenuti in cui sono specificati i coefficienti parziali utilizzati. Il fattore di sicurezza tiene conto della riduzione tramite γ_R ; la verifica risulta quindi superata per $F_s > 1.0$.

Nelle verifiche è stata considerata la possibilità di una parziale saturazione dei terreni di copertura della coltre detritica, seppur poco permeabili.

<i>Tipo verifica</i>	<i>Condizione statica</i>	<i>Condizione sismica</i>
Stabilità del pendio stato attuale	A2+M2+R2 con $\gamma_R=1.1$ La verifica presenta superfici con $F_s > 1.0$ F_s minimo = 4.5	$\gamma_F=1$; $\gamma_M=1$; $\gamma_R=1.2$ La verifica presenta superfici con $F_s > 1.0$ F_s minimo = 2.53
Stabilità del pendio stato progetto	A2+M2+R2 con $\gamma_R=1.1$ La verifica presenta superfici con $F_s > 1.0$ F_s minimo = 1.25	$\gamma_F=1$; $\gamma_M=1$; $\gamma_R=1.2$ La verifica presenta superfici con $F_s > 1.0$ F_s minimo = 1.12

In sintesi si osserva:

- nelle verifiche realizzate non sono presenti superfici di rottura con fattore di sicurezza $F_s < 1.0$;
- dalle verifiche di stabilità del pendio non risultano criticità nella configurazione di progetto, sia in condizioni statiche che sismiche;

In Appendice sono riportate le figure relative alle verifiche di stabilità realizzate, a cui sono allegati i relativi report.

Acque superficiali e di sottosuolo

Durante le operazioni di cantiere sarà assicurato l'allontanamento delle acque superficiali, al fine di evitare fenomeni di erosione o di ristagno sia nell'area di cantiere che nelle zone adiacenti.

La realizzazione delle opere non interferirà con falde acquifere nel sottosuolo o con la circolazione idrica profonda.

6 – CONCLUSIONI

Le indagini eseguite nell'area in esame non hanno evidenziato alcuna problematica in grado di limitare la fattibilità delle opere in progetto; i sopralluoghi sul terreno hanno permesso di stabilire che nell'area non vi sono dissesti che siano ricollegabili a fenomeni gravitativi.

Il drenaggio delle acque meteoriche sarà garantito dalle canalizzazioni lungo la viabilità per il loro smaltimento nel fosso posto subito a valle, in modo da non alterare l'assetto idrogeologico del versante.

Con la realizzazione del progetto non risulteranno criticità relative alla stabilità locale e generale del versante.

Gli interventi risultano pienamente fattibili ai sensi della L.R. 39/2000 e s.m.i. ed al D.P.G.R. n. 48/R del 08/08/2003 e s.m.i.

In parte la rotatoria in progetto rientra nella fascia di rispetto di 10 m dal ciglio di sponda del Rio di Caselli; ai sensi dell'art. 3 comma 4 le opere in progetto sono consentite previa autorizzazione idraulica.

A questo proposito, per la porzione della rotatoria in progetto che rientra nella fascia di rispetto di 10 m dal ciglio di sponda, si fa presente che l'opera:

- non altererà del buon regime delle acque;
- non interferirà con esigenze di regimazione idraulica, accessibilità e manutenzione del corso d'acqua;
- non interferirà con la stabilità del fondo e delle sponde;

- non vi sarà aggravio del rischio in altre aree derivante dalla realizzazione dell'intervento.

Inoltre si fa notare che l'area non risulta interessata da eventi alluvionali frequenti o poco frequenti e che non saranno realizzati scavi o riporti se non quelli strettamente necessari alla realizzazione della massicciata stradale.

Pistoia, 26 maggio 2022

Dott. Geol. Gaddo Mannori

Dott. Geol. Pamela Innocenti





Fig. 1
Inquadramento generale
scala 1:10000

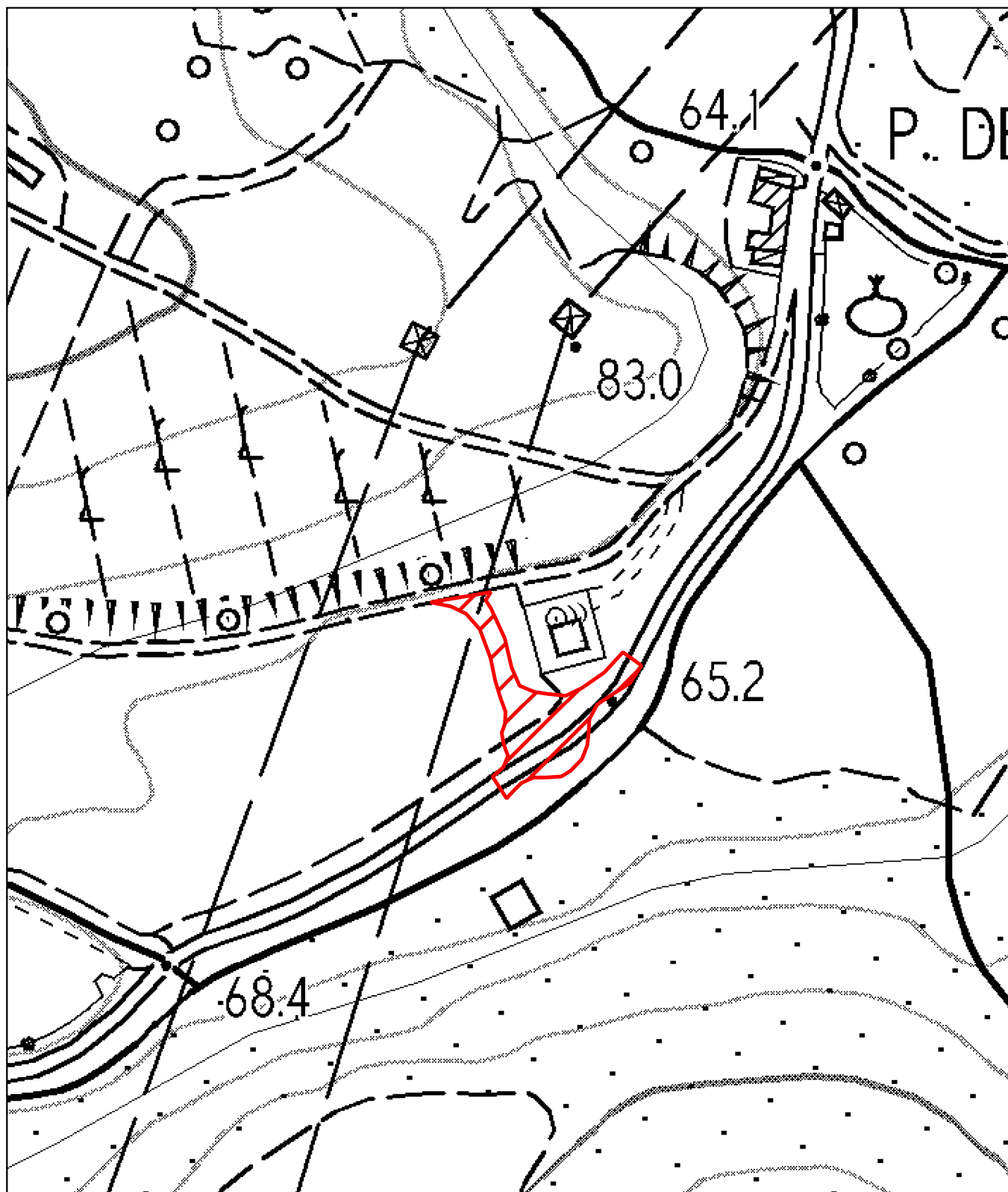


Fig. 2
Viabilità di progetto
scala 1:2000

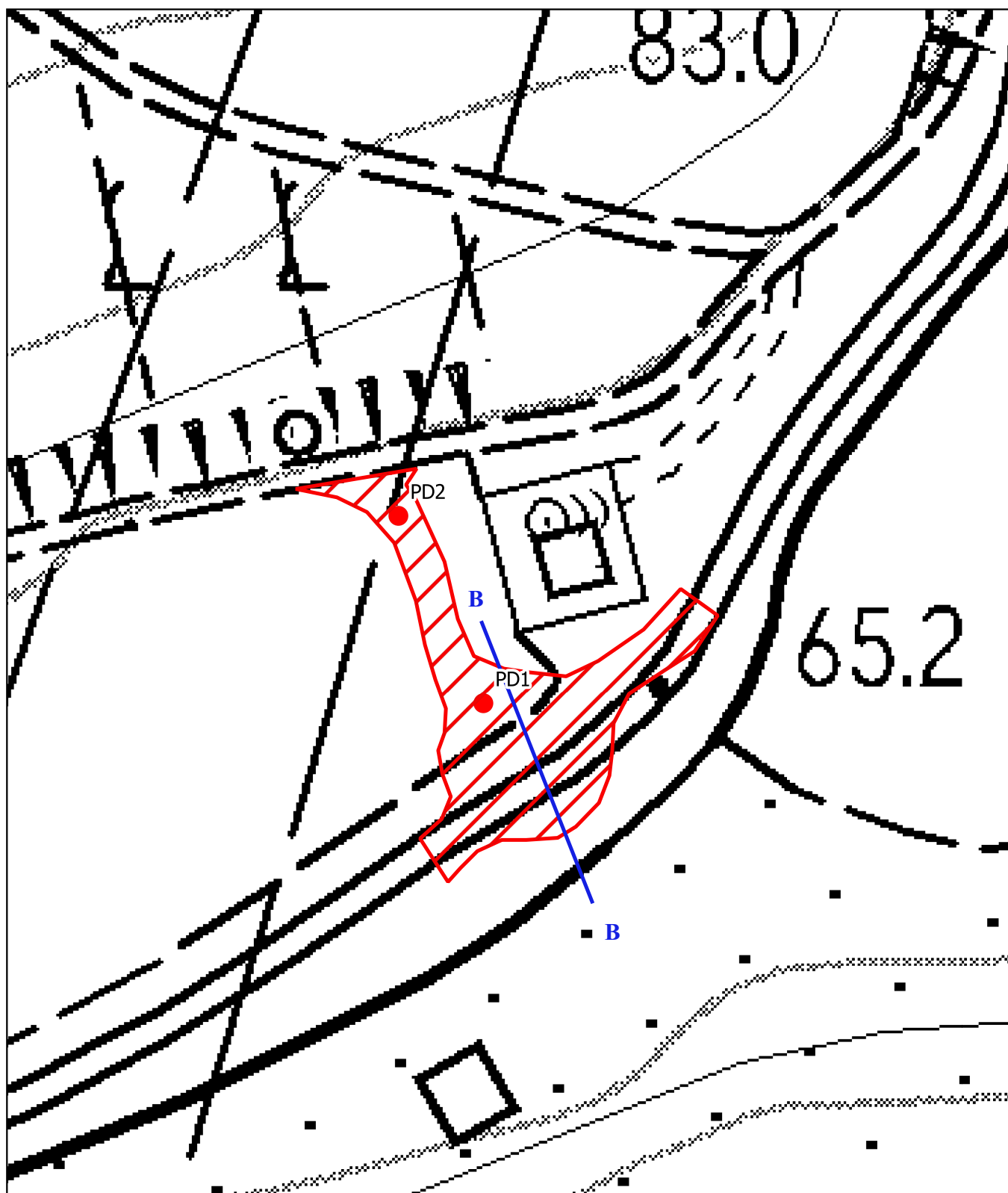
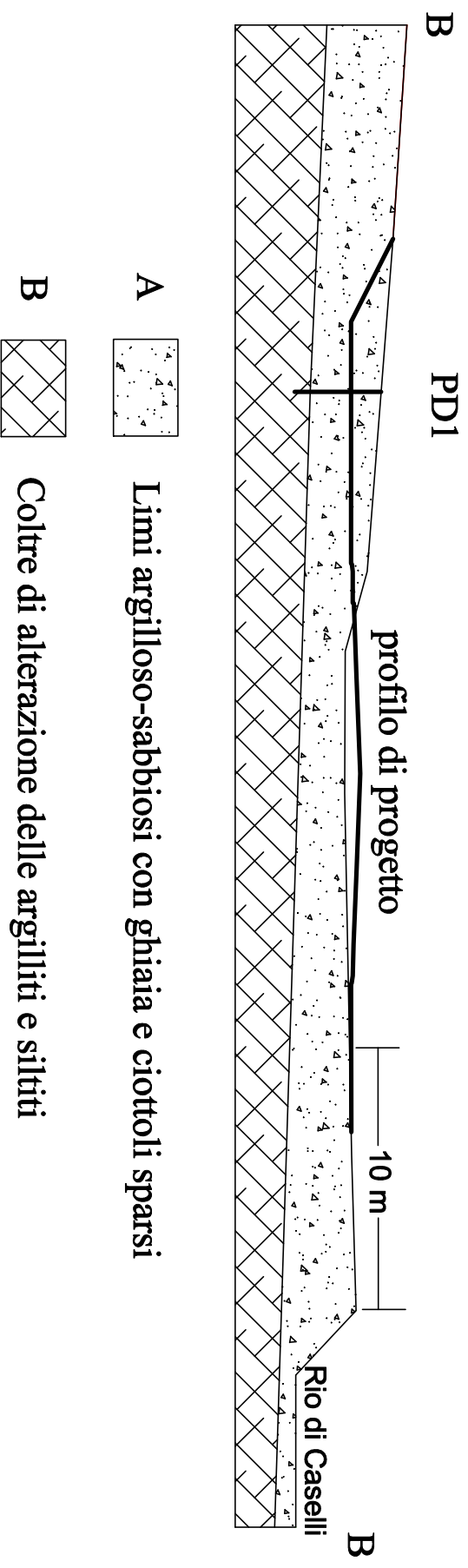
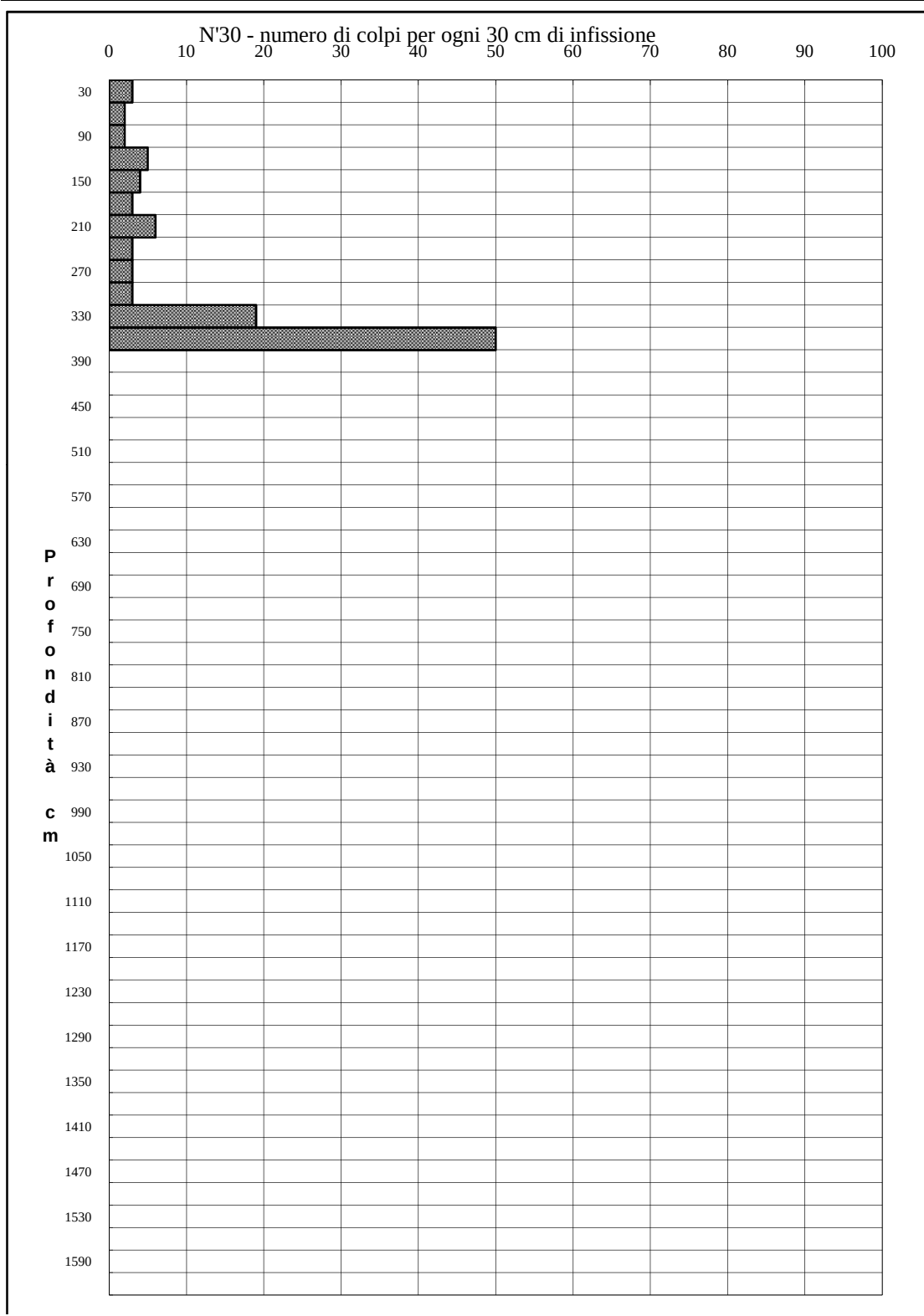


Fig. 3
Ubicazione prove penetrometriche e traccia sezione B-B
scala 1:1000

Fig. 4
Sezione litologica B-B
Scala 1:250



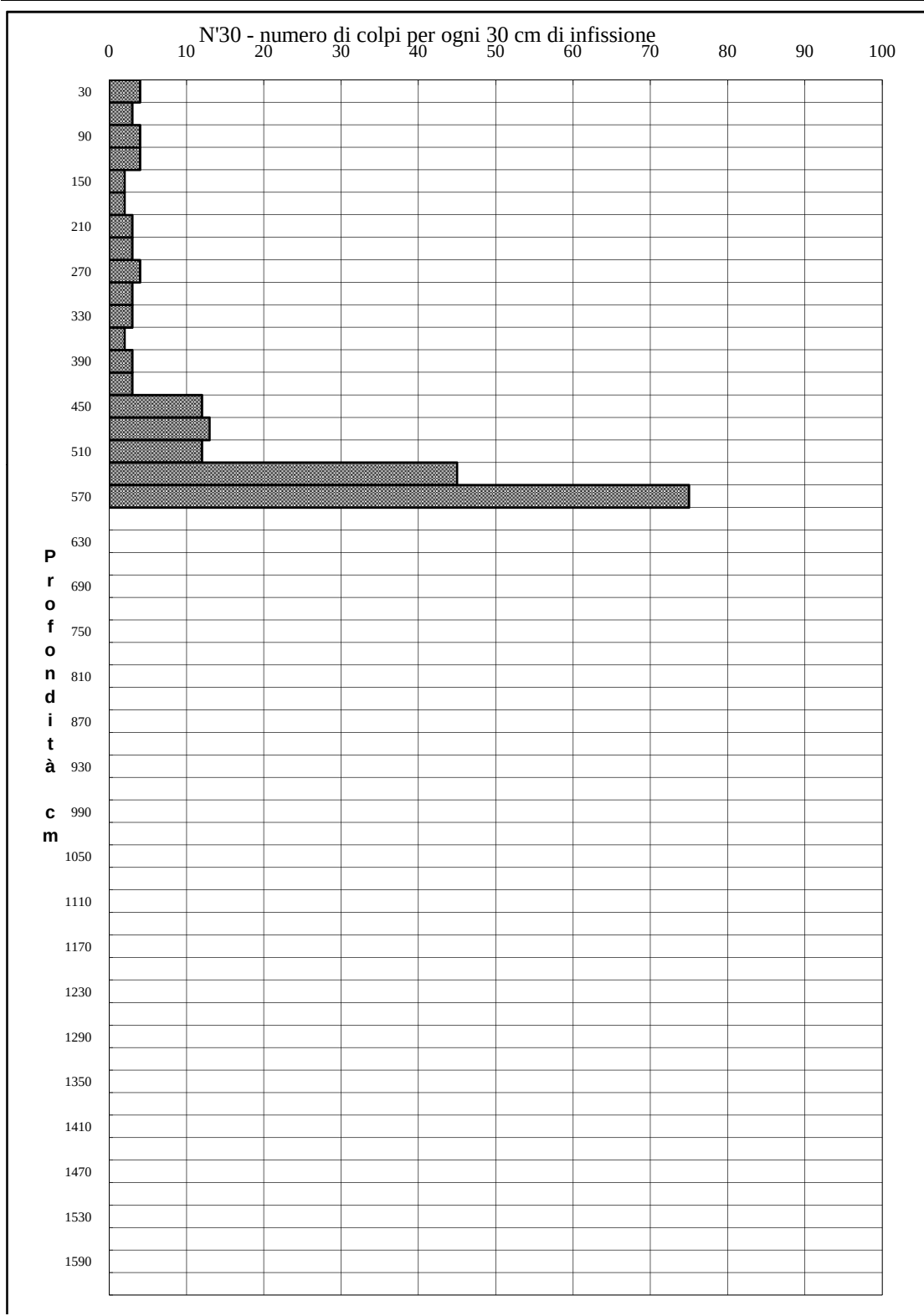
Dott. LORENZO GIACOMELLI Indagini Geotecniche Via Bel Riposo 105 - QUARRATA (PT)		Prova Penetrometrica Dinamica (S.C.P.T.) N° 1 ns.rif. : Q65D1
Cantiere: Via Ginestre - Carmignano Committente: Az. Agricola CERI Data di esecuzione: 06/06/2018		Profondità prova m: 3,60 Profondità tubo piez. m: ===== Profondità falda m: =====



Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°	1
Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI	
Maglio 73 Kg - Volata 75 cm	

PROF.		N°30		Nspt
0		3		5,3
30		2		3,5
60		2		3,5
90		5		8,8
120		4		7,0
150		3		5,3
180		6		10,5
210		3		5,3
240		3		5,3
270		3		5,3
300		19		33,3
330		50		87,7
360		0		0,0
390		0		0,0
420		0		0,0
450		0		0,0
480		0		0,0
510		0		0,0
540		0		0,0
570		0		0,0
600		0		0,0
630		0		0,0
660		0		0,0
690		0		0,0
720		0		0,0
750		0		0,0
780		0		0,0
810		0		0,0
840		0		0,0
870		0		0,0
900		0		0,0
930		0		0,0
960		0		0,0
990		0		0,0
1020		0		0,0
1050		0		0,0
1080		0		0,0
1110		0		0,0
1140		0		0,0
1170		0		0,0
1200		0		0,0
1230		0		0,0
1260		0		0,0
1290		0		0,0
1320		0		0,0
1350		0		0,0
1380		0		0,0
1410		0		0,0
1440		0		0,0
1470		0		0,0
1500		0		0,0
1530		0		0,0
1560		0		0,0
1590		0		0,0

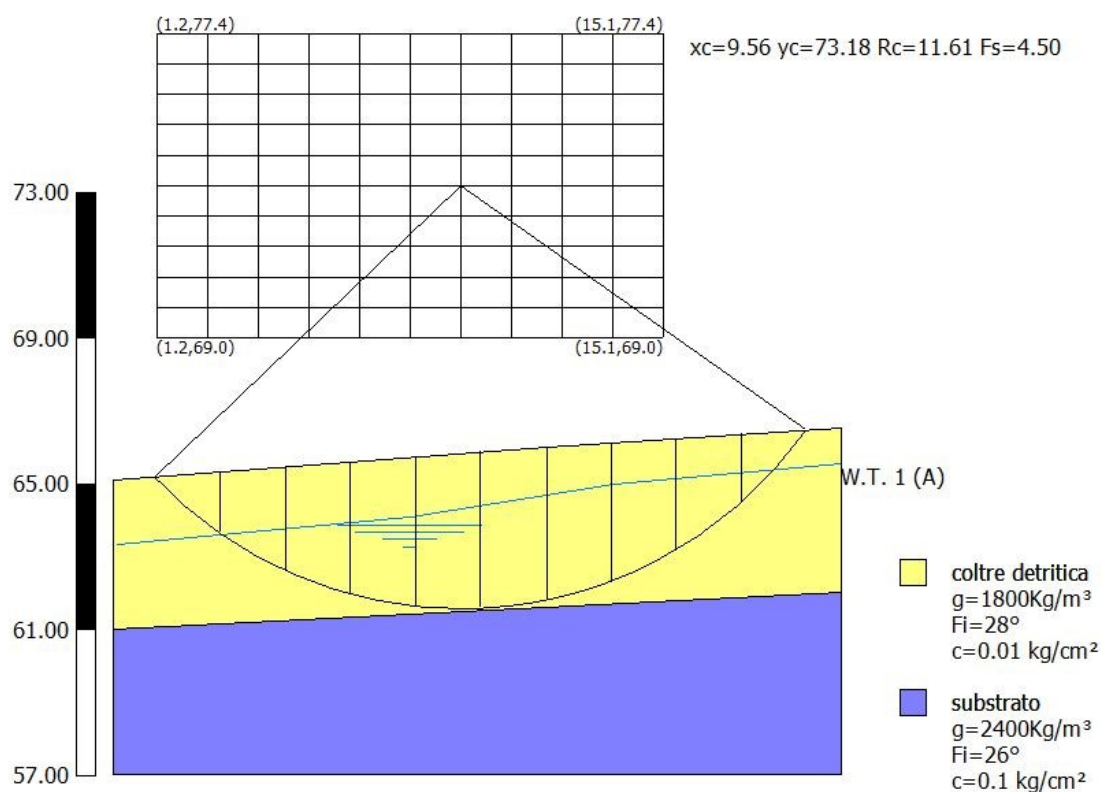
Dott. LORENZO GIACOMELLI Indagini Geotecniche Via Bel Riposo 105 - QUARRATA (PT)		Prova Penetrometrica Dinamica (S.C.P.T.) N° 2 ns.rif. : Q65D2
Cantiere: Via Ginestre - Carmignano Committente: Az. Agricola CERI Data di esecuzione: 06/06/2018		Profondità prova m: 5,70 Profondità tubo piez. m: ===== Profondità falda m: =====



Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°	2
Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI	
Maglio 73 Kg - Volata 75 cm	

PROF.		N°30		Nspt
0		4		7,0
30		3		5,3
60		4		7,0
90		4		7,0
120		2		3,5
150		2		3,5
180		3		5,3
210		3		5,3
240		4		7,0
270		3		5,3
300		3		5,3
330		2		3,5
360		3		5,3
390		3		5,3
420		12		21,1
450		13		22,8
480		12		21,1
510		45		78,9
540		75		131,6
570		0		0,0
600		0		0,0
630		0		0,0
660		0		0,0
690		0		0,0
720		0		0,0
750		0		0,0
780		0		0,0
810		0		0,0
840		0		0,0
870		0		0,0
900		0		0,0
930		0		0,0
960		0		0,0
990		0		0,0
1020		0		0,0
1050		0		0,0
1080		0		0,0
1110		0		0,0
1140		0		0,0
1170		0		0,0
1200		0		0,0
1230		0		0,0
1260		0		0,0
1290		0		0,0
1320		0		0,0
1350		0		0,0
1380		0		0,0
1410		0		0,0
1440		0		0,0
1470		0		0,0
1500		0		0,0
1530		0		0,0
1560		0		0,0
1590		0		0,0

VERIFICHE DI STABILITA' DEL PENDIO ALLO STATO ATTUALE IN CONDIZIONI STATICHE



Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	41.902783/12.496364
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1.21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	69.0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	15.12 m
Ordinata vertice destro superiore ys	77.37 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie

Classe d'uso: Classe II
 Vita nominale: 50.0 [anni]
 Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.42	2.53	0.26
S.L.D.	50.0	0.54	2.5	0.27
S.L.V.	475.0	1.18	2.62	0.3
S.L.C.	975.0	1.47	2.62	0.31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.672	0.2	0.0137	0.0069
S.L.D.	0.864	0.2	0.0176	0.0088
S.L.V.	1.888	0.24	0.0462	0.0231
S.L.C.	2.3049	0.24	0.0564	0.0282

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	65.1
2	11.9	66.01
3	20.0	66.54

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.11	63.35
2	8.17	64.07
3	13.76	64.99
4	19.99	65.57

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	61.0
2	20.0	62.0

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.3
 Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25
 Coesione efficace 1.25
 Coesione non drenata 1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno

Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0.01		28	1800	2100	coltre detritica	
2	0.1		26	2400	2400	substrato	

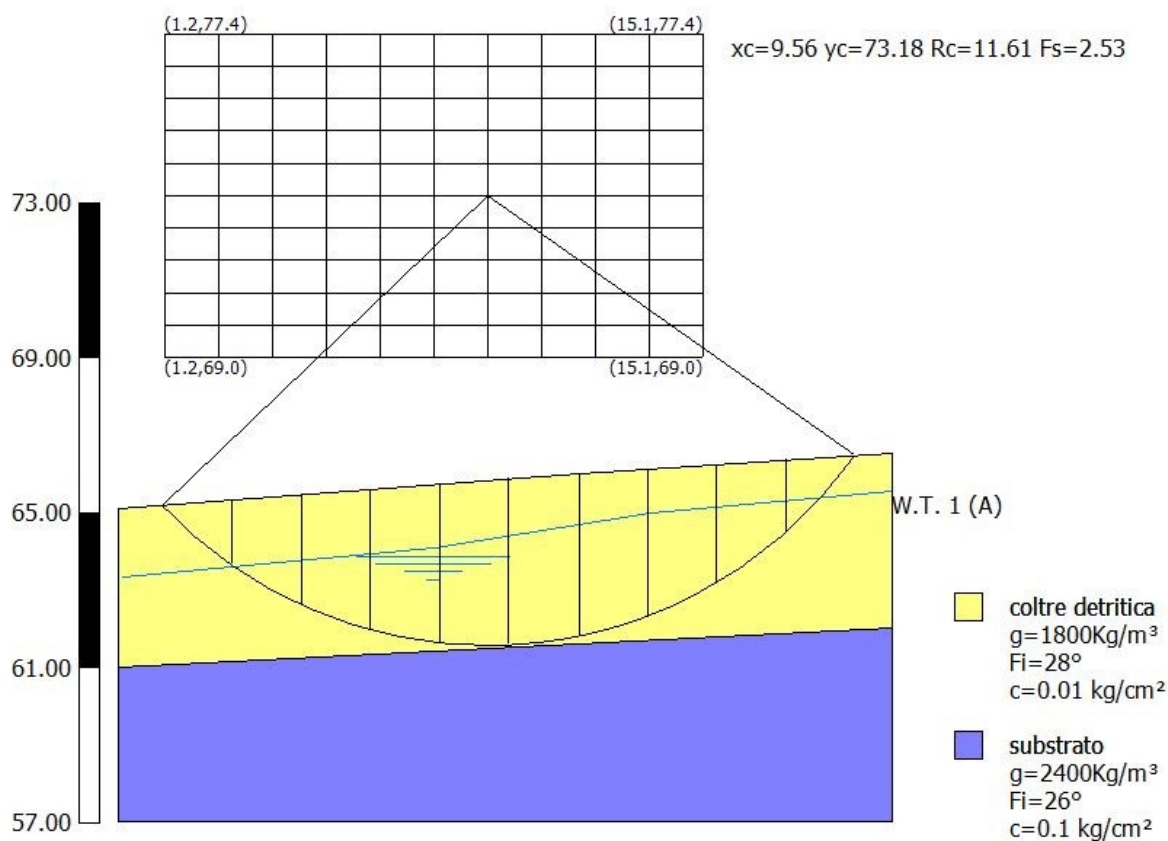
Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	4.5
Ascissa centro superficie	9.56 m
Ordinata centro superficie	73.18 m
Raggio superficie	11.61 m

xc = 9.557 yc = 73.185 Rc = 11.607 Fs=4.503

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.79	-40.6	2.36	2943.93	0.0	0.0	0.01	23.0	0.0	4222.5	527.9
2	1.79	-29.7	2.06	7731.96	0.0	0.0	0.01	23.0	1064.5	8092.1	838.4
3	1.79	-19.9	1.91	1347.53	0.0	0.0	0.01	23.0	2814.1	9379.5	889.5
4	1.79	-10.7	1.82	13711.39	0.0	0.0	0.01	23.0	3986.0	10067.5	909.9
5	1.79	-1.8	1.79	15010.11	0.0	0.0	0.01	23.0	4747.3	10296.7	913.7
6	1.81	7.1	1.83	15511.63	0.0	0.0	0.01	23.0	5202.0	10275.9	919.1
7	1.76	16.2	1.84	14286.41	0.0	0.0	0.01	23.0	4936.8	9490.3	879.6
8	1.79	25.6	1.98	12447.06	0.0	0.0	0.01	23.0	4209.8	8759.5	869.9
9	1.79	36.0	2.21	8930.73	0.0	0.0	0.01	23.0	2611.8	7326.6	821.8
10	1.79	48.1	2.68	3406.35	0.0	0.0	0.01	23.0	57.6	4530.4	647.0

VERIFICHE DI STABILITA' DEL PENDIO ALLO STATO ATTUALE IN CONDIZIONI SISMICHE



Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	43.789223/11.03219
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.2
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1.21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	69.0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	15.12 m
Ordinata vertice destro superiore ys	77.37 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
 Classe d'uso: Classe II
 Vita nominale: 50.0 [anni]
 Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.44	2.56	0.25
S.L.D.	50.0	0.53	2.59	0.26
S.L.V.	475.0	1.25	2.39	0.3
S.L.C.	975.0	1.59	2.38	0.3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Classe II

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.704	1.0	0.0718	0.0359
S.L.D.	0.848	0.47	0.0406	0.0203
S.L.V.	2.0	0.38	0.0775	0.0388
S.L.C.	2.505	1.0	0.2555	0.1277

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0775
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0388

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	65.1
2	11.9	66.01
3	20.0	66.54

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.11	63.35
2	8.17	64.07
3	13.76	64.99
4	19.99	65.57

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	61.0
2	20.0	62.0

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.0
 Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0.01		28	1800	2100	coltre detritica	
2	0.1		26	2400	2400	substrato	

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

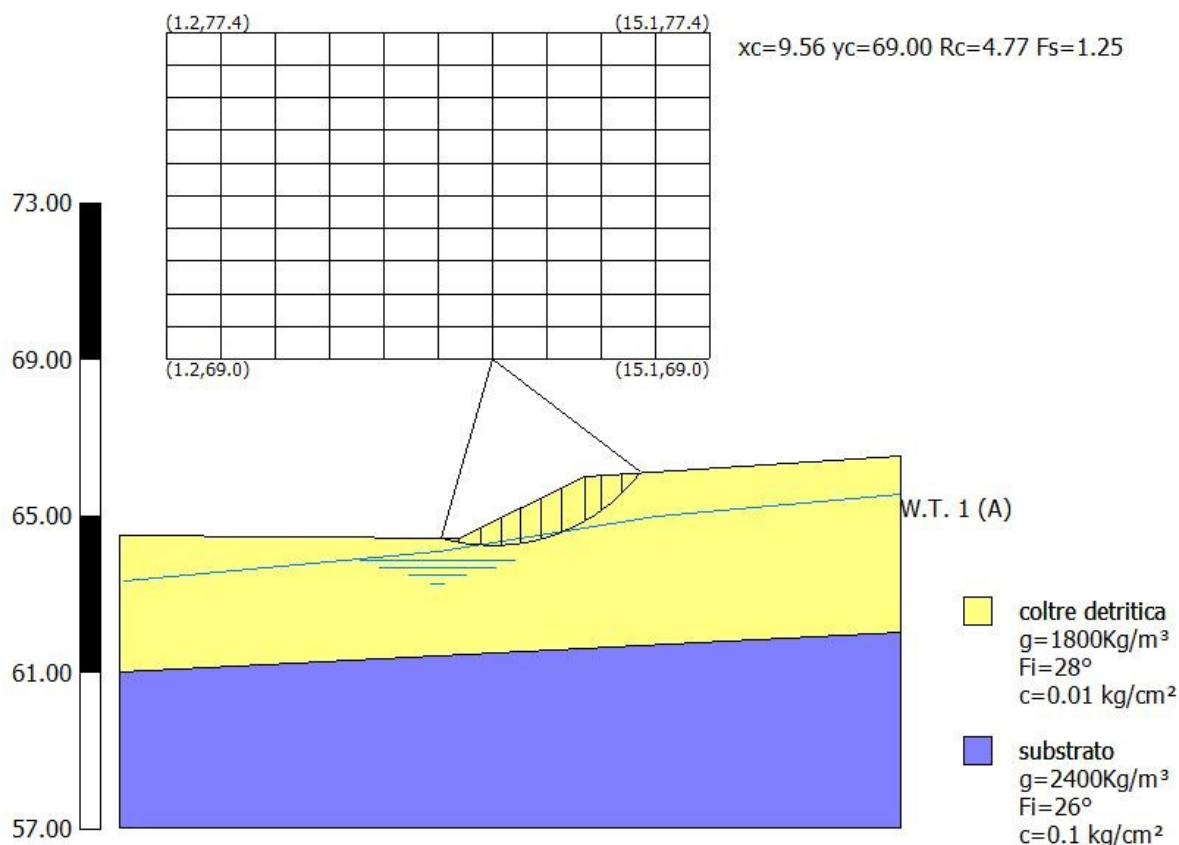
Fs minimo individuato	2.53
Ascissa centro superficie	9.56 m
Ordinata centro superficie	73.18 m
Raggio superficie	11.61 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 9.557 \quad y_c = 73.185 \quad R_c = 11.607 \quad F_s = 2.532$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.79	-40.6	2.36	2943.93	228.15	114.22	0.01	28.0	0.0	4642.3	1172.7
2	1.79	-29.7	2.06	7731.96	599.23	300.0	0.01	28.0	1064.5	8571.3	1805.3
3	1.79	-19.9	1.91	1347.53	879.43	440.28	0.01	28.0	2814.1	9715.4	1875.2
4	1.79	-10.7	1.82	13711.39	1062.63	532.0	0.01	28.0	3986.0	10249.3	1886.7
5	1.79	-1.8	1.79	15010.11	1163.28	582.39	0.01	28.0	4747.3	10326.7	1867.2
6	1.81	7.1	1.83	15511.63	1202.15	601.85	0.01	28.0	5202.0	10160.0	1852.7
7	1.76	16.2	1.84	14286.41	1107.2	554.31	0.01	28.0	4936.8	9248.1	1748.4
8	1.79	25.6	1.98	12447.06	964.65	482.95	0.01	28.0	4209.8	8399.3	1702.8
9	1.79	36.0	2.21	8930.73	692.13	346.51	0.01	28.0	2611.8	6881.9	1578.5
10	1.79	48.1	2.68	3406.35	263.99	132.17	0.01	28.0	57.6	4112.3	1209.0

VERIFICHE DI STABILITA' DEL PENDIO ALLO STATO DI PROGETTO IN CONDIZIONI STATICHE



Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	41.902783/12.496364
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore x_i	1.21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore y_i	69.0 m
Ascissa vertice destro superiore x_s	15.12 m
Ordinata vertice destro superiore y_s	77.37 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
 Classe d'uso: Classe II
 Vita nominale: 50.0 [anni]
 Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.42	2.53	0.26
S.L.D.	50.0	0.54	2.5	0.27
S.L.V.	475.0	1.18	2.62	0.3
S.L.C.	975.0	1.47	2.62	0.31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.672	0.2	0.0137	0.0069
S.L.D.	0.864	0.2	0.0176	0.0088
S.L.V.	1.888	0.24	0.0462	0.0231
S.L.C.	2.3049	0.24	0.0564	0.0282

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	64.5
2	8.7	64.41
3	11.9	66.01
4	20.0	66.54

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.11	63.35
2	8.17	64.07
3	13.76	64.99
4	19.99	65.57

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	61.0
2	20.0	62.0

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.3
 Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 0.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

Coesione efficace 1.25
 Coesione non drenata 1.4
 Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0.01		28	1800	2100	coltre detritica	
2	0.1		26	2400	2400	substrato	

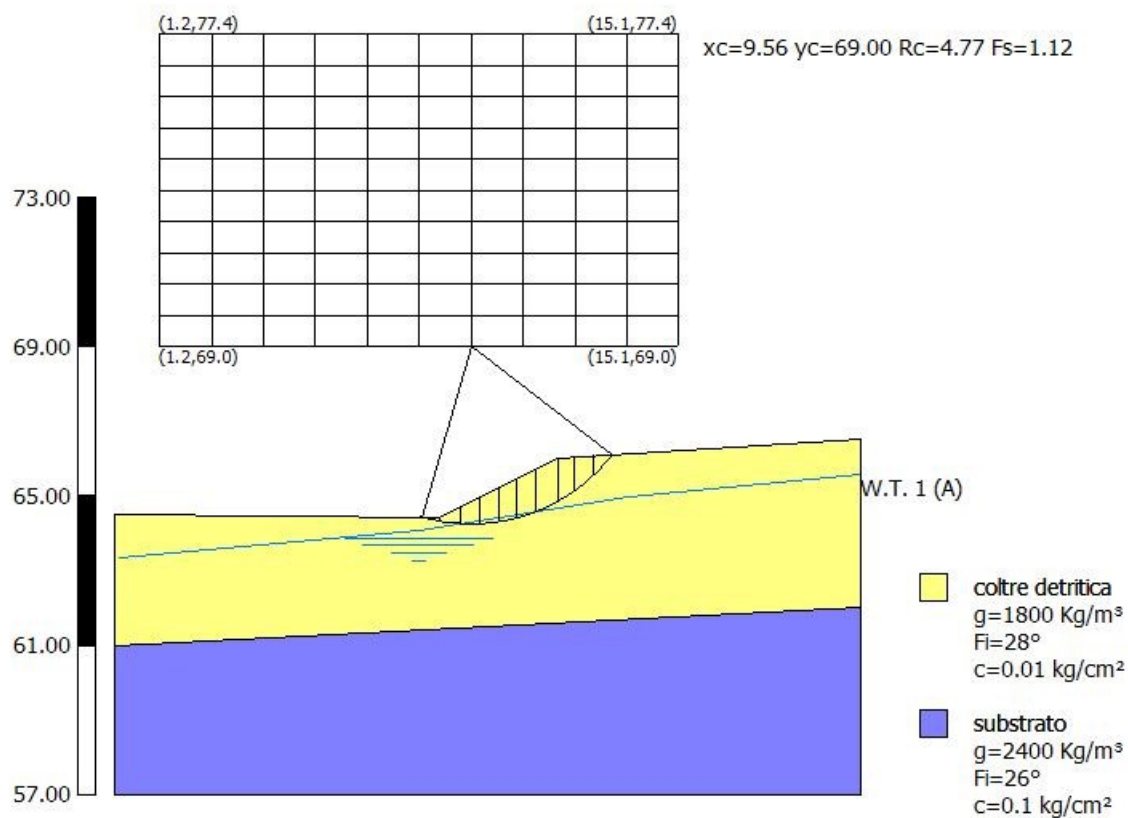
Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato 1.25
 Ascissa centro superficie 9.56 m
 Ordinata centro superficie 69.0 m
 Raggio superficie 4.77 m

xc = 9.557 yc = 69.002 Rc = 4.775 Fs=1.245

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.47	-13.2	0.48	49.53	0.0	0.0	0.01	23.0	0.0	62.0	48.6
2	0.56	-7.0	0.56	286.63	0.0	0.0	0.01	23.0	0.0	304.3	128.1
3	0.51	-0.5	0.51	552.92	0.0	0.0	0.01	23.0	35.4	519.3	191.1
4	0.51	5.6	0.51	777.26	0.0	0.0	0.01	23.0	66.5	690.1	245.5
5	0.51	11.8	0.52	941.52	0.0	0.0	0.01	23.0	69.0	830.9	294.8
6	0.51	18.2	0.54	1042.58	0.0	0.0	0.01	23.0	41.4	946.9	342.7
7	0.6	25.4	0.66	1258.79	0.0	0.0	0.01	23.0	0.0	1198.6	454.7
8	0.43	32.4	0.51	812.09	0.0	0.0	0.01	23.0	0.0	787.9	324.9
9	0.51	39.5	0.66	686.57	0.0	0.0	0.01	23.0	0.0	682.9	324.8
10	0.51	48.0	0.77	268.16	0.0	0.0	0.01	23.0	0.0	261.2	188.2

VERIFICHE DI STABILITA' DEL PENDIO ALLO STATO DI PROGETTO IN CONDIZIONI SISMICHE



Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	43.789223/11.03219
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.2
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1.21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	69.0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	15.12 m
Ordinata vertice destro superiore ys	77.37 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
 Classe d'uso: Classe II
 Vita nominale: 50.0 [anni]
 Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.44	2.56	0.25
S.L.D.	50.0	0.53	2.59	0.26
S.L.V.	475.0	1.25	2.39	0.3
S.L.C.	975.0	1.59	2.38	0.3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Classe II

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.704	1.0	0.0718	0.0359
S.L.D.	0.848	0.47	0.0406	0.0203
S.L.V.	2.0	0.38	0.0775	0.0388
S.L.C.	2.505	1.0	0.2555	0.1277

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0775
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0388

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	64.5
2	8.7	64.41
3	11.9	66.01
4	20.0	66.54

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.11	63.35
2	8.17	64.07
3	13.76	64.99
4	19.99	65.57

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	61.0
2	20.0	62.0

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.0
 Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0.01		28	1800	2100	coltre detritica	
2	0.1		26	2400	2400	substrato	

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	1.12
Ascissa centro superficie	9.56 m
Ordinata centro superficie	69.0 m
Raggio superficie	4.77 m

$$x_c = 9.557 \quad y_c = 69.002 \quad R_c = 4.775 \quad F_s = 1.116$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.47	-13.2	0.48	49.53	3.84	1.92	0.01	28.0	0.0	65.4	63.5
2	0.56	-7.0	0.56	286.63	22.21	11.12	0.01	28.0	0.0	308.9	165.7
3	0.51	-0.5	0.51	552.92	42.85	21.45	0.01	28.0	35.4	519.8	244.6
4	0.51	5.6	0.51	777.26	60.24	30.16	0.01	28.0	66.5	683.6	311.3
5	0.51	11.8	0.52	941.52	72.97	36.53	0.01	28.0	69.0	815.4	370.7
6	0.51	18.2	0.54	1042.58	80.8	40.45	0.01	28.0	41.4	920.4	427.1
7	0.6	25.4	0.66	1258.79	97.56	48.84	0.01	28.0	0.0	1152.8	561.3
8	0.43	32.4	0.51	812.09	62.94	31.51	0.01	28.0	0.0	749.1	397.2
9	0.51	39.5	0.66	686.57	53.21	26.64	0.01	28.0	0.0	639.5	393.0
10	0.51	48.0	0.77	268.16	20.78	10.4	0.01	28.0	0.0	234.1	224.5