

COMUNE DI PECCIOLI

(PROVINCIA DI PISA)



INDAGINE SUL TERRENO INTERESSATO DALLA
REALIZZAZIONE DI UN COLLEGAMENTO PEDONALE E
MECCANIZZATO DA VIA BELLINCIONI AL PARCHEGGIO
MULTIPIANO DEL CAPOLUOGO, COMUNE DI PECCIOLI, (PI).

MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA



COMMITTENTE:

BELVEDERE SPA
VIA MARCONI, 5
56037 - PECCIOLI

OTTOBRE 2017

DOTT. GEOL. ANDREA PETRESI
VICOLO PETRESI, 7 - 56037 PECCIOLI (PI)
0587636054-3389608019
apetre@libero.it; a.petresi@pec.geologitoscana.net
P.IVA: 01481020509

INDICE



1 – Premessa	pag. 3
2 - Inquadramento geomorfologico	pag. 4
3 – Inquadramento geologico	pag. 4
4 – Piano di Bacino Fiume Arno	pag. 5
5 – Inquadramento Piano Strutturale vigente	pag. 6
6 – Campagna geognostica	pag. 8
7 – Caratterizzazione geotecnica	pag. 20
8 – Vita nominale, classi d’uso e periodo di riferimento azione sismica	pag.23
9 – Verifica agli SLU	pag.23
10 – Verifica agli SLE	pag.29
11 - Verifica del carico limite del sistema fondazionale in campo sismico	pag.30
12 – Pericolosità sismica	pag.33
13 – Verifica di stabilità versante	pag.36
14 – Considerazioni conclusive	pag.37

Fig.1 – Inquadramento geografico (scala 1:10.000)

Fig.2 – Estratto dal PAI (scala 1:25.000)

Estratti da Indagine Geologica Piano Strutturale Comune di Peccioli:

Carta geologica

Carta geomorfologica

Carta MOPS

Carta della Pericolosità Geologica

Carta della Vulnerabilità Geologica

Carta della Pericolosità idraulica

Sezione e planimetria opera di progetto

Sezione stratigrafica

Allegati: indagini geognostiche, geotecniche e di laboratorio, tabulati ed analisi stabilità dei versanti

1 - PREMESSA



Per incarico di Belvedere spa è stata effettuata un'indagine (**"Modellazione geologica e geotecnica"**) sul terreno interessato dalla realizzazione di un collegamento pedonale e meccanizzato da via Bellincioni al Parcheggio interrato multipiano del capoluogo, comune di Peccioli.

L'intervento è denominato "Impianto di risalita Peccioli" – Progetto esecutivo per la realizzazione del percorso e del sovrappasso pedonale per l'accessibilità al centro storico di Peccioli (Pi)", progetto architettonico Studio ARX srl - Arch. Paolo Di Nardo e progetto strutturale Studio di Ingegneria F. & S. Biagini a cui si rimanda per gli elaborati progettuali di dettaglio.

L'indagine è stata espletata tramite rilievi e controlli di campagna, la ricerca di dati esistenti, la consultazione di materiale bibliografico, n.3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n.7 prelievi di campioni indisturbati su cui eseguire indagini di laboratorio, n.9 prove SPT standard e una prova sismica in foro (Down-Hole) che hanno permesso l'accertamento delle caratteristiche geotecniche del terreno interessato dall'intervento.

La ricerca è volta a caratterizzare il terreno interessato dall'opera di progetto, ai fini del calcolo delle fondazioni, dei cedimenti e della stabilità delle zone circostanti, in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni integrate con la Circolare applicativa (D.M. 14 gennaio 2008, Circolare 2 febbraio 2009, n.617, C.S.LL.PP.). La zona in studio ricade nella zona 3 secondo la classificazione sismica della Regione Toscana, Deliberazione di G.R.T. n.878 dell'8 ottobre 2012 ed Ordinanza P.C.M. n.3519 del 28/04/2006.

Secondo il D.P.G.R n.36/R del 9 luglio 2009, l'intervento in esame ricade (art.7, comma 3) nella classe di indagine n.4 (*referita ad opere di volume lordo superiore a seimila metri cubi, o in ogni caso, se l'altezza in gronda è superiore a venti metri. Con riferimento a tale classe di indagine, la categoria di suolo di fondazione e le geometrie sepolte si determinano mediante prove sismiche in foro... La definizione dei parametri geotecnici è basata su sondaggi geognostici.*).

2 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il centro abitato di Peccioli (fig.1), è situato lungo una prevalente dorsale di direzione circa N – S ad una quota massima di circa 160 m s.l.m.: l'area in esame è situata ad una quota altimetrica di circa 100 m nel versante occidentale del paese con un'acclività circa 10 – 15%.

Tenuto conto delle caratteristiche geomorfologiche dell'area di intervento e di un suo congruo intorno, si può constatare che non sussistono, sotto il profilo geomorfologico, problemi di stabilità.

3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Sotto il profilo geologico, secondo l' "Indagine geologica del Piano Strutturale ai sensi del D.P.G.R 25/10/2011 n.53/R" (Studio Geoprogetti, Ponsacco, dicembre 2015), nell'area in esame ed in un congruo intorno affiorano: *Sabbie di Nugola Vecchia* e *Sabbie ed argille ad Arctica islandica*, qui di seguito descritte.

- *Sabbie di Nugola Vecchia (q3)*: sabbie fini di colore giallo-arancio, spesso con strati cementati ma discontinui; è poco fossilifera. Età: Pliocene inf. – medio.
- *Sabbie ed argille ad Arctica islandica (q2)*: sabbie fini in spessi banchi con intercalazioni sporadiche e sottili di livelli di argilla in corrispondenza dei quali si notano spesso sacche di acque freatiche; scarsa presenza di fossili. Età: Pliocene inf. – medio

Tale zona è caratterizzata da una morfologia assai movimentata da cambiamenti di pendio e da dislivelli significativi tra le zone di cresta ed i fondivalle.

4 – PIANO DI BACINO FIUME ARNO

Per quanto riguarda il Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) adottato l'11 Novembre 2004, la normativa di piano è entrata in vigore con il **D.P.C.M. 6 maggio 2005**: "*Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico*" (GU n.230 del 3 ottobre 2005); si fa presente che la zona in oggetto è compresa nelle aree **P.F.2** ("*aree a pericolosità media da processi geomorfologici di versante: aree apparentemente stabili, interessate da litologie con caratteri intrinsecamente sfavorevoli alla stabilità dei versanti*", **art. 9**), in cui "*sono consentite la realizzazione e/o la modificazione di opere secondo le normative e le previsioni degli strumenti urbanistici vigenti purché l'intervento garantisca la sicurezza e non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona interessata dall'opera e dalle sue pertinenze*", **art.12**.

La variante non è compresa nelle aree perimetrate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale (PGRA), con le relative misure di salvaguardia, approvato con **Delibera n.235 del 3 marzo 2016**.

5 - INQUADRAMENTO PIANO STRUTTURALE VIGENTE

Dalla consultazione dell'*"Indagine geologica del Piano Strutturale ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R"* (Studio Geoprogetti, Ponsacco, dicembre 2015), l'area in esame ricade, per quanto riguarda la **Pericolosità Geomorfologica**, all'interno della classe G.2 – Pericolosità Geologica Media (*"aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici sui versanti con pendenze inferiori al 25%."*) per una piccolissima porzione, e ricade, in gran parte nella classe G.3 – Pericolosità Geologica Elevata (*"aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza."*)

La **Pericolosità Idraulica** appartiene alla classe I.1 – pericolosità idraulica bassa: *aree collinari o montane prossime ai corsi di acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:*

- a) *non vi sono notizie storiche di inondazioni;*
- b) *sono in condizione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.*

Secondo le classi di **Vulnerabilità Idrogeologica** ai sensi dell'art. n.20 del P.T.C. della Provincia di Pisa, una piccolissima porzione dell'area di variante appartiene alla classe 3 – Vulnerabilità Media: sottoclasse 3b (*corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre, ...nelle aree collinari o montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi a bassa permeabilità*), la gran parte dell'area appartiene alla classe 3 – Vulnerabilità Media: sottoclasse 3a (*corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia,...nelle aree collinari e montuose, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità*).

Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e pericolosità sismica

La recente classificazione sismica redatta dalla Regione Toscana (D.G.R.T. 26/05/2014 n.421) ha aggiornato, secondo quanto prescritto dall'O.P.C.M. 3159/2006, il quadro precedentemente definito dall'O.P.C.M. 3274/2003 e dalla D.G.R.T. 461/2006, confermando il comune di Peccioli nella classe 3.

La sintesi di tutte le informazioni derivanti dallo studio di microzonazione sismica ha consentito di valutare le condizioni di pericolosità sismica degli areali indagati.

Una piccola parte della variante ricade nella **Pericolosità sismica media S.2** (*è stata attribuita alle zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone stabili suscettibili di amplificazione locali che non rientrano tra quelle previste per la classe S.3*), la maggior parte della variante ricade nella **Pericolosità sismica elevata S.3**, aree appartenenti alle Zone 2 e 3 (vedi estratto cartografico) suscettibili di instabilità per amplificazione stratigrafica di coltri detritiche (spessore inferiore a 2 metri), corrisponde a...*zone con terreni di fondazione*

particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; ai terreni suscettibili di liquefazione dinamica ed alle zone di versante con dislivello complessivo maggiore di 30 metri e con pendenze maggiori di 15°.

6 – CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Per conformare la campagna di indagine geologico-geotecnica ai requisiti minimi della classe di indagine 4 ai sensi dell'art.7, comma 4, D.P.G.R. 36/R, dal 24/01 al 16/02/2017 sono stati effettuati **n.3 sondaggi geognostici** (realizzati mediante una Sonda COMACCHIO GEO 405 dalla ditta Bierregi s.r.l. di Lucca, laboratorio autorizzato con D.C.L.PP. n.00007464 del 04/08/2011; per le caratteristiche vedi allegati).

Quadro riassuntivo

Sondaggi Ottobre-Novembre 2016

Sondaggio n°	Data di esecuzione	Certificato	Profondità (m)	Falda (m)	Coordinate Gauss-Boaga	
					X	Y
S.1	16/02/17	Sond-004/2017	15,00	-	1638906,3140	4823058,8977
S.2	26/01/17	Sond-005/2017	15,00	-	1638871,9835	4823049,2403
S.3-DH	24-25/01/17	Sond-006/2017	33,00	-	1638834,4447	4823062,6437

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi, sono state effettuate le seguenti operazioni:

- raccolta in apposite cassette catalogatrici del materiale estratto (totale n.9);
- prelievi di campioni indisturbati – Shelby (totale n.7);
- effettuazione di prove S.P.T. standard (totale n.9).

Si fa notare che il sondaggio S3 è stato attrezzato con tubo in pvc fino a fondo foro, per l'esecuzione della prova sismica in foro (Down - Hole): inoltre la perforazione tra 15-33 metri di profondità è stata eseguita a distruzione di nucleo.

La prova S.P.T. consiste nel registrare il numero di colpi necessari per far penetrare di 45 cm nel terreno a fondo foro un tubo campionatore di dimensioni standard, collegato alla superficie mediante batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63,5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0,76 m.

Durante la prova si misura:

- N_1 = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionatore per i primi 15 cm, assunti come tratto di "avviamento";
- N_2 = numero di colpi che provoca la penetrazione del campionatore nei successivi 15 cm;
- N_3 = numero dei colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:

$$N_{SPT} = N_2 + N_3$$

Sondaggio S1

N° SPT	Profondità indagine	N_1	N_2	N_3	N_{SPT}
1	5,00 ÷ 5,45 m	1	3	6	9
2	9,50 ÷ 9,95 m	5	7	11	18
3	12,00 ÷ 12,45 m	13	18	15	33

Sondaggio S2

N° SPT	Profondità indagine	N_1	N_2	N_3	N_{SPT}
1	4,00 ÷ 4,45 m	6	8	9	17
2	8,00 ÷ 8,45 m	7	10	12	22
3	11,0 ÷ 11,45 m	8	12	15	27

Sondaggio S3

N° SPT	Profondità indagine	N_1	N_2	N_3	N_{SPT}
1	4,50 ÷ 4,95 m	1	3	7	10
2	7,50 ÷ 7,95 m	4	7	10	17
3	13,0 ÷ 13,45 m	13	20	20	40

I dati desunti dalle prove SPT sono stati elaborati tramite opportune correlazioni empiriche in funzione del tipo di terreno rinvenuto nei sondaggi, al fine di stimare alcuni parametri geotecnici.

I valori di N_{SPT} , ricavati dalla somma dei numeri di colpi N_2 e N_3 sono stati normalizzati per tener conto dell'influenza del valore della tensione verticale efficace alla quota di esecuzione della prova, attraverso il fattore di correzione C_N , calcolato secondo la formula di Liao e Whitman (1986): $C_N = (\sigma'_o / \sigma'_{vo})^{0,5}$,

dove:

σ'_o = pressione litostatica di riferimento assunta pari a 100 kPa;

σ'_{vo} = pressione verticale efficace alla quota della prova.

I valori di SPT normalizzati sono stati ottenuti considerando l'espressione seguente:

$$N_{norm} = C_N * N_{SPT}$$

Sondaggio S1

N° SPT	profondità di indagine	N_1	N_2	N_3	N_{SPT}	σ'_v (kPa)	C_N	N_{norm}
1	5,00 ÷ 5,45 m	1	3	6	9	101	0,99	9
2	9,50 ÷ 9,95 m	5	7	11	18	195	0,72	13
3	12,00 ÷ 12,45 m	13	18	15	33	246	0,64	21

Sondaggio S2

N° SPT	profondità di indagine	N_1	N_2	N_3	N_{SPT}	σ'_v (kPa)	C_N	N_{norm}
1	4,00 ÷ 4,45 m	6	8	9	17	79	1,12	19
2	8,00 ÷ 8,45 m	7	10	12	22	165	0,78	17
3	11,00 ÷ 11,45 m	8	12	15	27	247	0,64	17

Sondaggio S3

N° SPT	profondità di indagine	N ₁	N ₂	N ₃	N _S PT	σ' _v (kPa)	C _N	N _{norm}
1	4,50 ÷4,95 m	1	3	7	10	84	1,09	11
2	7,50 ÷7,95 m	4	7	10	17	153	0,81	14
3	13,00 ÷13,45 m	13	20	20	40	259	0,62	25

Densità relativa D_R (%)

Per la valutazione del grado di addensamento medio si è fatto riferimento alla relazione proposta da Meyerhof (1957) basata sui dati sperimentali di Gibbs & Holtz (1957), che fornisce il valore della densità relativa D_R in funzione del parametro N_{SPT} e della pressione verticale agente al livello indagato con la prova SPT, secondo la seguente espressione: $D_R = 21[N_{SPT}/(\sigma'_v + 0,7)]^{0,5}$ dove il valore di σ'_v è espresso in kg/cm².

Sondaggio S1

N° SPT	N _{SPT}	σ' _v (kg/cm ²)	C _N	N _{norm}	D _R
1	9	1,03	1,09	9	48
2	18	1,99	0,81	13	46
3	33	2,51	0,62	21	54

Sondaggio S2

N° SPT	N _{SPT}	σ' _v (kg/cm ²)	C _N	N _{norm}	D _R
1	17	0,81	1,12	19	74
2	22	1,68	0,78	17	56
3	27	2,52	0,64	17	48

Sondaggio S3

N° SPT	N _{SPT}	σ'_v (kg/cm ²)	C _N	N _{norm}	D _R
1	10	0,86	1,09	11	56
2	17	1,56	0,81	14	52
3	40	2,54	0,62	25	58

Resistenza al taglio

La valutazione dell'angolo di attrito ϕ' (a lungo termine), è stata ottenuta mediante l'interpretazione delle prove SPT, utilizzando le usuali correlazione della letteratura geotecnica e i risultati delle prove di taglio diretto. È stato utilizzato il metodo di correlazione diretta RBS (Road Bridge Specification), che si basa sulla relazione: $\phi' = (15 N_{\text{norm}})^{0,5} + 15$ dove N_{norm} è il numero di colpi normalizzato.

Sondaggio S1

N° SPT	N _{norm}	ϕ' (°)
1	9	27
2	13	29
3	21	33

Sondaggio S2

N° SPT	N _{norm}	ϕ' (°)
1	19	32
2	17	31
3	17	31

Sondaggio S3

N° SPT	N _{norm}	ϕ' (°)
1	11	28

2	14	29
3	25	34

Per la valutazione della coesione non drenata C_u (a breve termine), essa è stata stimata a partire dai risultati delle prove SPT con la correlazione empirica di Stroud (1974): $C_u = f_1 N_{SPT}$ in cui f_1 è un coefficiente funzione dell'indice di plasticità, in questo caso in esame è stato adottato un valore medio $f_1 = 4,4$ kPa.

Sondaggio S1

N° SPT	N_{norm}	C_u (kPa)
1	9	40
2	13	57
3	21	92

Sondaggio S2

N° SPT	N_{norm}	C_u (kPa)
1	19	84
2	17	75
3	17	75

Sondaggio S3

N° SPT	N_{norm}	C_u (kPa)
1	11	48
2	14	62
3	25	110

Per la determinazione del modulo elastico (Modulo di Young) si è fatto ricorso a correlazioni empiriche sulla base dei risultati delle prove SPT, sulla verticale dei sondaggi 1, 2 e 3.

Un approccio tipico è quello di Jamiolkowski et alii (1988): secondo tale metodo il modulo di Young "operativo" può essere assunto pari a

quello corrispondente a tensioni dell'ordine del 25% di quelle a rottura. Per terreni normalconsolidati è stata proposta la seguente correlazione: $E'_{25} = (10,5 - 3,5 D_R) N_{SPT}$ dove E'_{25} = modulo di Young secante (kg/cm^2), cui corrisponde un grado di mobilitazione della resistenza ultima pari al 25%. Per la determinazione del valore di E'_{25} sono stati considerati i valori di densità relativa D_R e i valori $N_{norm.}$:

Sondaggio S1

N° SPT	N_{SPT}	σ'_v (kg/cm^2)	C_N	N_{norm}	D_R	E'_{25} (kg/cm^2)
1	9	1,03	1,09	9	48	79,38
2	18	1,99	0,81	13	46	115,57
3	33	2,51	0,62	21	54	180,81

Sondaggio S2

N° SPT	N_{SPT}	σ'_v (kg/cm^2)	C_N	N_{norm}	D_R	E'_{25} (kg/cm^2)
1	17	0,81	1,12	19	74	150,29
2	22	1,68	0,78	17	56	145,18
3	27	2,52	0,64	17	48	149,94

Sondaggio S3

N° SPT	N_{SPT}	σ'_v (kg/cm^2)	C_N	N_{norm}	D_R	E'_{25} (kg/cm^2)
1	10	0,86	1,09	11	56	93,94
2	17	1,56	0,81	14	52	121,52
3	40	2,54	0,62	25	58	211,75

Una stima attendibile del modulo elastico E' a partire dai risultati delle prove SPT, si ottiene con la relazione seguente (Bowles – "Fondazioni" – McGraw-Hill, 1991): $E' = C_1(N'_{55} + C_2)$ [kPa]

dove C_1 e C_2 sono coefficienti variabili in funzione del tipo di terreno ed N'_{55} si ricava a partire dal numero di colpi standard N'_{70} calcolato, a partire dal valore di N_{SPT} , con la seguente relazione: $N'_{70} = C_N N_{SPT} \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4$

in cui:

- C_N è un coefficiente che tiene conto del sovraccarico ed è calcolato secondo la formula di Liao e Whitman (1986);
- $\eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4$ sono fattori correttivi che dipendono dal tipo di maglio, dalla lunghezza della fune, dal tipo di sonda campionatrice e dal diametro del foro. In questo caso si considera il valore di η_1 pari a 0,857 ($\eta_1 = E_r / E_{rb} = 60/70$, essendo E_r il rapporto energetico medio e E_{rb} è il valore standard). I coefficienti $\eta_2 \eta_3 \eta_4$ sono stati considerati pari all'unità (rif. Bowles).

Per passare da N'_{70} a N'_{55} si utilizza la seguente espressione (rif. Bowles): $N'_{55} = (70/55) N'_{70}$. Nei terreni in esame si è adottata la seguente relazione (rif. Bowles): $E' = 300(N'_{55} + 6)$ [kPa]

Sondaggio S1

N° SPT	N_{SPT}	C_N	N_{norm}	E'_{25} (kg/cm ²)	N'_{70}	N'_{55}	E' [kPa]
1	9	1,09	9	79,38	8	10	4800
2	18	0,81	13	115,57	11	14	6000
3	33	0,62	21	180,81	18	23	8700

Sondaggio S2

N° SPT	N_{SPT}	C_N	N_{norm}	E'_{25} (kg/cm ²)	N'_{70}	N'_{55}	E' [kPa]
1	17	1,12	19	150,29	16	20	7800
2	22	0,78	17	145,18	15	19	7500
3	27	0,64	17	149,94	15	19	7500

Sondaggio S3

N° SPT	N _{SPT}	C _N	N _{norm}	E' ₂₅ (kg/cm ²)	N' ₇₀	N' ₅₅	E' [kPa]
1	10	1,09	11	93,94	9	11	5100
2	17	0,81	14	121,52	12	15	6300
3	40	0,62	25	211,75	21	27	9900

I valori del coefficiente di consolidazione C_v sono stati ricavati dalle tre prove edometriche eseguite su campioni indisturbati nei sondaggi S1, S2 e S3.

Pressione (kPa)	S1- C_v Cm ² /s	S2- C_v Cm ² /s	S3- C_v Cm ² /s
da 392,4 a 784,8	$1,09 \times 10^{-2}$	$3,48 \times 10^{-2}$	$6,08 \times 10^{-3}$
da 784,8 a 1569,6	$9,61 \times 10^{-3}$	$3,03 \times 10^{-2}$	$6,76 \times 10^{-3}$
da 1569,6 a 3139,2	$1,80 \times 10^{-2}$	$2,37 \times 10^{-2}$	$1,10 \times 10^{-2}$

Il calcolo dei moduli di reazione di Winkler è stato effettuato con:

$$K_h = \beta Z/D \quad K_v = K_h/2$$

In cui β è un coefficiente che dipende dalla densità relativa, Z è la profondità e D è il diametro del palo in cm ($100 \text{ dN/cm}^3 \approx 1 \text{ kg/cm}^3$).

Per completare la modellazione geotecnica del terreno interessato dall'opera di progetto, sono stati presi in considerazione anche i dati relativi all'indagine geognostica del "Progetto esecutivo di parcheggio interrato multipiano in Peccioli capoluogo, Dott. Geol. Carlo Meoni, dicembre 1994, committente Amm.ne Com.le di Peccioli", effettuate a monte e soprattutto il sondaggio S7 (con prelievo di tre campioni indisturbati) realizzato a pochi metri di distanza dalla quarta pila di progetto e la prova penetrometrica dinamica P5, anch'essa eseguita a pochi metri distanza dalla pila suddetta.

Il sondaggio S7 ha dato la seguente caratterizzazione litotecnica:

0,00 - 1,00 m dal p.d.c.: detrito e/o riporto

Unità A

1,00 – 3,50 m: sabbie limo argillose con materiale di riporto

$\gamma = 18,6 \text{ kN/m}^3$; $W = 22\%$; $c' = 32 \text{ kPa}$; $\varphi' = 22^\circ$; $E' = 4500 \text{ kPa}$;

Winkler: 1,0 m: $K_v = 42 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 84 \text{ dN/cm}^3$

3,5 m: $K_v = 147 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 294 \text{ dN/cm}^3$

Unità B

3,50 – 17,80 m: limo argilloso-sabbioso compatto con sottili livelli di arenaria

$\gamma = 18,8 \text{ kN/m}^3$; $W = 20\%$; $c' = 28 \text{ kPa}$; $\varphi' = 27^\circ$; ($C_u = 88 \text{ kPa}$);

$E' = 7500 \text{ kPa}$; Winkler: 3,5 m: $K_v = 293 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 586 \text{ dN/cm}^3$

17,80 m: $K_v = 747 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 1495$

dN/cm^3

17,80 – 20,00 m: argille limo sabbiose grigie

Unità D

$\gamma = 18,8 \text{ kN/m}^3$; $W = 20\%$;

N° SPT	Profon. (m)	N ₁	N ₂	N ₃	N _{SPT}	σ'_v (kPa)	C _N	N _{norm}
	18,00 ÷ 18,37	27	49	60	109	331	0,30	33

$D_R = 75$; $E'_{25} = 243,28 \text{ kg/cm}^2$; $E' = 12480 \text{ kPa}$; $\varphi' = 37^\circ$; $C_u = 145 \text{ kPa}$

Winkler costante in tutto lo strato per terreno argilloso sovraconsolidato: $K_v = 840 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 1680 \text{ dN/cm}^3$

Ubicazione indagini geognostiche



Al fine di caratterizzare da un punto di vista geotecnico i terreni indagati, sono state eseguite delle analisi geotecniche di laboratorio dall'Elletipi s.r.l. di Ferrara, Laboratorio Geotecnico autorizzato con Decreto n.6572 del 07/10/2014 art. 59 del DPR 380/2001 Circolari Ministeriali 7618/STC, su n. 7 campioni indisturbati (sigillati in cantiere immediatamente dopo il prelievo). Di seguito si indicano sinteticamente le analisi svolte sul campione raccolto:

- scheda generale del campione;
- umidità di una terra (UNI EN ISO 17892-1);
- massa volumica apparente (UNI EN ISO 17892-2);
- determinazione del peso specifico con picnometro (norma UNI EN ISO 17892-3);
- analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione (ASTM D 2435);
- prova di consolidazione edometrica (ASTM D 2435 – method A);
- prova di taglio diretto (UNI CEN ISO 17892-10)


 Tabella di sintesi parametri geotecnici

Campione	Quota prelievo	W	γ	Granulometria USCS				c'	ϕ'
				Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla		
(n°)	(m)	(%)	(kN/m ³)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)	(°)
S1C1	4,50÷5,00	25,0	20,2	0,2	37,8	48,8	13,2	8,78	35
S1C2	9,00÷9,50	22,9	20,5	0,0	15,1	63,3	21,7	-	-
S2C1	3,00÷3,50	27,4	19,7	1,0	13,4	74,3	11,3	5,74	33
S2C2	7,50÷8,00	22,4	20,6	2,4	16,9	63,6	17,2	-	-
S3C1	3,00÷3,50	29,4	18,7	5,1	20,6	69,0	5,2	10,67	33
S3C2	6,00÷6,50	23,6	20,4	0,0	10,1	66,7	23,2	-	-
S3C3	12,0÷12,5	24,6	19,9	0,5	5,7	80,7	13,1	16,23	34

dove:

- W Umidità naturale;
- γ Peso di volume;
- c' Coesione consolidata drenata (condizioni di picco);
- ϕ' Angolo di attrito consolidato drenato (condizioni di picco).

Per una visione dettagliata dei grafici e tabulati delle prove di laboratorio si rimanda agli allegati.

Il metodo Down-Hole si riferisce alla misurazione del tempo di percorso delle onde P ed SH nel tragitto tra la sorgente sismica in superficie ed i ricevitori posti all'interno di fori di sondaggio (S3) opportunamente predisposti: il terreno in esame appartiene alla categoria di suolo di tipo "C", *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi da 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} > 70$ KPa nei terreni a grana fine), secondo le *Nuove Norme Tecniche delle Costruzioni*, approvate con DM 14 gennaio 2008 e pubblicate sulla G. U. n. 29 del 4 febbraio 2008, Suppl. Ord. n.30 e Circolare 2 febbraio 2009, n.617, C.S.LL.PP.

7 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si riportano qui di seguito le unità geotecniche individuate con i relativi parametri geotecnici (vedi sezione).

Sondaggio S1

0,00 - 2,00 m dal p.d.c.: **detrito**

Unità A

2,00 – 9,00 m: limo sabbioso

$\gamma = 20,2 \text{ kN/m}^3$; $W = 25\%$; $c' = 8,78 \text{ kPa}$; $\phi' = 35^\circ$; $D_R = 48$; ($C_u = 40 \text{ kPa}$); $E'_{25} = 79,38 \text{ kg/cm}^2$ $E' = 4800 \text{ kPa}$;

Winkler: 2,0 m: $K_v = 84 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 168 \text{ dN/cm}^3$

9,0 m: $K_v = 378 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 756 \text{ dN/cm}^3$

Unità B

9,00 – 12,00 m: limo argilloso

$\gamma = 22,9 \text{ kN/m}^3$; $W = 22,9\%$; $C_u = 57 \text{ kPa}$; ($\phi' = 29^\circ$); $D_R = 46$;
 $E'_{25} = 115,57 \text{ kg/cm}^2$; $E' = 6000 \text{ kPa}$;

Winkler: 9,0 m: $K_v = 378 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 756 \text{ dN/cm}^3$

12,0 m $K_v = 476 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 952 \text{ dN/cm}^3$

Unità C

12,00 – 15,00 m: limo sabbioso

$\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$; $W = 22,9\%$; $\phi' = 33^\circ$; ($C_u = 92 \text{ kPa}$); $D_R = 54$;
 $E'_{25} = 180,81 \text{ kg/cm}^2$; $E' = 8700 \text{ kPa}$;

Winkler: 12,0 m: $K_v = 504 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 1008 \text{ dN/cm}^3$

15,0 m: $K_v = 630 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 1260 \text{ dN/cm}^3$

Sondaggio S2

0,00 - 1,50 m dal p.d.c.: **detrito**

Unità A**1,50 – 6,00 m: limo sabbioso**

$\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$; $W = 22,9\%$; $c' = 5,74 \text{ kPa}$; $\varphi' = 33^\circ$; $D_R = 74$; ($C_u = 84 \text{ kPa}$); $E'_{25} = 150,29 \text{ kg/cm}^2$ $E' = 7800 \text{ kPa}$;

Winkler: 1,5 m: $K_v = 63 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 126 \text{ dN/cm}^3$

6,0 m: $K_v = 672 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 1344 \text{ dN/cm}^3$

Unità B**6,00 – 15,00 m: limo argilloso**

$\gamma = 20,6 \text{ kN/m}^3$; $W = 22,4\%$; $C_u = 75 \text{ kPa}$; ($\varphi' = 31^\circ$); $D_R = 48$;
 $E'_{25} = 145,18 \text{ kg/cm}^2$ $E' = 7500 \text{ kPa}$;

Winkler: 6,0 m: $K_v = 252 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 504 \text{ dN/cm}^3$

15,0 m: $K_v = 630 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 1260 \text{ dN/cm}^3$

Sondaggio S3:**0,00 - 1,00 m dal p.d.c.: detrito****Unità A****1,00 – 3,50 m: limo sabbioso**

$\gamma = 18,7 \text{ kN/m}^3$; $W = 29,4\%$; $c' = 10,67 \text{ kPa}$; $\varphi' = 33^\circ$; $D_R = 56$;
 ($C_u = 48 \text{ kPa}$); $E'_{25} = 93,94 \text{ kg/cm}^2$ $E' = 5100 \text{ kPa}$;

Winkler: 1,0 m: $K_v = 42 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 84 \text{ dN/cm}^3$

3,50 m: $K_v = 157 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 314 \text{ dN/cm}^3$

Unità B**3,50 – 8,00 m: limo argilloso**

$\gamma = 20,4 \text{ kN/m}^3$; $W = 23,6\%$; $C_u = 62 \text{ kPa}$; ($\varphi' = 29^\circ$); $D_R = 52$;
 $E'_{25} = 121,52 \text{ kg/cm}^2$ $E' = 6300 \text{ kPa}$;

Winkler: 3,5 m: $K_v = 138 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 276 \text{ dN/cm}^3$

8,0 m: $K_v = 336 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 672 \text{ dN/cm}^3$

Unità C**8,00 – 12,50 m: limo sabbioso**

$\gamma = 19,9 \text{ kN/m}^3$; $W = 24,6\%$; $c' = 16,23 \text{ kPa}$; $\varphi' = 34^\circ$; $D_R = 56$;

$E'_{25} = 149,94 \text{ kg/cm}^2$ $E' = 7500 \text{ kPa}$;

Winkler: 8,0 m: $K_v = 356 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 712 \text{ dN/cm}^3$

12,5 m: $K_v = 580 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 1160 \text{ dN/cm}^3$

Unità D

12,5 – 15,0 m: limo argilloso

$\gamma = 20,2 \text{ kN/m}^3$; $W = 22,0\%$; $C_u = 110 \text{ kPa}$; $D_R = 58$;

$E'_{25} = 211,75 \text{ kg/cm}^2$ $E' = 9900 \text{ kPa}$;

Winkler: 12,5 m: $K_v = 630 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 1260 \text{ dN/cm}^3$

15,0 m: $K_v = 720 \text{ dN/cm}^3$; $K_h = 1440 \text{ dN/cm}^3$

Da 15 m fino a 33 m avanzamento a distruzione di nucleo:

15,0 – 27,0 m: limo argilloso – argilla con tracce di argilla organica
(stratigrafia desunta dal cutting di perforazione)

27,0 – 33,0 m: limo sabbioso (stratigrafia desunta dal cutting di perforazione)

I valori caratteristici utilizzati sono circa uguali ai **valori minimi**: dalle Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLPP) sulle NTC, i **valori caratteristici** prossimi ai **valori minimi** dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso siano coinvolti modesti volumi di terreno (ad esempio terreno di base di un palo...), con concentrazioni delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità.

8 – VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO AZIONE SISMICA

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo alla quale è destinata: in questo caso siamo in **classe 2** con $V_N \geq 50$ anni.

La classe d'uso è la **III**. Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R , ricavato da $V_N = V_N \times C_U$ in questo caso = $50 \times 1,5 = 75$ anni.

9 – VERIFICA AGLI SLU

La verifica agli **SLU (Stato limite ultimo)**, cioè il confronto tra la resistenza R e l'effetto delle azioni E , deve risultare:

$$R_d \geq E_d$$

Dove il primo termine (R_d) rappresenta la resistenza di progetto, valutata in base alla resistenza dei materiali e alle grandezze geometriche interessate, mentre il secondo termine (E_d) rappresenta il valore di progetto dell'effetto delle azioni.

La fondazione più adatta al caso in esame è quella su micropali.

La verifica allo SLU di collasso per carico limite dell'insieme terreno - fondazione è stata effettuata con l'**Approccio 2, combinazione unica (STRU+GEO) = (A1+M1+R3)**, in cui si amplificano tutte le azioni, si riducono le caratteristiche e si lasciano inalterati i parametri del terreno, condizionando il dimensionamento strutturale e geotecnico:

dove **A**= coefficiente di amplificazione dei carichi;

M= coefficiente di riduzione dei parametri geotecnici;

R= coefficienti di riduzione delle resistenze (portanza, scorrimento, ecc..)

La verifica di stabilità globale è stata effettuata con l'**Approccio 1: combinazione 2 = (A2+M2+R2)**

Calcolo micropali con metodo di Bustamante e Doix

Capacità portante limite $Q_u = Q_s = A_s q_s = \pi D_s L_s q_s$

dove D_s è il diametro efficace del micropalo $\rightarrow D_s = \varphi D_d$

con φ = parametro amplificativo del diametro nominale del foro

D_d = diametro nominale del foro

L_s è la lunghezza del tratto di micropalo connessa al terreno

q_s è la resistenza unitaria ad attrito laterale all'interfaccia palo terreno, i cui valori sono riportati in diagrammi distinti in base al tipo di terreno e in funzione della resistenza del terreno, espressa dalla resistenza alla penetrazione ricavata con prove SPT

CARICO LIMITE

Micropali

Approccio di Bustamante e Doix (1985)

Terreno	Valori di α		Quantità minima di miscela consigliata
	IRS	IGU	
Ghiaia	1,8	1,3 - 1,4	$1,5 V_s$
Ghiaia sabbiosa	1,6 - 1,8	1,2 - 1,4	$1,5 V_s$
Sabbia ghiaiosa	1,5 - 1,6	1,2 - 1,3	$1,5 V_s$
Sabbia grossa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	$1,5 V_s$
Sabbia media	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	$1,5 V_s$
Sabbia fine	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	$1,5 V_s$
Sabbia limosa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	IRS: $(1,5 - 2)V_s$; IGU: $1,5 V_s$
Limo	1,4 - 1,6	1,1 - 1,2	IRS: $2V_s$; IGU: $1,5V_s$
Argilla	1,8 - 2,0	1,2	IRS: $(2,5 - 3)V_s$; IGU: $(1,5-2)V_s$
Marne	1,8	1,1 - 1,2	$(1,5 - 2)V_s$ per strati compatti
Calcarei marnosi	1,8	1,1 - 1,2	$(2 - 6)V_s$ o più per strati fratturati
Calcarei alterati o fratturati	1,8	1,1 - 1,2	
Roccia alterata e/o fratturata	1,2	1,1	$(1,1-1,5)V_s$ per strati poco fratturati $2V_s$ o più per strati fratturati

CARICO LIMITE

Micropali

Approccio di Bustamante e Doix (1985)

Determinazione della resistenza unitaria, s

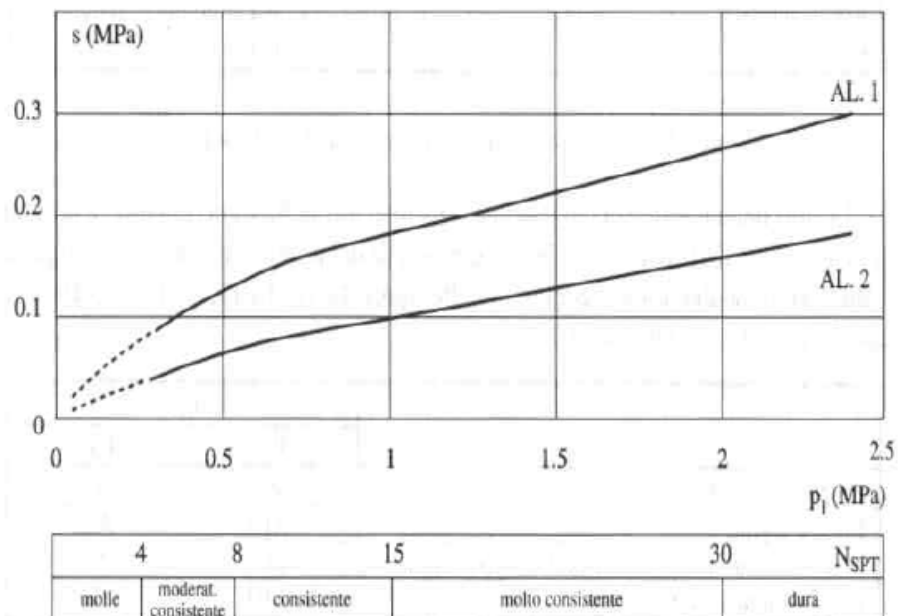
Terreno	Tipo di iniezione	
	IRS	IGU
Da ghiaia a sabbia limosa	SG1	SG2
Limo e argilla	AL1	AL2
Marna, calcare marnoso, calcare tenero fratturato	MC1	MC2
Roccia alterata e/o fratturata	$\geq R1$	$\geq R2$

CARICO LIMITE

Micropali

Approccio di Bustamante e Doix (1985)

Argille
-
limi



Si considera un micropalo ($B=0,25$ m) di $L=18$ m (tipo IRS)

$W = \text{peso del micropalo} = \pi (D_d/2)^2 L_s 24 \text{ kN/m}^3 \approx 21 \text{ kN}$

Il metodo non prevede il calcolo della capacità portante di base.

Capacità portante per attrito laterale $Q_{s,i} = A_{s,i} q_{s,i} = \pi D_{s,i} L_{s,i} q_{s,i}$

$D_s = \varphi D_d$ dove $\varphi = 1,6$ $D_d = 0,25 \text{ m}$ $q_{s,i} = 200 \text{ kPa}$

$Q_s = 4521 \text{ kN}$

NTC2008

Per il calcolo sono necessari 4 steps:

- 1-calcolo resistenza nominale → Formule classiche sempre usate, senza coefficienti di sicurezza
- 2- calcolo della Resistenza caratteristica → Resistenza nominale/ ξ = **Resistenza caratteristica**
- 3- calcolo della Resistenza di progetto → **Resistenza caratteristica** / R = Resistenza di progetto
- 4- Azione di progetto

Approccio 2, combinazione unica (STRU+GEO) = (A1+M1+R3)

1° step: Resistenza Nominale $R_{calc} = 4521 \text{ kN}$

R_{calc} = valori di resistenza calcolati con i valori caratteristici delle terre penalizzati dei coefficienti della tabella M1 (con $\gamma_m = 1,0$)

2° step: calcolo della resistenza caratteristica $R_{c,k}$

Resistenza a compressione
$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

$$R_{c,k, \text{laterale minima}} = Q_s / 1,48 = 4521 \text{ kN} / 1,48 = 3055 \text{ kN}$$

3° step: calcolo della resistenza di progetto

Resistenza	Pali trivellati
Punta	1,35
Laterale in compressione)	1,15

$$R_d = R_k / \gamma_r \quad 3055 \text{ kN} / 1,15 = 2656 \text{ kN}$$

$$R_d = 2656 \text{ kN}$$

4° step: azione di progetto E_d = carichi x coefficienti (A1)

CARICHI	EFFETTO	Coeff. parziale $\gamma_F \cdot \gamma_E$	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali (1)	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

$$E_d = (W \times \gamma_g + G \times \gamma_g + Q \times \gamma_g) =$$

$$= (21 \times 1,3 + 883 \times 1,3 + 100 \times 1,5) \text{ kN} = (27 + 1148 + 150) \text{ kN} = 1325 \text{ kN}$$

$$E_d < R_d$$

Verifica soddisfatta

Approccio 1: combinazione 2 = (A2+M2+R2)

1° step: Resistenza Nominale $R_{calc} = 4521 \text{ kN}$

2° step: calcolo della resistenza caratteristica $R_{c,k}$

Resistenza a compressione
$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

$$R_{c,k, laterale minima} = Q_s / 1,48 = 4521 \text{ kN} / 1,48 = 3055 \text{ kN}$$

3° step: calcolo della resistenza di progetto

Resistenza	Pali trivellati
Punta	1,7
Laterale in compressione)	1,45

$$R_d = R_k / \gamma_r \quad 3055 \text{ kN} / 1,45 = 2107 \text{ kN}$$

$$R_d = 2107 \text{ kN}$$

4° step: azione di progetto $E_d = \text{carichi} \times \text{coefficienti (A1)}$

$$E_d = (W \times \gamma_g + G \times \gamma_g + Q \times \gamma_g) =$$

$$= (21 \times 1,0 + 883 \times 1,0 + 150 \times 1,3) \text{ kN} = (21 + 883 + 195) \text{ kN} = 1099 \text{ kN}$$

$$E_d < R_d$$

Verifica soddisfatta

10 – VERIFICA AGLI SLE (Stati limite di esercizio)

Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq C_d$$

E_d = valore di progetto dell'effetto delle azioni (es. cedimento differenziale calcolato)

C_d = prescritto valore limite dell'effetto delle azioni (es. cedimento differenziale ammissibile)

Nelle verifiche SLE i coefficienti parziali sulle azioni e sulle resistenze sono unitari. Si stima lo spostamento in sommità con lo schema della trave su suolo elastico alla Winkler:

$$p(z) = k_h(z) s(z)$$

dove: $p(z)$ pressione orizzontale alla profondità z

$s(z)$ spostamento orizzontale del palo alla profondità z

$k_h(z)$ coefficiente di reazione orizzontale del terreno

Assumendo cautelativamente un $k_h = \text{cost} = 8,0 \text{ MN/m}^3$

$$J = \pi d^4 / 64 = \pi \times (0,80 \text{ m})^4 / 64 = 0,013 \text{ m}^4$$

$$E_p J = 27000 \times 0,013 = 362 \text{ MN m}^2$$

$$\lambda = [4 E_p J / (k_h d)]^{0,25} = [4 \times 362 / (8,0 \times 0,4)]^{0,25} = 4,61 \text{ m}$$

$$L / \lambda = 18 / 4,61 = 3,90 > \pi \rightarrow \text{trave di lunghezza infinita}$$

Valore di progetto delle azioni

$$H_d = (W \times \gamma_g + G \times \gamma_g) = (21 \times 1,0 + 883 \times 1,0) \text{ kN} = 904 \text{ kN} = 0,904 \text{ MN}$$

Valore di progetto dell'effetto delle azioni

$$E_d = s_{\max} = H_d / (2d k_h \lambda) = 0,904 / (2 \times 0,40 \times 8,0 \times 4,61) = 0,0306 \text{ m} = 3,06 \text{ cm}$$

Valore limite dell'effetto delle azioni

$$C_d = s_{\text{ammx}} = 5 \text{ cm}$$

$E_d < C_d$ verifica soddisfatta

11 – VERIFICA DEL CARICO LIMITE DEL SISTEMA FONDAZIONALE IN CAMPO SISMICO (7.11.5.3.1 NTC08)

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale).

Nell'analisi pseudo-statica, modellando l'azione sismica attraverso la sola componente orizzontale, tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati K_{hi} e K_{hk} , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima trasmessa al sito. I valori K_{hk} possono essere valutati facendo riferimento ai valori di normativa specificati per i pendii. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico K_{hi} e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico

agente sul piano di posa. L'effetto cinematico modifica il solo coefficiente N_y in funzione del coefficiente sismico K_{hi} ; il fattore N_y viene quindi moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

La verifica allo SLU di collasso per carico limite dell'insieme terreno - fondazione è stata effettuata con l'**Approccio 2, (A1+M1+R3)**, in cui i coefficienti **A1** sono posti pari ad uno.

1° step: Resistenza Nominale $R_{calc} = 4521 \text{ kN}$

2° step: calcolo della resistenza caratteristica $R_{c,k}$

Resistenza a compressione
$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

$$R_{c,k,laterale} = Q_s / 1,48 = 4521 \text{ kN} / 1,48 = 3055 \text{ kN}$$

3° step: calcolo della resistenza di progetto

$$R_d = R_k / \gamma_r \quad 3055 \text{ kN} / 1,15 = 3366 \text{ kN}$$

$$R_d = 2656 \text{ kN}$$

4° step: azione di progetto E_d = carichi x coefficienti (A1)

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad G_1 + G_2 + P + E + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad (2.5.5)$$

$$E_d = (883 \times 0,016 + 21 \times 1,3 + 883 \times 1,3 + 150 \times 1,5) \text{ kN} = 1418 \text{ kN}$$

$$E_d < R_d$$

Verifica soddisfatta

INPUT sismico

Struttura (c, a, m)
Altezza alla gronda, m

a
25

T1

0,59

Periodo fondamentale approssimato della struttura

$$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$$

NTC08 7.3.3.2

$$K_{hi} = 0,016$$

12 – PERICOLOSITA' SISMICA

Per descrivere la pericolosità sismica in un generico sito con precisione sufficiente, sia in termini geografici che in termini temporali, nonché nei modi previsti dalle NTC, i risultati dello studio di pericolosità sismica devono essere forniti:

- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi, individuati in termini di latitudine e

longitudine, debbono distare di un passo ≤ 0.05 , (non distano più di 10 km);

- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;
- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sottosuolo affiorante.
- In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PV_R :

a_g = accelerazione massima del sito;

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie.

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 43,54835

longitudine: 10,720263

Classe: 3

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 20938	Lat: 43,5507	Lon: 10,6617	Distanza: 4730,645
Sito 2	ID: 20939	Lat: 43,5523	Lon: 10,7305	Distanza: 937,486
Sito 3	ID: 21161	Lat: 43,5023	Lon: 10,7328	Distanza: 5215,752
Sito 4	ID: 21160	Lat: 43,5007	Lon: 10,6639	Distanza: 6979,841

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 45 [anni]

ag: 0,055 g

Fo: 2,484

Tc*: 0,243 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 75 [anni]

ag: 0,070 g

Fo: 2,471

Tc*: 0,253 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 712 [anni]

ag: 0,160 g

Fo: 2,498

Tc*: 0,278 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 1462 [anni]

ag: 0,196 g

Fo: 2,540

Tc*: 0,285 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,670
St: 1,200
Kh: 0,020
Kv: 0,010
Amax: 0,978
Beta: 0,200



SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,650
St: 1,200
Kh: 0,025
Kv: 0,013
Amax: 1,235
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,460
Cc: 1,600
St: 1,200
Kh: 0,067
Kv: 0,034
Amax: 2,747
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,400
Cc: 1,590
St: 1,200
Kh: 0,079
Kv: 0,040
Amax: 3,235
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 43.547383

longitudine: 10.719272

13 - VERIFICA DELLA STABILITA' DEL VERSANTE

Per accertare la stabilità della zona interessata dall'opera di progetto, sono state effettuate verifiche di stabilità nello stato attuale e nello stato modificato ("post-opera"), considerando i parametri geotecnici ricavati dalla campagna geognostica. Considerando le NTC del 2008, le verifiche di stabilità dei pendii naturali o artificiali sono condotte generalmente agli SLU (Stati Limite Ultimi), tenendo conto dei coefficienti parziali di sicurezza per le azioni (γ_F), per i parametri geotecnici (γ_M) e per le resistenze (γ_R): deve essere sempre rispettata la condizione $R_d > E_d$ oppure che $R_d/E_d > 1$.

Sempre secondo le sopradette norme, il livello di sicurezza di un versante è espresso, in generale, come il rapporto tra la resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale:

$$F_s = T_s / T_M$$

T_s = resistenza al taglio disponibile valutata con parametri caratteristici

T_M = sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento (effettiva o potenziale) sotto le azioni dei carichi

Nel caso in esame, vista la presenza di manufatti edilizi oltre all'opera di progetto, è stato adottato l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2); in ogni caso il coefficiente di sicurezza di resistenza minimo deve essere giustificato dal professionista in relazione del livello di affidabilità dei dati acquisiti ed al modello di calcolo utilizzato (almeno $\gamma_R = R2$ ossia ≥ 1).

I calcoli sono stati eseguiti con il programma SLOPE della Geostru, con metodi di verifica pseudo-statici (Bishop e Morgenstern-Price): con tali metodi si pone la condizione che le forze verticali agenti sulla

superficie di separazione dei conci siano trascurabili, questo consente di verificare superfici di scivolamento di forma qualsiasi.

Il metodo pseudo-statico allo stato limite ultimo consiste nel verificare la stabilità di una massa di terreno delimitata dalla superficie libera e dalla più sfavorevole delle superfici di potenziale scorrimento: le forze agenti sono costituite, oltreché dal peso proprio del volume del terreno interessato, dalle forze d'inerzia orizzontali e verticali dovute all'azione sismica (SLD e SLV):

$$F_h = K_h W \quad F_v = K_v W \quad \text{dove } K_h = \beta a_{\max}/g \text{ e } K_v = \pm 0,5 K_h$$

L'accelerazione massima prevista per il sito in esame può essere, di solito, valutata con riferimento alla situazione stratigrafica (coefficiente stratigrafico S_S) e topografico (coefficiente stratigrafico S_T): $a_{\max} = S_a g = S_S S_T a_g$.

I valori del *coefficiente di stabilità minimo* ricavato dalle varie elaborazioni è risultato essere sempre superiore a 1,1, sia nello stato attuale che in quello modificato (vedi tabulati analisi).

14 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Ai sensi delle NTC (punto 7.11.3.4.2) la verifica a liquefazione può essere omessa, essendo la profondità della falda superiore a m 15 dal piano campagna, tenendo conto delle condizioni stratigrafiche ed idrogeologiche della zona di intervento: le indagini effettuate non hanno rilevato la presenza di terreni sabbiosi monogranulari saturi, sotto falda, di bassa densità relativa.

Considerato l'assetto geomorfologico del sito, così come le caratteristiche geotecniche e giaciture del terreno interessato dall'opera di progetto, si può ritenere che non sussistano problemi di stabilità dell'opera stessa.

Si fa presente che il progetto in esame è suscettibile di eventuali approfondimenti che non determineranno variazioni di costo e soluzioni progettuali.

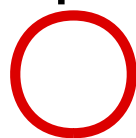
Peccioli, ottobre 2017

Andrea Petresi

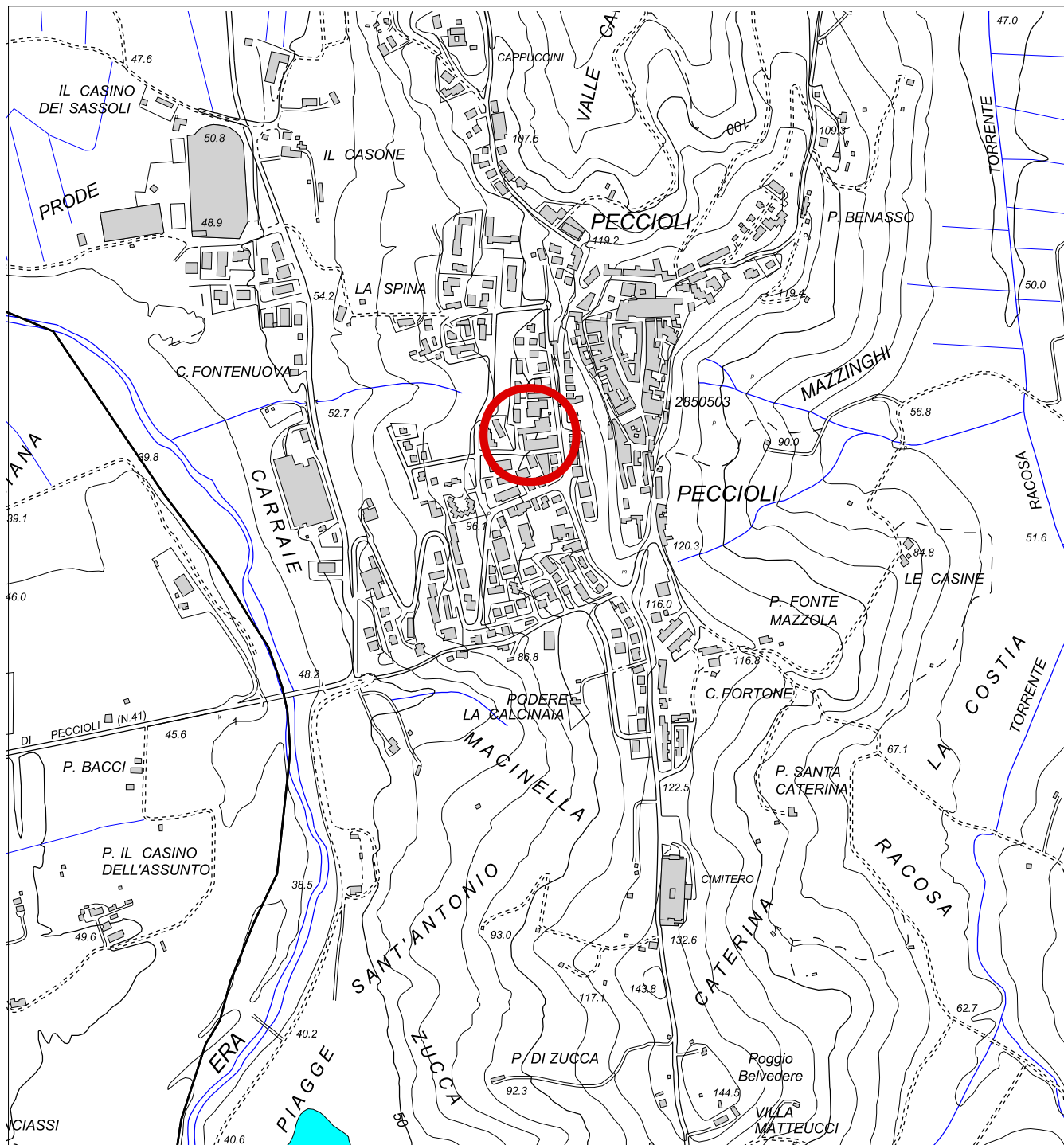


Figura 1 - scala 1:10.000

Inquadramento geografico



Ubicazione area di intervento



100 0 100 200 Meters



Fig. 2

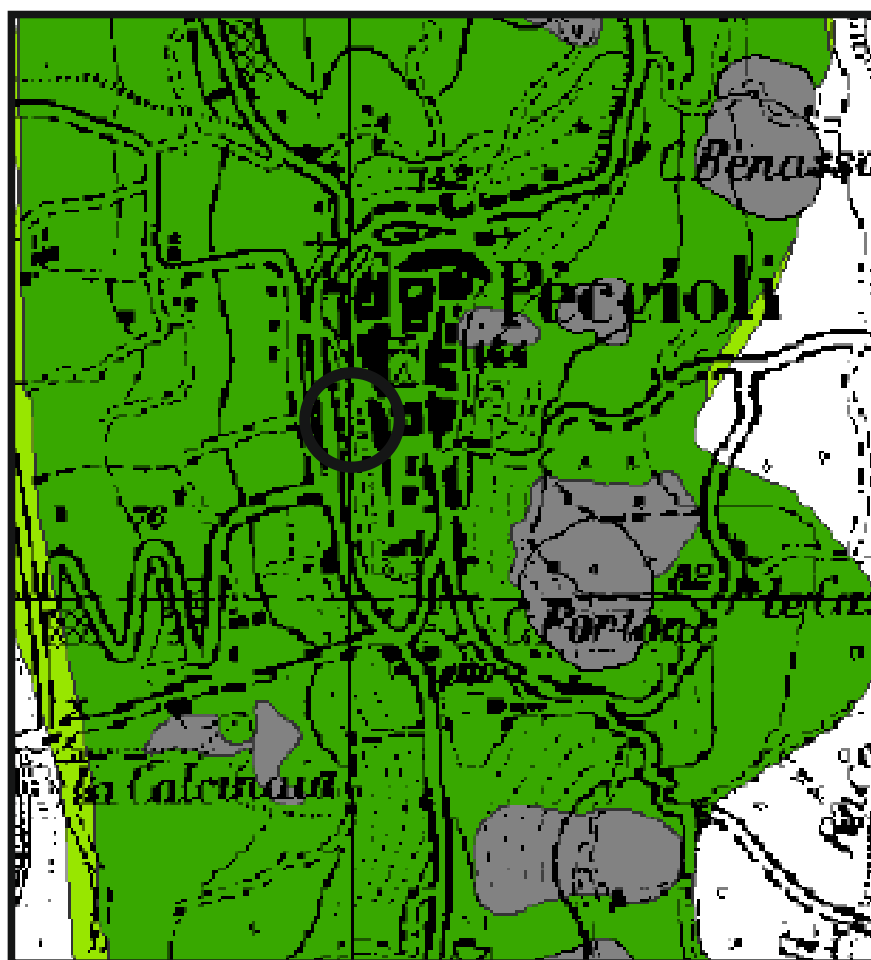
Autorità di Bacino del Fiume Arno
Piano di Bacino del fiume Arno - Piano Stralcio Assetto Idrogeologico

**Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni
geomorfologici di versante - livello di sintesi**

scala 1:25.000



Area in esame



Stralcio n. 106 modificato con dd n° 22/16



P.F.3



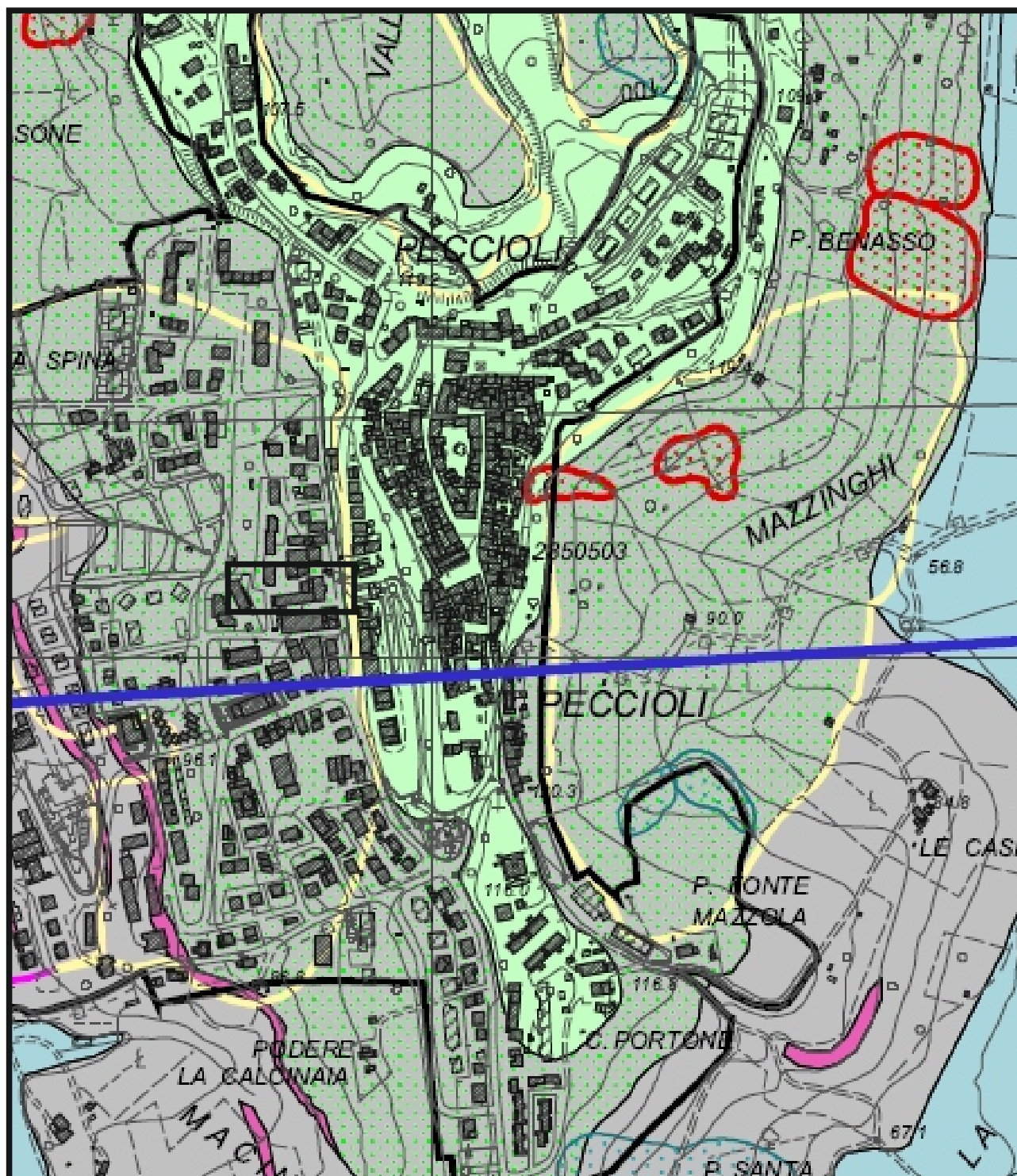
P.F.2



P.F.1














Pericolosità individuata su cartografia scala 1:10.000






LEGENDA

-  *Limite UTOE*
-  *Treccie sezioni geologiche*
-  *Faglia*
-  *Ex Cave*
-  *Lago*
-  *Diserica*



FORMAZIONI GEOLOGICHE

DEFINIZIONE CONTINUM GEOLOGICO REGIONE TOSCANA	bn bra		ALL - Depositi alluvionali attuali e recenti	<i>Ciociaro - Pleistocene sup. (?)</i>
	bnb		AT - Depositi alluvionali antichi	<i>Pleistocene sup. - medio</i>
	PLEb		Q3 - Sabbie fini	<i>Pleistocene inferiore</i>
			Q2 - Sabbie in facies salmastra	
	PLEc		T - Livelli torbosi	
			Q1 - Argille sabbiose	<i>Pliocene inferiore - medio</i>
	PLIs		P3 - Sabbie fini	
			P2 - Sabbie argillose	
			P1 - Alternanze di sabbie e argille	
	FAA		P - Argille azzurre	
			PS - Sabbie	

FRANE:

-  *Frane Attive*
-  *Frane Quiescenti*
-  *Frane Stabilizzate*

COLTRI DETRITICHE

-  *Coltre detritiche di spessore inferiore a 2m*
-  *Coltre detritiche di spessore superiore a 2m*

COMUNE DI PECCIOLI
PROVINCIA DI PISA

PIANO STRUTTURALE

INDAGINE GEOLOGICA

ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R



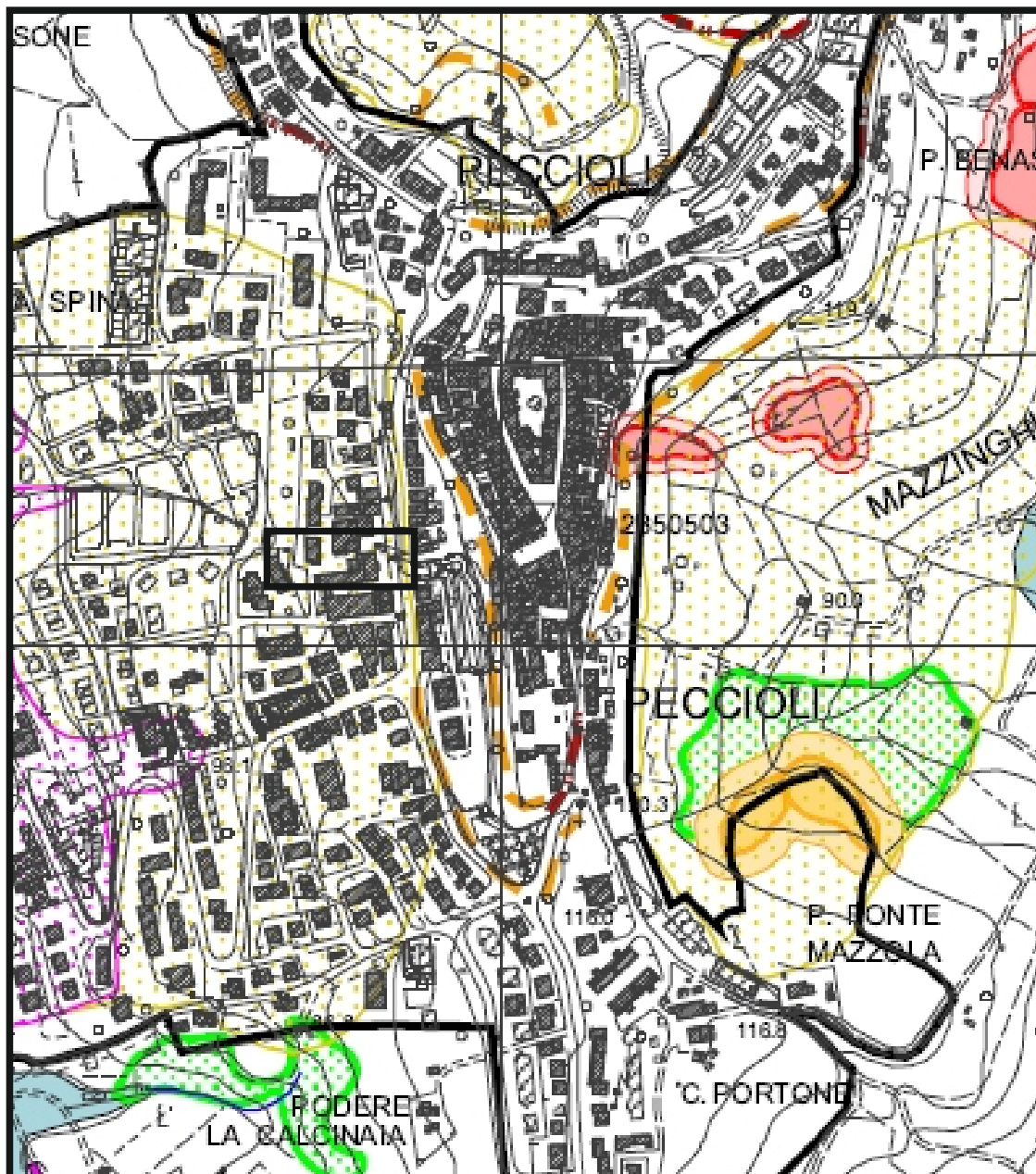
Area di
progetto

TAVOLA

B1

CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA 1:10.000



LEGENDA

Forme e processi di versante

 *Scarpate subverticali attive*

 *Scarpate subverticali quiescenti*

 *Frane attive e relativa area di influenza*

 *Frane quiescenti e relativa area di influenza*

 *Frangibilità diffusa*

 *Frane stabilizzate*

Coltri detritiche

 *depositi con spessore < 2 m*

 *depositi con spessore > 2 m*

 *Area soggette a dissesto per il rapido approfondimento degli impluvi, con erosione diffusa e/o denudamento della coltre*

 *Zone con fenomeni di risalenza generalizzato*

 *Impluvi con tendenza all'approfondimento e ad erosione concentrata*

 *Zone con riacollamento superficiale*

COMUNE DI PECCIOLI
PROVINCIA DI PISA

PIANO STRUTTURALE

INDAGINE GEOLOGICA

ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R

TAVOLA

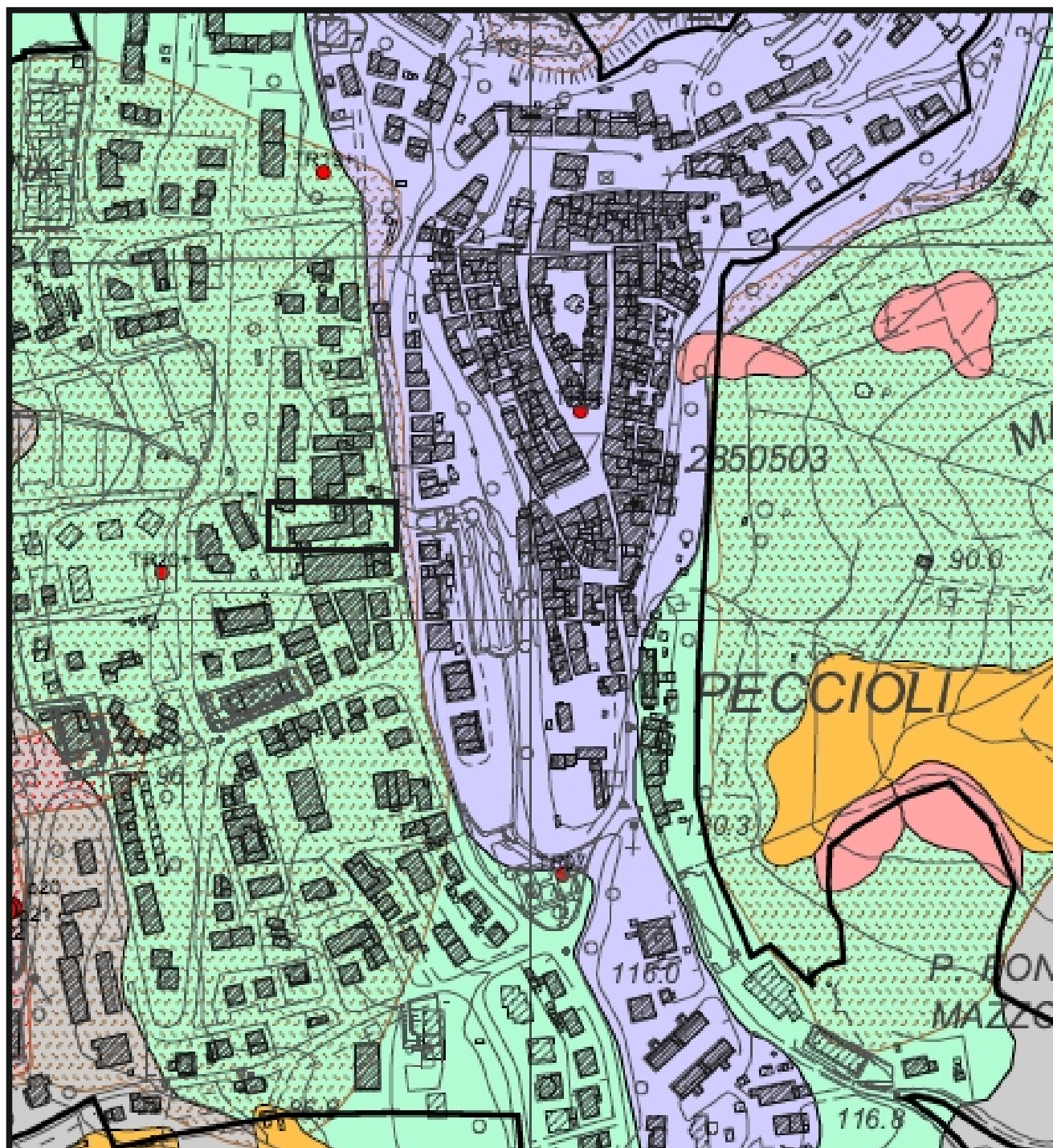
G1

- MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA
- PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

SCALA 1:5.000



Area di
progetto



LEGENDA MOPS



Limite UTOE

Tromografie: scala di ampiezza del picco H/V

- 0
- 0 - 3
- 3 - 3.6
- 3.6 - 4.7
- Ricca frequenza elevata (>30Hz)

Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:

- ZONA 1
- ZONA 2
- ZONA 3
- ZONA 4
- ZONA 5
- ZONA 6
- ZONA 7
- ZONA 8
- ZONA 9
- ZONA 10

S.2

Pericolosità sismica locale media
ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011



Zone con indizi di
potenziale amplificazione stratigrafica

Zone suscettibili di instabilità:

Copertura detritica:

- Spessore inferiore a 2 m
- Spessore superiore a 2 m

Instabilità di versante (FR):

- Frana inattiva/stabilizzata
- Frana quiescente

- Frana attiva

S.3

Pericolosità sismica locale elevata
ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011

S.4

Pericolosità sismica locale molto elevata
ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011

Altri elementi di rilievo



Scarica



Lago



Faglia

COMUNE DI PECCIOLI
PROVINCIA DI PISA

PIANO STRUTTURALE

INDAGINE GEOLOGICA

ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R

TAVOLA

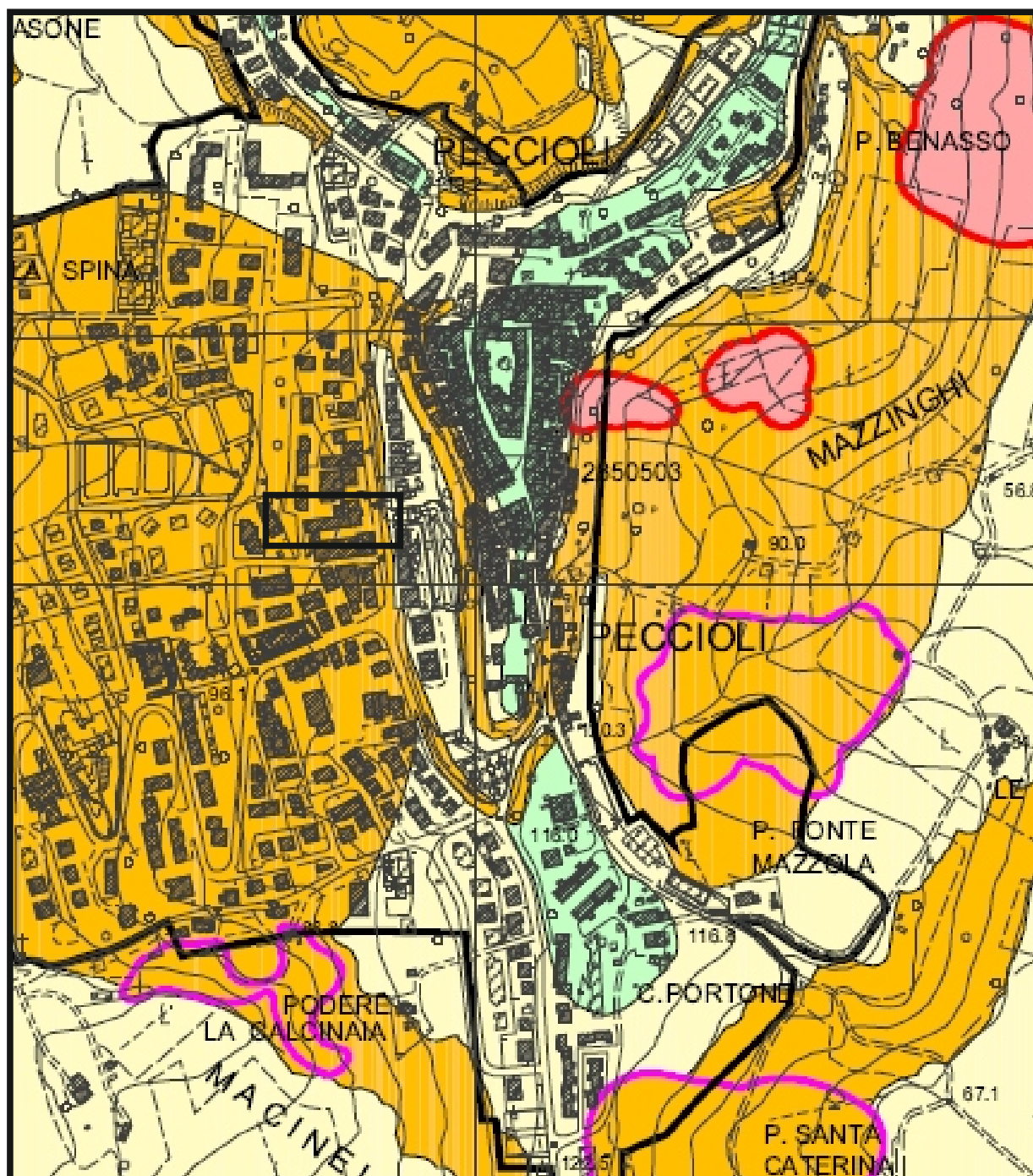
H1

CARTA DELLA
PERICOLOSITA' GEOLOGICA

SCALA 1:10.000



Area di
progetto



LEGENDA

Classi di Pericolosità Geomorfologica ai sensi delle Norme del PAI del Bacino del Fiume Arno



PF3 - Pericolosità Geomorfologica Elevata

- Pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi o inattivi che presentano segni di potenziale instabilità (frane quiescenti) causa di potenziale rischio elevato



PF4 - Pericolosità Geomorfologica Molto Elevata

- Pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi che siano anche causa di rischio molto elevato; aree a franosità diffusa.

Classi di Pericolosità Geologica secondo la D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R



Pericolosità Geologica Molto Elevata - G.4

- Aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e le relative aree di influenza



Pericolosità Geologica Elevata - G.3

- Aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti;
- Aree con potenziale instabilità connessa alla glacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali o sotterranee, nonché a processi di degrado antropico;
- Aree caratterizzate da fenomeni erosivi;
- Aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche.



Pericolosità Geologica media - G.2

- Aree con elementi geomorfologici, litologici e glaciali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.



Pericolosità Geologica bassa - G.1

- Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

COMUNE DI PECCIOLI
PROVINCIA DI PISA

PIANO STRUTTURALE

INDAGINE GEOLOGICA

ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R

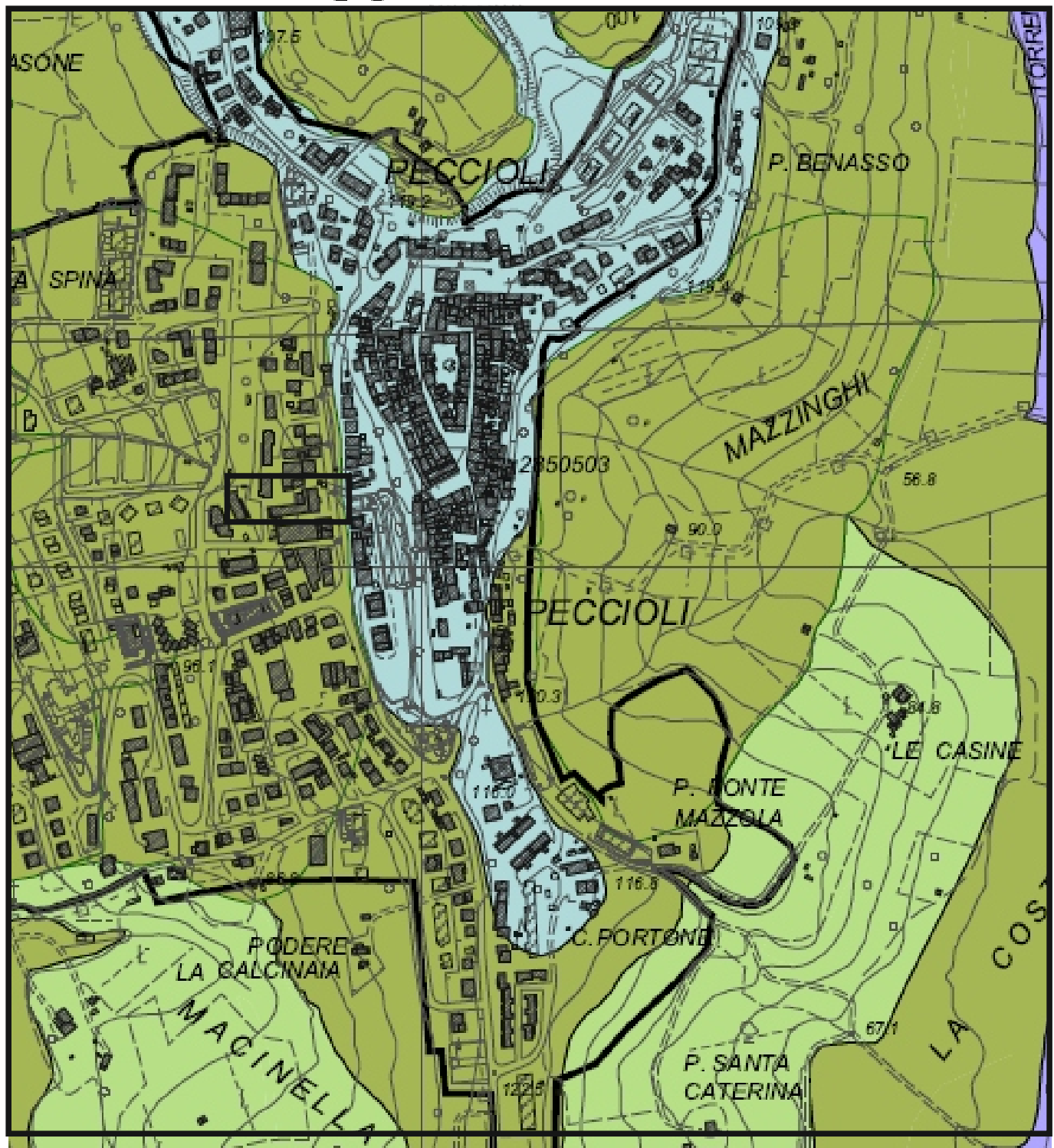
TAVOLA

11

CARTA DELLA
VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA



Area di
progetto



LEGENDA



Limite UTOE

CLASSI DI VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA ai sensi dell'art. 20 del P.T.C. della Provincia di Pisa



1 - Vulnerabilità irrilevante



2 - Vulnerabilità bassa



3A



3B

Vulnerabilità media



4A

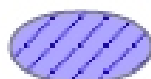


4B

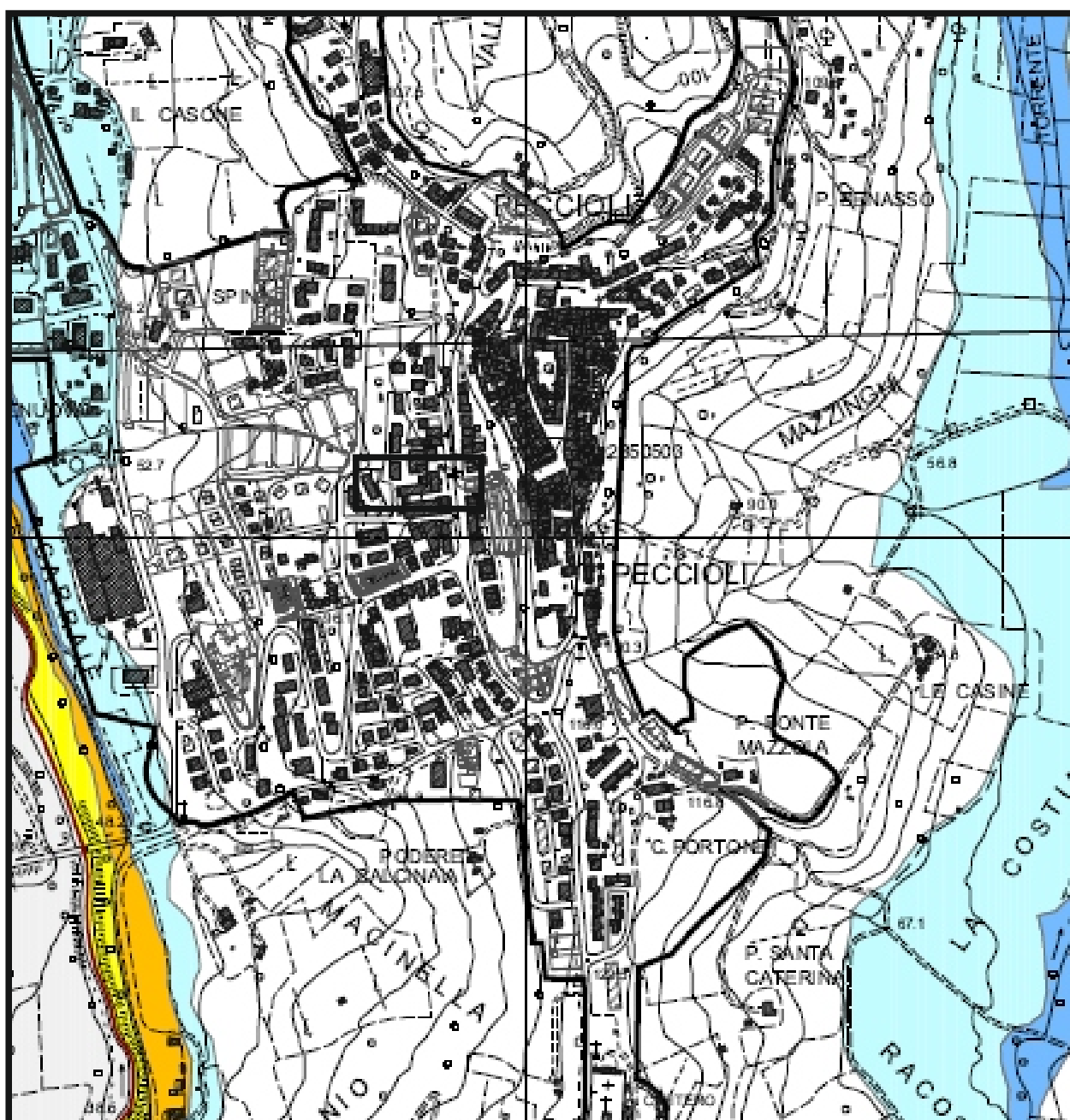
Vulnerabilità elevata



Zone con falda prossima al piano campagna



Laghi



LEGENDA

Classi di Pericolosità Idraulica ai sensi del P.A.I. del Bacino del Fiume Arno

Pericolosità Idraulica Molto Elevata - P.I.4

Nella Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica
- *Livello di dettaglio in scala 1:10.000°*
- con pendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $Tr < 30$ anni e con battente $h > 30$ cm.

Pericolosità Idraulica Elevata - P.I.3

Nella Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica
- *Livello di dettaglio in scala 1:10.000°*
- con pendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $Tr < 30$ anni e con battente $h < 30$ cm.
- con pendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $30 < Tr < 100$ anni e con battente $h > 30$ cm.

Pericolosità Idraulica Media - P.I.2

Nella Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica
- *Livello di dettaglio in scala 1:10.000°*
- con pendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $30 < Tr < 100$ anni e con battente $h < 30$ cm.
- con pendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $100 < Tr < 200$ anni

Pericolosità Idraulica Moderata - P.I.1

Nella Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica
- *Livello di dettaglio in scala 1:10.000°*
- comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $200 < Tr < 500$ anni

Classi di Pericolosità Idraulica ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R

Pericolosità Idraulica Molto Elevata - I.4

- aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr < 30$ anni

Per le zone di fondovalle non protette da opere idrauliche, esterne a quelle interessate dagli studi idraulici, in cui ricorrono contestualmente le seguenti condizioni:

- a) ☐ non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) ☐ sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Pericolosità Idraulica Elevata - I.3

- aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni.

Per le zone di fondovalle non protette da opere idrauliche, esterne a quelle interessate dagli studi idraulici, in cui ricorre almeno una delle seguenti condizioni:

- a) ☐ non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) ☐ sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Pericolosità Idraulica Media - I.2

- alle aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr < 500$ anni.

Per le zone di fondovalle non protette da opere idrauliche, esterne a quelle interessate dagli studi idraulici, in cui ricorrono le seguenti condizioni:

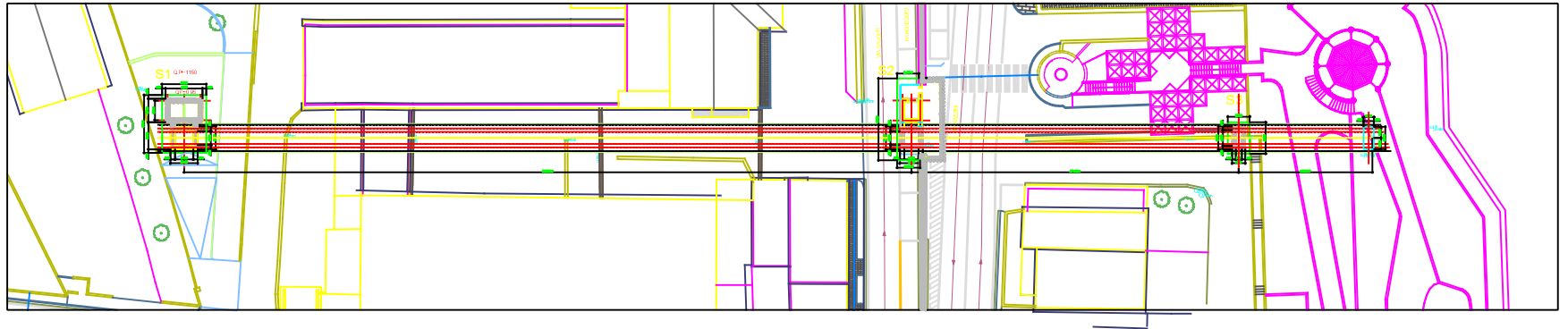
- a) ☐ non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) ☐ sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Pericolosità Idraulica Basse - I.1

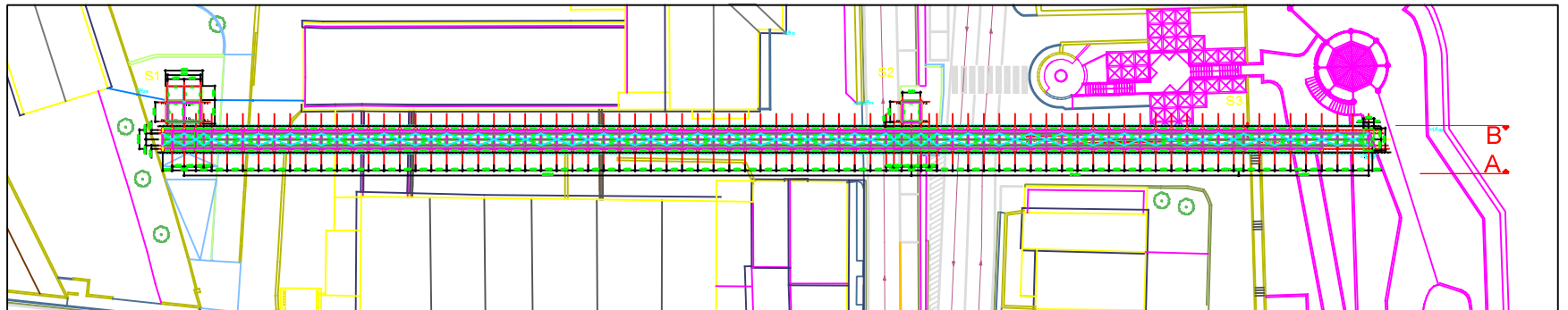
- aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) ☐ non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) ☐ sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

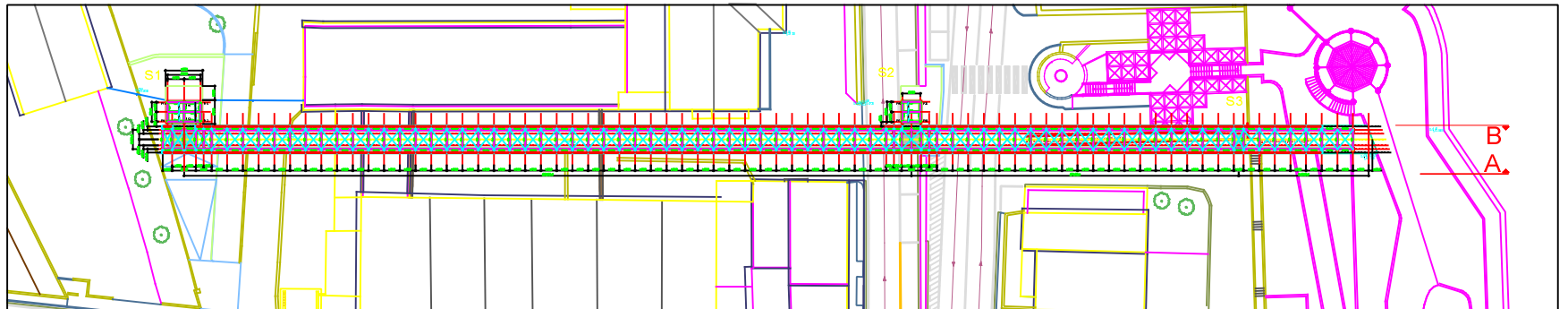
PIANTA PIANO TERRA



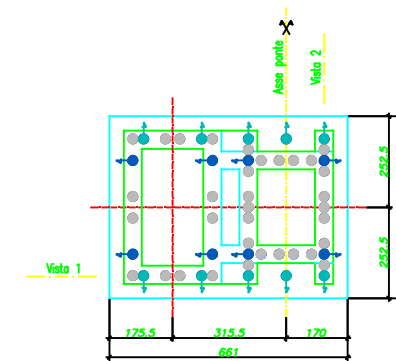
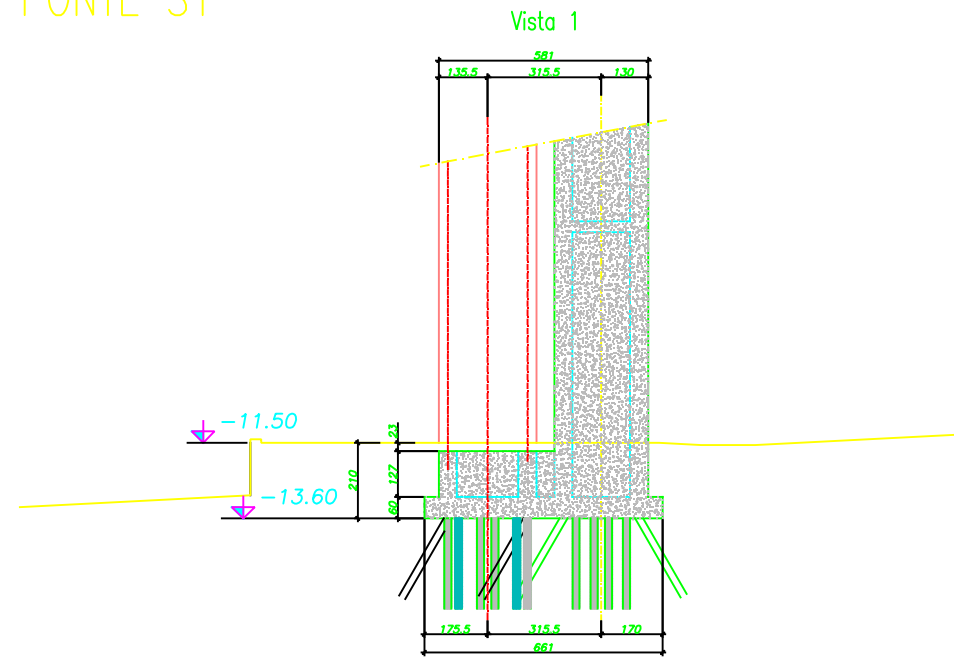
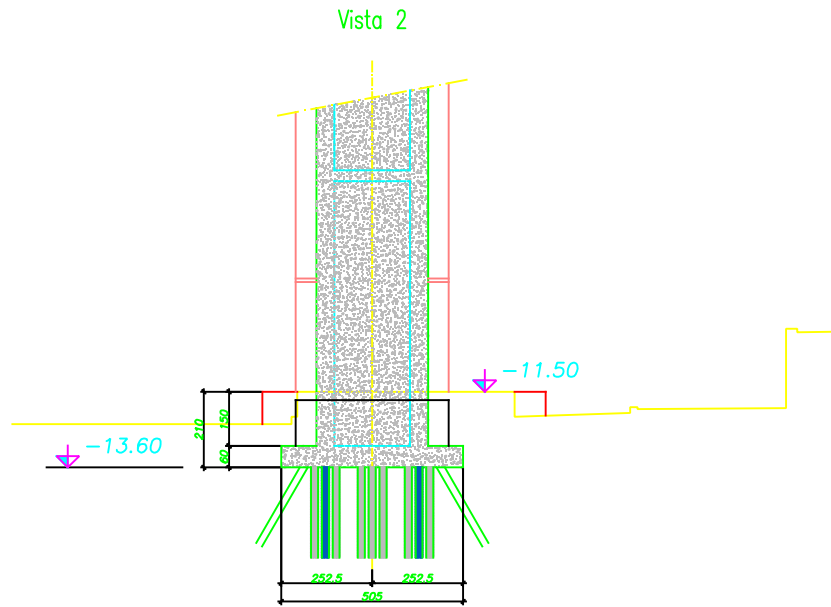
PIANTA IMPALCATO PONTE



PIANTA ESTRADOSSO PONTE



APPOGGIO PONTE S1



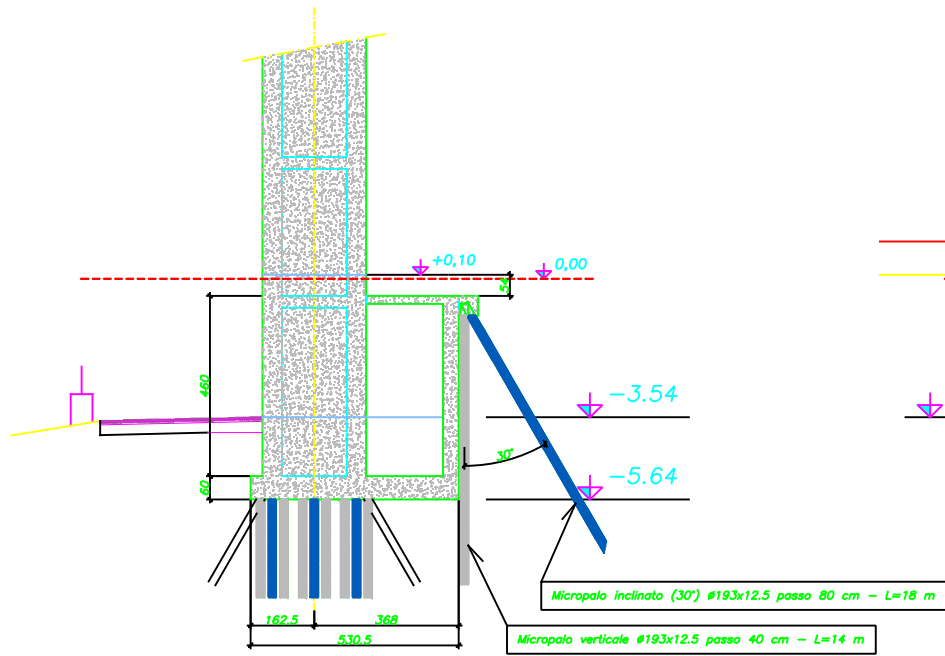
Pianta disposizione micropali

LEGENDA

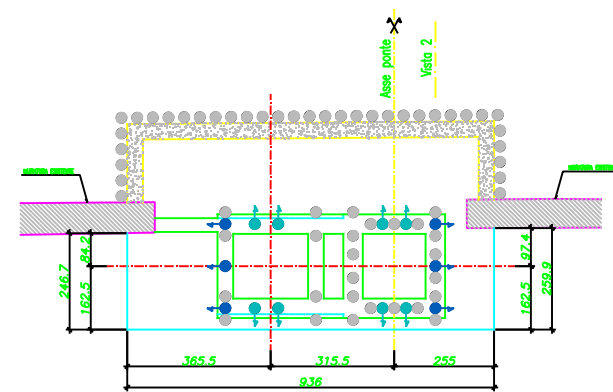
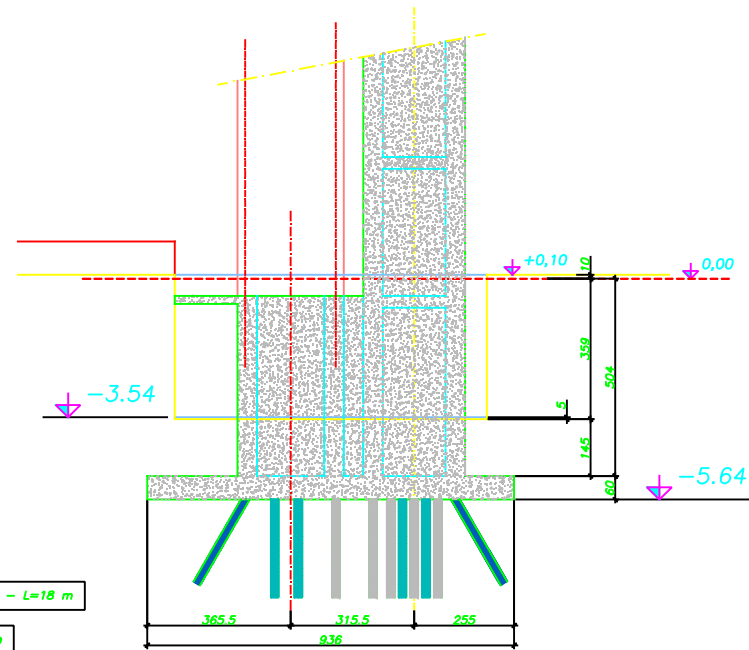
- Micropalo verticale $\phi 193 \times 12.5$ L=18 m
- Micropalo inclinato (30°) $\phi 193 \times 12.5$ L=18 m
- Micropalo inclinato (30°) $\phi 193 \times 12.5$ L=18 m

APPOGGIO PONTE S2

Vista 2



Vista 1



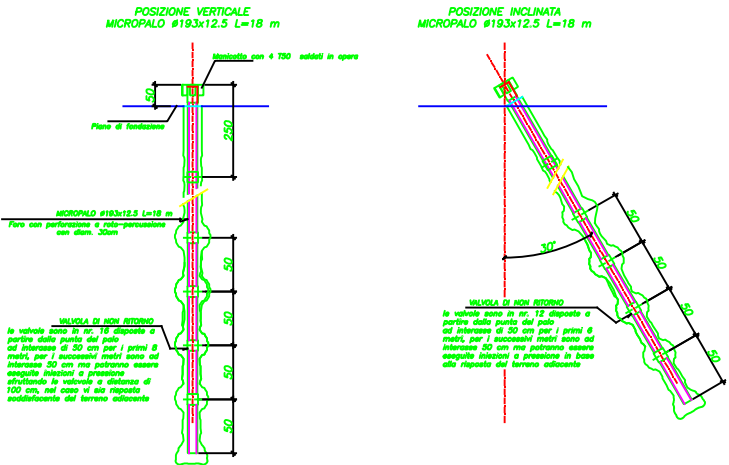
Pianta disposizione micropali

LEGENDA

- Micropalo verticale #193x12.5 L=18 m
- Micropalo inclinato (30°) #193x12.5 L=18 m
- Micropalo inclinato (30°) #193x12.5 L=18 m

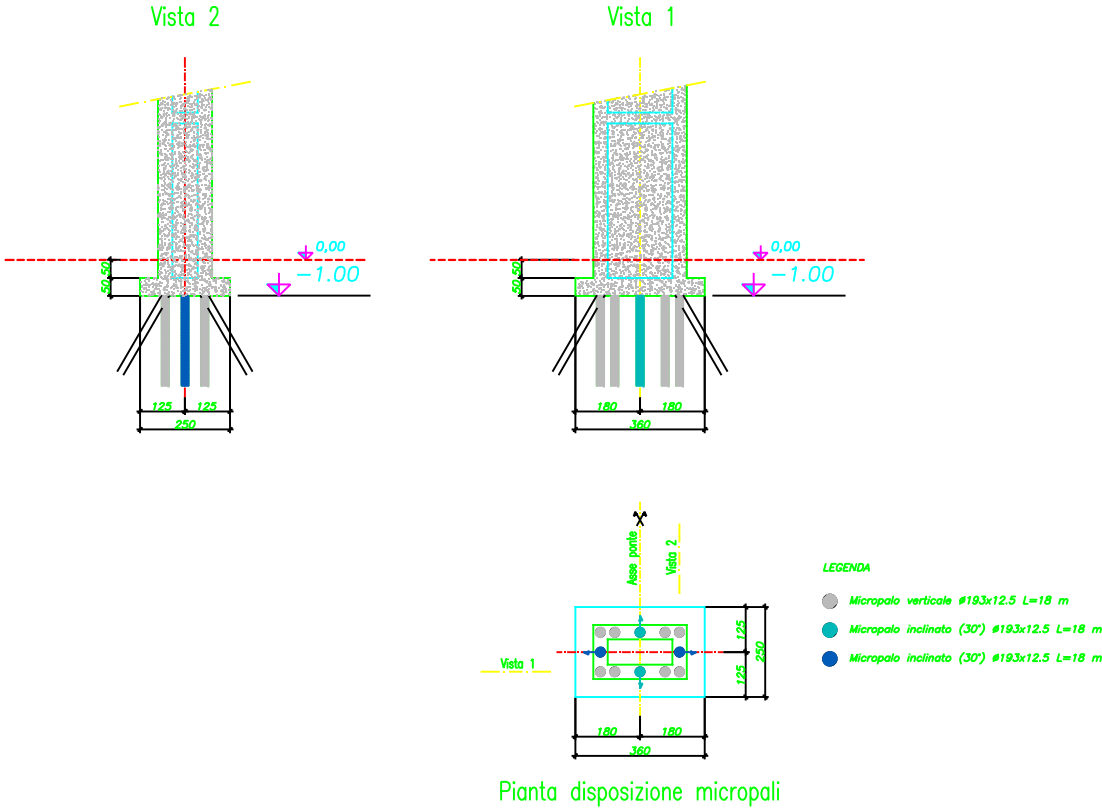
Specifiche Micropali

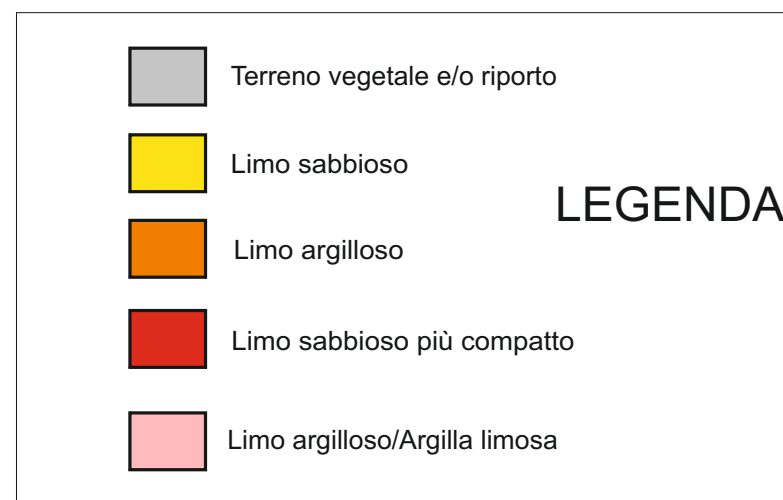
- Palificata eseguita secondo le seguenti modalità:
- Perforazione con sonda a rotazione-percussione col sistema adotto (eventualmente con rivestimento continuo e circolazione fluidi) alle particolari condizioni che si generano di volta in volta, con foro di diametro non inferiore a 1,5 volte il diametro dell'armatura prevista (300 mm).
 - nel foro sono introdotte armature in tubo d'acciaio (muniti di centratori) come specificato graficamente dotate di otto valvole di non ritorno a manico in gamma, a partire dalla punta del palo, gli spessori del tubo saranno giuntati mediante manicotti filettati, all'ultimo spezzone in sommità saranno saldati 4 T80.
 - Il tubo impiegato sarà di diametro e spessore come indicato, in acciaio S355JR, laminato a caldo secondo EN10210.
 - posata l'armatura si provvederà alla formazione della guaina cementizia riempendo dalla valvola più profonda l'intercapedine compresa tra la parete del tubo e l'armatura tubolare.
 - l'iniezione nel tubo di miscela cementizia sarà a bassa pressione, in funzione del tipo attraversato, realizzata in modo da occupare lo spazio anulare compreso fra le pareti del foro e la superficie esterna del tubo, e costituire il corpo del palo e proteggere completamente l'armatura metallica, l'iniezione sarà eseguita con successive aggiunte fino alla stabilizzazione.
 - a circa 12 ore dalla formazione della guaina si procederà a iniezioni selettive a pressione di circa 2 MPa o comunque idonea a consentire l'apertura delle valvole ed alla formazione della sbulature (per la valutazione corretta della pressione di iniezione si potrà procedere ad una determinazione diretta in sito con valutazione al 90% circa della pressione di "claquage").
 - per la miscela cementizia di iniezione si prevede la seguente composizione:
 - cemento 130 kg
 - acqua 50 kg
 - additivo fluidificante circa 0,5 kg
 - cemento secondo UNI-ENV 10197/1 tipo V-A 42,5
 - diametro massimo inerte 4 mm (in aggiunta)



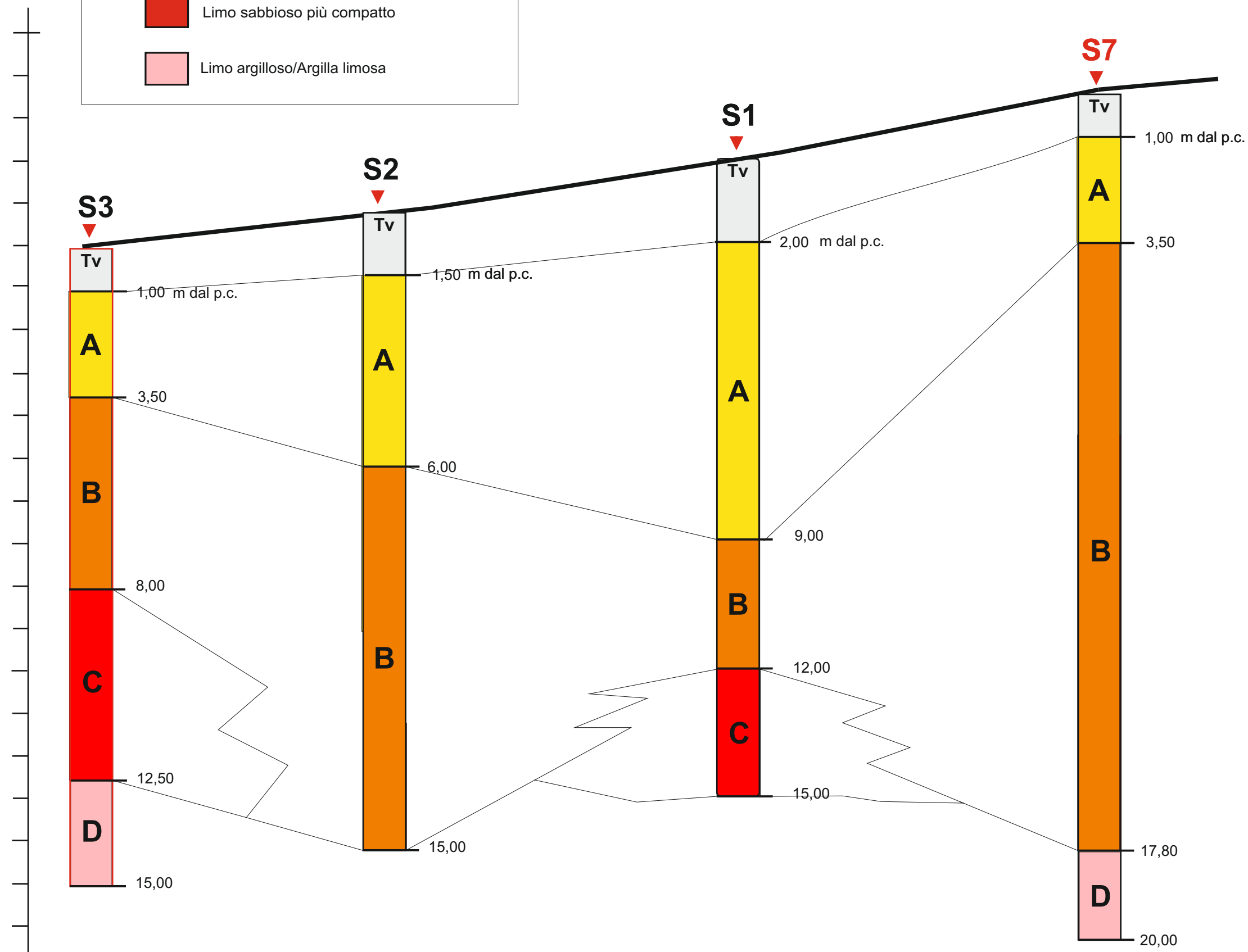
NOTA: gli interessi dei micropali sia in fondazione che per la berlinesele sono quelli riportati nell'elaborato

APPOGGIO PONTE S3





SEZIONE STRATIGRAFICA (non in scala)



I N D I C E

1 - Premessa.....	2
2 - Sondaggi Geognostici.....	2
2.1 - Prove SPT (<i>Standard Penetration Test</i>).....	3
2.2 - <i>Analisi di Laboratorio</i>	3
3 - Prova sismica in foro (Down-Hole)	4
3.1 - <i>Sistema d’acquisizione</i>	5
3.2 - <i>Elaborazione della prospezione sismica in foro</i>	6
6 - Conclusioni	7

F I G U R E

Fig. 1 : COROGRAFIA (CTR Regione Toscana - Foglio 285050)

Fig. 2 : UBICAZIONE (CTR Regione Toscana - Foglio 16H34)

A L L E G A T I

All. A : CERTIFICATI DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI

All. B : ANALISI DI LABORATORIO

All. C : ELABORATI PROVA SISMICA IN FORO (DOWN HOLE – DH140217A)

1 - Premessa

Per incarico ricevuto dalla BELVEDERE SPA e su richiesta del Geol. Petresi Andrea, sono state eseguite indagini geognostiche, geofisiche in situ e analisi di laboratorio finalizzate alla caratterizzazione dei terreni dell'area d'indagine, sita presso l'abitato di Peccioli (PI).

Nell'area oggetto di studio sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 3 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- n° 7 Prelievi di campioni indisturbati su cui eseguire analisi di laboratorio;
- n° 9 Prove S.P.T. standard;
- n° 1 Prova sismica in foro (Down-Hole).

L'area e la logistica delle indagini sono riportate rispettivamente in figura 1 (*Corografia*) e in figura 2 (*Ubicazione indagini*).

2 - Sondaggi Geognostici

I sondaggi geognostici ("*Norme di riferimento ASTM D1586-84*", "*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche - AGI, 1977*" e "*Raccomandazioni ISSMGE*") sono stati eseguiti mediante una Sonda COMACCHIO GEO 405 dalla ditta Bierregi S.r.l. di Lucca, laboratorio autorizzato con Decreto del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 00007464 del 04/08/2011. A seguire si riporta schematicamente un quadro riassuntivo delle specifiche dei sondaggi eseguiti:

Sondaggi Ottobre-Novembre 2016

Sondaggio n°	Data di esecuzione	Certificato	Profondità (m)	Falda (m)	Coordinate Gauss-Boaga	
					X	Y
S.1	16/02/17	Sond-004/2017	15,00	-	1638906,3140	4823058,8977
S.2	26/01/17	Sond-005/2017	15,00	-	1638871,9835	4823049,2403
S.3-DH	24-25/01/17	Sond-006/2017	33,00	-	1638834,4447	4823062,6437

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi, costantemente seguiti e diretti da un Geologo di cantiere, sono state effettuate le seguenti operazioni:

- raccolta in apposite cassette catalogatrici del materiale estratto (totale n. 9);
- prelievi di campioni indisturbati - Shelby (totale n. 7);
- effettuazione di prove S.P.T. standard (totale n. 9).

Si fa presente che il sondaggio S1 è stato attrezzato con tubo in pvc fino a fondo foro ($\varnothing=3''$ – 88,9 mm), per l'esecuzione della prova sismica in foro (down-hole). Inoltre, la perforazione tra 15÷33 metri di profondità, è stata eseguita a distruzione di nucleo.

Tutte le informazioni raccolte durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono contenute nei relativi logs stratigrafici, riportati dettagliatamente in allegato (All.A).

2.1 - Prove SPT (Standard Penetration Test)

La prova S.P.T. consiste nel registrare il numero di colpi necessari per far penetrare di 45 cm nel terreno a fondo foro un tubo campionatore di dimensioni standard, collegato alla superficie mediante batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0.76 m.

Durante la prova si misura:

- N_1 = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionatore per i primi 15 cm, assunti come tratto di "avviamento";
- N_2 = numero di colpi che provoca la penetrazione del campionatore nei successivi 15 cm;
- N_3 = numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:

$$N_{SPT} = N_2 + N_3$$

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono state eseguite in totale n. 9 prove SPT standard. Di seguito sono riportati i dati raccolti (numero dei colpi):

Sondaggio S1

N° SPT	Profondità indagine	N_1	N_2	N_3	N_{SPT}
1	5,00 ÷ 5,45 m	1	3	6	9
2	9,50 ÷ 9,95 m	5	7	11	18
3	12,00 ÷ 12,45 m	13	18	15	33

Sondaggio S2

N° SPT	Profondità indagine	N_1	N_2	N_3	N_{SPT}
1	4,00 ÷ 4,45 m	6	8	9	17
2	8,00 ÷ 8,45 m	7	10	12	22
3	11,0 ÷ 11,45 m	8	12	15	27

Sondaggio S3

N° SPT	Profondità indagine	N_1	N_2	N_3	N_{SPT}
1	4,50 ÷ 4,95 m	1	3	7	10
2	7,50 ÷ 7,95 m	4	7	10	17
3	13,0 ÷ 13,45 m	13	20	20	40

2.2 - Analisi di Laboratorio

Al fine di caratterizzare da un punto di vista geotecnico i terreni indagati, sono state eseguite delle analisi geotecniche di laboratorio dall'Elletipi s.r.l. di Ferrara su n.7 campioni indisturbati (sigillati in cantiere immediatamente dopo il

prelievo). Di seguito si indicano sinteticamente le analisi svolte sul campione raccolto:

- scheda generale del campione
- umidità di una terra (UNI EN ISO 17892-1)
- massa volumica apparente (UNI EN ISO 17892-2)
- determinazione del peso specifico con picnometro (norma UNI EN ISO 17892-3)
- analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione (ASTM D 422)
- prova di consolidazione edometrica (ASTM D 2435 – method A)
- prova di taglio diretto (UNI CEN ISO 17892-10)

A seguire si riporta una tabella di sintesi dei parametri geotecnici per ogni campione ottenuti dai test di laboratorio:

Campione	Quota prelievo	W	γ	Granulometria USCS				c'	ϕ'
				Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla		
(n°)	(m)	(%)	(kN/m ³)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)	(°)
S1C1	4,50÷5,00	25,0	20,2	0,2	37,8	48,8	13,2	8,78	35
S1C2	9,00÷9,50	22,9	20,5	0,0	15,1	63,3	21,7	-	-
S2C1	3,00÷3,50	27,4	19,7	1,0	13,4	74,3	11,3	5,74	33
S2C2	7,50÷8,00	22,4	20,6	2,4	16,9	63,6	17,2	-	-
S3C1	3,00÷3,50	29,4	18,7	5,1	20,6	69,0	5,2	10,67	33
S3C2	6,00÷6,50	23,6	20,4	0,0	10,1	66,7	23,2	-	-
S3C3	12,0÷12,5	24,6	19,9	0,5	5,7	80,7	13,1	16,23	34

dove:

- W Umidità naturale;
- γ Peso di volume;
- c' Coesione consolidata drenata (condizioni di picco);
- ϕ' Angolo di attrito consolidato drenato (condizioni di picco).

Per una visione dettagliata dei grafici e tabulati delle prove di laboratorio effettuate si veda l'All.B.

3 - Prova sismica in foro (Down-Hole)

Il metodo down-hole si riferisce alla misurazione del tempo di percorso delle onde P ed SH nel tragitto tra la sorgente sismica in superficie ed i ricevitori posti all'interno di fori di sondaggio opportunamente predisposti. L'equipaggiamento strumentale risulta costituito da:

- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionabili;
- sei geofoni tridirezionali la cui risposta in frequenza sia compresa tra 4.5 e 14 Hz;

- un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- un sismografo multicanale in grado di registrare segnali in formato digitale e con la possibilità di miglioramento del segnale (sommatoria di segnale).

I dati acquisiti in campagna e registrati sul p.c. vengono poi processati in studio tramite foglio di calcolo Excel, correggendo i tempi di primo arrivo mediante la seguente formula:

$$t^* = \frac{z}{d} \cdot t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \cdot t$$

z = profondità del ricevitore

d = distanza sorgente e ricevitore

R = distanza superficiale tra sorgente e centro del foro

t = il tempo determinato dalle tracce di registrazione

t* = il tempo corretto

Durante l'elaborazione viene eseguito il "picking" dei primi arrivi in modalità manuale. In particolare come allegati vengono forniti (All.C):

- Sismogrammi delle onde P e onde SH
- Dati analitici (tempi di primo arrivo)
- Dromocrona onde P/SH e profili di velocità

3.1 - Sistema d'acquisizione

Per l'acquisizione è stato utilizzato un sismografo a 48 canali ECHO 24-48/2012 dell'AMBROGEO di Piacenza, collegato ad un pc portatile su cui è installato programma di acquisizione Echo2012, aventi le seguenti caratteristiche principali:

- Numero di canali: 48+1;
- A/D conversion: 24 bit;
- Gain: 0 dB – 72 dB (step 6 dB);
- Sampling interval: 32, 64, 128, 256, 480, 960 µs;
- Distorsion: 0,0004%;
- Noise: 0,25µs, 2ms 36dB;
- Stacking trigger accuracy: 1/32 of sample interval;
- Max input signal: 5Vpp, 0dB.

Per le onde P come sorgente di energizzazione è stata utilizzata una mazza di 8 kg battente su piastra in duralluminio, mentre per le onde SH è stata utilizzata una mazza da 5 kg battente su traversina in legno sovraccaricata con Penetrometro Pagani TG-63/200 kN e sollecitata trasversalmente da ambo i lati.

Tutte le registrazioni SH sono state realizzate con metodo CROSS-OVER utilizzando la funzione sommatoria e inversione di polarità appartenute al sismografo AMBROGEO. In questo modo, facendo la differenza fra uno stesso numero di battute a destra e a sinistra con polarità invertita, è esaltato l'istante di primo arrivo delle onde SH ed eventualmente eliminato l'arrivo delle onde P spurie.

Il segnale acquisito in campagna è stato poi comunque filtrato in fase di elaborazione, mediante utilizzo di filtri in frequenza. In allegato vengono presentati i sismogrammi "grezzi" acquisiti in campagna.

3.2 - Elaborazione della prospezione sismica in foro

Nell'area oggetto d'indagine, come accennato in premessa, è stata eseguita in data 14 Febbraio 2017 un'indagine sismica down-hole denominata "DH140217A (S1)". L'indagine Down-Hole è stata eseguita nel foro del sondaggio S3-DH (Certificato SOND-006/2017), approfondito fino a 33 metri dal piano campagna.

Le registrazioni sono state in totale 66, due per metro (onde P e onde SH), modificando a seguito di ogni sparo ("shot") la profondità del geofono all'interno del foro di sondaggio. La distanza del punto di energizzazione da bocca foro è pari a 4,00 metri.

Durante l'elaborazione è stato eseguito il "picking" dei primi arrivi in modalità manuale e le dromocrone (curve distanza/tempo o travel-time) risultanti sono anch'esse riportate in allegato. Ogni segmento di tali curve rappresenta in prima analisi uno strato distinto, e la relativa pendenza fornisce indicazioni circa la velocità delle onde sismiche. Relativamente al pattern risultante dall'analisi complessiva di tutte le dromocrone è risultata una situazione tipo multistrato. In riferimento alla stratigrafia del sondaggio sono stati distinti in dettaglio:

1. Dal piano campagna fino a 1,00 metri (Onde P/SH) di profondità si ha il primo sismostrato caratterizzato da una velocità delle onde P (V_p) di 686,5 m/s e ad una velocità delle onde SH (V_s) di 286 m/s, riconducibile al "Detrito";
2. Da 1,00 metri fino a 8,00 metri (Onde P/SH) di profondità si ha il secondo sismostrato caratterizzato da una velocità delle onde P (V_p) di 544,2 m/s e ad una velocità delle onde SH (V_s) di 139,5 m/s, riconducibile principalmente a "Limo sabbioso e Limo argilloso";
3. Da 8,00 metri fino a 18,00 metri (Onde P/SH) di profondità si ha il terzo sismostrato caratterizzato da una velocità delle onde P (V_p) di 1773,8 m/s e ad una velocità delle onde SH (V_s) di 299,3 m/s, riconducibile principalmente a "Limi sabbiosi e argillosi con tracce di argilla organica";
4. Da 18,00 metri fino a 33,00 metri (Onde P/SH) di profondità si ha il terzo sismostrato caratterizzato da una velocità delle onde P (V_p) di 1997,7 m/s e ad una velocità delle onde SH (V_s) di 385,2 m/s, riconducibile principalmente a "Limi argillosi con tracce di argilla organica e Limi sabbiosi".

Dall'analisi sismica down-hole si ricava un valore della velocità $V_{s,30}$ (a partire dal piano campagna) pari a:

$$V_{s,30} \approx 254 \text{ m/s}$$

Per maggiori dettagli si rimanda al relativo allegato (All.C).

6 - Conclusioni

Sulla base dei dati raccolti sul campo e sulle elaborazioni prodotte, è stato possibile evidenziare quanto segue:

I sondaggi e le analisi di laboratorio hanno permesso di ricavare la stratigrafia e i parametri geomeccanici del terreno investigato.

Il dato ricavato dalla sismica in foro DOWN-HOLE, in base alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.14-01-2008) e considerata anche la stratigrafia media supposta per l'area d'indagine, fa ricadere l'area oggetto di studio nella **Categoria di Suolo Sismico C**:

"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

Da considerare il fatto che la valutazione della $V_{s,30}$ è stata calcolata a partire dal piano campagna. In fase di progetto andrà valutato l'effettivo piano d'imposta delle fondazioni e calcolare la $V_{s,30}$ a partire da quest'ultimo.

L'analisi specifica dei dati elaborati rimane comunque a carico del "geologo/ingegnere" responsabile delle indagini; le considerazioni sopra esposte in merito alla "categoria di suolo", si devono intendere come mera interpretazione dei risultati ottenuti.

Per ulteriori dettagli sulle indagini svolte si rimanda ai relativi allegati (All.A - B - C).

Lucca, Marzo 2017

BIERREGI srl

Il Responsabile Tecnico
Dott. Geol. Francesco Rossi

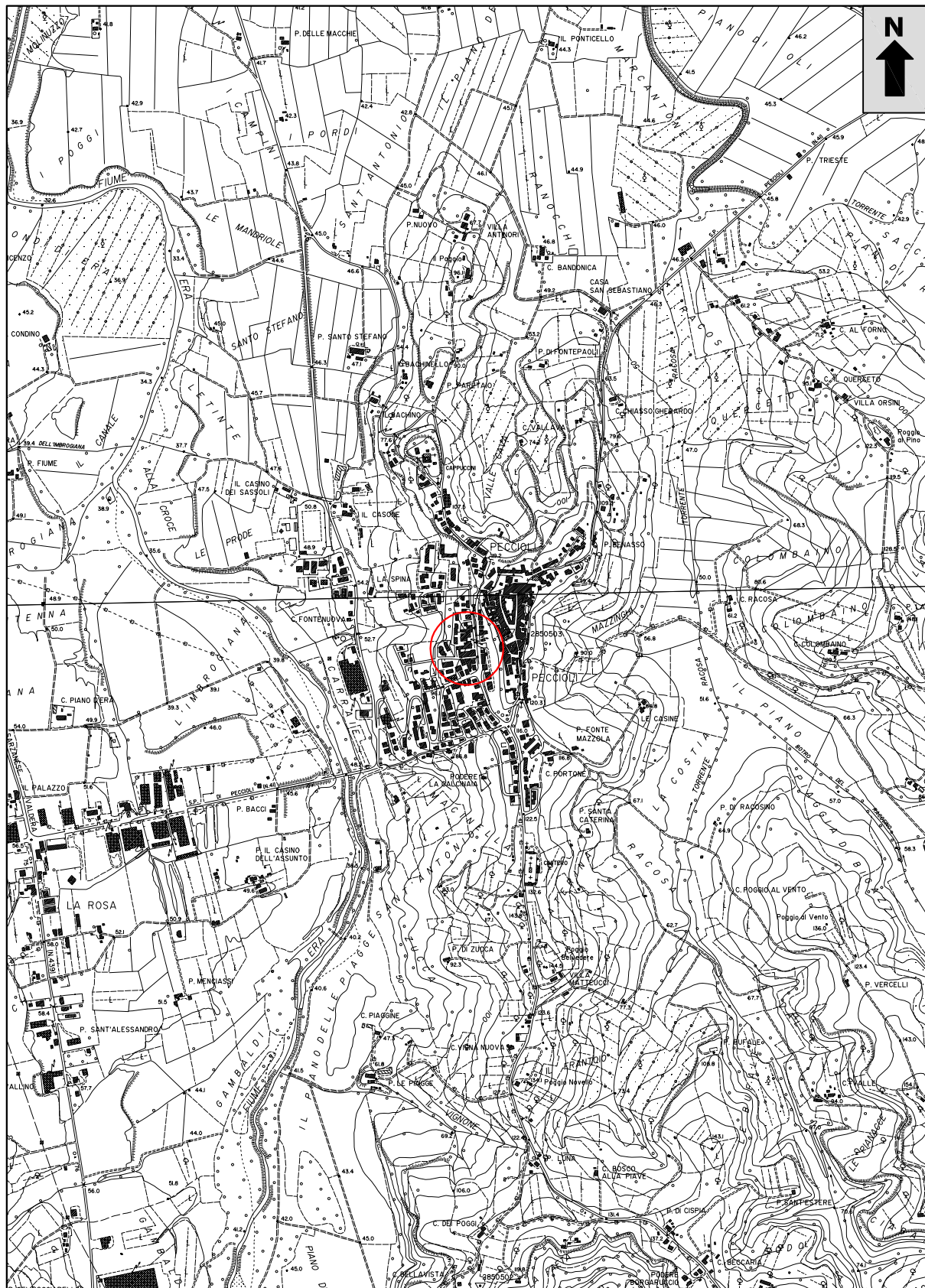
BIERREGI s.r.l.

IL RESPONSABILE TECNICO
Dott. Geol. Francesco Rossi



FIG.1 - COROGRAFIA

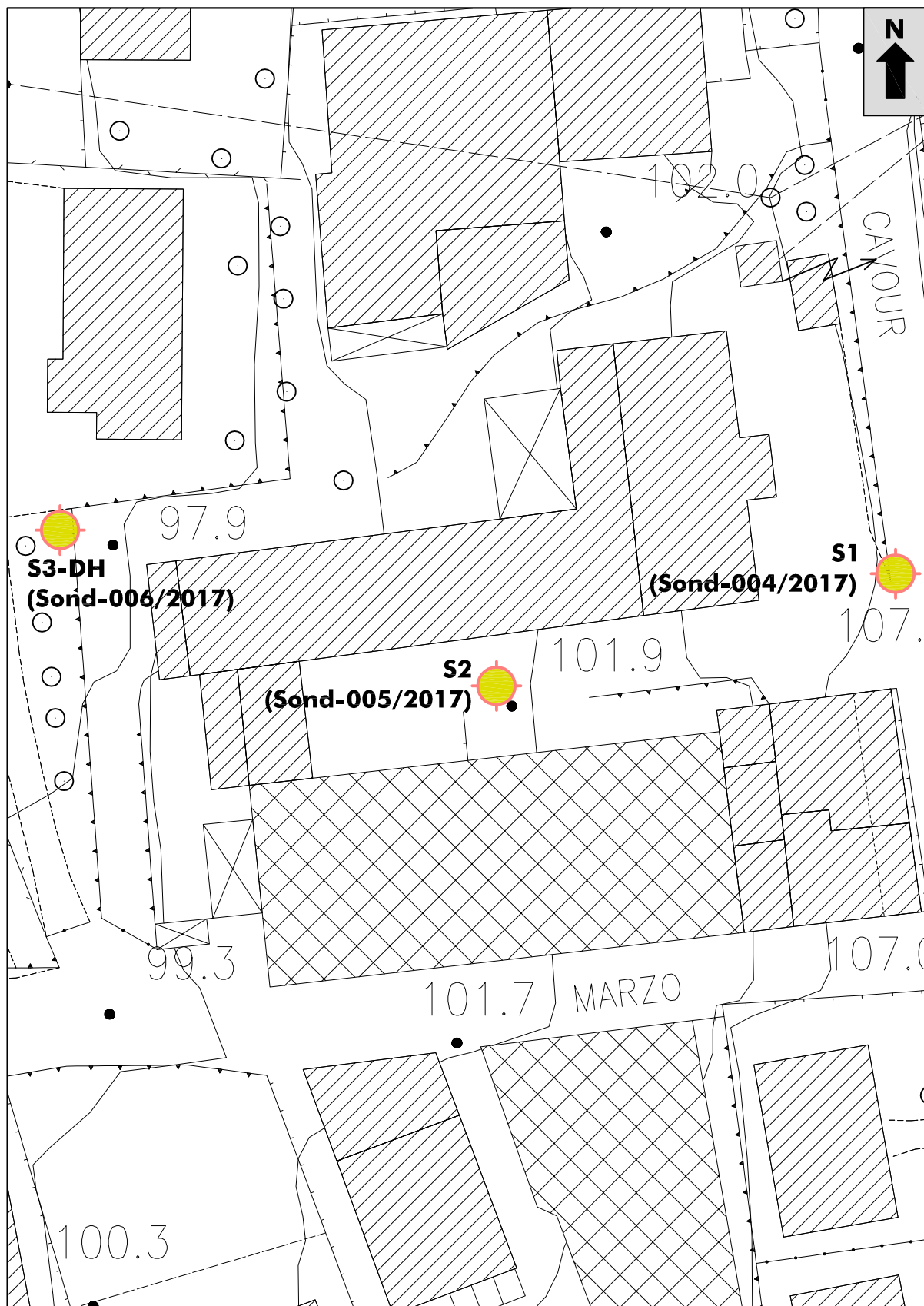
(C.T.R. della Regione Toscana - Foglio n. 285050 - Scala 1:20000)





- Area oggetto d'indagine

FIG.2 - UBICAZIONE INDAGINI

(C.T.R. della Regione Toscana - Foglio n. 16H34 - Scala 1:500)



 **S1 (Sond-004/2017)**
- Sondaggio a carotaggio
continuo certificato

 **S3-DH (SOND-006/2017)**
- Sondaggio a carotaggio continuo
attrezzato con tubo Down-Hole

Allegato A

Certificati dei Sondaggi Geognostici

SOND-004/2017 (S1) – Profondità 15,00 metri
SOND-005/2017 (S2) – Profondità 15,00 metri
SOND-006/2017 (S3-DH) – Profondità 33,00 metri

Committente: BELVEDERE SPA

Richiedente: GEOL. PRETESI ANDREA

Commessa n°: 17 007

Cantiere: PECCIOLI - PISA (PI)

Operatore: SIG. MARIO SANFILIPPO

Sondaggio n°: S2

Coordinate (Gauss-Boaga): X=1638871,9835 Y=4823049,2403

Data inizio lavori: 26 GENNAIO 2017

Data fine lavori: 26 GENNAIO 2017

Attrezzatura: SONDA COMACCHIO GEO 405

Profondità foro (m): 15,0 metri

Quota: 101,9 m.s.l.m. (da CTR)

Giorni di perforazione	Diametro foro (mm)	Modalità di esecuzione	Utenziale di perforazione	Velocità di avanzamento	RIVESTIMENTO	MANOVRE	CAROTAGGIO % recupero	CAMPIONI	Quota campioni (m)	Scala di riferimento (m)	STRATIGRAFIA	TUBO DOWN-HOLE	Falsa acquedotto	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	PROVE DI PERMEABILITÀ			PROVE IN SITU				R.Q.D. (%)
															Profondità (m)	LEFRANC	LUGER	Profondità (m)	Pocket Penetration (kPa)	Vane Test (kPa)	Numero colpi S.P.T.	
26/01/2017	Ø 101	Rotazione - Carotaggio continuo	CAROTIERE SEMPLICE (Carona Widia)		Rivestimento 15,0 metri (Ø 127)																	
														DETRITO								
														1,50								
														LIMO SABBIOSO								
														3,00								
								S2C1 (S)	3,00					LIMO CON SABBIA FINE ARGILLOSO								
									3,50													
														LIMO SABBIOSO								
														4,00							6	
																				SPT 1	8	
																				PC	9	
														4,45								
														LIMO ARGILLOSO								
														7,50								
								S2C2 (S)	7,50					LIMO CON SABBIA FINE ARGILLOSO								
									8,00													
														8,00							7	
																				SPT 2	10	
																				PC	12	
																				8,45		
														LIMI ARGILLOSI								
														11,00							8	
																				SPT 3	12	
																				PC	15	
														11,45								
														15,0								
														FINE PERFORAZIONE								

CAMPIONI:

S = Shelby (n° 2)

O = Osterberg (n°)

M = Mazier (n°)

SD = Semidisturbati (n°)

D = Denison (n°)

P = Percussione (n°)

R = Rimaneggiati (n°)

CL = Litoide (n°)

NOTE:

Cassette:

SPT eseguiti:

Pozzetto d'ispezione:

Doti stratigrafici forniti dal Geol. Pretesi Andrea

n. 3

3

NO

Piezometro (Ø 4")

Piezometro di Casagrande:

Tubo inclinometrico (Ø 88,9):

Tubo Down-Hole (Ø 114):

MISURA FALDA ACQUIFERA:

-Non rilevata

Direttore del Laboratorio:
Dott. Geol. Luigi Giannattai

Direttore Tecnico:
Dott. Geol. Francesco Rossi

Sperimentatore:
Dott. Geol. Andrea Gambini

Committente: BELVEDERE SPA

Richiedente: GEOL. PRETESI ANDREA

Commessa n°: 17 007

Cantiere: PECCIOLI - PISA (PI)

Operatore: SIG. MARIO SANFILIPPO

Sondaggio n°: S3-DH

Coordinate (Gauss-Boaga): X=1638834,4447 Y=4823062,6437

Data inizio lavori: 24 GENNAIO 2017

Data fine lavori: 25 GENNAIO 2017

Attrezzatura: SONDA COMACCHIO GEO 405

Profondità foro (m): 33,0 metri

Quota: 97,9 m.s.l.m. (da CTR)

Giorni di perforazione		Diametro foro (mm)		Modalità di esecuzione		Utenziale di perforazione		Velocità di avanzamento		RIVESTIMENTO		MANOVRE		CAROTAGGIO % recupero		CAMPIONI		Quota campioni (m)		Scala di riferimento (m)		STRATIGRAFIA		TUBO DOWN-HOLE		Folde acquifera		DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI		PROVE DI PERMEABILITÀ			PROVE IN SITU			R.Q.D. (%)							
24/01/2017		Ø 101		Rotazione - Carotaggio continuo		CAROTERE SEMIPLICE (Corona Wida)				Rivestimento 33,0 metri (Ø 127)																				Profondità (m)			Profondità (m)										
																														LEFRANC			LUGEON			Pocket Penetrometer (kPa)		Vane Test (kPa)		Numero colpi S.P.T.			
DISTRUZIONE DI NUCLEO																																											
MARTELLO FONDO FORO																																											

CAMPIONI:

S = Shelby (n° 3) D = Denison (n°)
O = Osterberg (n°) P = Percussione (n°)
M = Mazier (n°) R = Rimaneggiati (n°)
SD = Semidisturbati (n°) CL = Litoide (n°)

NOTE:

Cassette: n. 3
SPT eseguiti: 3
Pozzetto di spezione: SI (Carrabile)
Dati stratigrafici forniti dal Geol. Pretesi Andrea

Piezometro (Ø 4") -
Piezometro di Casagrande: -
Tubo inclinometrico (Ø 88,9): -
Tubo Down-Hole (Ø 114): SI

MISURA FALDA ACQUIFERA:

-Non rilevata

Direttore del Laboratorio:
Dott. Geol. Luigi Giannattelli

Direttore Tecnico:
Dott. Geol. Francesco Rossi

Sperimentatore:
Dott. Geol. Andrea Gambini

Allegato B

Analisi di Laboratorio



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
ISO 45001:2018



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)
CAMPIONE:	S1C1 m 4.50 - 5.10
COMMESSA:	16252/17
VERBALE ACC.:	071/17
DATA CONSEGNA:	21/02/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 4.50	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 60 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	120	34	DESCRIZIONE: Sabbia fine con limo argillosa marrone chiaro grigiastro con frammenti conchigliari
			W naturale (%) 25.0
			γ naturale(Mg/m ³) 2.02
			γ secco (Mg/m ³) 1.61
			γ immerso (Mg/m ³) 1.02
			porosità (%) 40
			indice dei vuoti 0.68
			grado di saturazione (%) 100
			massa specifica (Mg/m ³) 2.711
			5.10 basso
Umidità Naturale SI Trassiale UU -			
Limiti Atterberg - Trassiale CIU -			
Gran. Setacciatura SI Edometria -			
Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto SI			
Peso di Volume SI Espansione L.L. -			
Peso Specifico SI Trassiale Cicl. + C.M. -			
Analisi Chimica - Colonna Risonante -			
Taglio Torsionale Cicl. -			
NOTE: -			

Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S1C1 m 4.50 - 5.10**

COMMESSA: **16252/17**

DURATA PROVE:

21/02 - 06/03/17

VERBALE ACC.: **071/17**

DATA CONSEGNA:

21/02/17

GEO - CERT. n°:

0

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia fine con limo argillosa marrone chiaro grigiastro con frammenti conchigliari

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

406.71

11.96

TERRA UMIDA (g)

673.67

194.7

TERRA ESSICATA* (g)

620.58

157.83

UMDITA' DETERMINATA (%)

24.8

25.3

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

25.0

* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S1C1 m 4.50 - 5.10**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

21/02 - 06/03/17

VERBALE ACC.: 071/17

DATA CONSEGNA:

21/02/17

GEO - CERT. n°: 0

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia fine con limo argillosa marrone chiaro grigiastro con frammenti conchigliari

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	92.14	92.14
ALTEZZA (cm)	2.00	2.00
DIAMETRO (cm)	6.06	6.06
MASSA LORDA (g)	240.34	241.09
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	2.01	2.02
MEDIA (Mg/m³)	=	2.02

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO

UNI EN ISO 17892-3

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S1C1 m 4.50 - 5.10		
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE:	21/02 - 06/03/17
VERBALE ACC.:	071/17	DATA CONSEGNA:	21/02/17
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia fine con limo argillosa marrone chiaro grigiastro con frammenti conchigliari

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 001)	2 (pic. 002)
terra (g):	12.77	14.62
temperatura (°C):	17.0	17.0
picnometro + acqua (g):	154.31	147.54
picnometro + terra (g):	162.38	156.75
fattore K	1.0006	1.0006
Peso specifico determinato (Mg/m^3):	2.719	2.704

Peso specifico calcolato (Mg/m^3): **2.711**

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S1C1 m 4.50 - 5.10**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 21/02 - 06/03/17

VERBALE ACC.: 071/17 DATA CONSEGNA: 21/02/17

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia fine con limo argilloso marrone chiaro grigiastro con frammenti conchigliari

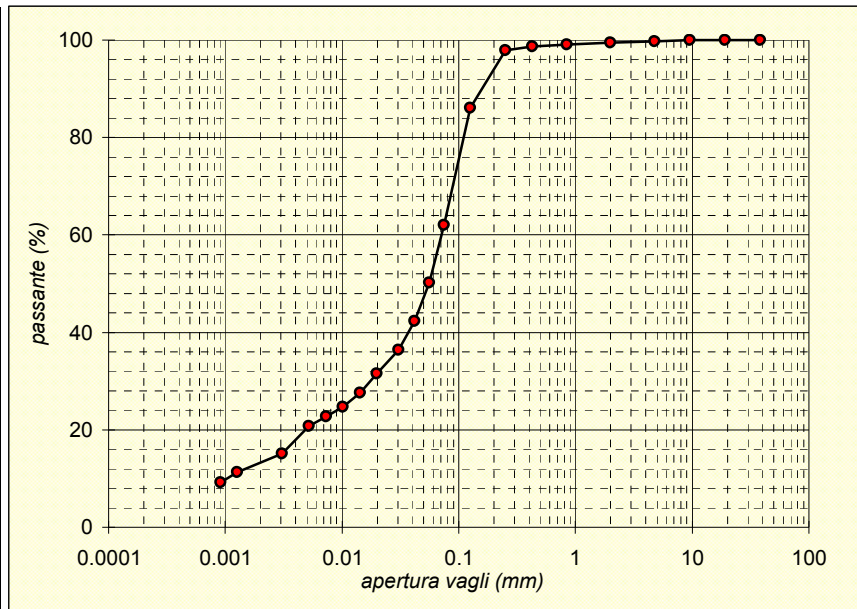
codici	vagli	trattenut	trattenut	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	38.1	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.1	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	9.51	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	4.75	0.53	0.25	99.75
291	setaccio	2.0	0.64	0.30	99.45
292	setaccio	0.850	0.90	0.42	99.03
293	setaccio	0.425	0.62	0.29	98.74
282	setaccio	0.250	1.69	0.79	97.95
283	setaccio	0.125	25.36	11.86	86.09
286	setaccio	0.075	51.54	24.10	62.00
-	calcolato	0.0560	25.30	11.83	49.83
-	calcolato	0.0416	16.77	7.84	57.68
-	calcolato	0.0304	12.58	5.88	63.56
-	calcolato	0.0198	10.48	4.90	68.46
-	calcolato	0.0143	8.39	3.92	72.38
-	calcolato	0.0102	6.29	2.94	75.32
-	calcolato	0.0073	4.19	1.96	77.28
-	calcolato	0.0052	4.19	1.96	79.24
-	calcolato	0.0031	12.21	5.71	84.95
-	calcolato	0.0013	8.01	3.75	88.69
-	calcolato	0.0009	4.56	2.13	90.83
-	calcolato	fondo	19.62	9.17	100.00
TOTALE		213.87		ϕ max (mm) = 6.0	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		50.01
t° C	Tempo (s)	Lettura
20.5	30	29.0
20.5	60	25.0
20.5	120	22.0
20.5	300	19.5
20.5	600	17.5
20.5	1200	16.0
20.5	2400	15.0
20.5	4800	14.0
21	14400	11.0
21.5	86400	9.0
21	172800	8.0
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.2%	0.5%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	37.8%	44.5%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	48.8%	41.7%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	13.2%	13.2%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore
dott. geol. Luciano Ross

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagno



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S1C1 m 4.50 - 5.10**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

21/02 - 06/03/17

VERBALE ACC.: 071/17

DATA CONSEGNA:

21/02/17

GEO - CERT. n°:

rev.00 del:

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:

CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital

Prova:

CONSOLIDATA DRENATA

Dimensioni provino:

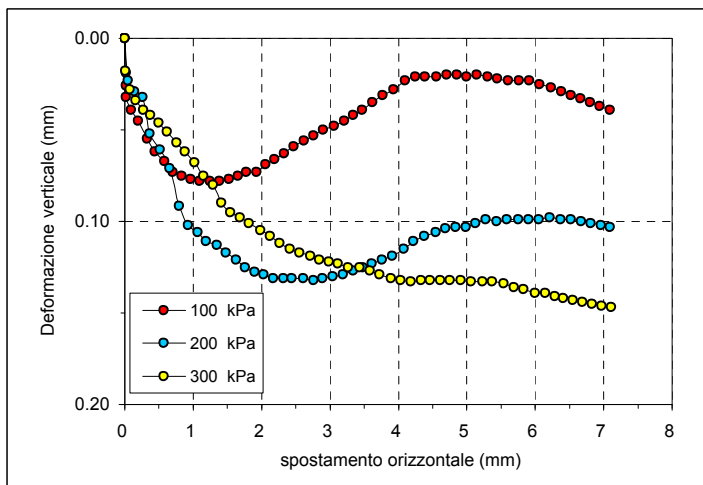
$\phi \times h = 60 \times 20$ mm

Velocità prova:

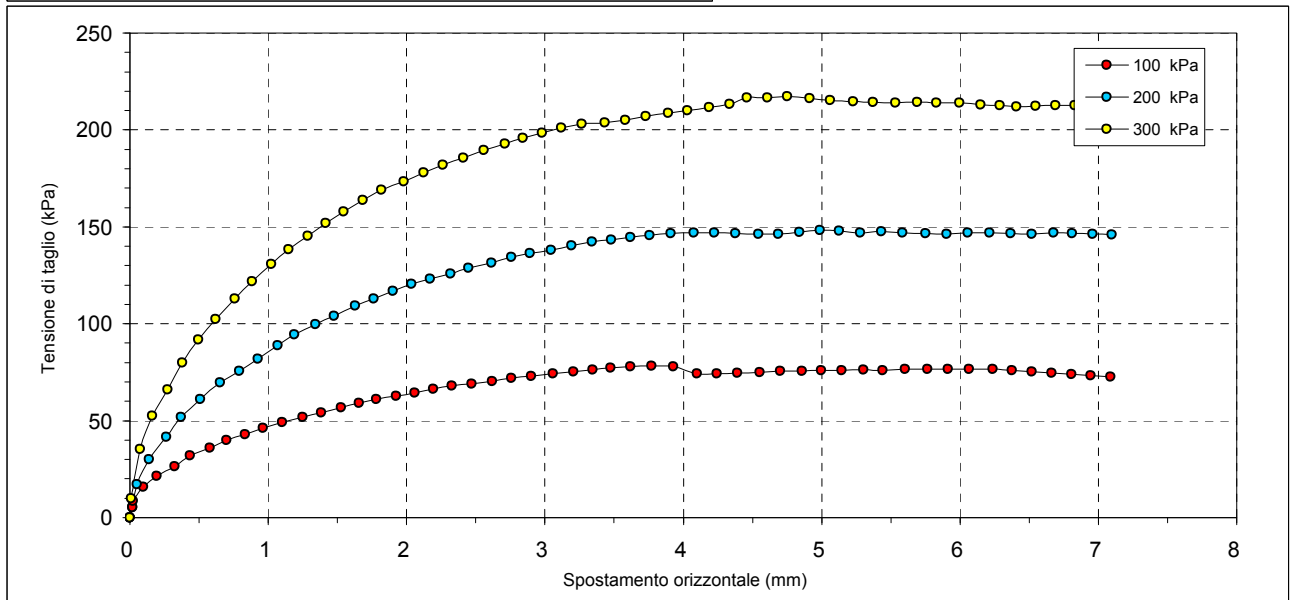
0,005 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE:

Sabbia fine con limo argillosa marrone chiaro grigiastro con frammenti conchigliari



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	24.8	24.8	24.8
γ ini (Mg/m ³)	2.01	2.02	2.02
γ_d ini (Mg/m ³)	1.61	1.62	1.62
S ini (%)	99	100	100
W fin (%)	20.5	17.5	14.0
γ fin (Mg/m ³)	2.10	2.16	2.24
γ_d fin (Mg/m ³)	1.74	1.84	1.97
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m ³)	2.711		
H fine cons (mm)	19.255	18.868	18.235



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comune di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S1C1 m 4.50 - 5.10**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 21/02 - 06/03/17

VERBALE ACC.: 071/17 DATA CONSEGNA: 21/02/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.017	5.211	0.019	0.050	17.212	0.023	0.008	10.028	0.018
0.018	5.372	0.026	0.137	30.029	0.029	0.075	35.349	0.028
0.023	8.471	0.032	0.265	41.748	0.032	0.163	52.406	0.034
0.096	15.771	0.039	0.369	51.929	0.052	0.271	66.163	0.039
0.194	21.442	0.045	0.511	61.108	0.061	0.378	79.869	0.042
0.325	26.263	0.055	0.651	69.653	0.071	0.494	91.686	0.046
0.436	31.910	0.062	0.791	75.708	0.092	0.619	102.494	0.051
0.578	35.882	0.067	0.924	81.836	0.102	0.758	112.850	0.057
0.700	39.807	0.073	1.071	88.989	0.106	0.884	121.970	0.062
0.835	43.067	0.075	1.187	94.336	0.111	1.023	130.940	0.068
0.962	46.350	0.077	1.344	99.854	0.113	1.148	138.448	0.075
1.099	49.082	0.078	1.476	103.906	0.117	1.288	145.377	0.080
1.247	51.882	0.078	1.631	109.180	0.121	1.414	152.079	0.090
1.385	54.224	0.078	1.763	112.988	0.125	1.545	157.773	0.095
1.529	56.749	0.077	1.901	116.968	0.128	1.684	163.719	0.098
1.655	58.953	0.075	2.035	120.581	0.129	1.818	168.934	0.101
1.782	60.950	0.073	2.170	123.096	0.131	1.980	173.419	0.105
1.927	62.764	0.073	2.319	125.879	0.131	2.122	178.030	0.108
2.059	64.509	0.069	2.446	128.711	0.131	2.262	181.885	0.112
2.191	66.414	0.066	2.612	131.348	0.131	2.412	185.689	0.115
2.326	68.044	0.063	2.758	134.351	0.132	2.559	189.594	0.117
2.469	68.962	0.059	2.891	136.279	0.131	2.710	192.794	0.119
2.618	70.386	0.056	3.044	138.184	0.130	2.843	195.692	0.121
2.758	72.107	0.053	3.191	140.308	0.129	2.982	198.539	0.122
2.899	73.118	0.050	3.340	142.261	0.127	3.118	201.235	0.123
3.059	74.242	0.048	3.479	143.359	0.125	3.268	202.998	0.125
3.208	75.459	0.045	3.616	144.629	0.123	3.435	203.804	0.125
3.345	76.354	0.042	3.758	145.557	0.121	3.580	205.115	0.127
3.473	77.204	0.039	3.908	146.509	0.119	3.728	206.929	0.129
3.620	77.938	0.035	4.076	147.021	0.115	3.889	208.844	0.131
3.772	78.168	0.031	4.224	146.924	0.111	4.029	210.003	0.132
3.927	77.916	0.028	4.376	146.680	0.108	4.187	211.766	0.133
4.099	74.265	0.023	4.544	146.313	0.106	4.334	213.278	0.132
4.245	74.334	0.021	4.689	146.436	0.104	4.459	216.528	0.132
4.391	74.587	0.021	4.839	147.217	0.103	4.610	216.805	0.132
4.554	74.908	0.021	4.990	148.120	0.103	4.754	217.234	0.132
4.703	75.505	0.020	5.125	147.949	0.101	4.914	216.453	0.132
4.857	75.689	0.020	5.281	146.997	0.099	5.062	215.394	0.133
4.998	75.803	0.021	5.434	147.510	0.100	5.228	214.739	0.133
5.145	76.102	0.020	5.584	146.948	0.099	5.372	214.386	0.133
5.303	76.148	0.021	5.752	146.680	0.099	5.536	214.034	0.134
5.442	76.010	0.022	5.904	146.436	0.099	5.693	214.185	0.136
5.604	76.492	0.023	6.058	146.899	0.099	5.832	214.160	0.137
5.763	76.515	0.023	6.214	147.046	0.098	5.998	213.857	0.139
5.914	76.538	0.023	6.368	146.729	0.099	6.151	213.152	0.139
6.066	76.561	0.025	6.521	146.191	0.099	6.286	212.749	0.141
6.236	76.584	0.027	6.675	146.924	0.100	6.409	212.119	0.142
6.378	75.918	0.029	6.813	146.655	0.101	6.549	212.320	0.143
6.520	75.253	0.031	6.957	146.460	0.102	6.689	212.522	0.144
6.662	74.587	0.033	7.096	146.069	0.103	6.829	212.724	0.145
6.804	73.921	0.035				6.969	212.925	0.146
6.946	73.255	0.037				7.109	213.127	0.147
7.088	72.590	0.039						

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S1C1 m 4.50 - 5.10**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

21/02 - 06/03/17

VERBALE ACC.: 071/17

DATA CONSEGNA:

21/02/17

GEO - CERT. n°:

rev.00 del:

Consolidazione Provino 1

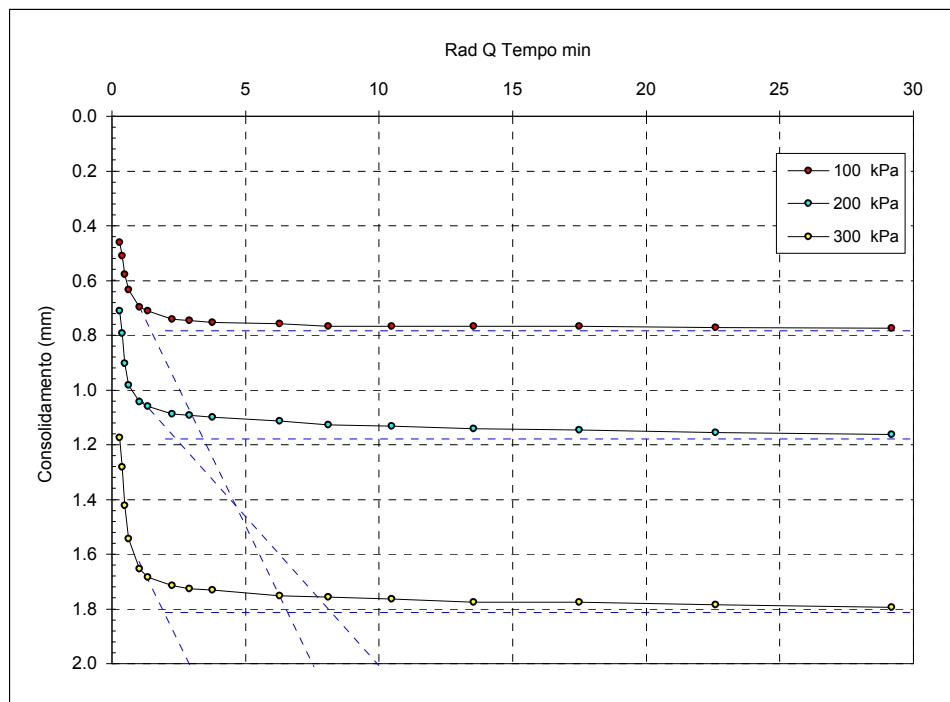
100 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.460
0.14	0.511
0.23	0.578
0.39	0.633
1.08	0.698
1.81	0.712
5.05	0.742
8.44	0.746
14.09	0.753
39.29	0.757
65.61	0.767
109.58	0.767
182.98	0.767
305.58	0.768
510.33	0.771
852.27	0.775

Consolidazione Provino 2

200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.710
0.14	0.792
0.23	0.903
0.39	0.982
1.08	1.044
1.81	1.059
5.05	1.087
8.44	1.093
14.09	1.099
39.29	1.113
65.61	1.128
109.58	1.132
182.98	1.142
305.58	1.146
510.33	1.155
852.27	1.162

Consolidazione Provino 3

300 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	1.174
0.14	1.282
0.23	1.422
0.39	1.543
1.08	1.654
1.81	1.684
5.05	1.715
8.44	1.726
14.09	1.732
39.29	1.752
65.61	1.756
109.58	1.765
182.98	1.776
305.58	1.776
510.33	1.786
852.27	1.795



t_{100} min
(Bishop ed Henkel)

Provino 1

2.1

Provino 2

5.7

Provino 3

3.8

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

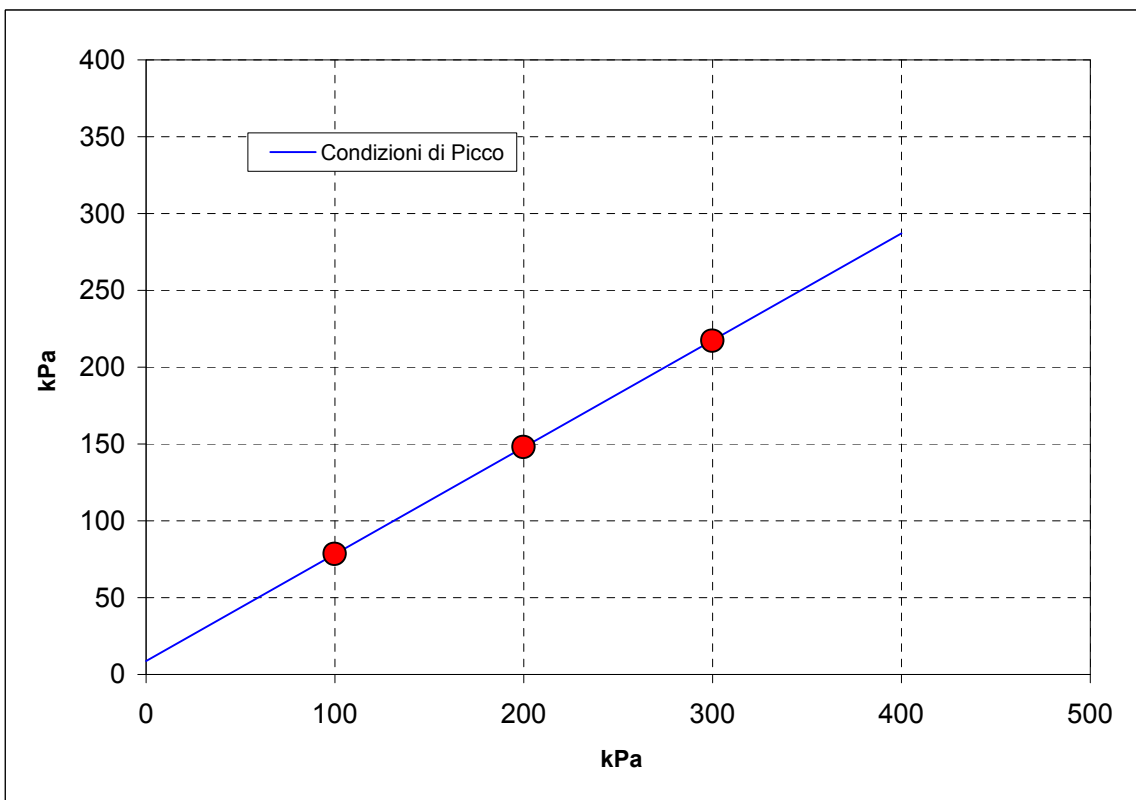
Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S1C1		
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE:	21/02 - 06/03/17
VERBALE ACC.:	071/17	DATA CONSEGNA:	21/02/17

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	78.17	148.12	217.23
Condizioni di Picco	Coesione: 8.78 kPa		Angolo di attrito: 35°





elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
DS DIBAS 10001/10002



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

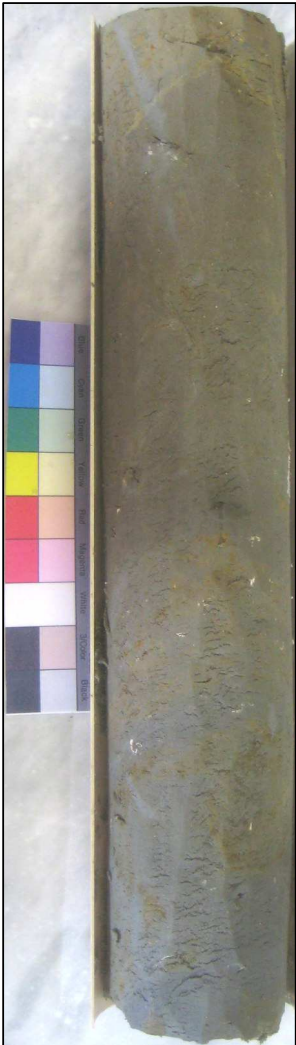
® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)
CAMPIONE:	S1C2 m9,00 - 9,50
COMMESSA:	16252/17
VERBALE ACC.:	071/17
DATA CONSEGNA:	21/02/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 9,00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 50 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	300	58	DESCRIZIONE: Limo argilloso sabbioso marrone grigiastro con striature rossastre, presenti frammenti conchigliari
			W naturale (%) 22.9 γ naturale(Mg/m ³) 2.05 γ secco (Mg/m ³) 1.67 γ immerso (Mg/m ³) 1.05 porosità (%) 39 indice dei vuoti 0.63 grado di saturazione (%) 99 massa specifica (Mg/m ³) 2.712
			PROVE ESEGUITE Umidità Naturale SI Trassiale UU - Limiti Atterberg - Trassiale CIU - Gran. Setacciatura SI Edometria SI Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto - Peso di Volume SI Espansione L.L. - Peso Specifico SI Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante - Taglio Torsionale Cicl. -
			NOTE: -
9.50 basso	290	54	

Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS CHAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S1C2 m 9,00 - 9,50**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

21/02 - 06/03/17

VERBALE ACC.: 071/17

DATA CONSEGNA:

21/02/17

GEO - CERT. n°: 0

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso marrone grigiastro con striature rossastre, presenti frammenti conchigliari

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

382.81

12.11

TERRA UMIDA (g)

735.33

215.89

TERRA ESSICATA* (g)

669.52

178.04

UMDITA' DETERMINATA (%)

23.0

22.8

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

22.9

* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S1C2 m 9,00 - 9,50**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

21/02 - 06/03/17

VERBALE ACC.: 071/17

DATA CONSEGNA:

21/02/17

GEO - CERT. n°: 0

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso marrone grigiastro con striature rossastre, presenti frammenti conchigliari

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	55.19	43.36
ALTEZZA (cm)	2.00	2.01
DIAMETRO (cm)	5.00	5.99
MASSA LORDA (g)	135.68	158.96
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	2.05	2.04
MEDIA (Mg/m³)	=	2.05

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO

UNI EN ISO 17892-3

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S1C2	m 9,00 - 9,50	
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE:	21/02 - 06/03/17
VERBALE ACC.:	071/17	DATA CONSEGNA:	21/02/17
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso marrone grigiastro con striature rossastre, presenti frammenti conchigliari

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 001)	2 (pic. 002)
terra (g):	13.22	12.83
temperatura (°C):	17.0	17.0
picnometro + acqua (g):	149.17	149.74
picnometro + terra (g):	157.51	157.84
fattore K	1.0006	1.0006
Peso specifico determinato (Mg/m^3):	2.711	2.714

Peso specifico calcolato (Mg/m^3): **2.712**

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S1C2 m 9,00 - 9,50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 21/02 - 06/03/17

VERBALE ACC.: 071/17 DATA CONSEGNA: 21/02/17

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

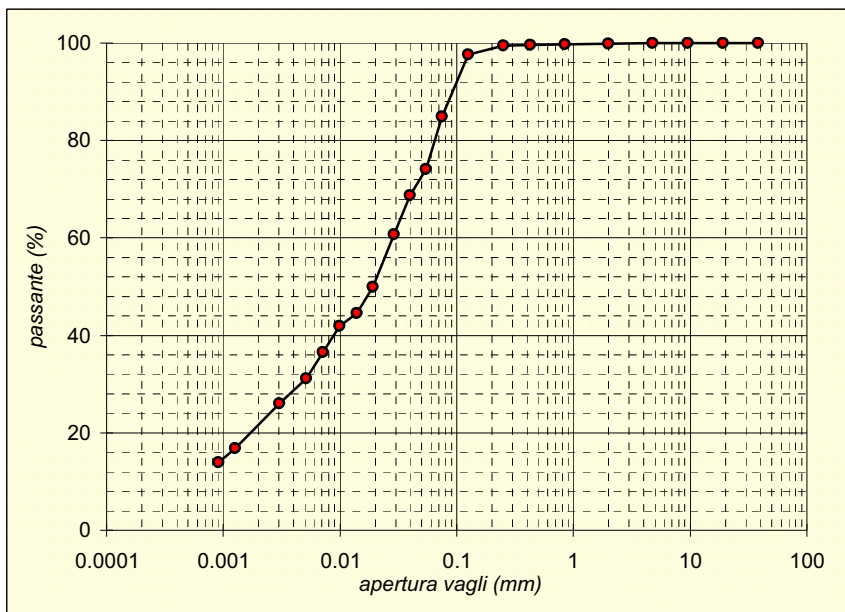
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso marrone grigiastro con striature rossastre, presenti frammenti conchigliari

codici	vagli	trattenut	trattenut	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	38.1	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.1	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	9.51	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	4.75	0.00	0.00	100.00
291	setaccio	2.0	0.36	0.13	99.87
292	setaccio	0.850	0.33	0.12	99.76
293	setaccio	0.425	0.29	0.10	99.66
282	setaccio	0.250	0.40	0.14	99.52
283	setaccio	0.125	5.34	1.86	97.66
286	setaccio	0.075	36.45	12.71	84.94
-	calcolato	0.0545	31.07	10.84	74.11
-	calcolato	0.0396	15.40	5.37	68.73
-	calcolato	0.0291	23.10	8.06	60.68
-	calcolato	0.0192	30.80	10.74	49.93
-	calcolato	0.0139	15.40	5.37	44.56
-	calcolato	0.0099	7.70	2.69	41.87
-	calcolato	0.0072	15.40	5.37	36.50
-	calcolato	0.0052	15.40	5.37	31.13
-	calcolato	0.0030	14.72	5.13	25.99
-	calcolato	0.0013	26.27	9.16	16.83
-	calcolato	0.0009	8.38	2.92	13.91
-	fondo	39.88	13.91	100.00	0.00
TOTALE		286.71		ϕ max (mm) = 2.6	

Passante effettivo setaccio		50.00
0.075 (g) in areometro		
t° C	Tempo (s)	Lettura
20.5	30	31.0
20.5	60	29.0
20.5	120	26.0
20.5	300	22.0
20.5	600	20.0
20.5	1200	19.0
20.5	2400	17.0
20.5	4800	15.0
21	14400	13.0
21.5	86400	9.5
21	172800	8.5
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.1%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	15.1%	20.9%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	63.3%	57.4%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	21.7%	21.7%

Soluzione disperdente preparata al momento



Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Ross

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagno

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea

CANTIERE: Comunie di Peccioli (PI)

CAMPIONE: S1C2 m 9,00 - 9,50

COMMESSA: 16252/17 **DURATA PROVE DAL:** 21/02 - 06/03/17

VERBALE ACC.: 071/17 **DATA CONSEGNA:** 21/02/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

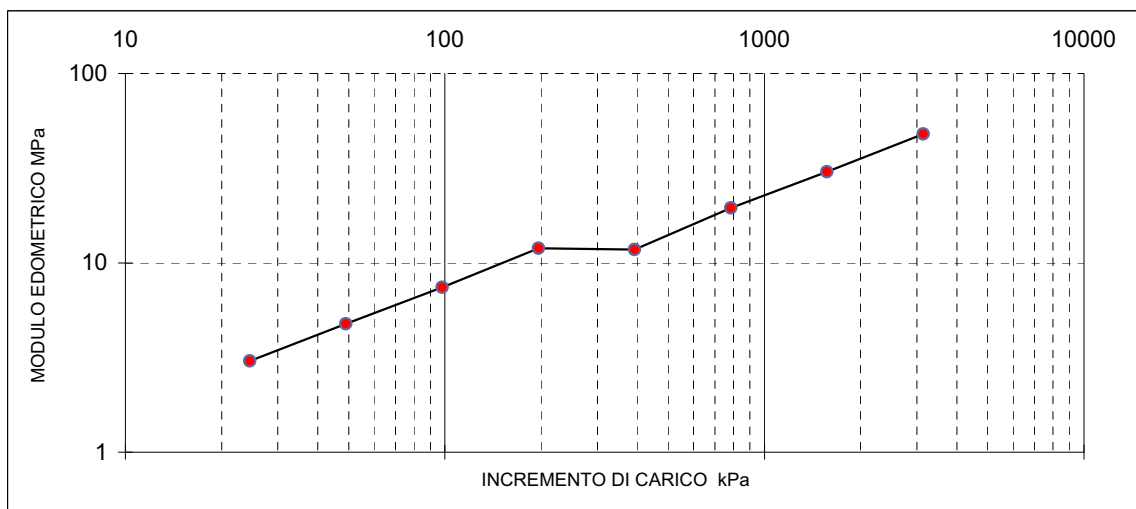
edometro n: Ed 14

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE: Limo argilloso sabbioso marrone grigiastro con striature rossastre, presenti frammenti conchigliari

Dp	DH	epsilon	e	e (t100)	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)			(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(MPa)
12.3	0.025	0.12	0.625	0.625			
24.5	0.105	0.53	0.619	0.619	0.054	0.033	3.04
49.1	0.208	1.04	0.610	0.611	0.034	0.021	4.77
98.1	0.340	1.70	0.599	0.602	0.022	0.013	7.43
196.2	0.505	2.52	0.586	0.587	0.014	0.008	11.94
392.4	0.839	4.19	0.559	0.562	0.014	0.009	11.75
784.8	1.241	6.21	0.526	0.532	0.008	0.005	19.51
1569.6	1.759	8.80	0.484	0.491	0.005	0.003	30.30
3139.2	2.415	12.08	0.431	0.442	0.003	0.002	47.85
784.8	2.278	11.39	0.442	0.442			
196.2	2.133	10.67	0.454	0.452			
49.1	1.945	9.72	0.469	0.466			

Dati provino	Iniziale	Finale
Altezza provino (mm)	20.000	18.055
Umidità (%):	23.0	17.3
Massa volumica apparente (Mg/m ³):	2.05	2.17
Massa volumica apparente secca (Mg/m ³):	1.67	1.85
Indice dei vuoti:	0.63	0.47
Grado di Saturazione (%):	99.3	100.0
Massa volumica reale (Mg/m ³)	2.71	

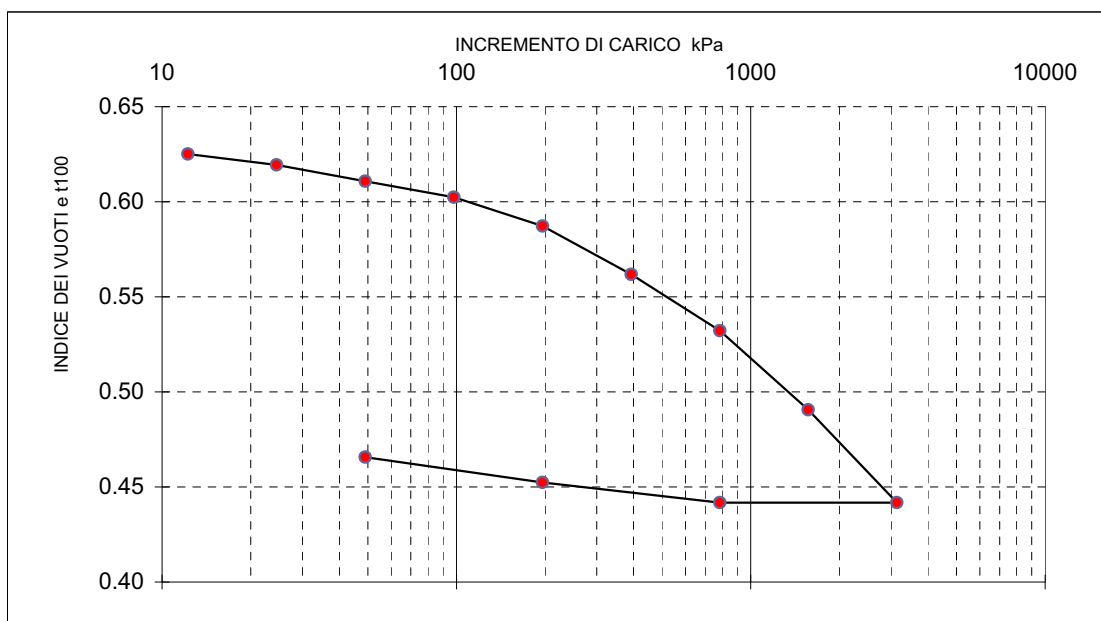
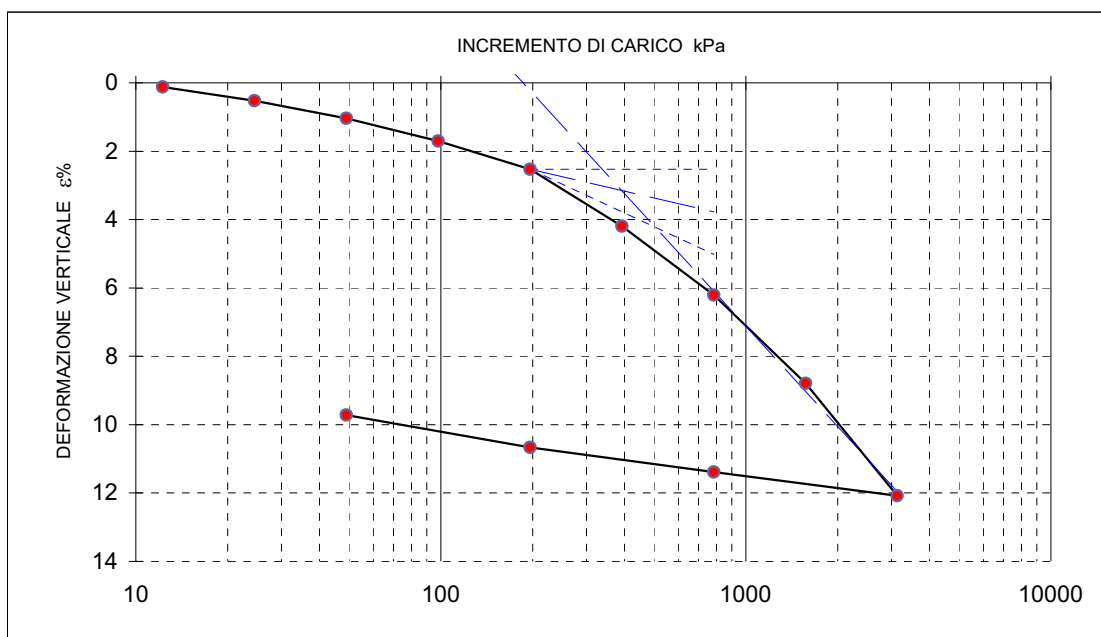

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S1C2	m 9,00 - 9,50	
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE DAL:	21/02 - 06/03/17
VERBALE ACC.:	071/17	DATA CONSEGNA:	21/02/17
GEO - CERT. n°:	rev.00 del:		


Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea

CANTIERE: Comunie di Peccioli (PI)

CAMPIONE: S1C2 m 9,00 - 9,50

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE DAL: 21/02 - 06/03/17

VERBALE ACC.: 071/17 DATA CONSEGNA: 21/02/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	12.3	24.5	49.1	98.1	196.2	392.4
0.08	0.023	0.038	0.130	0.238	0.382	0.629
0.14	0.024	0.039	0.133	0.242	0.392	0.648
0.23	0.024	0.042	0.138	0.245	0.404	0.669
0.39	0.025	0.045	0.143	0.248	0.416	0.691
1.08	0.000	0.054	0.158	0.268	0.444	0.732
1.81	0.000	0.060	0.168	0.280	0.461	0.751
5.05	0.000	0.076	0.186	0.300	0.481	0.777
8.44	0.000	0.084	0.191	0.305	0.488	0.787
14.09	0.000	0.091	0.196	0.309	0.493	0.794
39.29	0.000	0.098	0.201	0.320	0.500	0.806
65.61	0.000	0.101	0.203	0.324	0.503	0.814
109.58	0.000	0.104	0.204	0.328	0.505	0.819
182.98	0.000	0.105	0.206	0.332	0.507	0.825
305.58	0.000	0.000	0.207	0.336	0.509	0.829
510.33	0.000	0.000	0.208	0.340	0.512	0.832
852.27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.514	0.835
1423.30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.516	0.839

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	784.8	1569.6	3139.2	784.8	196.2	49.1
0.08	0.966	1.381	1.845	2.363	2.241	2.097
0.14	0.986	1.410	1.938	2.302	2.203	2.093
0.23	1.015	1.450	2.005	2.298	2.191	2.087
0.39	1.045	1.493	2.064	2.295	2.183	2.079
1.08	1.097	1.570	2.169	2.290	2.173	2.055
1.81	1.121	1.598	2.209	2.288	2.166	2.042
5.05	1.154	1.644	2.264	2.286	2.153	2.012
8.44	1.166	1.659	2.283	2.284	2.150	1.996
14.09	1.177	1.669	2.299	2.283	2.148	1.985
39.29	1.191	1.692	2.330	2.282	2.144	1.974
65.61	1.200	1.703	2.342	2.281	2.142	1.968
109.58	1.206	1.712	2.353	2.280	2.140	1.966
182.98	1.213	1.725	2.369	2.279	2.139	1.961
305.58	1.219	1.735	2.378	2.279	2.137	1.956
510.33	1.228	1.744	2.392	2.278	2.136	1.953
852.27	1.233	1.751	2.403	2.278	2.134	1.948
1423.30	1.241	1.759	2.415	2.278	2.133	1.945

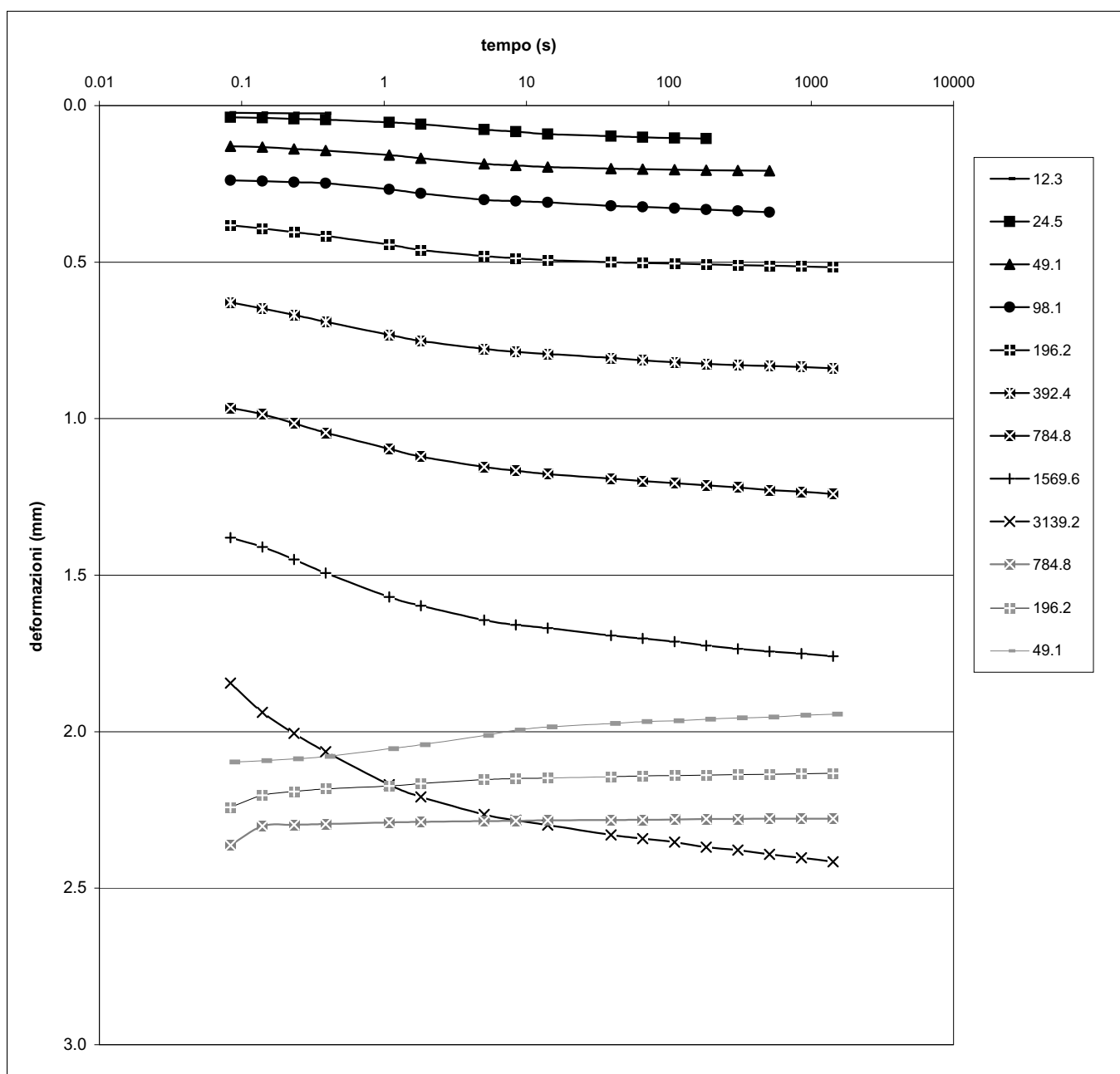
Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Il Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

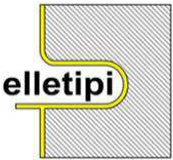
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S1C2	m 9,00 - 9,50	
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE DAL:	21/02 - 06/03/17
VERBALE ACC.:	071/17	DATA CONSEGNA:	21/02/17
GEO - CERT. n°:	rev.00 del:		


Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

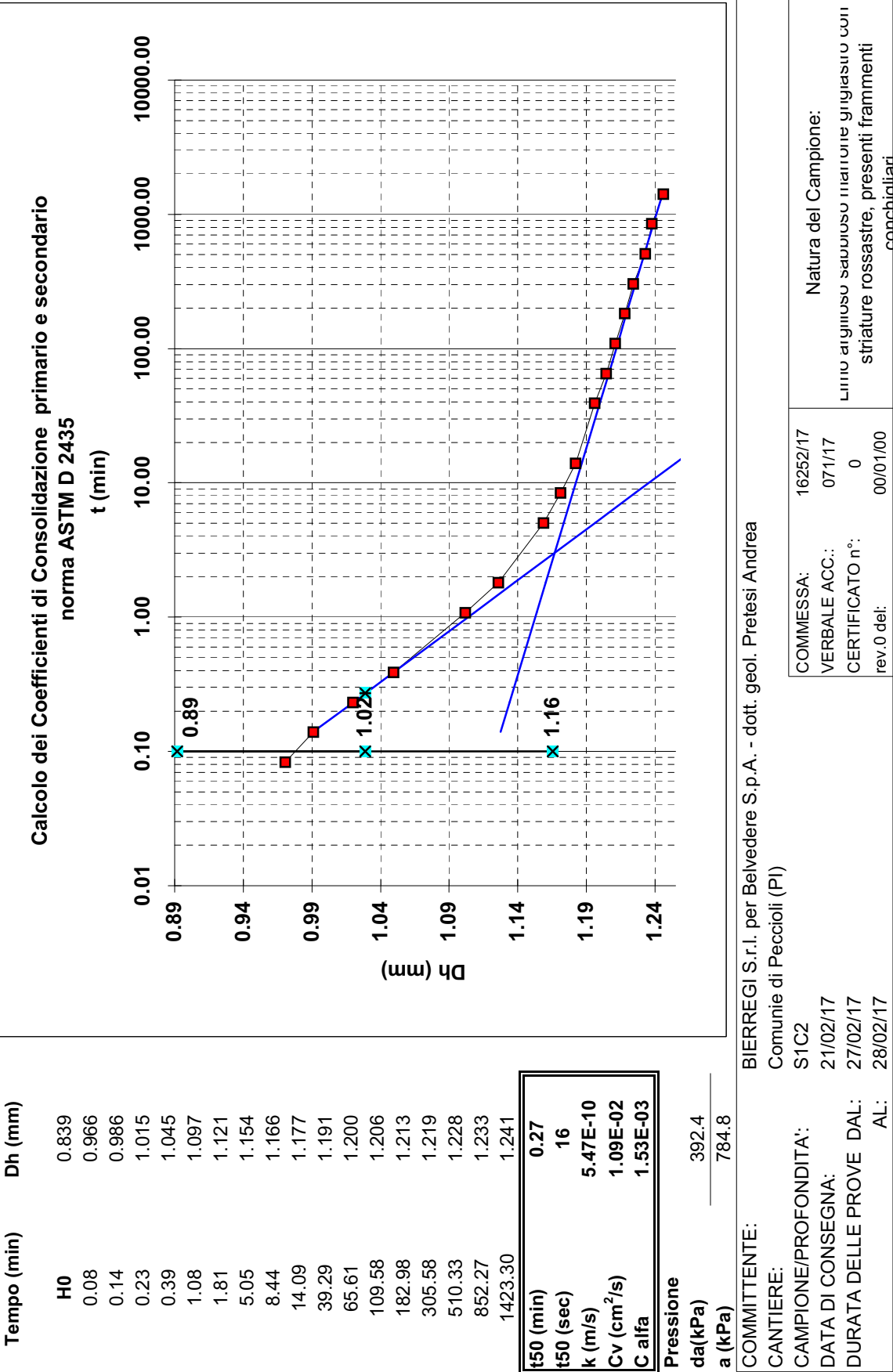


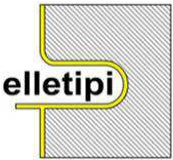
elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC





elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

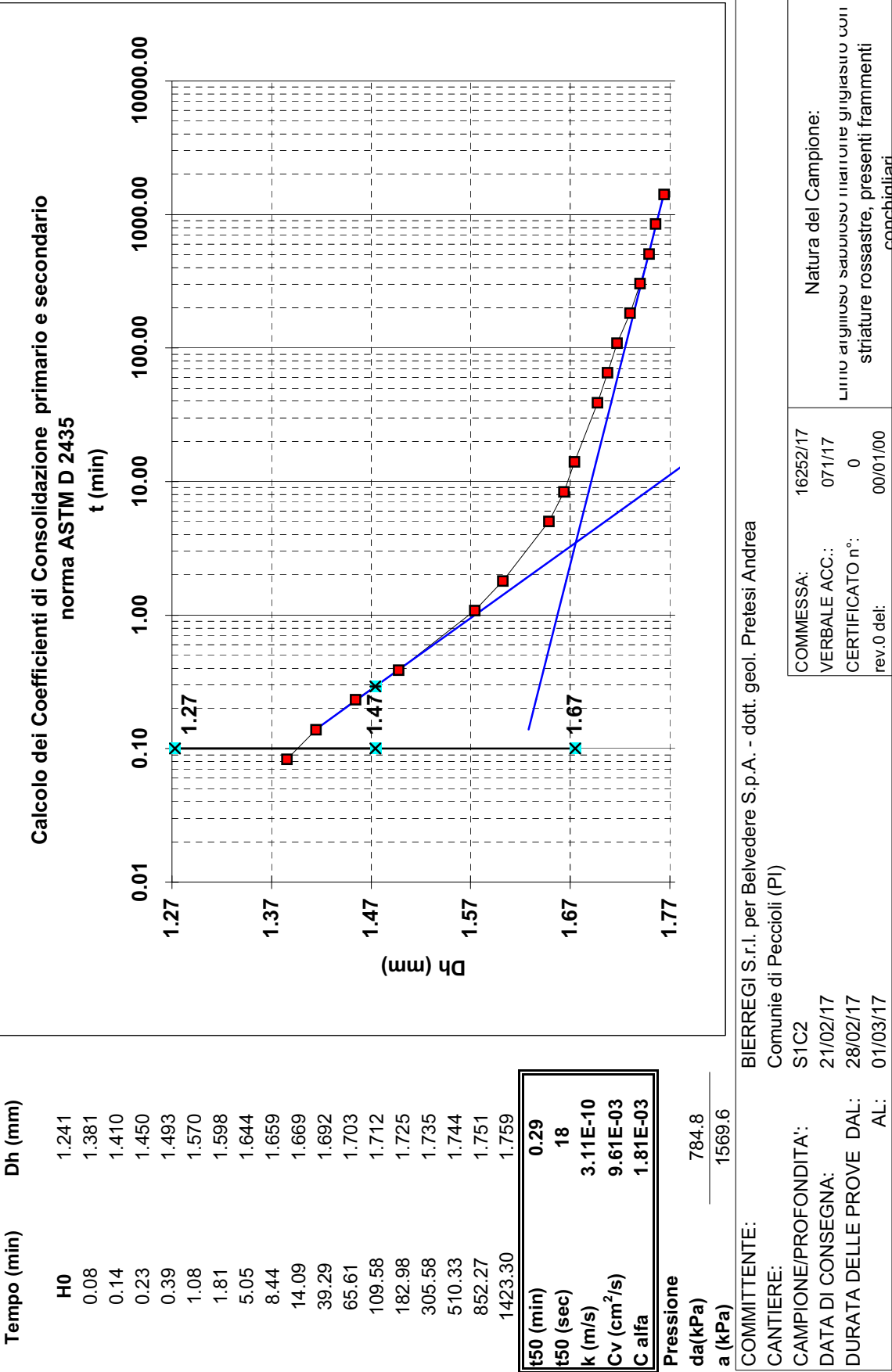
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

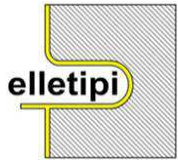
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC





elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

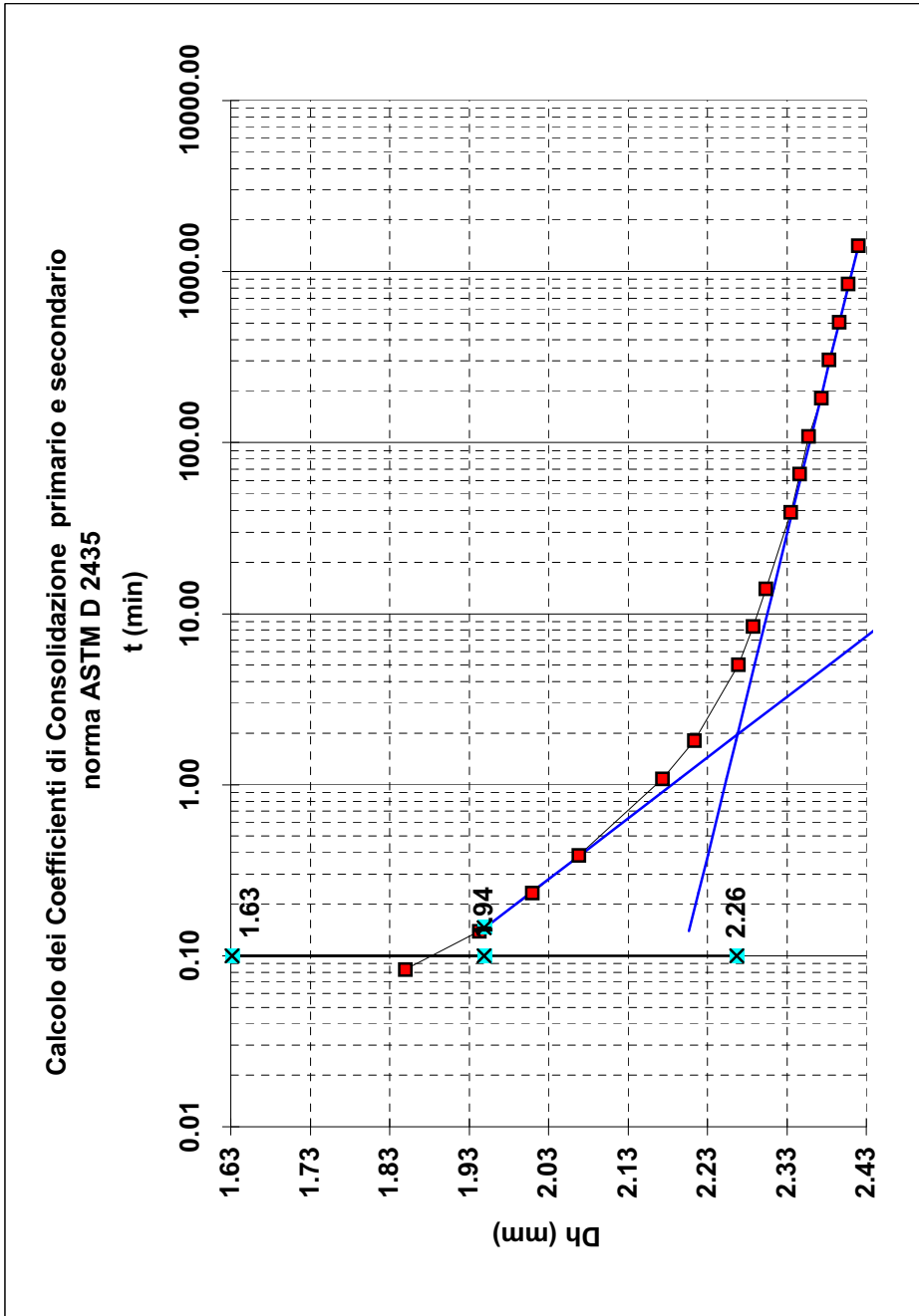
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)

H0

1.759

0.08

1.845

0.14

1.938

0.23

2.005

0.39

2.064

1.08

2.169

1.81

2.209

5.05

2.264

8.44

2.283

14.09

2.299

39.29

2.330

65.61

2.342

109.58

2.353

182.98

2.369

305.58

2.378

510.33

2.392

852.27

2.403

1423.30

2.415

0.15

9

3.70E-10

1.80E-02

2.92E-03

C alfa

Pressione

da(kPa)

1569.6

a (kPa)

3139.2

COMMITTENTE: BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea

CANTIERE: Comune di Peccioli (PI)

CAMPIONE/PROFONDITA': S1C2

DATA DI CONSEGNA: 21/02/17

DURATA DELLE PROVE DAL: 01/03/17

AL: 02/03/17

COMMESSA: 16252/17

VERBALE ACC.: 071/17

CERTIFICATO n°: 0

rev.0 del:

Natura del Campione:

Lutto arginoso sabbioso riunito grigiastro con
striature rossastre, presenti frammenti
conchigliari

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BSI DIN EN ISO 9001:2008



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)
CAMPIONE:	S2C1 m 3.00 - 3.50
COMMESSA:	16252/17
VERBALE ACC.:	037/17
DATA CONSEGNA:	31/01/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 3.00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 54 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	210	30	DESCRIZIONE: Limo con sabbia fine argilloso marrone chiaro
			W naturale (%) 27.4 γ naturale(Mg/m ³) 1.97 γ secco (Mg/m ³) 1.54 γ immerso (Mg/m ³) 0.98 porosità (%) 43 indice dei vuoti 0.77 grado di saturazione (%) 97 massa specifica (Mg/m ³) 2.726
			PROVE ESEGUITE Umidità Naturale SI Trassiale UU - Limiti Atterberg - Trassiale CIU - Gran. Setacciatura SI Edometria - Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto SI Peso di Volume SI Espansione L.L. - Peso Specifico SI Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante - Taglio Torsionale Cicl. -
			NOTE: -
3.50 basso			

Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS CHAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S2C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: **16252/17**

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: **037/17**

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°:

0

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine argilloso marrone chiaro

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

676.82

11.95

TERRA UMIDA (g)

993.37

276.78

TERRA ESSICATA* (g)

926.39

218.84

UMDITA' DETERMINATA (%)

26.8

28.0

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

27.4

* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S2C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°: 0

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine argilloso marrone chiaro

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	92.14	92.13
ALTEZZA (cm)	2.00	2.00
DIAMETRO (cm)	6.06	6.06
MASSA LORDA (g)	237.05	236.50
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	1.97	1.96
MEDIA (Mg/m³)	=	1.97

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO

UNI EN ISO 17892-3

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S2C1 m 3.00 - 3.50		
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE:	31/01 - 10/02/17
VERBALE ACC.:	037/17	DATA CONSEGNA:	31/01/17
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine argilloso marrone chiaro

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 001)	2 (pic. 002)
terra (g):	14.06	13.07
temperatura (°C):	15.0	15.0
picnometro + acqua (g):	154.37	147.56
picnometro + terra (g):	163.27	155.83
fattore K	1.0007	1.0007
Peso specifico determinato (Mg/m^3):	2.727	2.725

Peso specifico calcolato (Mg/m^3): **2.726**

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S2C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

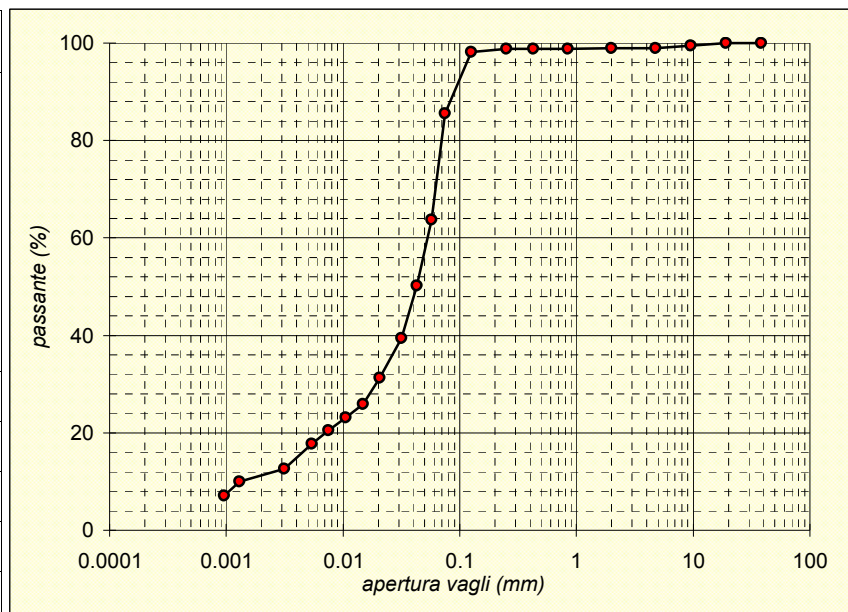
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine argilloso marrone chiaro

codici	vaglic	trattenut	trattenut	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	38.1	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.1	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	9.51	1.23	0.49	99.51
290	setaccio	4.75	1.29	1.01	98.99
291	setaccio	2.0	0.26	1.11	98.89
292	setaccio	0.850	0.13	1.17	98.83
293	setaccio	0.425	0.05	1.19	98.81
282	setaccio	0.250	0.14	1.24	98.76
283	setaccio	0.125	1.37	1.79	98.21
286	setaccio	0.075	31.49	14.41	85.59
-	calcolato	0.0572	54.70	36.32	63.68
-	calcolato	0.0428	33.68	49.82	50.18
-	calcolato	0.0316	26.95	60.62	39.38
-	calcolato	0.0206	20.21	68.72	31.28
-	calcolato	0.0148	13.47	74.12	25.88
-	calcolato	0.0106	6.74	76.81	23.19
-	calcolato	0.0075	6.74	79.51	20.49
-	calcolato	0.0054	6.74	82.21	17.79
-	calcolato	0.0031	12.87	87.37	12.63
-	calcolato	0.0013	6.74	90.07	9.93
-	calcolato	0.0010	6.97	92.86	7.14
-	fondo	17.81	7.14	100.00	0.00
TOTALE		249.57	ϕ max (mm) = 11.8		

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		49.99
t° C	Tempo (s)	Lettura
20.5	30	27.0
20.5	60	22.0
20.5	120	18.0
20.5	300	15.0
20.5	600	13.0
20.5	1200	12.0
20.5	2400	11.0
20.5	4800	10.0
21	14400	8.0
21	86400	7.0
18	172800	6.5
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	1.0%	1.1%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	13.4%	27.4%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	74.3%	60.3%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	11.3%	11.3%

Soluzione disperdente preparata al momento



Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Ross

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagno

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S2C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°:

rev.00 del:

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:

CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital

Prova:

CONSOLIDATA DRENATA

Dimensioni provino:

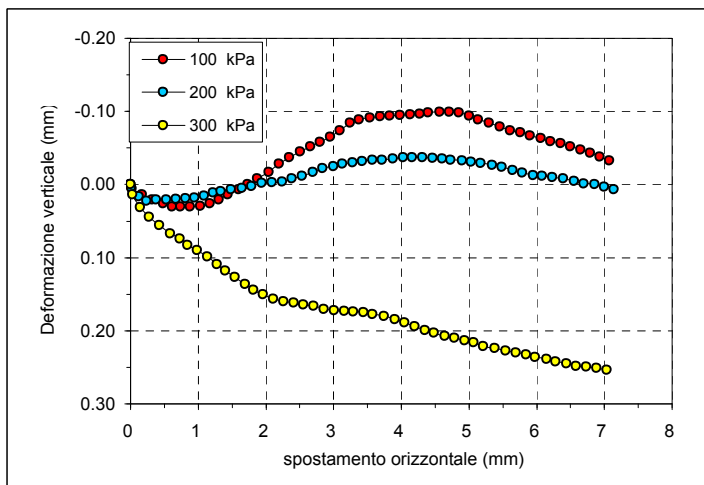
$\phi \times h = 60 \times 20$ mm

Velocità prova:

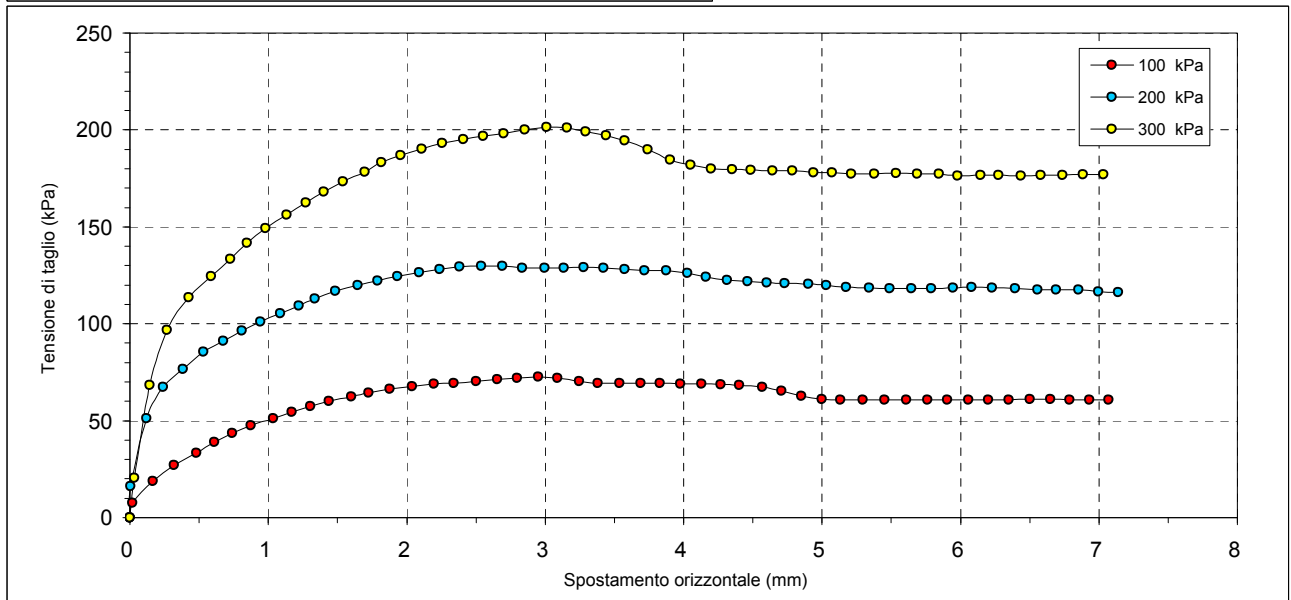
0,005 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine argilloso marrone chiaro



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	26.8	26.8	26.8
γ ini (Mg/m ³)	1.97	1.96	1.97
γ_d ini (Mg/m ³)	1.55	1.55	1.55
S ini (%)	97	96	97
W fin (%)	25.8	24.1	20.4
γ fin (Mg/m ³)	2.01	2.04	2.11
γ_d fin (Mg/m ³)	1.60	1.64	1.75
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m ³)	2.726		
H fine cons (mm)	19.568	19.260	18.925



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comune di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S2C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.019	7.456	0.006	0.005	16.306	0.004	0.032	20.635	0.014
0.167	18.769	0.014	0.120	51.211	0.016	0.143	68.304	0.031
0.318	27.053	0.021	0.239	67.215	0.022	0.270	96.901	0.044
0.482	33.444	0.026	0.382	76.730	0.021	0.427	113.530	0.056
0.612	39.030	0.030	0.532	85.683	0.021	0.587	124.515	0.067
0.742	43.621	0.030	0.673	91.263	0.020	0.725	133.485	0.074
0.875	47.550	0.030	0.810	96.345	0.019	0.845	141.572	0.083
1.034	51.124	0.029	0.942	101.103	0.018	0.981	149.232	0.090
1.168	54.580	0.026	1.085	105.363	0.015	1.135	156.185	0.099
1.303	57.515	0.021	1.222	109.472	0.011	1.272	162.535	0.109
1.438	60.166	0.014	1.337	113.106	0.009	1.400	168.078	0.118
1.598	62.462	0.007	1.484	116.782	0.007	1.541	173.419	0.127
1.726	64.379	0.000	1.645	119.788	0.005	1.695	178.181	0.136
1.877	66.249	-0.008	1.790	122.318	0.002	1.817	183.220	0.144
2.038	67.858	-0.017	1.934	124.503	-0.002	1.958	186.798	0.150
2.196	68.947	-0.028	2.089	126.406	-0.003	2.108	190.149	0.156
2.341	69.515	-0.037	2.237	127.984	-0.004	2.257	193.071	0.160
2.502	70.320	-0.045	2.380	129.304	-0.008	2.410	195.087	0.162
2.653	71.172	-0.052	2.537	129.952	-0.012	2.553	196.775	0.164
2.798	72.047	-0.058	2.693	129.650	-0.017	2.702	198.236	0.166
2.950	72.521	-0.065	2.836	128.914	-0.022	2.854	200.076	0.170
3.088	71.929	-0.074	2.997	128.676	-0.025	3.011	201.411	0.172
3.246	70.414	-0.084	3.133	128.849	-0.028	3.157	201.134	0.173
3.379	69.396	-0.089	3.280	129.044	-0.030	3.291	199.194	0.174
3.536	69.231	-0.091	3.421	128.936	-0.032	3.440	197.027	0.175
3.689	69.325	-0.093	3.576	128.201	-0.034	3.575	194.533	0.177
3.830	69.278	-0.094	3.717	127.617	-0.034	3.741	189.922	0.180
3.978	69.112	-0.095	3.873	127.379	-0.035	3.905	184.555	0.184
4.129	68.876	-0.096	4.026	126.233	-0.037	4.052	181.910	0.189
4.270	68.686	-0.097	4.164	124.113	-0.037	4.200	179.945	0.194
4.401	68.237	-0.098	4.313	122.578	-0.037	4.352	179.642	0.199
4.567	67.361	-0.099	4.462	121.799	-0.036	4.486	179.390	0.203
4.706	65.325	-0.099	4.601	121.172	-0.035	4.643	179.113	0.207
4.852	62.675	-0.098	4.732	120.826	-0.034	4.788	179.038	0.210
5.000	61.207	-0.094	4.902	120.523	-0.033	4.940	178.030	0.213
5.134	60.899	-0.089	5.031	119.788	-0.031	5.071	178.030	0.216
5.295	60.686	-0.084	5.176	118.923	-0.029	5.213	177.223	0.221
5.453	60.615	-0.079	5.343	118.512	-0.027	5.377	177.475	0.224
5.607	60.686	-0.074	5.488	118.274	-0.024	5.537	177.828	0.227
5.761	60.781	-0.071	5.645	118.144	-0.020	5.689	177.450	0.230
5.903	60.686	-0.067	5.790	118.166	-0.016	5.843	177.425	0.233
6.060	60.639	-0.063	5.947	118.447	-0.013	5.981	176.417	0.236
6.201	60.734	-0.059	6.082	118.728	-0.012	6.146	176.644	0.239
6.351	60.899	-0.056	6.228	118.447	-0.010	6.275	176.720	0.242
6.500	60.947	-0.052	6.397	118.123	-0.008	6.436	176.417	0.245
6.649	60.947	-0.048	6.555	117.582	-0.005	6.582	176.720	0.248
6.790	60.899	-0.043	6.692	117.517	-0.001	6.736	176.694	0.249
6.931	60.852	-0.038	6.852	117.431	0.000	6.885	176.888	0.251
7.072	60.805	-0.033	6.997	116.717	0.003	7.035	177.026	0.253
			7.142	116.306	0.007			

Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
 dott.geol. Luciano Rossi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S2C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°:

rev.00 del:

Consolidazione Provino 1

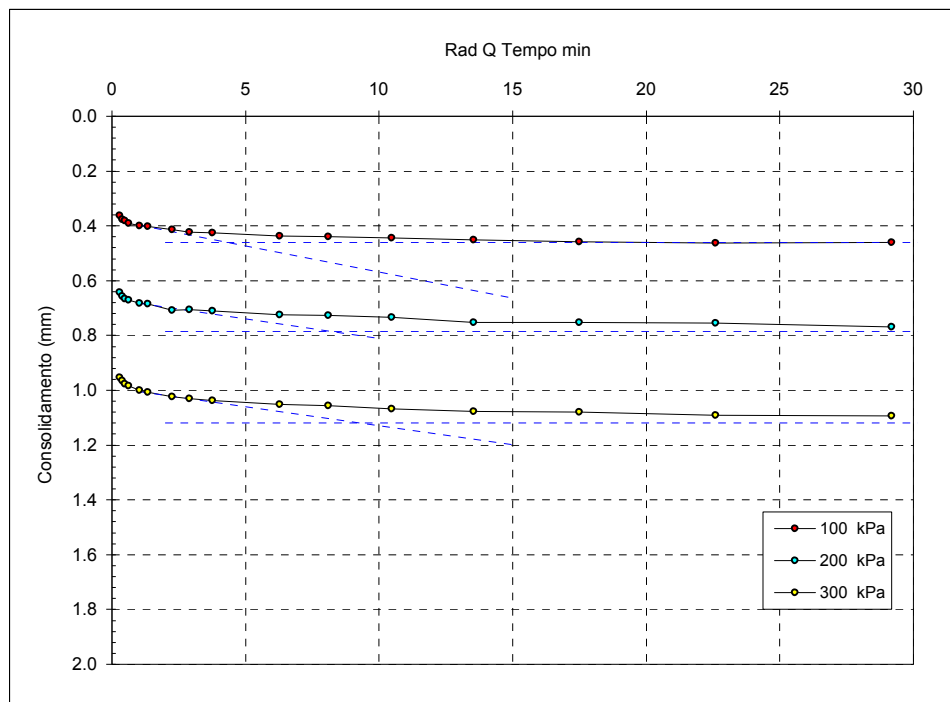
100 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.361
0.14	0.376
0.23	0.382
0.39	0.389
1.08	0.398
1.81	0.403
5.05	0.414
8.44	0.422
14.09	0.426
39.29	0.436
65.61	0.440
109.58	0.443
182.98	0.450
305.58	0.458
510.33	0.462
852.27	0.461

Consolidazione Provino 2

200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.644
0.14	0.656
0.23	0.665
0.39	0.670
1.08	0.682
1.81	0.686
5.05	0.707
8.44	0.707
14.09	0.709
39.29	0.724
65.61	0.726
109.58	0.734
182.98	0.753
305.58	0.752
510.33	0.756
852.27	0.769

Consolidazione Provino 3

300 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.953
0.14	0.965
0.23	0.977
0.39	0.984
1.08	0.999
1.81	1.008
5.05	1.023
8.44	1.029
14.09	1.036
39.29	1.051
65.61	1.057
109.58	1.068
182.98	1.077
305.58	1.080
510.33	1.092
852.27	1.094



t_{100} min
(Bishop ed Henkel)

Provino 1

18.9

Provino 2

66.5

Provino 3

85.8

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

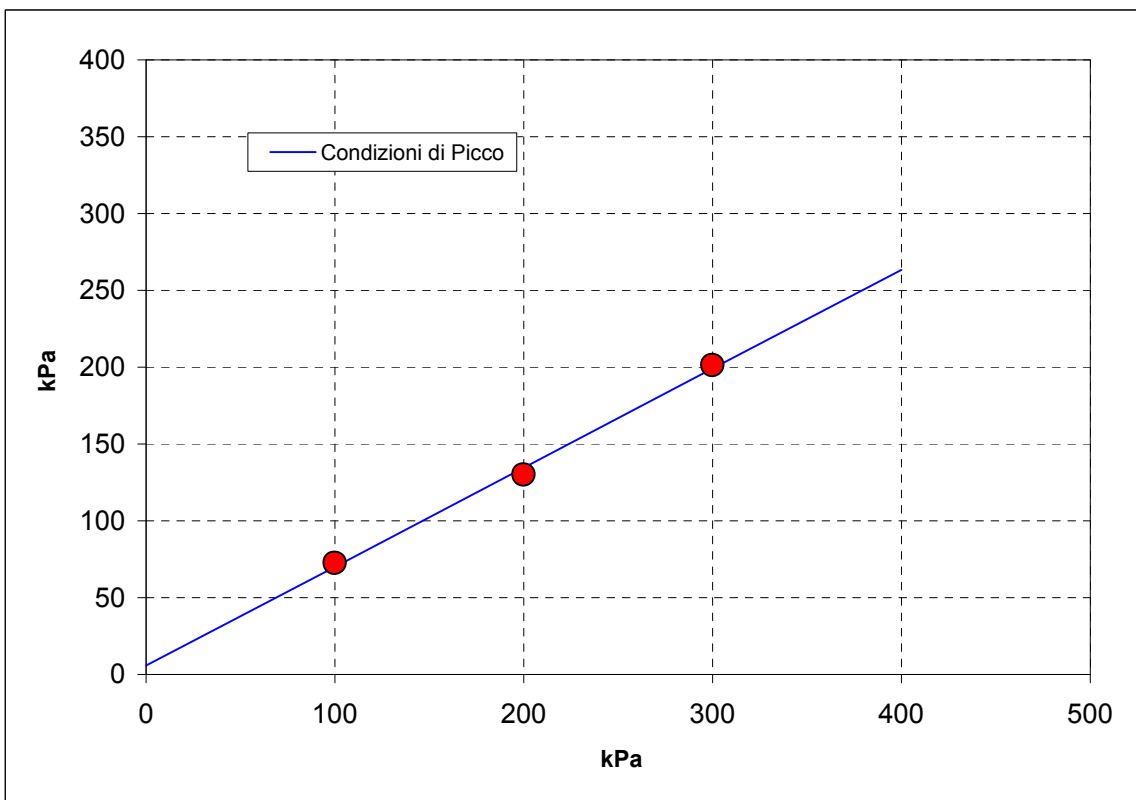
Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S2C1		
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE:	31/01 - 10/02/17
VERBALE ACC.:	037/17	DATA CONSEGNA:	31/01/17

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	72.52	129.95	201.41
Condizioni di Picco	Coesione: 5.74 kPa		Angolo di attrito: 33°





elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
ISO 45001:2018



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S2C2 m 7.50 - 8.00**

COMMESSA: 16252/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA: 31/01/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 7.50	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 60 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	165	16	DESCRIZIONE: Limo con sabbia fine argilloso grigio
			W naturale (%) 22.4
			γ naturale (Mg/m ³) 2.06
			γ secco (Mg/m ³) 1.68
			γ immerso (Mg/m ³) 1.07
			porosità (%) 39
			indice dei vuoti 0.63
			grado di saturazione (%) 98
			massa specifica (Mg/m ³) 2.738
			PROVE ESEGUITE
8.00 basso	240	44	Umidità Naturale SI Trassiale UU -
			Limiti Atterberg - Trassiale CIU -
			Gran. Setacciatura SI Edometria SI
			Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto -
			Peso di Volume SI Espansione L.L. -
			Peso Specifico SI Trassiale Cicl. + C.M. -
			Analisi Chimica - Colonna Risonante -
			Taglio Torsionale Cicl. -
			NOTE: -

Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS CHAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S2C2 m 7.50 - 8.00**

COMMESSA: **16252/17**

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: **037/17**

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°: **0**

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine argilloso grigio

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

311.82

11.98

TERRA UMIDA (g)

615.95

332.78

TERRA ESSICATA* (g)

561.05

273.43

UMDITA' DETERMINATA (%)

22.0

22.7

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

22.4

* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S2C2 m 7.50 - 8.00**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°: 0

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine argilloso grigio

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	55.39	43.22
ALTEZZA (cm)	2.00	2.01
DIAMETRO (cm)	5.00	5.99
MASSA LORDA (g)	136.85	158.92
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	2.07	2.04
MEDIA (Mg/m³)	=	2.06

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO

UNI EN ISO 17892-3

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S2C2 m 7.50 - 8.00		
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE:	31/01 - 10/02/17
VERBALE ACC.:	037/17	DATA CONSEGNA:	31/01/17
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine argilloso grigio

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 003)	2 (pic. 004)
terra (g):	13.46	12.75
temperatura (°C):	15.0	15.0
picnometro + acqua (g):	149.21	149.79
picnometro + terra (g):	157.76	157.87
fattore K	1.0007	1.0007

Peso specifico determinato (Mg/m^3):	2.743	2.732
---	-------	-------

Peso specifico calcolato (Mg/m^3):	2.738
---	--------------

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S2C2 m 7.50 - 8.00**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

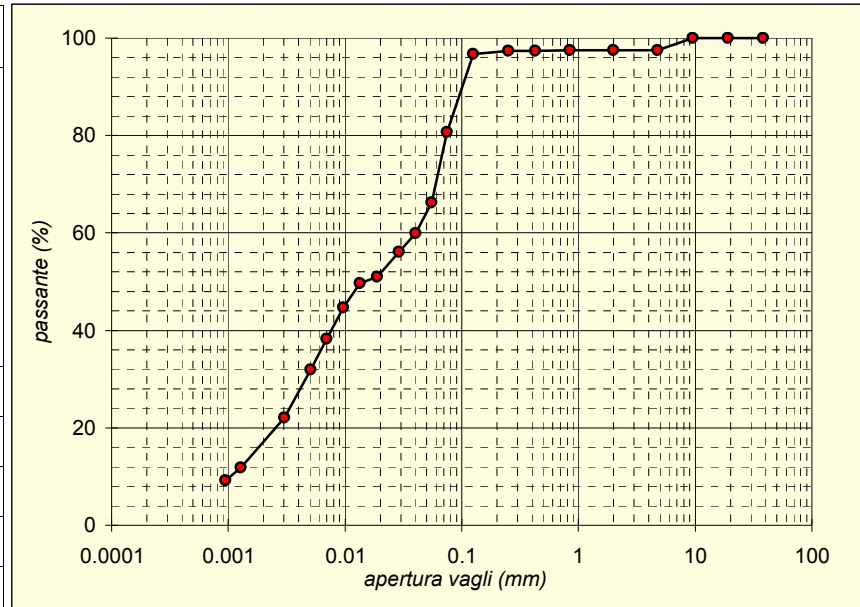
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine argilloso grigio

codici		vagli (mm)	trattenut (g)	trattenut (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
571	setaccio	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.1	0.00	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	4.75	6.06	2.43	2.43	97.57
291	setaccio	2.0	0.11	0.04	2.48	97.52
292	setaccio	0.850	0.08	0.03	2.51	97.49
293	setaccio	0.425	0.21	0.08	2.59	97.41
282	setaccio	0.250	0.23	0.09	2.68	97.32
283	setaccio	0.125	1.42	0.57	3.25	96.75
286	setaccio	0.075	39.97	16.04	19.29	80.71
-	calcolato	0.0552	36.10	14.48	33.77	66.23
-	calcolato	0.0403	15.82	6.35	40.12	59.88
-	calcolato	0.0290	9.49	3.81	43.93	56.07
-	calcolato	0.0188	12.65	5.08	49.00	51.00
-	calcolato	0.0134	3.16	1.27	50.27	49.73
-	calcolato	0.0097	12.65	5.08	55.35	44.65
-	calcolato	0.0070	15.82	6.35	61.70	38.30
-	calcolato	0.0051	15.82	6.35	68.04	31.96
-	calcolato	0.0030	24.75	9.93	77.97	22.03
-	calcolato	0.0013	25.30	10.15	88.12	11.88
-	calcolato	0.0009	6.54	2.63	90.75	9.25
-	calcolato	fondo	23.05	9.25	100.00	0.00
TOTALE			249.23		ϕ max (mm) = 7.5	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		50.00
t° C	Tempo (s)	Lettura
20.5	30	29.5
20.5	60	27.0
20.5	120	25.5
20.5	300	23.5
20.5	600	23.0
20.5	1200	21.0
20.5	2400	18.5
20.5	4800	16.0
21	14400	12.0
21	86400	8.0
18	172800	7.5
Rapporti granulometrici		
USCS		UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	2.4%	2.5%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	16.9%	25.1%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	63.6%	55.3%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	17.2%	17.2%

Soluzione disperdente preparata al momento



Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Ross

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagno

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea

CANTIERE: Comunie di Peccioli (PI)

CAMPIONE: S2C2 m 7.50 - 8.00

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE DAL: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

edometro n: Ed 13

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine argilloso grigio

Dp	DH	epsilon	e	e (t100)	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)			(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(MPa)
12.3	0.043	0.22	0.607	0.607			
24.5	0.110	0.55	0.602	0.602	0.044	0.027	3.70
49.1	0.224	1.12	0.592	0.593	0.037	0.023	4.30
98.1	0.395	1.97	0.579	0.579	0.028	0.017	5.74
196.2	0.606	3.03	0.562	0.563	0.017	0.011	9.28
392.4	0.850	4.25	0.542	0.544	0.010	0.006	16.10
784.8	1.175	5.87	0.516	0.522	0.007	0.004	24.16
1569.6	1.578	7.89	0.483	0.484	0.004	0.003	38.94
3139.2	2.098	10.49	0.442	0.442	0.003	0.002	60.39
784.8	1.959	9.79	0.453	0.453			
196.2	1.835	9.17	0.463	0.463			
49.1	1.727	8.64	0.471	0.471			

Dati provino

Altezza provino (mm)

Umidità (%)

Massa volumica apparente (Mg/m³)

Massa volumica apparente secca (Mg/m³)

Indice dei vuoti

Grado di Saturazione (%)

Massa volumica reale (Mg/m³)

Iniziale

20.000

22.0

2.07

1.70

0.61

98.8

2.74

Finale

18.273

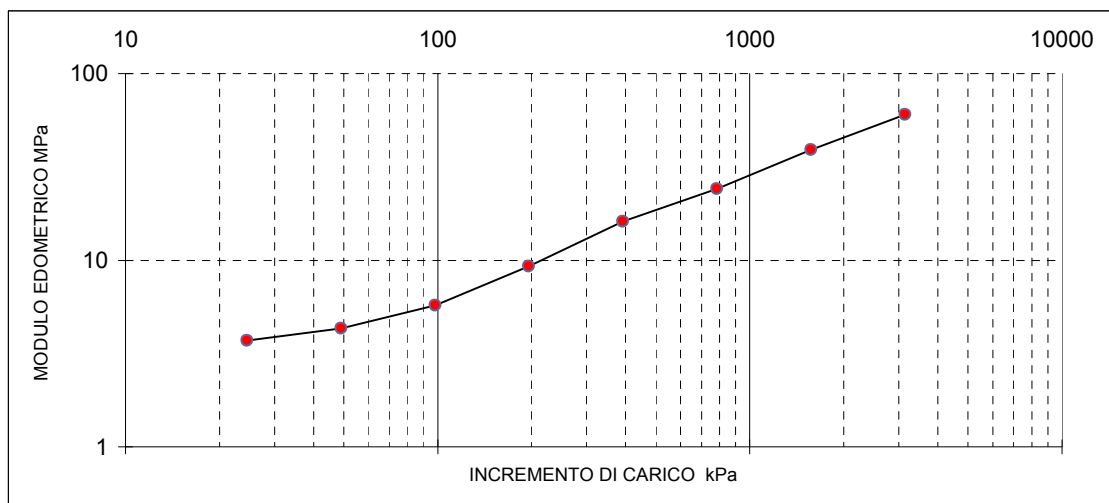
17.2

2.18

1.86

0.47

100.0

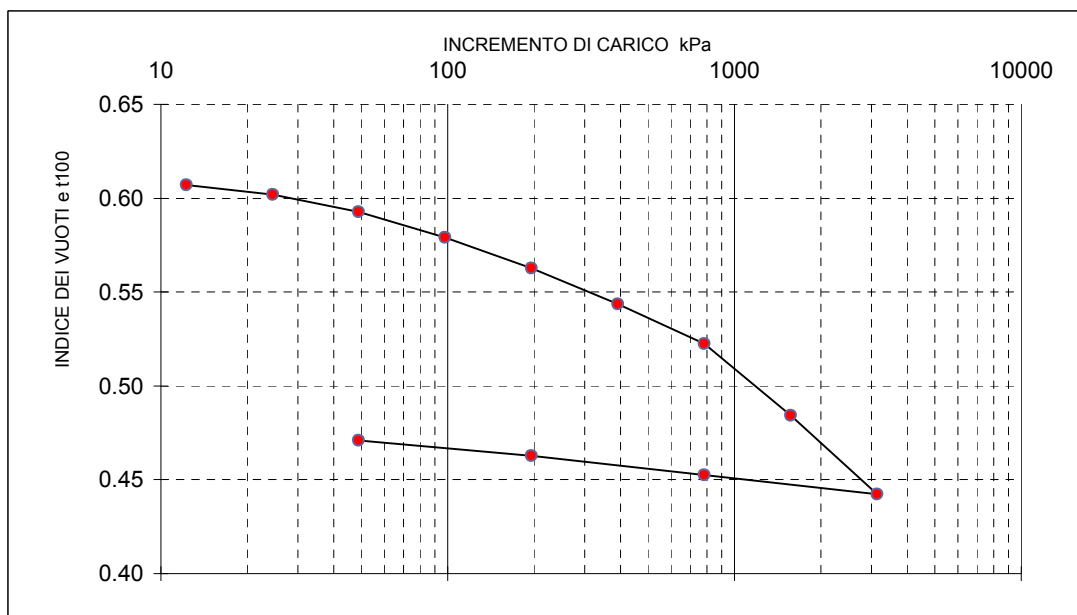
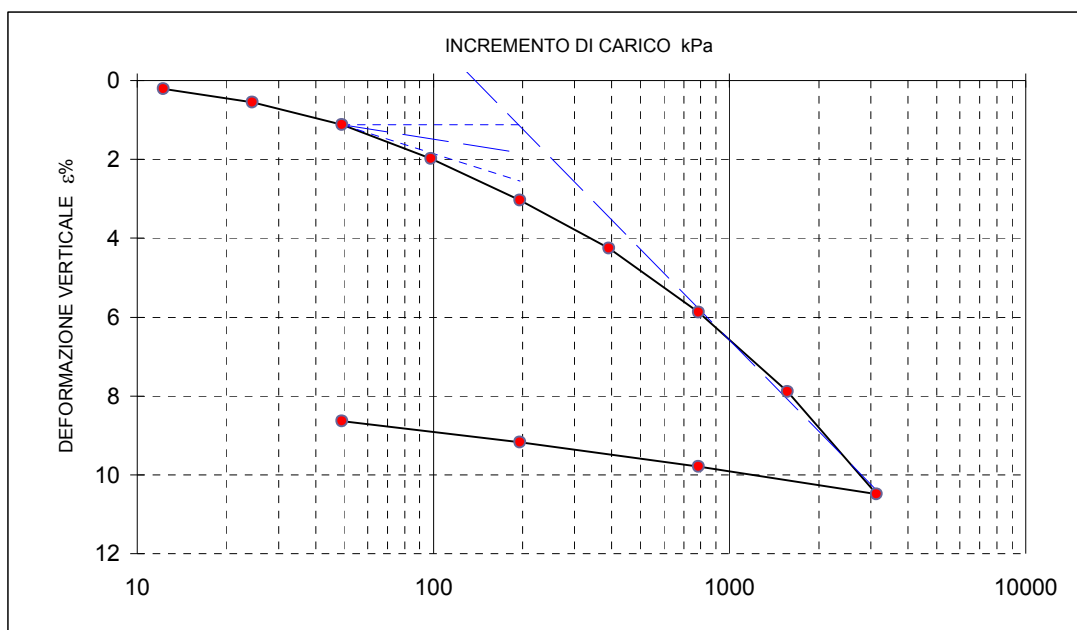

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S2C2	m 7.50 - 8.00	
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE DAL:	31/01 - 10/02/17
VERBALE ACC.:	037/17	DATA CONSEGNA:	31/01/17
GEO - CERT. n°:	rev.00 del:		


Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44122 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC.

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S2C2 m 7.50 - 8.00**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE DAL: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	12.3	24.5	49.1	98.1	196.2	392.4
0.08	0.026	0.081	0.177	0.323	0.509	0.747
0.14	0.027	0.084	0.181	0.331	0.517	0.756
0.23	0.031	0.088	0.188	0.337	0.524	0.765
0.39	0.034	0.091	0.191	0.340	0.529	0.770
1.08	0.041	0.094	0.197	0.347	0.537	0.779
1.81	0.043	0.095	0.200	0.351	0.541	0.784
5.05	0.043	0.100	0.207	0.354	0.549	0.795
8.44	0.043	0.103	0.210	0.358	0.553	0.801
14.09	0.000	0.106	0.215	0.361	0.559	0.806
39.29	0.000	0.110	0.222	0.369	0.571	0.818
65.61	0.000	0.000	0.224	0.374	0.576	0.823
109.58	0.000	0.000	0.000	0.378	0.583	0.828
182.98	0.000	0.000	0.000	0.384	0.588	0.835
305.58	0.000	0.000	0.000	0.388	0.592	0.839
510.33	0.000	0.000	0.000	0.390	0.598	0.842
852.27	0.000	0.000	0.000	0.393	0.602	0.846
1423.30	0.000	0.000	0.000	0.395	0.606	0.850

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	784.8	1569.6	3139.2	784.8	196.2	49.1
0.08	1.013	1.401	1.825	2.038	1.859	1.771
0.14	1.045	1.423	1.879	1.971	1.856	1.760
0.23	1.063	1.441	1.919	1.969	1.853	1.753
0.39	1.071	1.450	1.937	1.969	1.852	1.749
1.08	1.086	1.467	1.961	1.968	1.849	1.745
1.81	1.094	1.476	1.972	1.966	1.848	1.743
5.05	1.105	1.490	1.990	1.965	1.845	1.739
8.44	1.113	1.498	2.001	1.964	1.844	1.738
14.09	1.117	1.505	2.011	1.963	1.842	1.737
39.29	1.129	1.521	2.031	1.962	1.840	1.735
65.61	1.136	1.530	2.043	1.963	1.839	1.733
109.58	1.142	1.537	2.053	1.962	1.837	1.732
182.98	1.149	1.545	2.063	1.962	1.836	1.731
305.58	1.156	1.555	2.078	1.961	1.836	1.730
510.33	1.162	1.563	2.084	1.960	1.836	1.729
852.27	1.169	1.569	2.091	1.960	1.835	1.728
1423.30	1.175	1.578	2.098	1.959	1.835	1.727

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

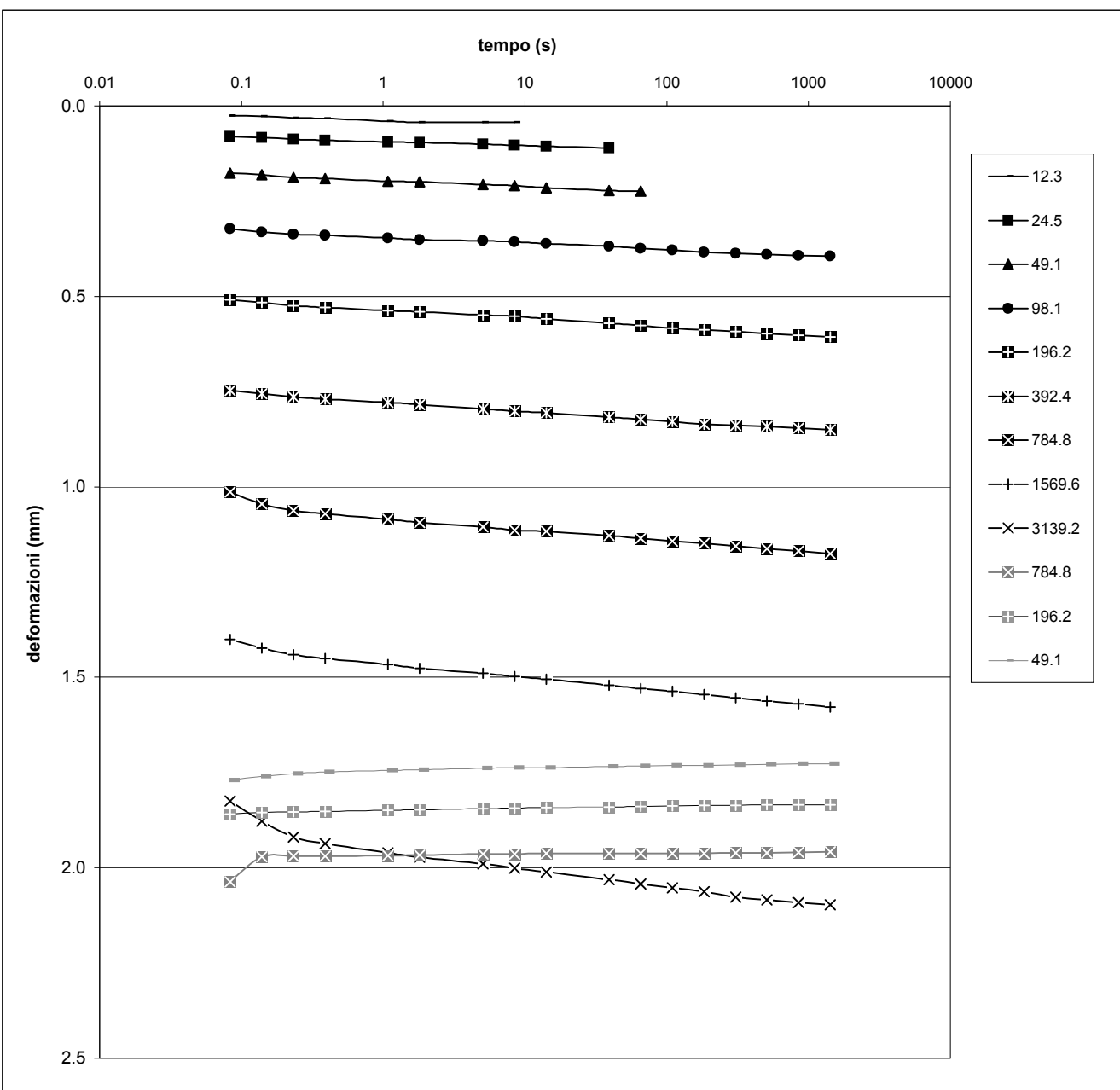
COMMITTENTE: BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea

CANTIERE: Comunie di Peccioli (PI)

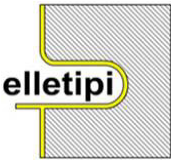
CAMPIONE: S2C2 m 7.50 - 8.00

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE DAL: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

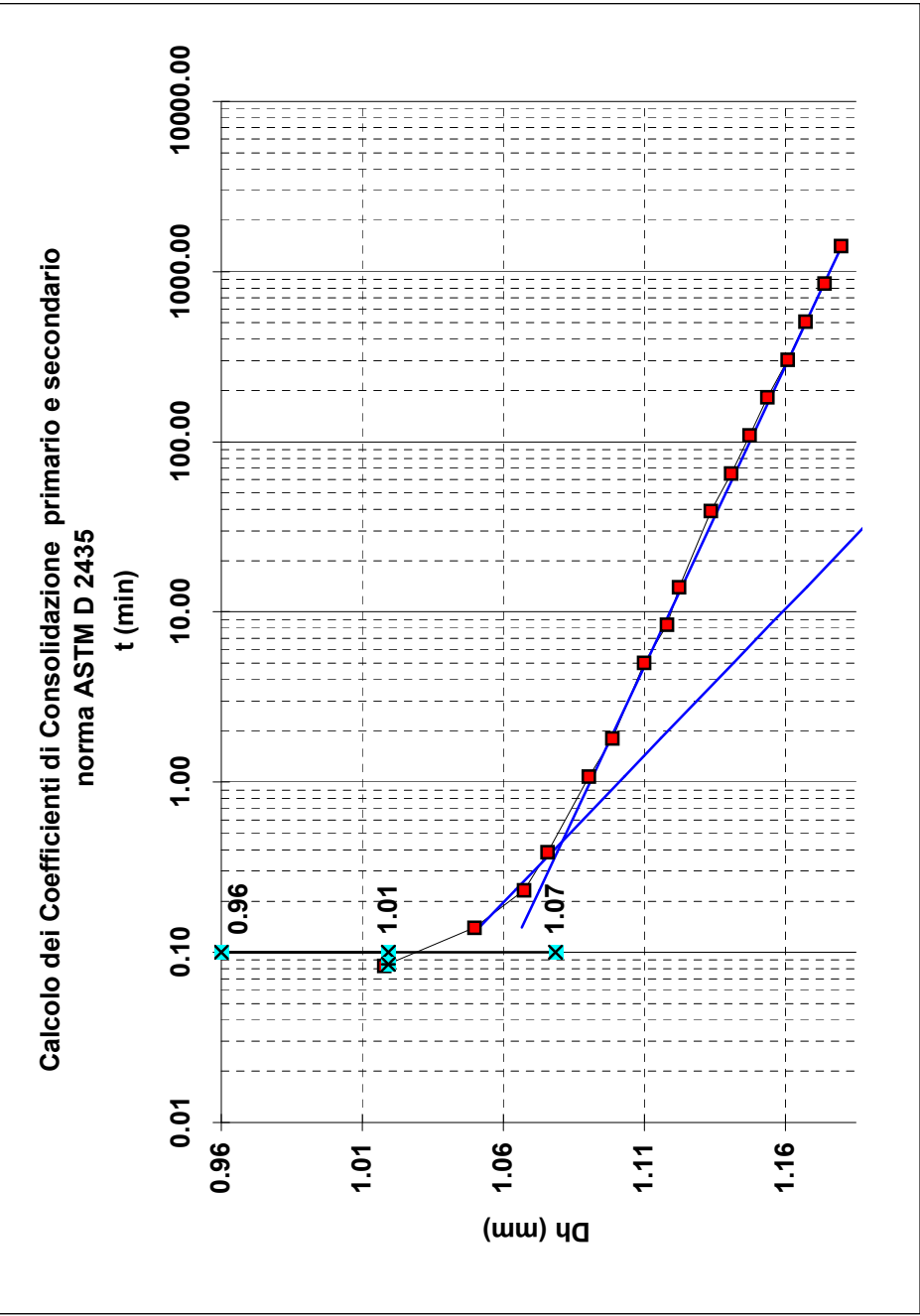


elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



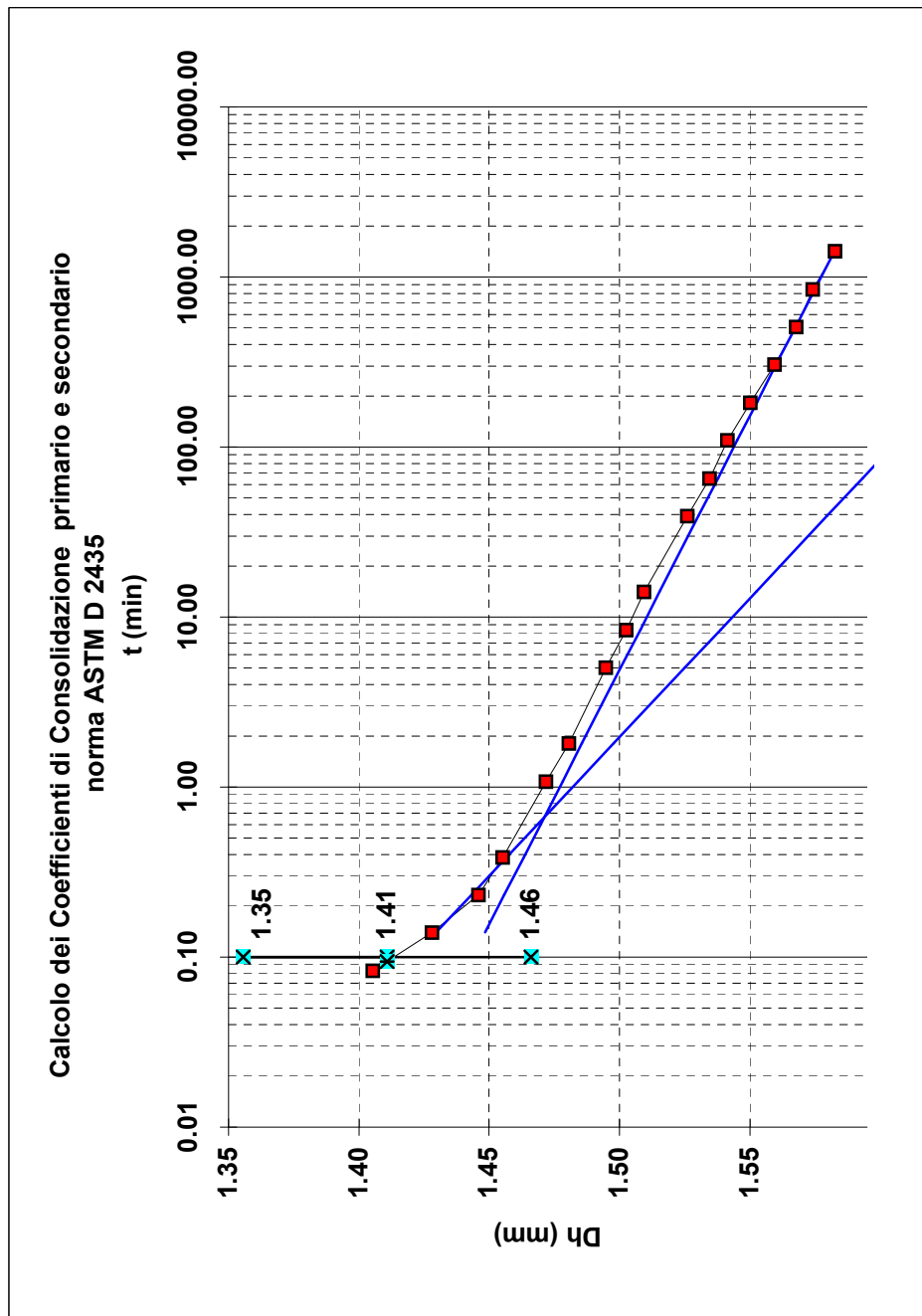
tf50 (min)	0.09
tf50 (sec)	5
lk (m/s)	1.41E-09
Cv (cm ² /s)	3.48E-02
C alfa	1.48E-03

Pressione
da(kPa) 392.4
a (kPa) 784.8

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea
CANTIERE:	Comune di Peccioli (PI)
CAMPIONE/PROFONDITA':	S2C2
DATA DI CONSEGNA:	31/01/17
DURATA DELLE PROVE DAL:	07/02/17
AL:	08/02/17
COMMESSA:	16252/17
VERBALE ACC.:	037/17
CERTIFICATO n°:	0
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo con sabbia fine argilloso grigio

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi



Tempo (min)

H0	1.175
0.08	1.401
0.14	1.423
0.23	1.441
0.39	1.450
1.08	1.467
1.81	1.476
5.05	1.490
8.44	1.498
14.09	1.505
39.29	1.521
65.61	1.530
109.58	1.537
182.98	1.545
305.58	1.555
510.33	1.563
852.27	1.569
1423.30	1.578

t50 (min)	0.09
t50 (sec)	6
k (m/s)	7.64E-10
Cv (cm ² /s)	3.03E-02
C alfa	1.78E-03

Pressione

da(kPa)	784.8
a (kPa)	1569.6

COMMITTENTE:

COMMITTENTE: BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea
CANTIERE: Comunità di Peccioli (PI)

CAMPIONE/PROFONDITA':

DATA DI CONSEGNA:DURATA DELLE PROVE DAL: 08/02/17AL: 09/02/17

COMMESSA: 16252/17

VERBALE ACC.: 037/17

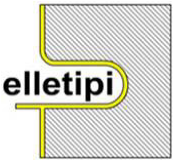
CERTIFICATO n°:

rev.0 del:Natura del Campione:

Limo con sabbia fine argilloso grigio

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

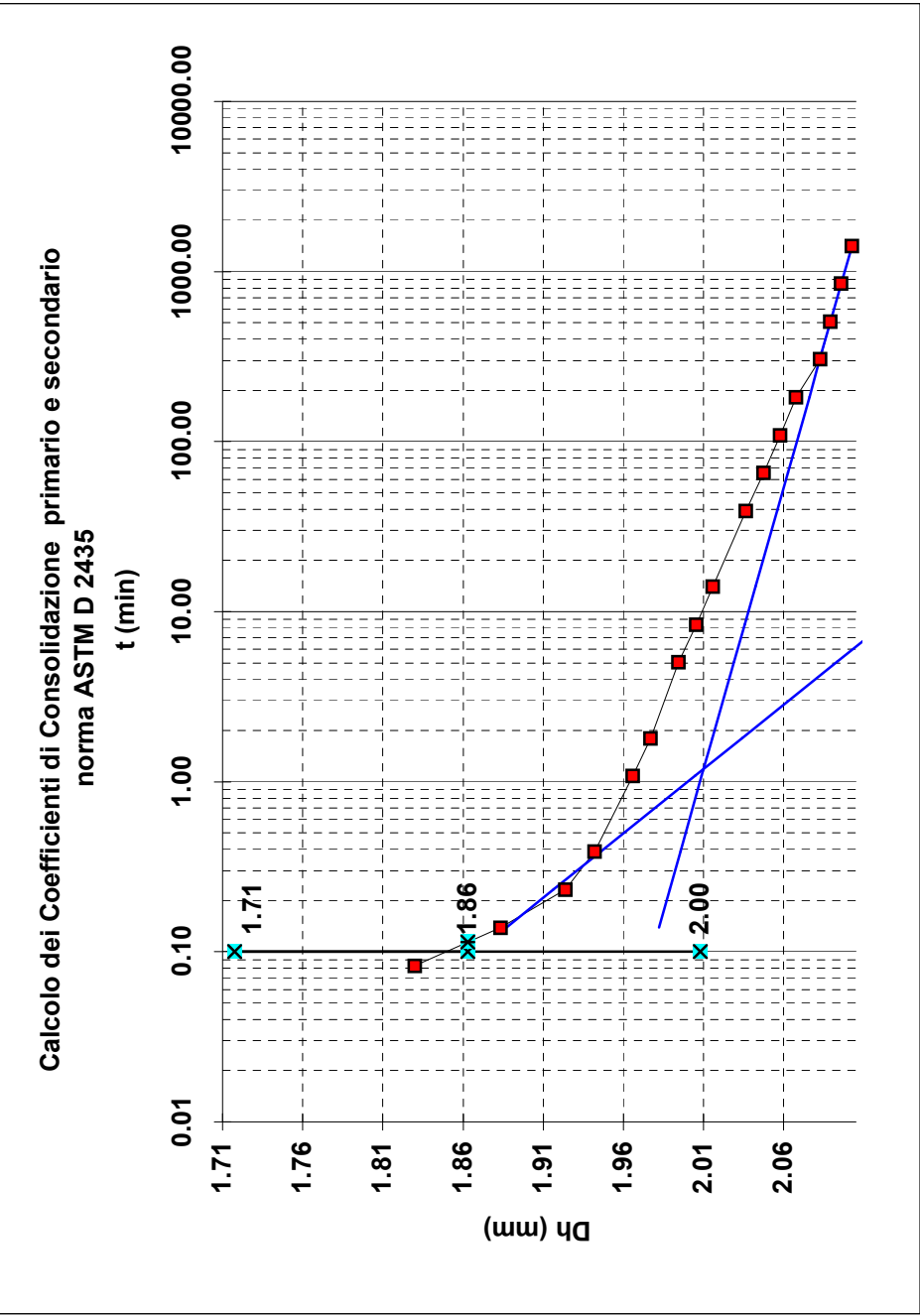
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI



Tempo (min)

H0

1.578

0.08

1.825

0.14

1.879

0.23

1.919

0.39

1.937

1.08

1.961

1.81

1.972

5.05

1.990

8.44

2.001

14.09

2.011

39.29

2.031

65.61

2.043

109.58

2.053

182.98

2.063

305.58

2.078

510.33

2.084

852.27

2.091

1423.30

2.098

tf50 (min)

0.11

tf50 (sec)

7

lk (m/s)

3.85E-10

Cv (cm²/s)

2.37E-02

C alfa

1.63E-03

Pressione

da(kPa)

1569.6

a (kPa)

3139.2

COMMITTENTE:

BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea

CANTIERE:

Comune di Peccioli (PI)

CAMPIONE/PROFONDITA':

S2C2

DATA DI CONSEGNA:

31/01/17

DURATA DELLE PROVE DAL:

09/02/17

AL:

10/02/17

COMMESSA:

16252/17

VERBALE ACC.:

037/17

CERTIFICATO n°:

0

rev.0 del:

00/01/00

Natura del Campione:

Limo con sabbia fine argilloso grigio

Io Sperimentatore:

dott. Luciano Rossi



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BSI DIN EN ISO 9001:2008



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C1 m 3.00 - 3.50**


COMMESSA: 16252/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA: 31/01/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 3.00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): GRADO DI QUALITA':	59 AGI Q5	EC 7-3 Q1	
	190	14	DESCRIZIONE: Limo con sabbia fine debolmente ghiaioso argilloso marrone chiaro con striature grigio			
			W naturale (%) 29.4			
			γ naturale(Mg/m ³) 1.87			
			γ secco (Mg/m ³) 1.44			
			γ immerso (Mg/m ³) 0.91			
	160	26	porosità (%) 47			
			indice dei vuoti 0.88			
			grado di saturazione (%) 91			
			massa specifica (Mg/m ³) 2.719			
			PROVE ESEGUITE			
			Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-
			Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-
			Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-
			Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI
			Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-
			Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-
			Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-
					Taglio Torsionale Cicl.	-
			NOTE: -			
3.50 basso						

Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS CHAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: **16252/17**

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: **037/17**

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°: **0**

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine debolmente ghiaioso argilloso marrone chiaro con striature grigio

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

406.73

12.2

TERRA UMIDA (g)

701.24

252.35

TERRA ESSICATA* (g)

636.09

196.29

UMDITA' DETERMINATA (%)

28.4

30.5

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

29.4

* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°: 0

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine debolmente ghiaioso argilloso marrone chiaro con striature grigio

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	139.73	139.72
ALTEZZA (cm)	2.34	2.34
DIAMETRO (cm)	6.01	6.01
MASSA LORDA (g)	298.13	296.08
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	1.88	1.86
MEDIA (Mg/m³)	=	1.87

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO

UNI EN ISO 17892-3

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: 0

rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine debolmente ghiaioso argilloso marrone chiaro con striature grigio

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 003)	2 (pic. 004)
terra (g):	14.51	14.29
temperatura (°C):	17.0	17.0
picnometro + acqua (g):	147.53	149.73
picnometro + terra (g):	156.71	158.75
fattore K	1.0006	1.0006

Peso specifico determinato (Mg/m^3):	2.724	2.713
---	-------	-------

Peso specifico calcolato (Mg/m^3):	2.719
---	--------------

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI**ANALISI GRANULOMETRICA**

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**CAMPIONE: **S3C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

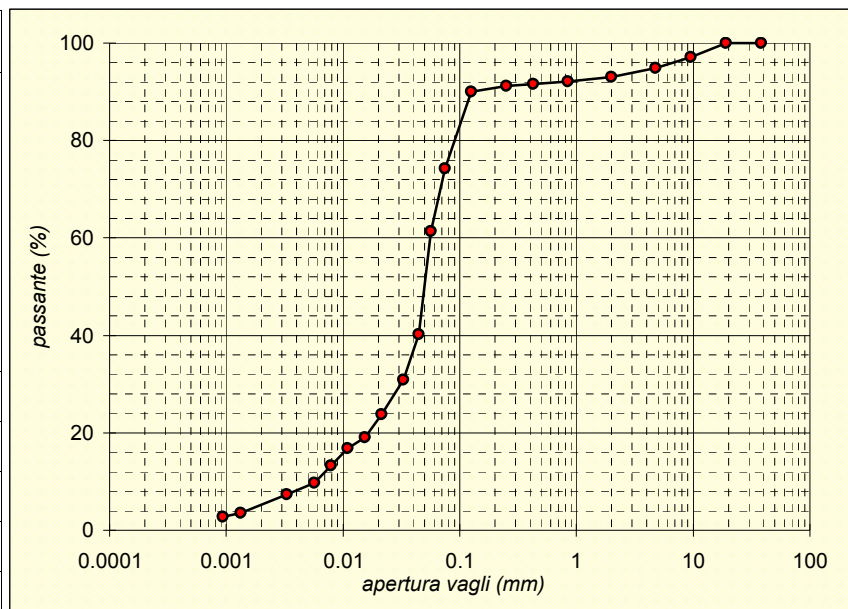
Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**Limo con sabbia fine debolmente ghiaioso argilloso marrone chiaro con striature grigio**

codici		vagli	trattenut	trattenut	cum. tratt.	passante
		(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.1	0.00	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	9.51	6.63	2.89	2.89	97.11
290	setaccio	4.75	5.09	2.22	5.11	94.89
291	setaccio	2.0	4.24	1.85	6.96	93.04
292	setaccio	0.850	2.22	0.97	7.93	92.07
293	setaccio	0.425	1.14	0.50	8.42	91.58
282	setaccio	0.250	0.92	0.40	8.82	91.18
283	setaccio	0.125	2.58	1.12	9.95	90.05
286	setaccio	0.075	36.26	15.81	25.76	74.24
-	calcolato	0.0569	29.61	12.91	38.67	61.33
-	calcolato	0.0448	48.43	21.11	59.78	40.22
-	calcolato	0.0330	21.52	9.38	69.17	30.83
-	calcolato	0.0215	16.14	7.04	76.21	23.79
-	calcolato	0.0155	10.76	4.69	80.90	19.10
-	calcolato	0.0110	5.38	2.35	83.24	16.76
-	calcolato	0.0079	8.07	3.52	86.76	13.24
-	calcolato	0.0057	8.07	3.52	90.28	9.72
-	calcolato	0.0033	5.38	2.35	92.63	7.37
-	calcolato	0.0013	8.84	3.85	96.48	3.52
-	calcolato	0.0009	1.73	0.75	97.24	2.76
-	calcolato	fondo	6.34	2.76	100.00	0.00
TOTALE			229.36		ϕ max (mm) = 12.2	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		49.99
t° C	Tempo (s)	Lettura
18	30	30.0
18	60	21.0
18	120	17.0
18	300	14.0
18	600	12.0
18	1200	11.0
18	2400	9.5
18	4800	8.0
18	14400	7.0
20	86400	5.0
21	172800	4.5
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm 5.1%	> 2,00 mm 7.0%
SABBIA	> 0,075 mm 20.6%	> 0,063 mm 26.9%
LIMO	> 2 μ 69.0%	> 2 μ 60.9%
ARGILLA	< 2 μ 5.2%	< 2 μ 5.2%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano RossIl Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagno

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°:

rev.00 del:

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina: CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital

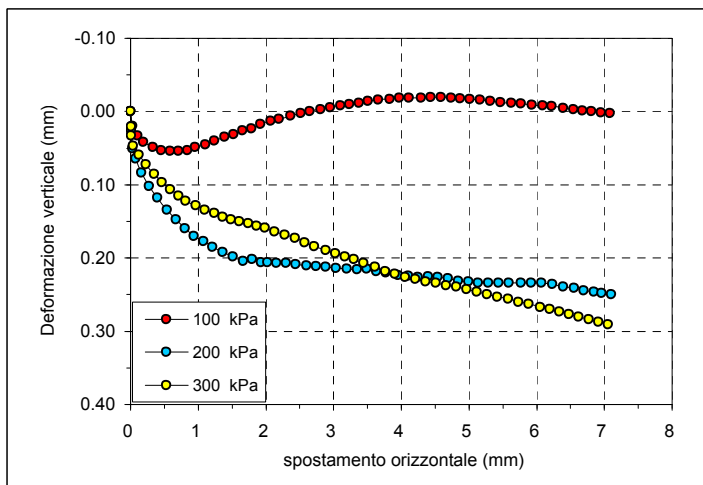
Prova: CONSOLIDATA DRENATA

Dimensioni provino: $\phi \times h = 60 \times 23$ mm

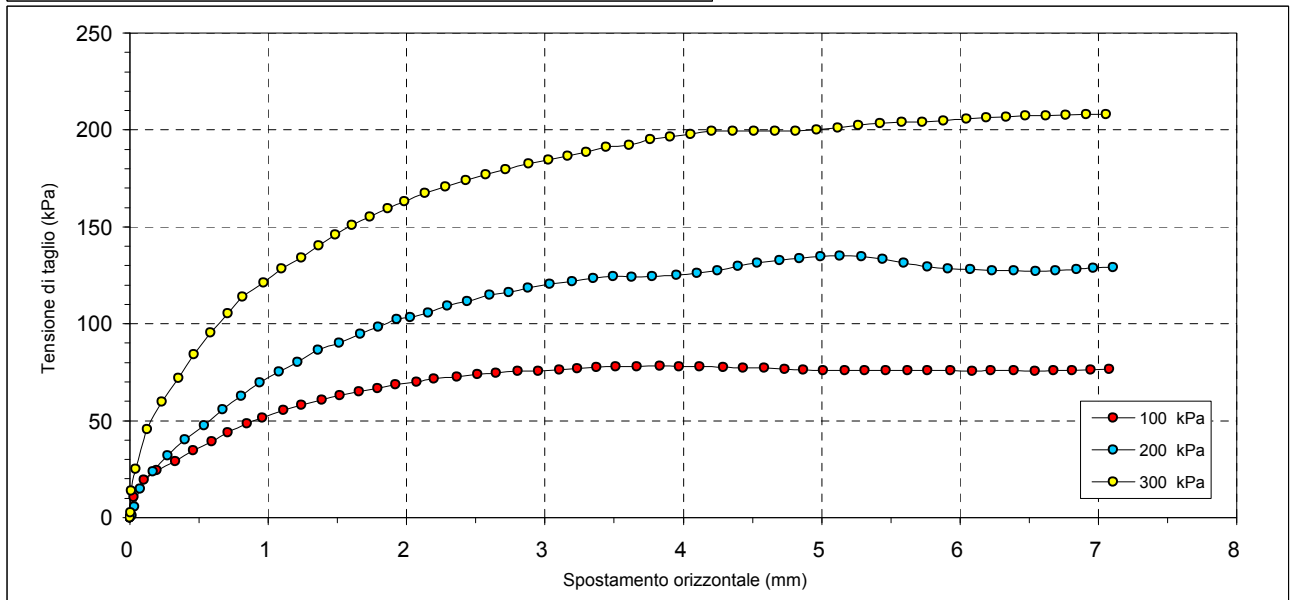
Velocità prova: 0,005 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fine debolmente ghiaioso argilloso marrone chiaro con striature grigio



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	28.4	28.4	28.4
γ ini (Mg/m ³)	1.88	1.86	1.85
γ_d ini (Mg/m ³)	1.46	1.45	1.44
S ini (%)	90	88	87
W fin (%)	31.9	30.2	27.9
γ fin (Mg/m ³)	1.92	1.94	1.98
γ_d fin (Mg/m ³)	1.46	1.49	1.55
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m ³)	2.719		
H fine cons (mm)	22.867	22.543	22.161



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comune di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.028	10.648	0.020	0.012	0.899	0.026	0.006	2.732	0.021
0.102	19.358	0.033	0.033	5.609	0.050	0.008	13.866	0.033
0.193	24.482	0.042	0.072	14.746	0.064	0.041	25.052	0.047
0.327	29.116	0.049	0.165	23.621	0.084	0.126	45.499	0.059
0.456	34.818	0.053	0.273	32.047	0.102	0.230	59.703	0.072
0.590	39.341	0.054	0.400	40.166	0.118	0.353	72.112	0.085
0.707	44.041	0.054	0.537	47.716	0.134	0.463	84.209	0.097
0.845	48.407	0.053	0.671	55.811	0.147	0.583	95.421	0.106
0.957	51.682	0.049	0.807	62.769	0.160	0.707	105.281	0.115
1.109	55.380	0.045	0.939	69.822	0.170	0.815	113.892	0.122
1.241	58.053	0.040	1.078	75.314	0.177	0.968	121.280	0.128
1.389	60.704	0.035	1.213	80.402	0.185	1.097	128.564	0.134
1.518	63.088	0.031	1.361	86.580	0.192	1.240	134.183	0.139
1.655	65.048	0.026	1.511	90.249	0.198	1.363	140.349	0.144
1.791	66.875	0.023	1.664	94.698	0.204	1.486	145.890	0.147
1.920	68.813	0.017	1.795	98.414	0.202	1.605	150.989	0.150
2.073	70.127	0.013	1.928	102.225	0.206	1.736	155.255	0.153
2.196	71.731	0.010	2.025	103.290	0.206	1.865	159.547	0.156
2.365	72.756	0.006	2.158	105.680	0.207	1.987	162.981	0.159
2.512	74.003	0.002	2.296	109.467	0.207	2.132	167.274	0.164
2.647	74.493	0.000	2.437	111.763	0.209	2.279	170.578	0.168
2.806	75.607	-0.003	2.599	114.769	0.210	2.428	174.011	0.173
2.951	75.741	-0.006	2.741	116.379	0.211	2.571	176.899	0.179
3.105	76.431	-0.008	2.880	118.651	0.212	2.716	179.527	0.184
3.235	76.966	-0.010	3.033	120.379	0.214	2.882	182.622	0.189
3.375	77.478	-0.012	3.195	121.893	0.215	3.027	184.625	0.194
3.512	77.812	-0.014	3.351	123.385	0.216	3.166	186.550	0.198
3.664	78.057	-0.016	3.492	124.521	0.215	3.297	188.658	0.202
3.829	78.213	-0.017	3.627	124.237	0.218	3.442	191.129	0.207
3.968	78.035	-0.019	3.775	124.639	0.220	3.610	192.248	0.212
4.118	78.057	-0.019	3.951	125.207	0.224	3.762	195.031	0.218
4.289	77.612	-0.019	4.101	126.249	0.225	3.903	196.436	0.222
4.431	77.278	-0.020	4.249	127.574	0.226	4.054	197.711	0.226
4.583	77.122	-0.020	4.395	129.941	0.225	4.204	199.480	0.229
4.734	76.609	-0.019	4.535	131.574	0.226	4.360	199.480	0.232
4.866	76.253	-0.018	4.695	132.852	0.228	4.511	199.428	0.234
5.011	76.053	-0.017	4.840	133.846	0.231	4.662	199.350	0.237
5.167	75.808	-0.016	4.991	134.722	0.232	4.811	199.402	0.239
5.313	75.986	-0.014	5.131	135.101	0.234	4.964	200.052	0.243
5.464	75.897	-0.013	5.290	134.651	0.234	5.117	201.015	0.246
5.623	75.919	-0.012	5.442	133.349	0.234	5.265	202.315	0.250
5.765	75.830	-0.011	5.593	131.479	0.234	5.421	203.486	0.253
5.931	75.874	-0.009	5.766	129.562	0.234	5.578	204.214	0.256
6.088	75.718	-0.008	5.915	128.615	0.234	5.730	204.058	0.260
6.225	75.808	-0.007	6.073	128.284	0.234	5.880	204.891	0.263
6.392	75.941	-0.005	6.232	127.598	0.236	6.048	205.801	0.267
6.544	75.763	-0.003	6.389	127.527	0.239	6.191	206.322	0.270
6.678	75.941	-0.001	6.549	127.124	0.241	6.336	206.816	0.273
6.812	76.119	0.000	6.692	127.337	0.244	6.475	207.518	0.277
6.946	76.298	0.001	6.844	128.166	0.246	6.621	207.544	0.280
7.080	76.476	0.002	6.962	128.828	0.248	6.766	207.856	0.284
			7.106	129.018	0.250	6.912	207.978	0.287
						7.057	208.099	0.291

Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
 dott.geol. Luciano Rossi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

Consolidazione Provino 1

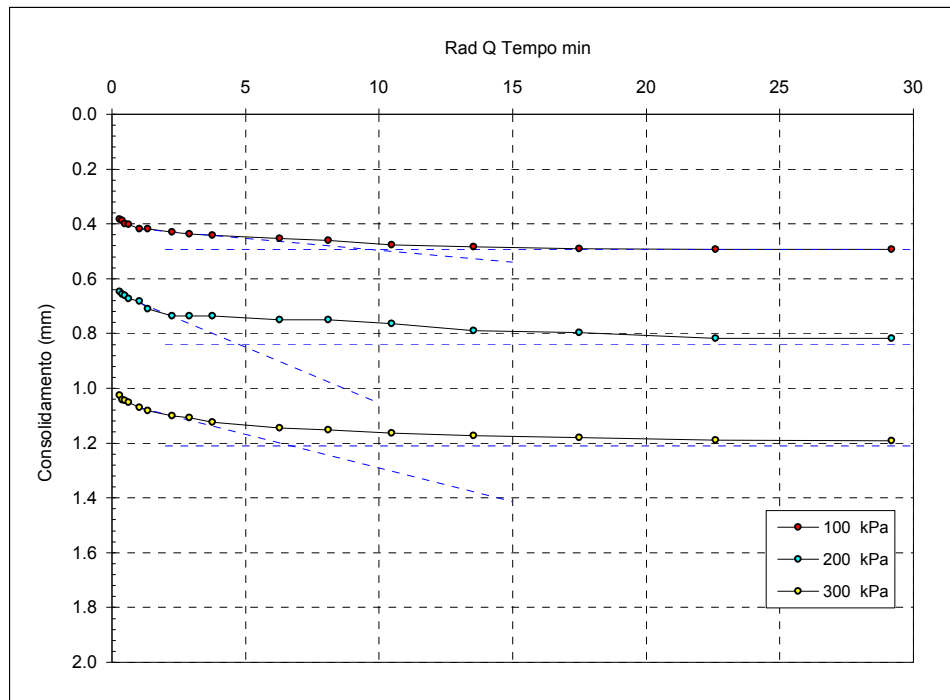
100 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.383
0.14	0.388
0.23	0.399
0.39	0.402
1.08	0.419
1.81	0.419
5.05	0.429
8.44	0.436
14.09	0.442
39.29	0.453
65.61	0.460
109.58	0.478
182.98	0.484
305.58	0.490
510.33	0.493
852.27	0.493

Consolidazione Provino 2

200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.648
0.14	0.656
0.23	0.662
0.39	0.673
1.08	0.683
1.81	0.710
5.05	0.736
8.44	0.736
14.09	0.736
39.29	0.751
65.61	0.751
109.58	0.763
182.98	0.790
305.58	0.796
510.33	0.817
852.27	0.817

Consolidazione Provino 3

300 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	1.025
0.14	1.042
0.23	1.045
0.39	1.051
1.08	1.071
1.81	1.081
5.05	1.101
8.44	1.109
14.09	1.123
39.29	1.144
65.61	1.152
109.58	1.164
182.98	1.173
305.58	1.179
510.33	1.189
852.27	1.193



t_{100} min
(Bishop ed Henkel)

Provino 1

92.7

Provino 2

22.0

Provino 3

44.7

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRAR
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi
P IVA e Codice Fiscale n. 0017460038



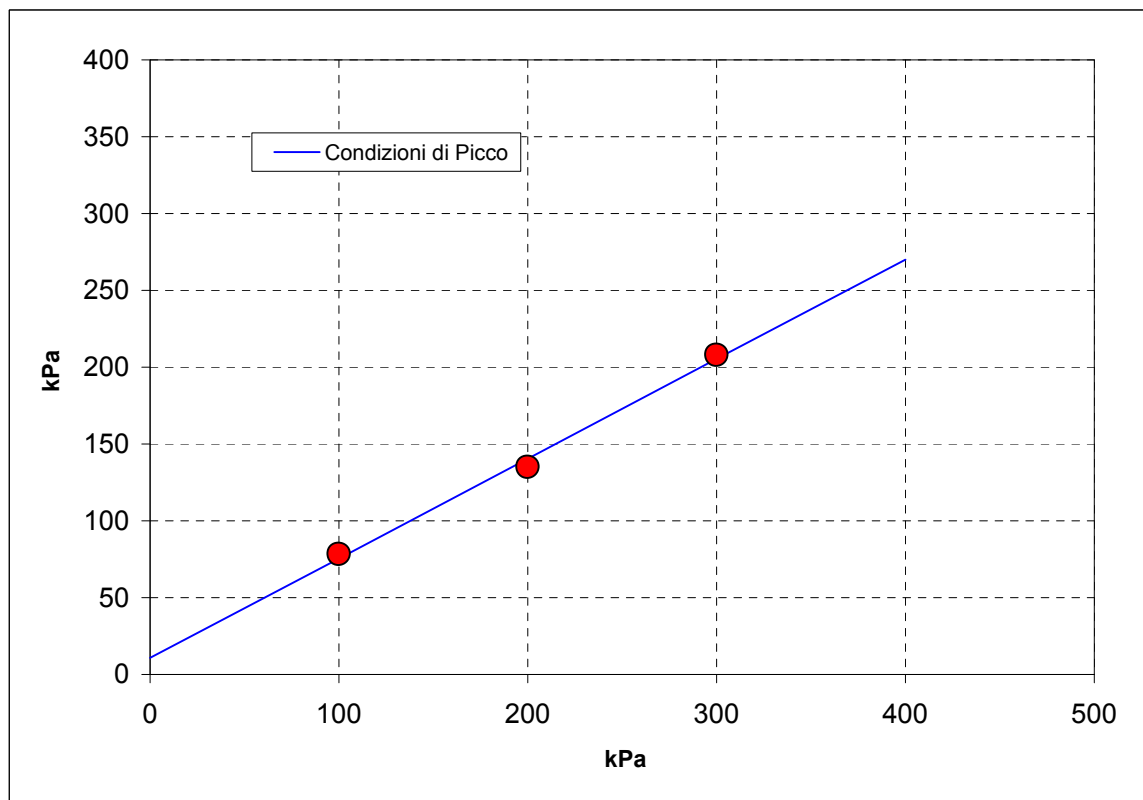
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S3C1		
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE:	31/01 - 10/02/17
VERBALE ACC.:	037/17	DATA CONSEGNA:	31/01/17

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	78.21	135.10	207.98
Condizioni di Picco	Coesione: 10.67 kPa		Angolo di attrito: 33°





elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BSI DIAS 10001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C2 m 6.00 - 6.50**


COMMESSA: **16252/17**

VERBALE ACC.: **037/17**

DATA CONSEGNA: **31/01/17**

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 6.00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 40 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	150	48	DESCRIZIONE: Limo argilloso sabbioso grigio con tracce di sostanza organica
			W naturale (%) 23.6 γ naturale(Mg/m ³) 2.04 γ secco (Mg/m ³) 1.65 γ immerso (Mg/m ³) 1.05 porosità (%) 40 indice dei vuoti 0.66 grado di saturazione (%) 98 massa specifica (Mg/m ³) 2.742
			PROVE ESEGUITE Umidità Naturale SI Trassiale UU - Limiti Atterberg - Trassiale CIU - Gran. Setacciatura SI Edometria SI Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto - Peso di Volume SI Espansione L.L. - Peso Specifico SI Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante - Taglio Torsionale Cicl. -
			NOTE: -
6.50 basso			

Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C2 m 6.00 - 6.50**

COMMESSA: **16252/17**

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: **037/17**

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°: **0**

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio con tracce di sostanza organica

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

612.86

12.12

TERRA UMIDA (g)

854.79

288.74

TERRA ESSICATA* (g)

808.59

236.02

UMDITA' DETERMINATA (%)

23.6

23.5

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

23.6

* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C2 m 6.00 - 6.50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio con tracce di sostanza organica

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	51.84	43.25
ALTEZZA (cm)	2.00	2.01
DIAMETRO (cm)	5.00	5.99
MASSA LORDA (g)	132.62	157.88
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	2.06	2.03
MEDIA (Mg/m³)	=	2.04

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO

UNI EN ISO 17892-3

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S3C2 m 6.00 - 6.50		
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE:	31/01 - 10/02/17
VERBALE ACC.:	037/17	DATA CONSEGNA:	31/01/17
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio con tracce di sostanza organica

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 003)	2 (pic. 004)
terra (g):	13.30	13.14
temperatura (°C):	15.0	15.0
picnometro + acqua (g):	147.59	149.21
picnometro + terra (g):	156.02	157.57
fattore K	1.0007	1.0007

Peso specifico determinato (Mg/m^3):	2.733	2.751
---	-------	-------

Peso specifico calcolato (Mg/m^3):	2.742
---	--------------

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C2 m 6.00 - 6.50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

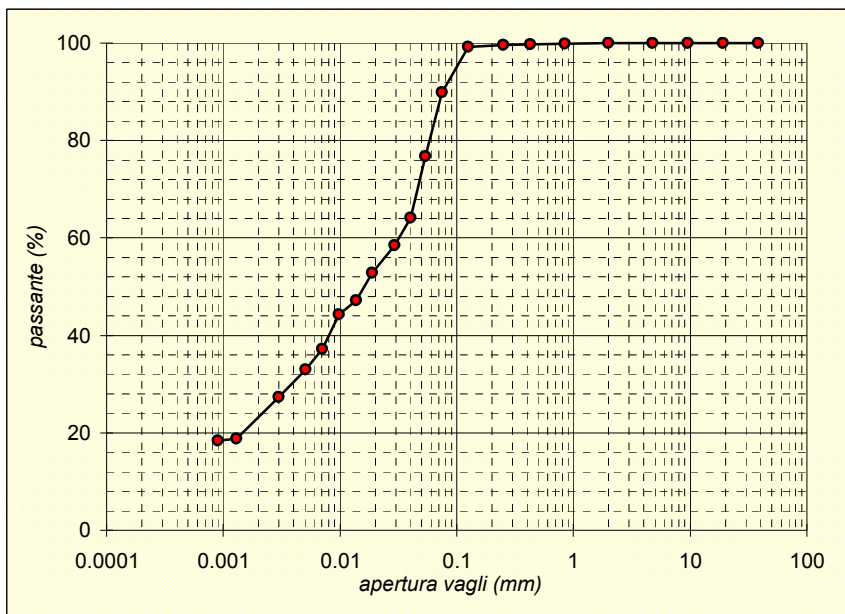
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio con tracce di sostanza organica

codici		vagli (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
571	setaccio	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.1	0.00	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
291	setaccio	2.0	0.12	0.06	0.06	99.94
292	setaccio	0.850	0.14	0.07	0.13	99.87
293	setaccio	0.425	0.15	0.08	0.21	99.79
282	setaccio	0.250	0.25	0.13	0.34	99.66
283	setaccio	0.125	0.77	0.39	0.73	99.27
286	setaccio	0.075	18.32	9.36	10.09	89.91
-	calcolato	0.0541	25.67	13.11	23.20	76.80
-	calcolato	0.0405	24.89	12.72	35.92	64.08
-	calcolato	0.0293	11.06	5.65	41.57	58.43
-	calcolato	0.0190	11.06	5.65	47.22	52.78
-	calcolato	0.0137	11.06	5.65	52.87	47.13
-	calcolato	0.0098	5.53	2.83	55.70	44.30
-	calcolato	0.0071	13.83	7.06	62.76	37.24
-	calcolato	0.0051	8.30	4.24	67.00	33.00
-	calcolato	0.0030	11.06	5.65	72.65	27.35
-	calcolato	0.0013	16.77	8.57	81.22	18.78
-	calcolato	0.0009	0.80	0.41	81.63	18.37
	fondo		35.96	18.37	100.00	0.00
TOTALE			195.73		φ max (mm) = 2.5	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		49.99
t° C	Tempo (s)	Lettura
21	30	30.5
21	60	26.0
21	120	24.0
21	300	22.0
21	600	20.0
21	1200	19.0
21	2400	16.5
21	4800	15.0
21	14400	13.0
18	86400	10.5
20	172800	10.0
Rapporti granulometrici		
USCS		UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.1%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	10.1%	17.0%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	66.7%	59.7%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	23.2%	23.2%

Soluzione disperdente preparata al momento



Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Ross

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagno

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea

CANTIERE: Comunie di Peccioli (PI)

CAMPIONE: S3C2 m 6.00 - 6.50

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE DAL: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

edometro n: Ed 12

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio con tracce di sostanza organica

Dp	DH	epsilon	e	e (t100)	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)			(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(MPa)
12.3	0.024	0.12	0.646	0.646			
24.5	0.115	0.58	0.638	0.639	0.061	0.037	2.69
49.1	0.255	1.27	0.627	0.627	0.047	0.028	3.52
98.1	0.471	2.36	0.609	0.610	0.036	0.022	4.52
196.2	0.730	3.65	0.587	0.590	0.022	0.013	7.58
392.4	1.073	5.37	0.559	0.563	0.014	0.009	11.44
784.8	1.586	7.93	0.517	0.524	0.011	0.007	15.30
1569.6	2.184	10.92	0.468	0.476	0.006	0.004	26.25
3139.2	2.876	14.38	0.411	0.418	0.004	0.002	45.39
784.8	2.730	13.65	0.423	0.422			
196.2	2.573	12.87	0.436	0.435			
49.1	2.426	12.13	0.448	0.446			

Dati provino

Altezza provino (mm)

Umidità (%)

Massa volumica apparente (Mg/m³)

Massa volumica apparente secca (Mg/m³)

Indice dei vuoti

Grado di Saturazione (%)

Massa volumica reale (Mg/m³)

Iniziale

20.000

23.6

2.06

1.66

0.65

99.9

2.74

Finale

17.574

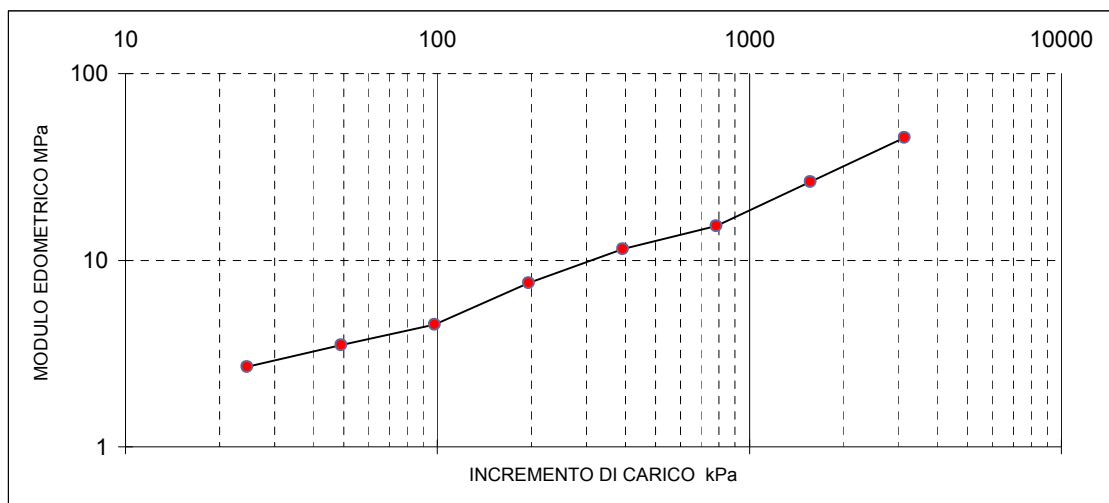
16.3

2.20

1.89

0.45

100.0

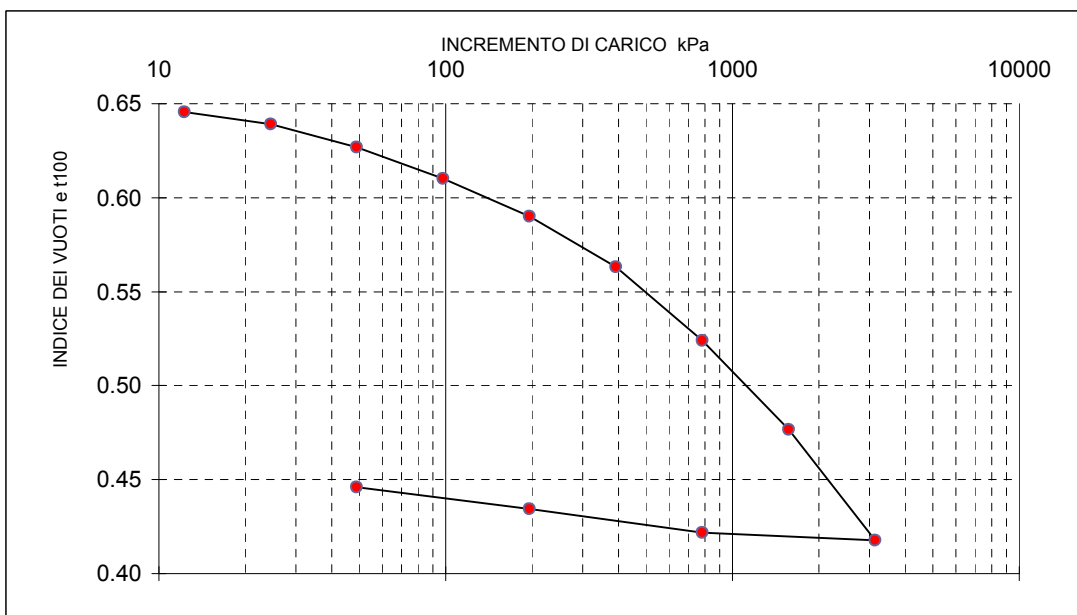
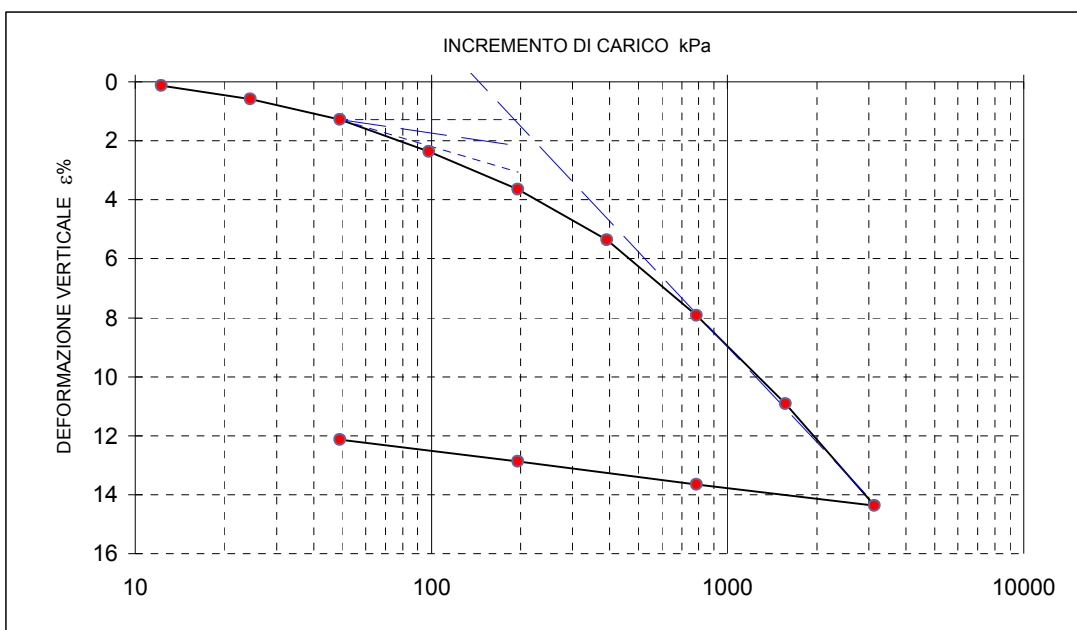

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S3C2	m 6.00 - 6.50	
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE DAL:	31/01 - 10/02/17
VERBALE ACC.:	037/17	DATA CONSEGNA:	31/01/17
GEO - CERT. n°:	rev.00 del:		


Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44122 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC.](#)

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C2 m 6.00 - 6.50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE DAL: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	12.3	24.5	49.1	98.1	196.2	392.4
0.08	0.019	0.053	0.155	0.322	0.543	0.831
0.14	0.022	0.055	0.161	0.329	0.557	0.845
0.23	0.023	0.059	0.168	0.339	0.572	0.865
0.39	0.023	0.062	0.175	0.349	0.589	0.885
1.08	0.024	0.070	0.192	0.373	0.618	0.930
1.81	0.024	0.075	0.202	0.387	0.634	0.951
5.05	0.024	0.086	0.222	0.413	0.658	0.993
8.44	0.000	0.094	0.233	0.426	0.668	1.006
14.09	0.000	0.101	0.244	0.434	0.675	1.017
39.29	0.000	0.112	0.253	0.445	0.688	1.034
65.61	0.000	0.115	0.255	0.452	0.694	1.041
109.58	0.000	0.000	0.000	0.458	0.699	1.047
182.98	0.000	0.000	0.000	0.463	0.707	1.055
305.58	0.000	0.000	0.000	0.466	0.715	1.059
510.33	0.000	0.000	0.000	0.467	0.722	1.063
852.27	0.000	0.000	0.000	0.469	0.726	1.068
1423.30	0.000	0.000	0.000	0.471	0.730	1.073

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	784.8	1569.6	3139.2	784.8	196.2	49.1
0.08	1.214	1.715	2.242	2.777	2.661	2.542
0.14	1.239	1.745	2.332	2.757	2.655	2.540
0.23	1.271	1.787	2.402	2.752	2.646	2.535
0.39	1.305	1.834	2.464	2.749	2.638	2.530
1.08	1.378	1.936	2.591	2.744	2.624	2.515
1.81	1.416	1.984	2.646	2.742	2.616	2.505
5.05	1.472	2.043	2.721	2.738	2.603	2.482
8.44	1.493	2.064	2.742	2.736	2.598	2.466
14.09	1.507	2.081	2.762	2.736	2.591	2.457
39.29	1.530	2.110	2.793	2.735	2.587	2.447
65.61	1.539	2.122	2.806	2.734	2.584	2.444
109.58	1.547	2.133	2.821	2.733	2.582	2.440
182.98	1.555	2.144	2.832	2.733	2.580	2.436
305.58	1.563	2.154	2.848	2.733	2.578	2.433
510.33	1.570	2.165	2.859	2.732	2.576	2.431
852.27	1.577	2.174	2.867	2.731	2.575	2.428
1423.30	1.586	2.184	2.876	2.730	2.573	2.426

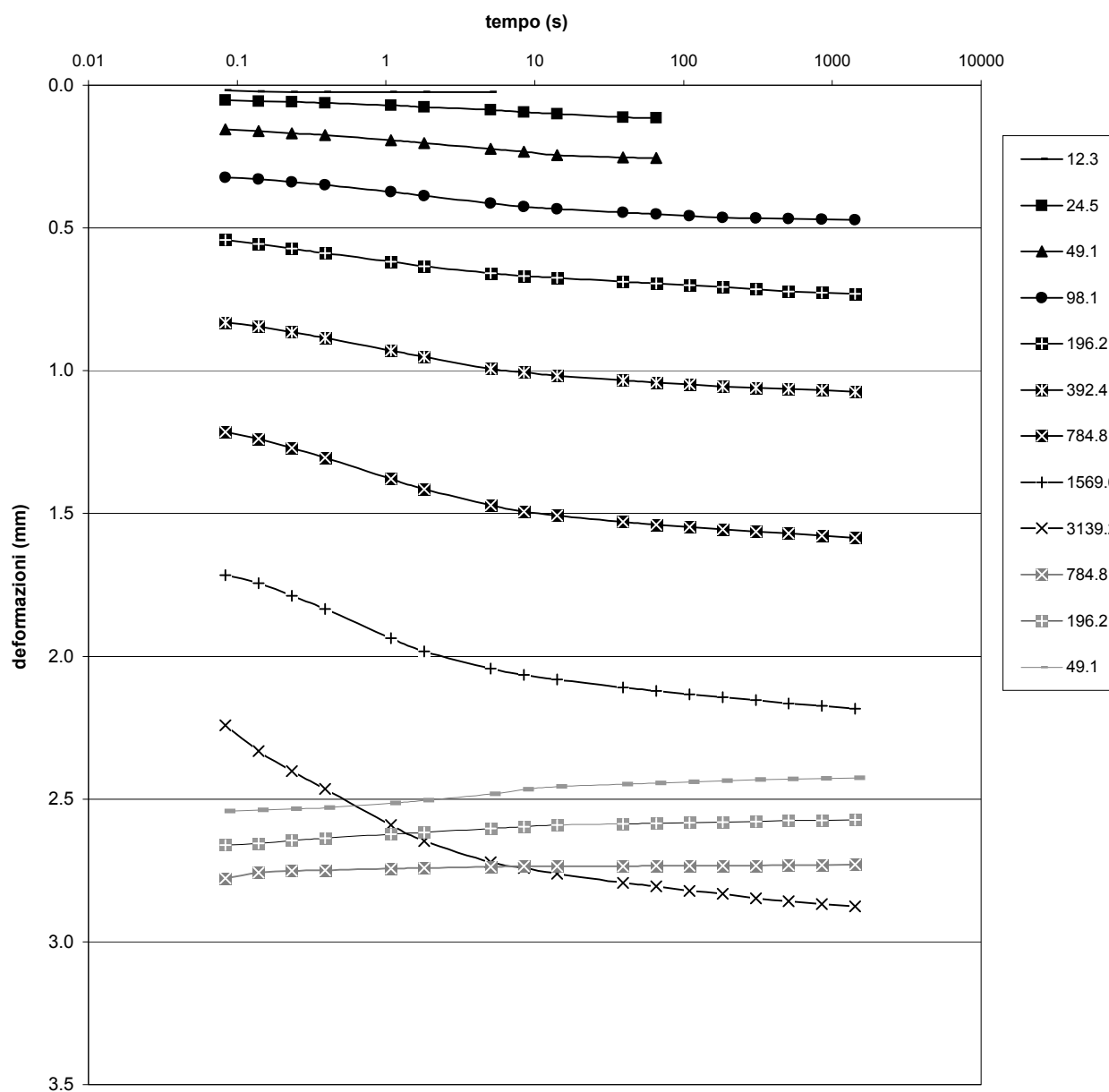
Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

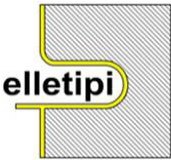
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S3C2	m 6.00 - 6.50	
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE DAL:	31/01 - 10/02/17
VERBALE ACC.:	037/17	DATA CONSEGNA:	31/01/17
GEO - CERT. n°:	rev.00 del:		


Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

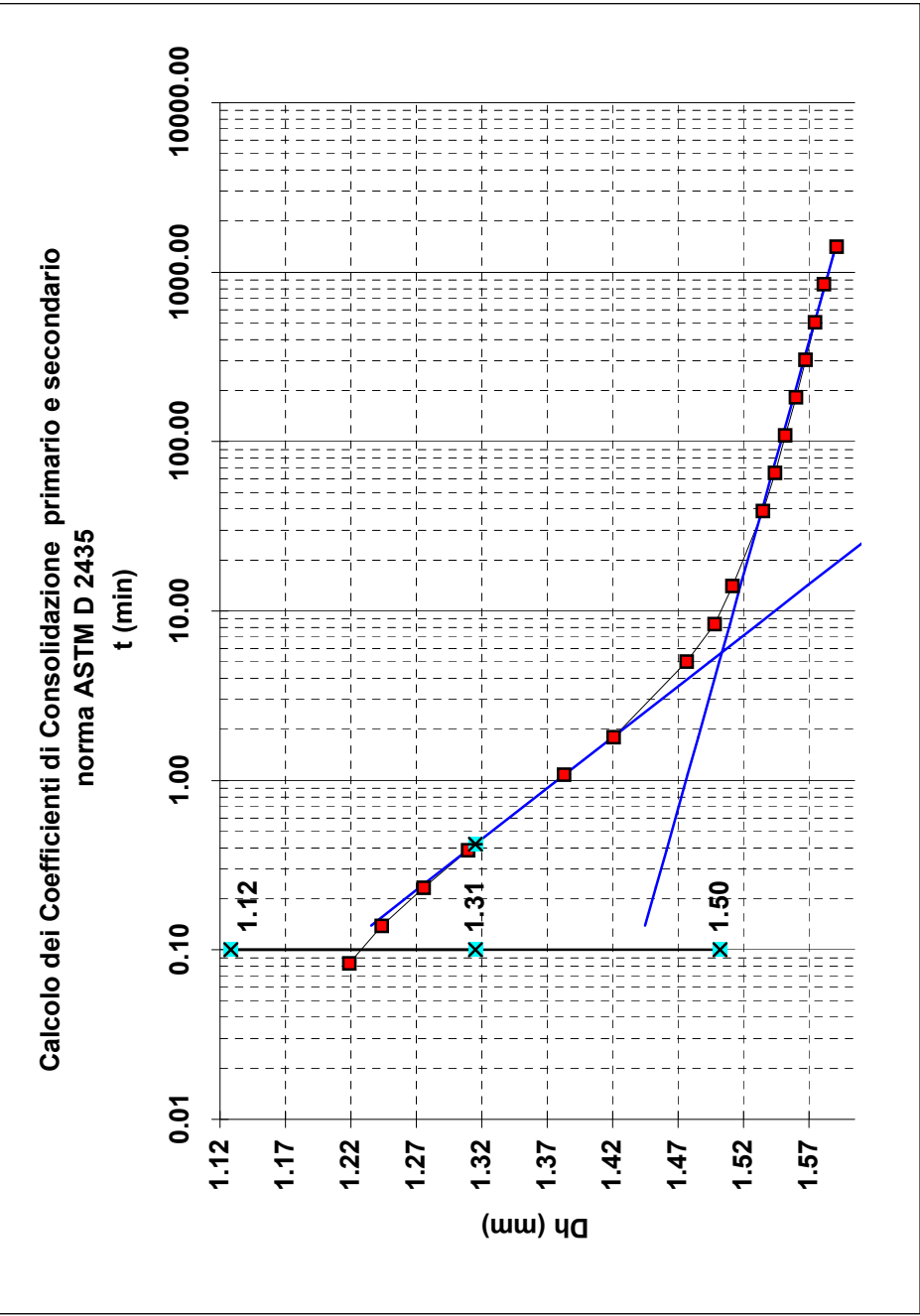
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI



Tempo (min)

H0	1.073
0.08	1.214
0.14	1.239
0.23	1.271
0.39	1.305
1.08	1.378
1.81	1.416
5.05	1.472
8.44	1.493
14.09	1.507
39.29	1.530
65.61	1.539
109.58	1.547
182.98	1.555
305.58	1.563
510.33	1.570
852.27	1.577
1423.30	1.586

tf50 (min)	0.42
tf50 (sec)	25
lk (m/s)	4.36E-10
Cv (cm ² /s)	6.80E-03
C alfa	1.92E-03

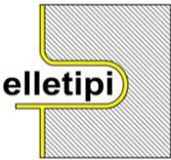
Pressione

da(kPa)	392.4
a (kPa)	784.8

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea
CANTIERE:	Comune di Peccioli (PI)
CAMPIONE/PROFONDITA':	S3C2
DATA DI CONSEGNA:	31/01/17
DURATA DELLE PROVE DAL:	07/02/17
AL:	08/02/17
COMMESSA:	16252/17
VERBALE ACC.:	037/17
CERTIFICATO n°:	0
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo argilloso sabbioso grigio con tracce di sostanza organica

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

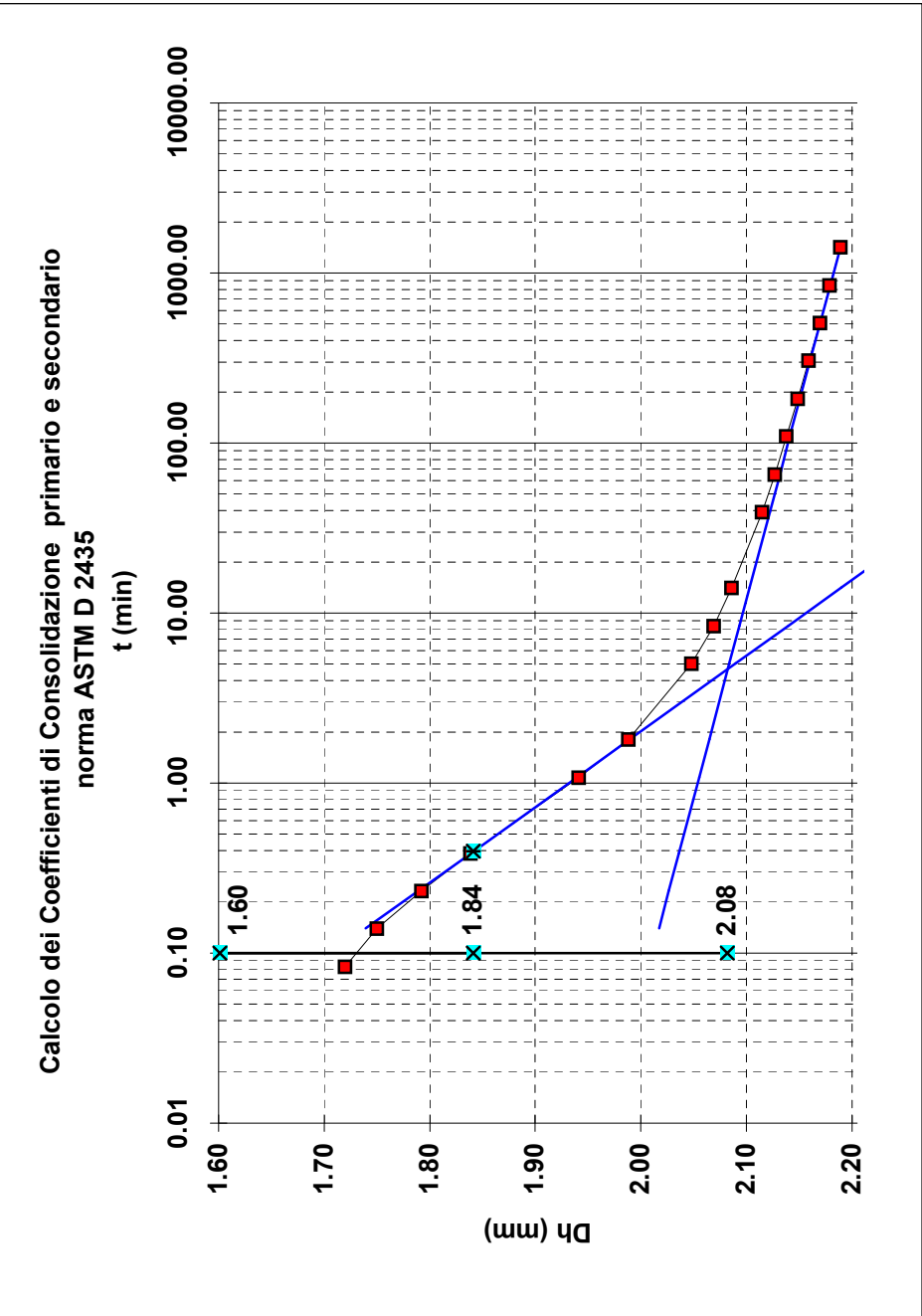
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI



Tempo (min)

H0

1.586
0.08
0.14
0.23
0.39
1.834
1.936
1.984
2.043
2.064
2.081
2.110
2.122
2.133
2.144
2.154
2.165
2.174
2.184

tf50 (min)	0.40
tf50 (sec)	24
lk (m/s)	2.53E-10
Cv (cm ² /s)	6.76E-03
C alfa	2.33E-03

Pressione

da(kPa)

a (kPa)

784.8

1569.6

COMMITTENTE: BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea

CANTIERE: Comune di Peccioli (PI)

CAMPIONE/PROFONDITA': S3C2

DATA DI CONSEGNA: 31/01/17

DURATA DELLE PROVE DAL: 08/02/17

AL: 09/02/17

COMMESSA: 16252/17

VERBALE ACC.: 037/17

CERTIFICATO n°: 0

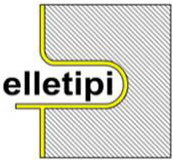
rev.0 del:

Natura del Campione:

Limo argilloso sabbioso grigio con tracce di
sostanza organica

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

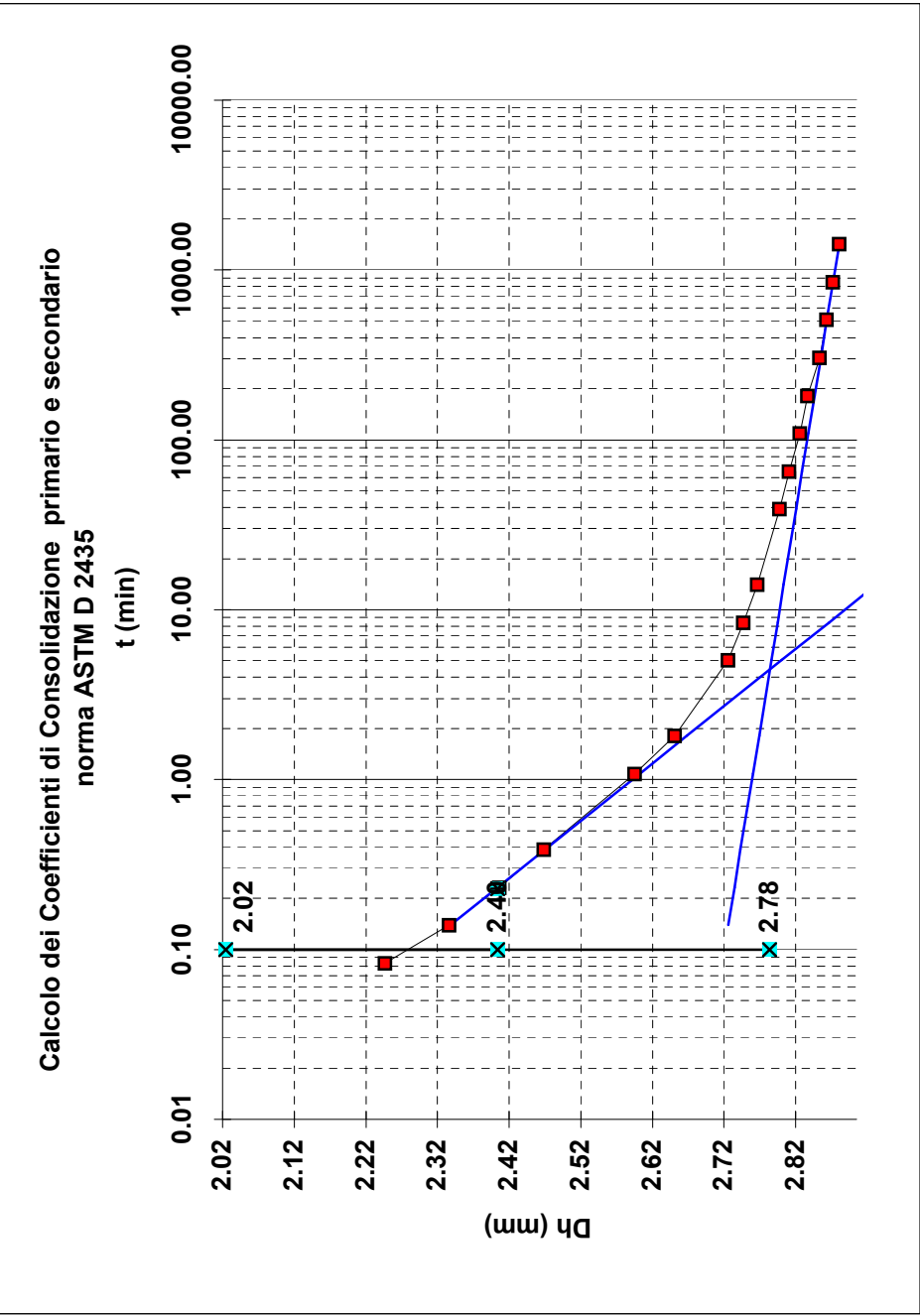
Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi



elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	2.184
0.08	2.242
0.14	2.332
0.23	2.402
0.39	2.464
1.08	2.591
1.81	2.646
5.05	2.721
8.44	2.742
14.09	2.762
39.29	2.793
65.61	2.806
109.58	2.821
182.98	2.832
305.58	2.848
510.33	2.859
852.27	2.867
1423.30	2.876

tf50 (min)	0.23
tf50 (sec)	14
lk (m/s)	2.38E-10
Cv (cm ² /s)	1.10E-02
C alfa	2.17E-03

Pressione
da(kPa) 1569.6
a (kPa) 3139.2

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea
CANTIERE:	Comune di Peccioli (PI)
CAMPIONE/PROFONDITA':	S3C2
DATA DI CONSEGNA:	31/01/17
DURATA DELLE PROVE DAL:	09/02/17
AL:	10/02/17

COMMESSA:	16252/17	Natura del Campione:
VERBALE ACC.:	037/17	Limo argilloso sabbioso grigio con tracce di sostanza organica
CERTIFICATO n°:	0	
rev.0 del:	00/01/00	

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
ISO 45001:2018



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C3 m 12.00 - 12.50**


COMMESSA: 16252/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA: 31/01/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 12.00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 60 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
			DESCRIZIONE: Limo sabbioso argilloso con frammenti conchigliari grigio scuro

Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS CHAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C3 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: **16252/17**

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: **037/17**

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°: **0**

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con frammenti conchigliari grigio scuro

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

409.64

12.2

TERRA UMIDA (g)

677.83

270.71

TERRA ESSICATA* (g)

625.48

219.02

UMDITA' DETERMINATA (%)

24.3

25.0

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

24.6

* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C3 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°: 0

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con frammenti conchigliari grigio scuro

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	43.22	43.21
ALTEZZA (cm)	2.01	2.01
DIAMETRO (cm)	5.99	5.99
MASSA LORDA (g)	156.08	156.04
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	1.99	1.99
MEDIA (Mg/m³)	=	1.99

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO

UNI EN ISO 17892-3

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S3C3 m 12.00 - 12.50		
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE:	31/01 - 10/02/17
VERBALE ACC.:	037/17	DATA CONSEGNA:	31/01/17
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con frammenti conchigliari grigio scuro

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 003)	2 (pic. 004)
terra (g):	13.83	13.53
temperatura (°C):	15.0	15.0
picnometro + acqua (g):	149.19	149.74
picnometro + terra (g):	157.95	158.32
fattore K	1.0007	1.0007
Peso specifico determinato (Mg/m^3):	2.730	2.735

Peso specifico calcolato (Mg/m^3): **2.732**

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C3 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

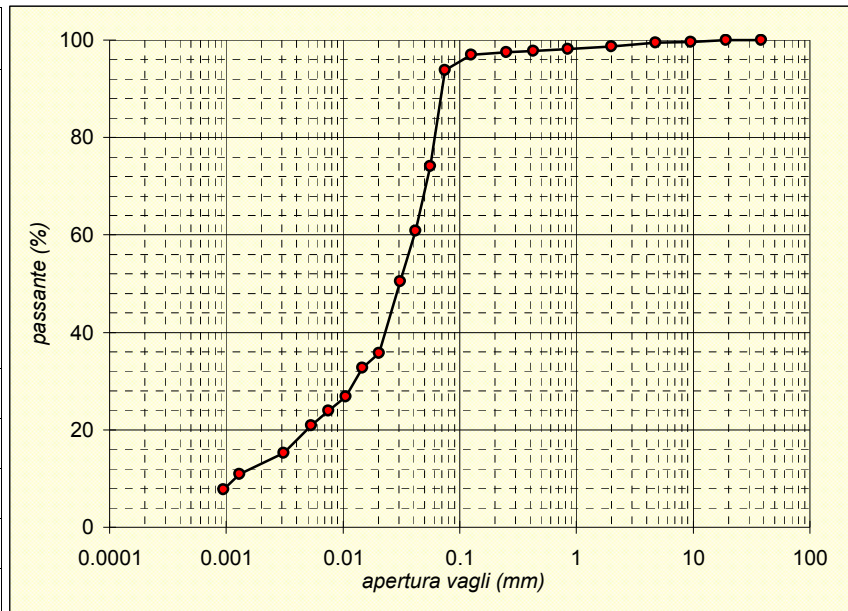
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con frammenti conchigliari grigio scuro

codici		vaglic (mm)	trattenut (g)	trattenut (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
571	setaccio	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.1	0.00	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	9.51	0.78	0.36	0.36	99.64
290	setaccio	4.75	0.34	0.16	0.52	99.48
291	setaccio	2.0	1.84	0.85	1.37	98.63
292	setaccio	0.850	1.14	0.53	1.90	98.10
293	setaccio	0.425	0.77	0.36	2.26	97.74
282	setaccio	0.250	0.57	0.26	2.52	97.48
283	setaccio	0.125	1.22	0.57	3.09	96.91
286	setaccio	0.075	6.72	3.11	6.20	93.80
-	calcolato	0.0560	42.59	19.73	25.93	74.07
-	calcolato	0.0418	28.67	13.29	39.22	60.78
-	calcolato	0.0307	22.30	10.33	49.55	50.45
-	calcolato	0.0204	31.86	14.76	64.31	35.69
-	calcolato	0.0146	6.37	2.95	67.26	32.74
-	calcolato	0.0105	12.74	5.90	73.17	26.83
-	calcolato	0.0075	6.37	2.95	76.12	23.88
-	calcolato	0.0053	6.37	2.95	79.07	20.93
-	calcolato	0.0031	12.18	5.64	84.71	15.29
-	calcolato	0.0013	9.56	4.43	89.14	10.86
-	calcolato	0.0010	6.60	3.06	92.20	7.80
-	fondo		16.84	7.80	100.00	0.00
TOTALE			215.84		ϕ max (mm) = 12.8	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		50.02
t° C	Tempo (s)	Lettura
20.5	30	28.5
20.5	60	24.0
20.5	120	20.5
20.5	300	15.5
20.5	600	14.5
20.5	1200	12.5
20.5	2400	11.5
20.5	4800	10.5
21	14400	8.5
21	86400	7.0
18	172800	6.5
Rapporti granulometrici		
USCS		UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.5%	1.4%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	5.7%	16.6%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	80.7%	69.0%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	13.1%	13.1%

Soluzione disperdente preparata al momento



Io Sperimentatore
dott.geol. Luciano Ross

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagno

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comune di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C3 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 16252/17

DURATA PROVE:

31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17

DATA CONSEGNA:

31/01/17

GEO - CERT. n°:

rev.00 del:

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:

CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital

Prova:

CONSOLIDATA DRENATA

Dimensioni provino:

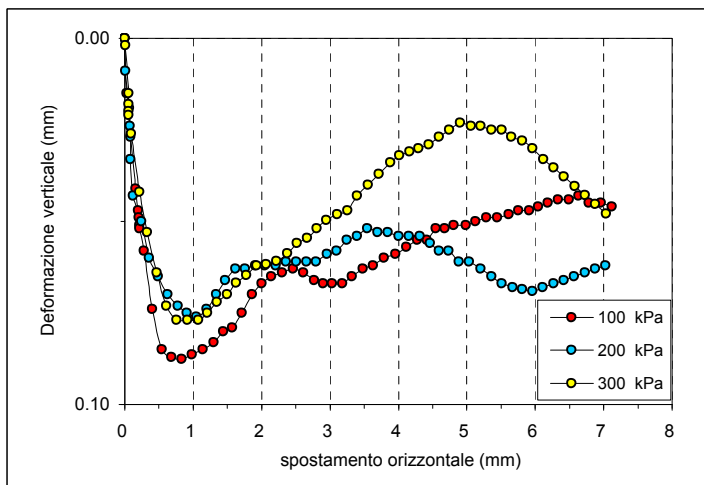
$\phi \times h = 60 \times 20$ mm

Velocità prova:

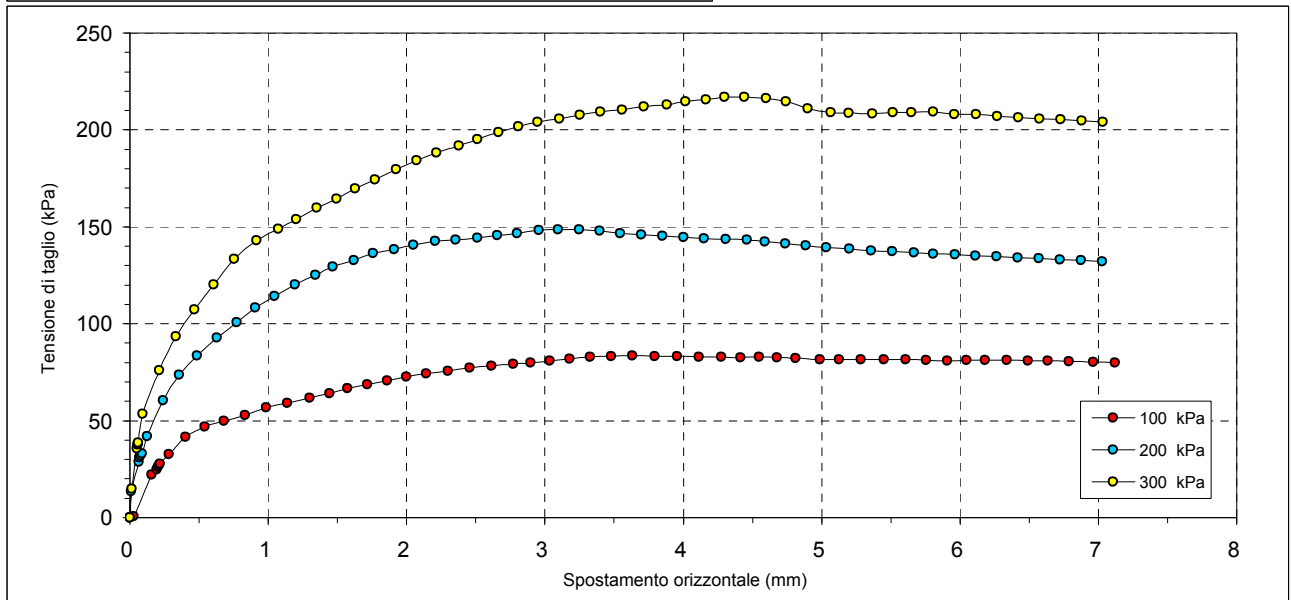
0,005 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con frammenti conchigliari grigio scuro



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	24.3	24.3	24.3
γ ini (Mg/m ³)	1.95	1.99	1.99
γ_d ini (Mg/m ³)	1.57	1.60	1.60
S ini (%)	90	94	94
W fin (%)	26.8	23.1	22.5
γ fin (Mg/m ³)	2.00	2.06	2.07
γ_d fin (Mg/m ³)	1.58	1.67	1.69
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m ³)	2.732		
H fine cons (mm)	19.640	19.475	19.355



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comune di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C3 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.030	0.545	0.015	0.010	13.615	0.009	0.014	14.827	0.002
0.158	21.974	0.041	0.065	28.722	0.019	0.052	35.623	0.015
0.194	24.765	0.047	0.071	30.929	0.024	0.055	37.488	0.018
0.204	26.081	0.049	0.080	31.986	0.027	0.058	38.110	0.020
0.213	26.947	0.051	0.086	32.919	0.033	0.060	38.545	0.021
0.218	27.653	0.052	0.123	41.778	0.043	0.092	53.559	0.026
0.281	32.689	0.058	0.239	60.553	0.050	0.215	75.878	0.042
0.403	41.479	0.074	0.355	73.609	0.060	0.331	93.441	0.053
0.541	46.932	0.085	0.484	83.618	0.065	0.469	107.274	0.064
0.679	49.755	0.087	0.628	92.819	0.070	0.605	120.143	0.073
0.835	52.899	0.088	0.772	100.839	0.073	0.756	133.261	0.077
0.985	56.652	0.086	0.905	108.300	0.075	0.915	142.897	0.077
1.137	59.123	0.085	1.047	114.206	0.076	1.073	148.834	0.077
1.299	61.849	0.083	1.196	120.112	0.074	1.205	153.777	0.075
1.443	64.031	0.080	1.341	125.086	0.070	1.352	159.745	0.072
1.571	66.629	0.079	1.468	129.469	0.066	1.495	164.563	0.070
1.715	68.586	0.075	1.619	132.919	0.063	1.629	169.848	0.067
1.861	70.543	0.070	1.756	136.369	0.063	1.774	174.386	0.065
1.998	72.692	0.067	1.911	138.234	0.062	1.924	179.546	0.062
2.142	74.168	0.065	2.052	140.783	0.062	2.071	184.209	0.062
2.298	75.579	0.064	2.206	142.524	0.062	2.218	188.281	0.061
2.457	77.280	0.063	2.355	143.488	0.061	2.376	191.825	0.059
2.612	78.274	0.064	2.511	144.483	0.061	2.513	195.120	0.056
2.771	79.172	0.066	2.654	145.664	0.061	2.666	198.663	0.055
2.896	80.038	0.067	2.800	146.752	0.061	2.809	201.679	0.052
3.034	80.937	0.067	2.955	148.151	0.059	2.947	204.103	0.050
3.179	81.835	0.067	3.096	148.648	0.058	3.103	205.813	0.048
3.325	82.797	0.065	3.248	148.679	0.055	3.253	207.678	0.047
3.478	83.086	0.063	3.396	147.902	0.054	3.401	209.232	0.043
3.633	83.471	0.062	3.544	146.783	0.052	3.560	210.258	0.040
3.793	83.375	0.060	3.698	145.975	0.053	3.716	211.906	0.037
3.958	83.278	0.059	3.850	145.322	0.053	3.884	213.056	0.034
4.114	82.990	0.057	4.001	144.514	0.054	4.018	214.548	0.032
4.274	82.765	0.055	4.152	144.047	0.054	4.166	215.729	0.031
4.413	82.701	0.055	4.310	143.550	0.054	4.297	216.910	0.030
4.550	82.990	0.052	4.460	143.208	0.056	4.444	216.941	0.029
4.680	82.541	0.052	4.591	142.275	0.058	4.597	216.289	0.027
4.813	82.092	0.051	4.736	141.436	0.058	4.743	214.672	0.025
4.988	81.707	0.051	4.886	140.473	0.061	4.902	211.097	0.023
5.127	81.578	0.050	5.035	139.478	0.061	5.066	209.015	0.024
5.284	81.514	0.049	5.199	138.670	0.063	5.198	208.859	0.024
5.449	81.610	0.049	5.360	137.737	0.065	5.365	208.517	0.025
5.610	81.482	0.048	5.513	137.271	0.067	5.515	208.953	0.025
5.758	81.193	0.047	5.669	136.649	0.068	5.651	209.046	0.027
5.909	80.840	0.047	5.808	135.965	0.069	5.808	209.263	0.028
6.048	81.161	0.046	5.962	135.872	0.069	5.959	208.113	0.030
6.181	81.193	0.045	6.113	134.971	0.068	6.115	207.989	0.033
6.337	81.193	0.044	6.266	134.608	0.067	6.268	207.181	0.035
6.493	80.905	0.044	6.419	134.111	0.066	6.421	206.543	0.038
6.636	80.840	0.043	6.571	133.613	0.065	6.575	205.906	0.040
6.787	80.488	0.045	6.724	133.116	0.064	6.728	205.269	0.043
6.962	80.135	0.045	6.876	132.618	0.063	6.882	204.632	0.045
7.123	79.878	0.046	7.029	132.121	0.062	7.035	203.995	0.048

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea**

CANTIERE: **Comunie di Peccioli (PI)**

CAMPIONE: **S3C3 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 16252/17 DURATA PROVE: 31/01 - 10/02/17

VERBALE ACC.: 037/17 DATA CONSEGNA: 31/01/17

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

Consolidazione Provino 1

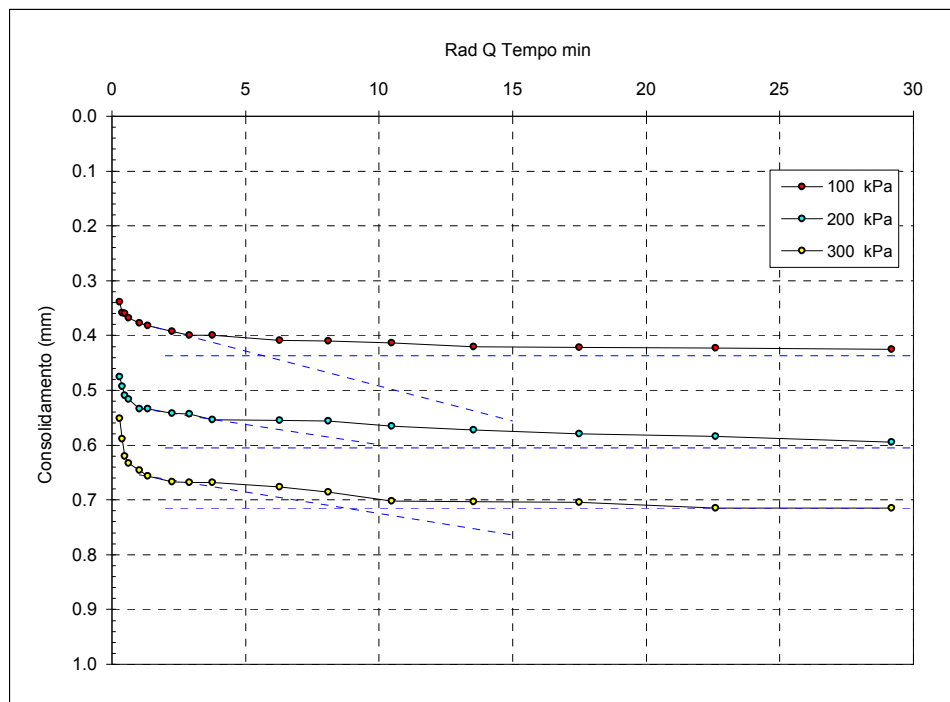
100 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.339
0.14	0.359
0.23	0.359
0.39	0.368
1.08	0.377
1.81	0.382
5.05	0.393
8.44	0.399
14.09	0.400
39.29	0.409
65.61	0.411
109.58	0.413
182.98	0.420
305.58	0.422
510.33	0.423
852.27	0.425

Consolidazione Provino 2

200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.476
0.14	0.493
0.23	0.509
0.39	0.516
1.08	0.533
1.81	0.534
5.05	0.542
8.44	0.543
14.09	0.553
39.29	0.555
65.61	0.556
109.58	0.566
182.98	0.573
305.58	0.580
510.33	0.584
852.27	0.594

Consolidazione Provino 3

300 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.552
0.14	0.589
0.23	0.620
0.39	0.633
1.08	0.646
1.81	0.656
5.05	0.667
8.44	0.668
14.09	0.668
39.29	0.677
65.61	0.686
109.58	0.702
182.98	0.704
305.58	0.704
510.33	0.715
852.27	0.715



t_{100} min
(Bishop ed Henkel)

Provino 1

32.3

Provino 2

116.2

Provino 3

76.9

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

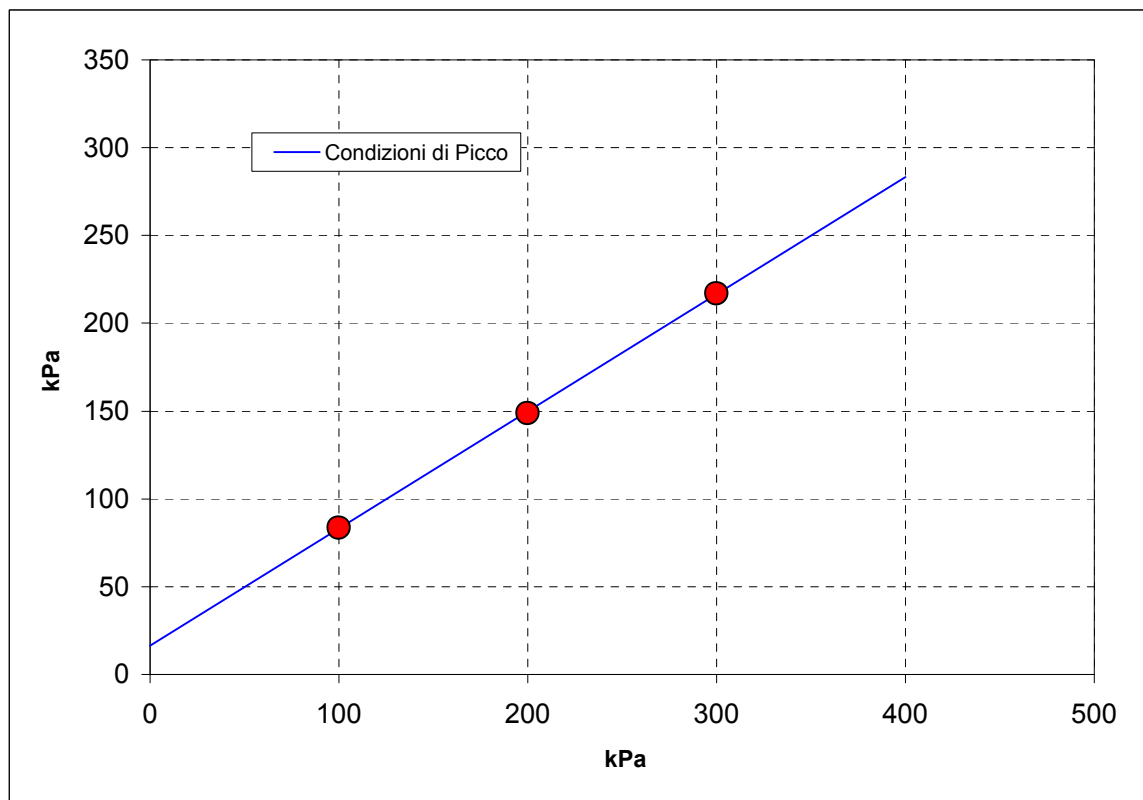
Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Belvedere S.p.A. - dott. geol. Pretesi Andrea		
CANTIERE:	Comunie di Peccioli (PI)		
CAMPIONE:	S3C3		
COMMESSA:	16252/17	DURATA PROVE:	31/01 - 10/02/17
VERBALE ACC.:	037/17	DATA CONSEGNA:	31/01/17

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

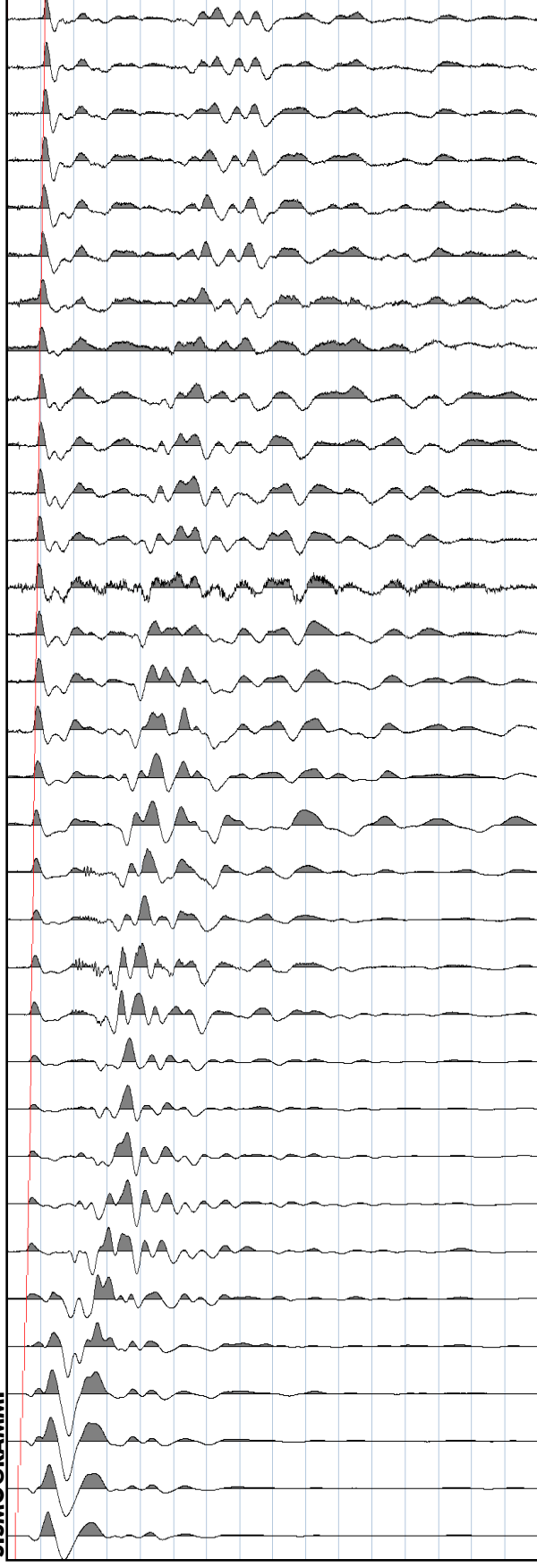
	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	83.47	148.68	216.94
Condizioni di Picco	Coesione: 16.23 kPa		Angolo di attrito: 34°



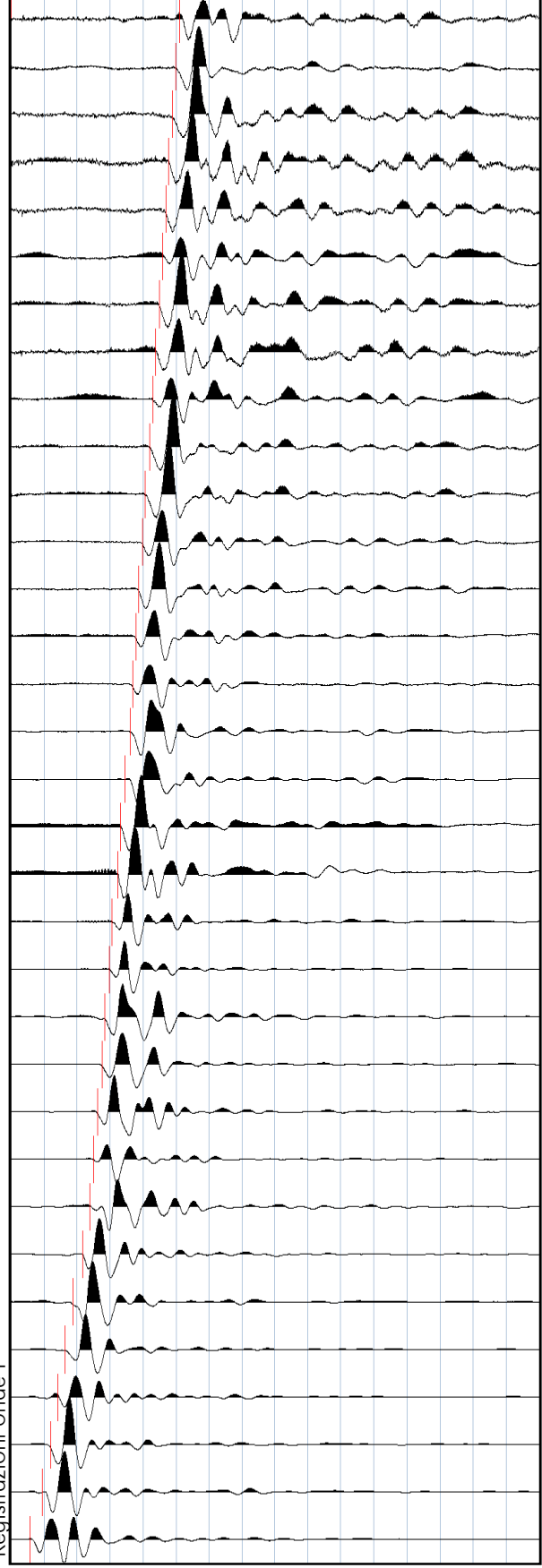
Allegato C

**Elaborati Prova Sismica in Foro
(Down-Hole – DH140217A)**

SISMOGRAMMI



Registrazioni onde P



Registrazioni onde SH

BIERREGI srl

TABELLA DEI VALORI CARATTERISTICI PER OGNI METRO DI PROFONDITA'

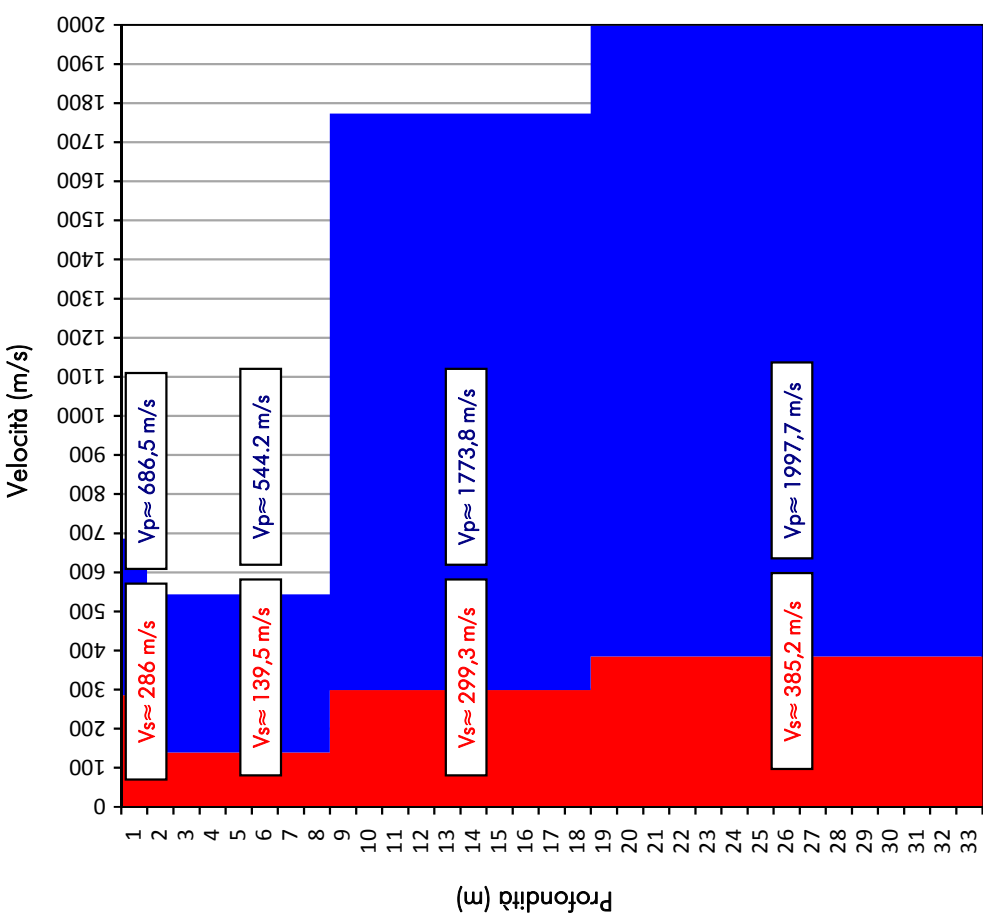
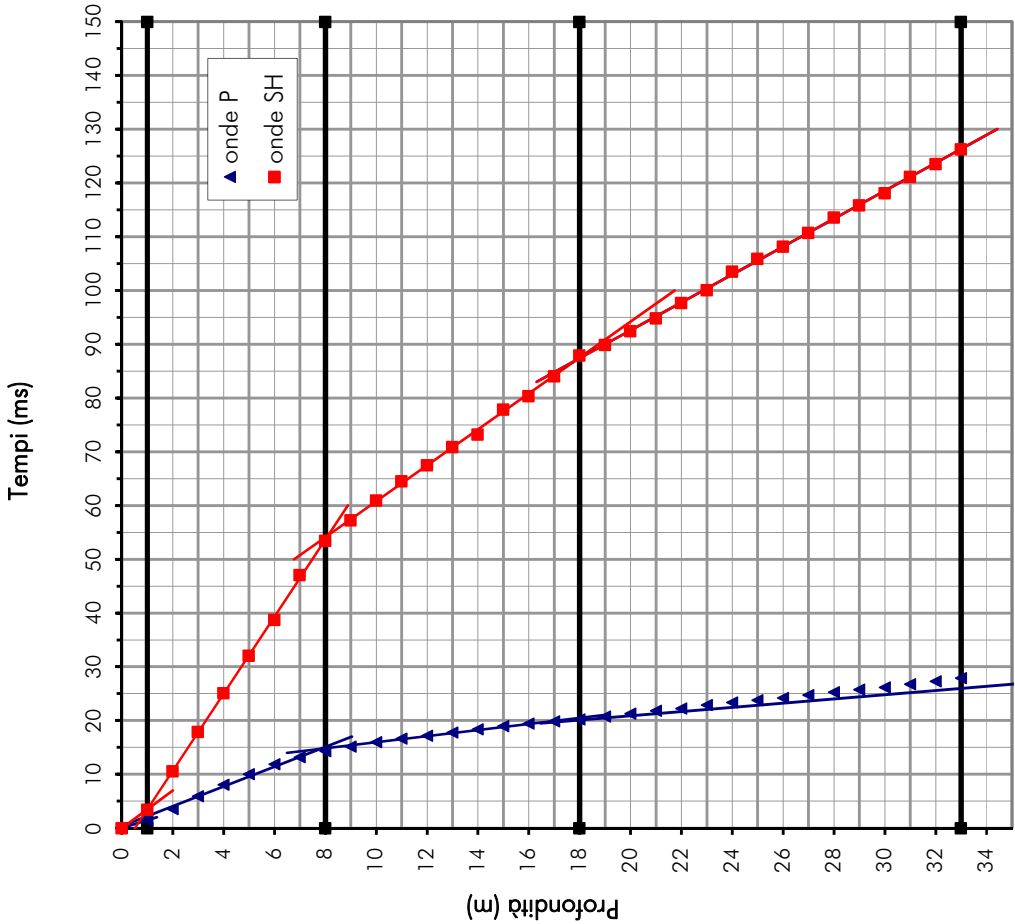
Depth (m)	Onde Longitudinali - Vp				Onde Trasversali - Vs				Velocità delle Onde		Peso di volume		Moduli Elastici Dinamici			
	File	First Break Times (ms)	Corretto		File	First Break Times (ms)	Corretto		Vp	Vs	γ	ν	G	E	K	
	(.sgy)	Sulla Traccia	Corretto		(.sgy)	Sulla Traccia	Corretto		(m/s)	(m/s)	(t/m³)	(-)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	
0.0		0.00	0.00			0.00	0.00		0	0	0	0.00	0	0	0	
1.0	0001	6.00	1.46	0002	14.40	3.49	686	286		1.76	0.39	144340	402696	638945		
2.0	0003	7.90	3.53	0004	23.70	10.60	481	141		1.65	0.45	32653	94906	338434		
3.0	0005	9.90	5.94	0006	29.90	17.94	415	136		1.60	0.44	29756	85684	237104		
4.0	0007	11.40	8.06	0008	35.60	25.17	471	138		1.64	0.45	31397	91237	323259		
5.0	0009	12.80	10.00	0010	41.10	32.09	517	144		1.67	0.46	34901	101746	400334		
6.0	0011	14.30	11.90	0012	46.60	38.77	525	150		1.68	0.46	37578	109415	412809		
7.0	0013	15.20	13.20	0014	54.30	47.15	770	119		1.80	0.49	25723	76534	1034224		
8.0	0015	16.00	14.31	0016	59.80	53.49	898	158		1.86	0.48	46170	137041	1435658		
9.0	0017	16.60	15.17	0018	62.70	57.30	1165	263		1.95	0.47	134428	396091	2467733		
10.0	0019	17.20	15.97	0020	65.70	61.00	1249	270		1.98	0.48	144002	424953	2892438		
11.0	0021	17.70	16.63	0022	68.70	64.56	1505	281		2.05	0.48	161319	478143	4421965		
12.0	0023	18.10	17.17	0024	71.20	67.55	1863	335		2.13	0.48	239750	711221	7080442		
13.0	0025	18.60	17.78	0026	74.20	70.92	1649	297		2.08	0.48	183206	543498	5423990		
14.0	0027	19.10	18.37	0028	76.20	73.27	1702	426		2.10	0.47	379802	1114059	5564485		
15.0	0029	19.60	18.94	0030	80.60	77.88	1745	217		2.11	0.49	99089	295713	6280713		
16.0	0031	20.00	19.40	0032	82.90	80.42	2152	393		2.19	0.48	338069	1002563	9701769		
17.0	0033	20.40	19.86	0034	86.40	84.10	2198	272		2.20	0.49	162648	485418	10420094		
18.0	0035	20.70	20.21	0036	90.10	87.95	2862	260		2.31	0.50	156010	466736	18750169		
19.0	0037	21.20	20.75	0038	91.90	89.93	1858	507		2.13	0.46	546865	1596694	6630088		
20.0	0039	21.70	21.28	0040	94.30	92.47	1875	394		2.14	0.48	330948	977580	7064964		
21.0	0041	22.20	21.81	0042	96.60	94.89	1889	412		2.14	0.47	363570	1072524	7147184		
22.0	0043	22.60	22.24	0044	99.30	97.70	2339	357		2.23	0.49	283147	842702	11804585		
23.0	0045	23.20	22.86	0046	101.60	100.10	1609	417		2.07	0.46	360311	1055022	4889982		
24.0	0047	23.70	23.38	0048	105.00	103.57	1921	288		2.15	0.49	177750	529165	7676772		
25.0	0049	24.10	23.80	0050	107.30	105.95	2382	420		2.23	0.48	394158	1169829	12155215		
26.0	0051	24.50	24.22	0052	109.50	108.23	2394	440		2.24	0.48	432399	1282097	12237271		
27.0	0053	25.00	24.73	0054	112.00	110.79	1942	390		2.15	0.48	326937	967070	7669015		
28.0	0055	25.50	25.24	0056	114.80	113.65	1947	350		2.15	0.48	263760	782461	7800131		
29.0	0057	26.00	25.76	0058	117.00	115.90	1951	443		2.15	0.47	422551	1244676	7629864		
30.0	0059	26.40	26.17	0060	119.20	118.15	2426	444		2.24	0.48	442250	1311410	12602879		
31.0	0061	27.00	26.78	0064	122.20	121.20	1640	329		2.08	0.48	225119	665932	5301851		
32.0	0063	27.50	27.29	0062	124.50	123.54	1962	427		2.15	0.48	392211	1157160	7769153		
33.0	0065	28.10	27.90	0066	127.20	126.28	1644	365		2.08	0.47	277978	819496	5259818		
34.0	0067			0068												
35.0	0070			0070												

Nota 1: ν - Modulo di Poisson; G - Modulo di deformazione a taglio; E - Modulo di Young; k - Modulo di Bulk (compressibilità)

Nota 2: I valori del peso di volume sono stati ricavati per via empirica sulla base della relazione $\gamma=0.51 \cdot V_p^{0.19}$

Nota 3: Distanza punto di energizzazione - bocca pozzo - 4,00 metri.

DROMOCRONE E PROFILI DI VELOCITA'



Nota: Valore della $V_{s,30}$ a partire dal piano campagna ≈ 254 m/s (Categoria di suolo C)

STATO ATTUALE NON DRENATO

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	43.547383/10.719272
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	116.21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	152.68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	182.72 m
Ordinata vertice destro superiore ys	192.39 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 III
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	75.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45.0	0.54	2.48	0.24
S.L.D.	75.0	0.69	2.47	0.25
S.L.V.	712.0	1.57	2.5	0.28
S.L.C.	1462.0	1.92	2.54	0.29

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.	0.972	0.2	0.0198	0.0099
S.L.D.	1.242	0.2	0.0253	0.0127
S.L.V.	2.7503	0.24	0.0673	0.0337
S.L.C.	3.2293	0.24	0.079	0.0395

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0198
Coefficiente azione sismica verticale	0.0099

Vertici profilo

Nr	X	y
----	---	---

	(m)	(m)
1	0.0	91.2
2	58.64	97.2
3	114.19	101.9
4	153.88	107.0
5	191.5	113.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	89.16
2	16.91	91.27
3	42.88	93.61
4	73.77	96.65
5	110.62	99.57
6	150.2	104.53
7	177.53	108.44
8	191.5	110.87
9	191.5	110.87

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	84.85
2	39.19	88.03
3	80.47	91.89
4	123.89	96.6
5	191.5	106.22

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	80.93
2	48.29	85.75
3	81.22	85.42
4	125.5	93.69
5	191.5	98.74

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	77.02
2	48.05	78.89
3	89.04	80.18
4	132.46	88.17
5	191.5	89.36

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 (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	0	98.0665	15	16.18097	17.65197	Terreno vegetale	
2	5.74	40	33	19.9	19.6133	Limo sabbioso	

3	10.67	57	29	20.4	21.57463	Limo argilloso	
4	16.23	62	33	19.5	20.10363	Limo sabbioso	
5	16.23	110	25	20.2	22.55529	Limo argilloso/argilla	

Risultati analisi pendio

=====

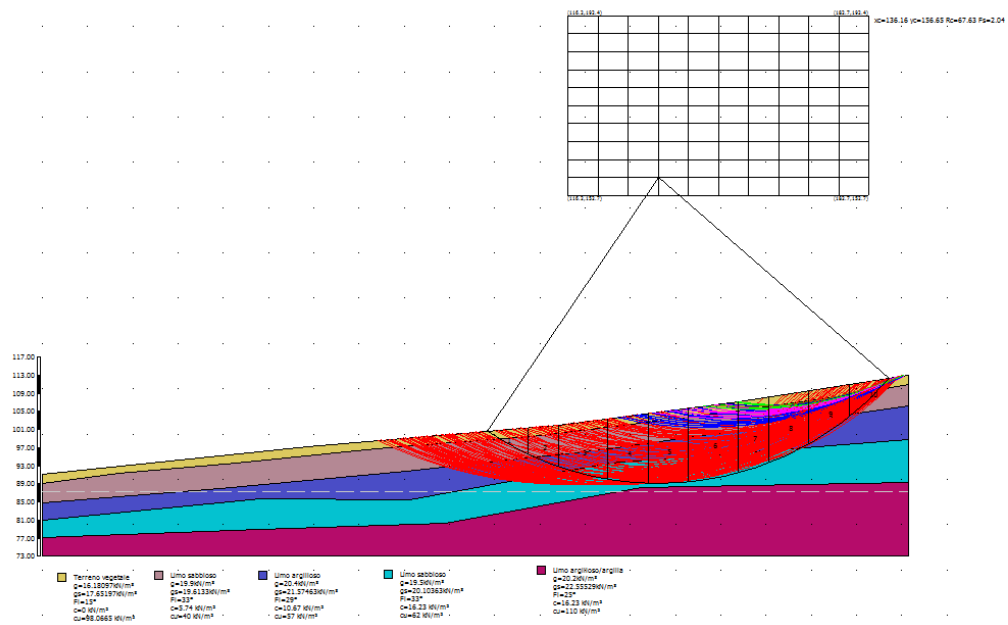
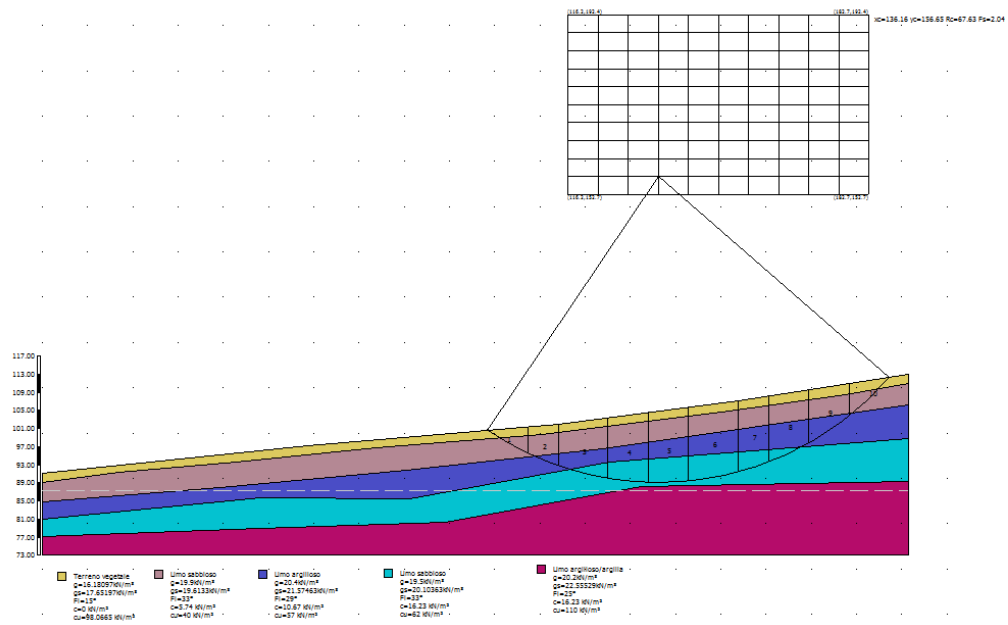
Fs minimo individuato	2.04
Ascissa centro superficie	136.16 m
Ordinata centro superficie	156.65 m
Raggio superficie	67.63 m

=====

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.

xc = 136.163 yc = 156.651 Rc = 67.631 Fs=2.039

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	8.89	-29.6	10.22	510.26	10.1	5.05	40.0	0.0	0.0	701.1	200.6
2	6.93	-22.1	7.48	1024.42	20.28	10.14	57.0	0.0	0.0	1190.9	209.1
3	10.84	-14.2	11.19	2493.14	49.36	24.68	62.0	0.0	0.0	2658.1	340.2
4	8.89	-5.7	8.93	2575.38	50.99	25.5	62.0	0.0	0.0	2615.1	271.6
5	8.89	1.9	8.89	2839.85	56.23	28.11	62.0	0.0	0.0	2832.5	270.4
6	11.07	10.4	11.26	3596.84	71.22	35.61	62.0	0.0	0.0	3594.1	342.4
7	6.7	18.2	7.05	2045.22	40.5	20.25	62.0	0.0	0.0	2082.2	214.4
8	8.89	25.3	9.83	2384.73	47.22	23.61	62.0	0.0	0.0	2496.9	299.0
9	8.89	34.0	10.73	1699.72	33.65	16.83	57.0	0.0	0.0	1848.8	299.8
10	8.89	43.8	12.32	648.04	12.83	6.42	40.0	0.0	0.0	666.3	241.6



STATO ATTUALE NON DRENATO

Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	43.547383/10.719272
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	116.21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	152.68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	182.72 m
Ordinata vertice destro superiore ys	192.39 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 III
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	75.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45.0	0.54	2.48	0.24
S.L.D.	75.0	0.69	2.47	0.25
S.L.V.	712.0	1.57	2.5	0.28
S.L.C.	1462.0	1.92	2.54	0.29

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.	0.972	0.2	0.0198	0.0099
S.L.D.	1.242	0.2	0.0253	0.0127
S.L.V.	2.7503	0.24	0.0673	0.0337
S.L.C.	3.2293	0.24	0.079	0.0395

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0198
Coefficiente azione sismica verticale	0.0099

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
----	----------	----------

1	0.0	91.2
2	58.64	97.2
3	114.19	101.9
4	153.88	107.0
5	191.5	113.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	89.16
2	16.91	91.27
3	42.88	93.61
4	73.77	96.65
5	110.62	99.57
6	150.2	104.53
7	177.53	108.44
8	191.5	110.87
9	191.5	110.87

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	84.85
2	39.19	88.03
3	80.47	91.89
4	123.89	96.6
5	191.5	106.22

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	80.93
2	48.29	85.75
3	81.22	85.42
4	125.5	93.69
5	191.5	98.74

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	77.02
2	48.05	78.89
3	89.04	80.18
4	132.46	88.17
5	191.5	89.36

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 (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	0	98.0665	15	16.18097	17.65197	Terreno vegetale	
2	5.74	40	33	19.9	19.6133	Limo sabbioso	
3	10.67	57	29	20.4	21.57463	Limo argilloso	

4	16.23	62	33	19.5	20.10363	Limo sabbioso	
5	16.23	110	25	20.2	22.55529	Limo argilloso/argi lla	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2.08
Ascissa centro superficie	136.16 m
Ordinata centro superficie	156.65 m
Raggio superficie	67.63 m

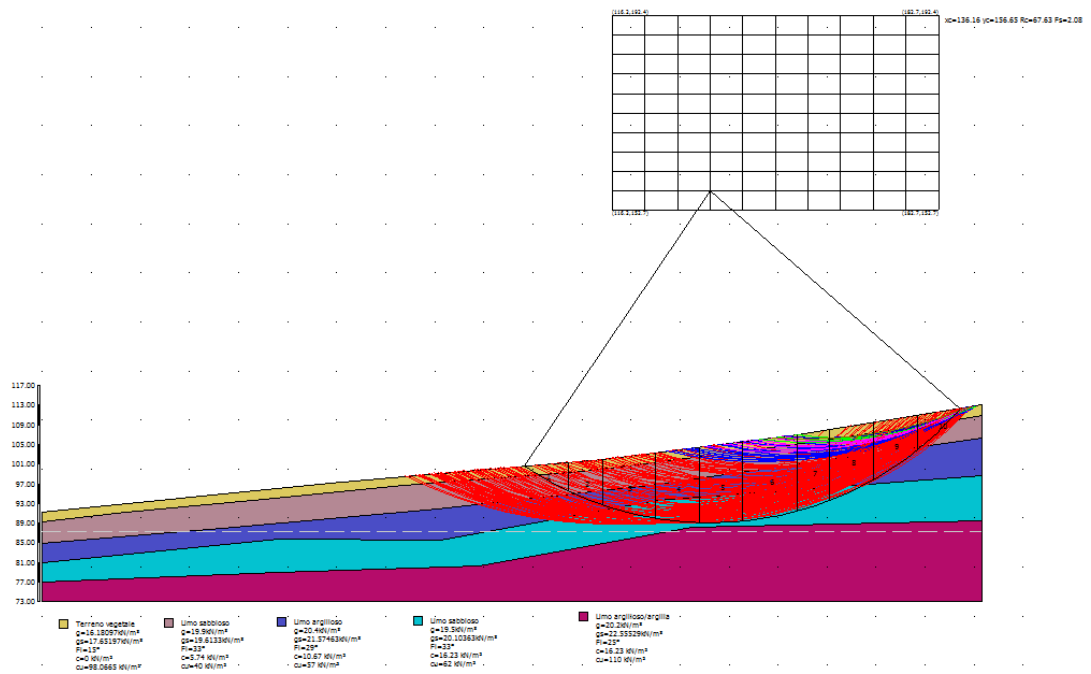
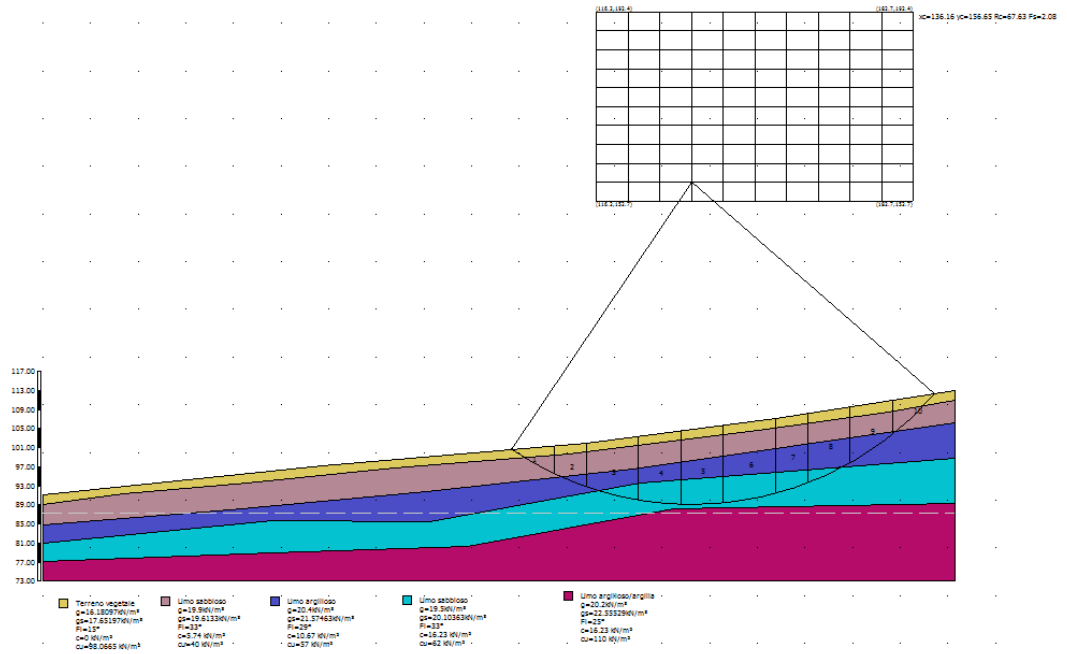
xc = 136.163 yc = 156.651 Rc = 67.631 Fs=2.076

Lambda = 0.11

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	8.89	-29.63	10.22	510.26
2	6.93	-22.13	7.48	1024.42
3	10.84	-14.21	11.19	2493.14
4	8.89	-5.69	8.93	2575.38
5	8.89	1.87	8.89	2839.85
6	11.07	10.41	11.26	3596.84
7	6.7	18.18	7.05	2045.22
8	8.89	25.33	9.83	2384.73
9	8.89	34.05	10.73	1699.72
10	8.89	43.82	12.32	648.04

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	59.65	543.58	0.0	0.0	132.28	196.97	0.0
2	138.31	1260.3	59.65	543.58	623.15	205.37	0.0
3	236.61	2156.04	138.31	1260.3	2137.6	334.03	0.0
4	289.42	2637.26	236.61	2156.04	2492.9	266.68	0.0
5	302.09	2752.71	289.42	2637.26	2855.71	265.51	0.0
6	252.13	2297.51	302.09	2752.71	3526.62	336.22	0.0
7	207.16	1887.66	252.13	2297.51	1864.68	210.56	0.0
8	117.18	1067.82	207.16	1887.66	1887.12	293.6	0.0
9	31.55	287.5	117.18	1067.82	1037.51	294.44	0.0
10	0.57	5.22	31.55	287.5	290.23	237.28	0.0



STATO ATTUALE DRENATO

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	43.547383/10.719272
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	116.21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	152.68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	182.72 m
Ordinata vertice destro superiore ys	192.39 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 III
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	75.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45.0	0.54	2.48	0.24
S.L.D.	75.0	0.69	2.47	0.25
S.L.V.	712.0	1.57	2.5	0.28
S.L.C.	1462.0	1.92	2.54	0.29

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.	0.972	0.2	0.0198	0.0099
S.L.D.	1.242	0.2	0.0253	0.0127
S.L.V.	2.7503	0.24	0.0673	0.0337
S.L.C.	3.2293	0.24	0.079	0.0395

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0198
Coefficiente azione sismica verticale	0.0099

Vertici profilo

Nr	X	y
----	---	---

	(m)	(m)
1	0.0	91.2
2	58.64	97.2
3	114.19	101.9
4	153.88	107.0
5	191.5	113.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	89.16
2	16.91	91.27
3	42.88	93.61
4	73.77	96.65
5	110.62	99.57
6	150.2	104.53
7	177.53	108.44
8	191.5	110.87
9	191.5	110.87

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	84.85
2	39.19	88.03
3	80.47	91.89
4	123.89	96.6
5	191.5	106.22

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	80.93
2	48.29	85.75
3	81.22	85.42
4	125.5	93.69
5	191.5	98.74

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	77.02
2	48.05	78.89
3	89.04	80.18
4	132.46	88.17
5	191.5	89.36

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 (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0	98.0665	15	16.18097	17.65197	Terreno vegetale	
2	5.74	40	33	19.9	19.6133	Limo sabbioso	

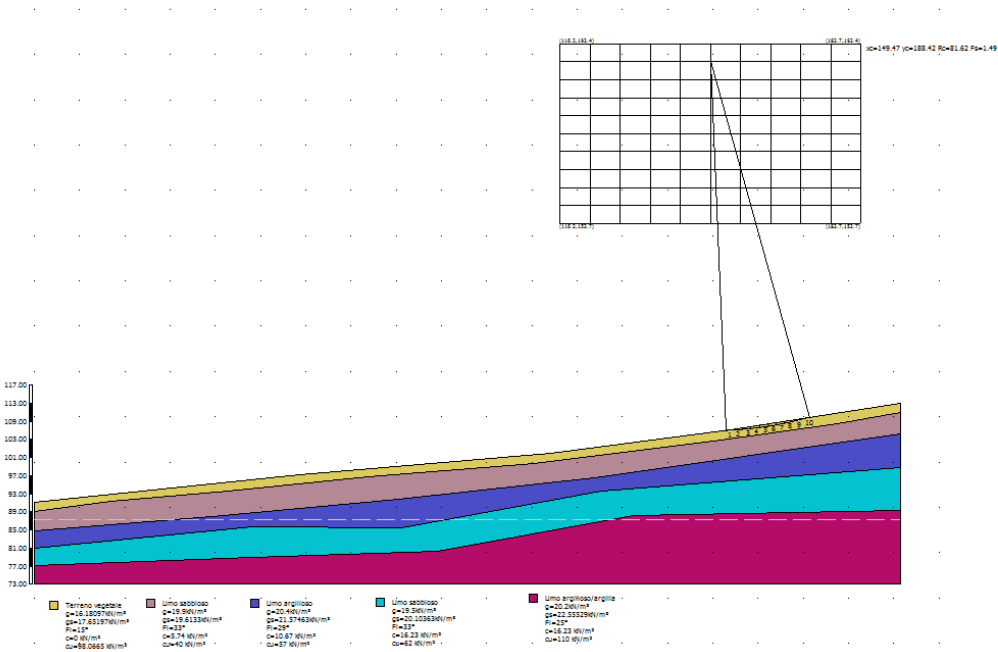
3	10.67	57	29	20.4	21.57463	Limo argilloso	
4	16.23	62	33	19.5	20.10363	Limo sabbioso	
5	16.23	110	25	20.2	22.55529	Limo argilloso/argilla	

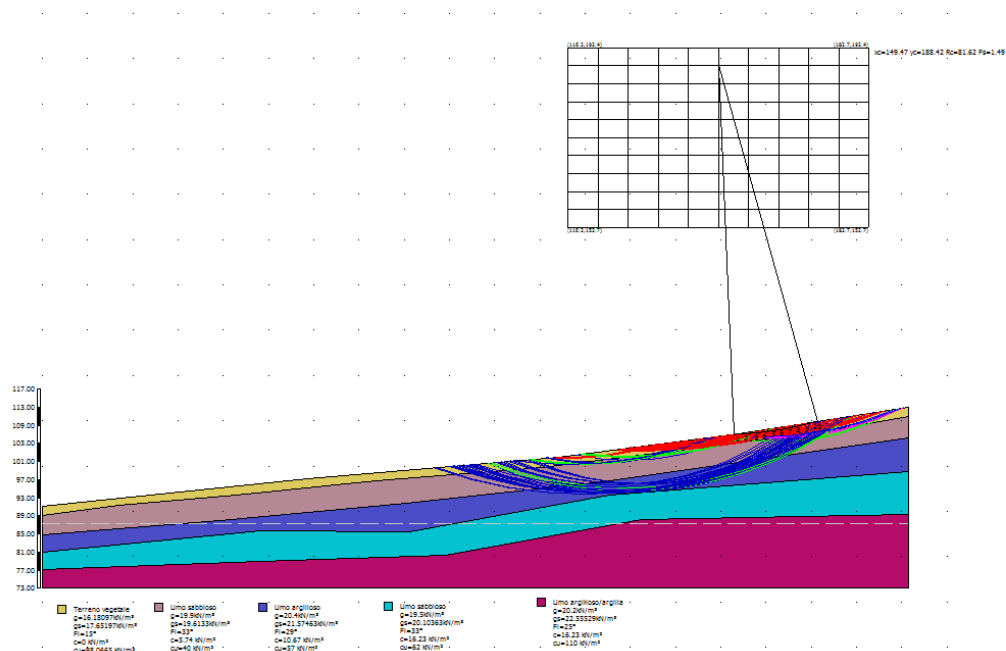
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.49
Ascissa centro superficie	149.47 m
Ordinata centro superficie	188.42 m
Raggio superficie	81.62 m

xc = 149.465 yc = 188.417 Rc = 81.62 Fs=1.487

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1.04	2.7	1.04	0.74	0.01	0.01	0.0	15.0	0.0	0.7	0.1
2	2.66	4.0	2.67	9.2	0.18	0.09	0.0	15.0	0.0	9.1	1.6
3	1.85	5.6	1.86	11.47	0.23	0.11	0.0	15.0	0.0	11.3	2.0
4	1.85	6.9	1.87	14.21	0.28	0.14	0.0	15.0	0.0	14.0	2.5
5	1.85	8.2	1.87	15.66	0.31	0.16	0.0	15.0	0.0	15.4	2.8
6	1.85	9.6	1.88	15.82	0.31	0.16	0.0	15.0	0.0	15.6	2.8
7	1.85	10.9	1.89	14.66	0.29	0.15	0.0	15.0	0.0	14.4	2.6
8	1.85	12.2	1.9	12.17	0.24	0.12	0.0	15.0	0.0	12.0	2.2
9	1.85	13.5	1.91	8.33	0.17	0.08	0.0	15.0	0.0	8.2	1.5
10	1.85	14.9	1.92	3.13	0.06	0.03	0.0	15.0	0.0	3.1	0.6





STATO ATTUALE DRENATO

Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	43.547383/10.719272
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	116.21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	152.68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	182.72 m
Ordinata vertice destro superiore ys	192.39 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 III
Vita nominale:	50.0 [anni]

Vita di riferimento:

75.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:

C

Categoria topografica:

T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45.0	0.54	2.48	0.24
S.L.D.	75.0	0.69	2.47	0.25
S.L.V.	712.0	1.57	2.5	0.28
S.L.C.	1462.0	1.92	2.54	0.29

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.	0.972	0.2	0.0198	0.0099
S.L.D.	1.242	0.2	0.0253	0.0127
S.L.V.	2.7503	0.24	0.0673	0.0337
S.L.C.	3.2293	0.24	0.079	0.0395

Coefficiente azione sismica orizzontale

0.0198

Coefficiente azione sismica verticale

0.0099

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	91.2
2	58.64	97.2
3	114.19	101.9
4	153.88	107.0
5	191.5	113.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	89.16
2	16.91	91.27
3	42.88	93.61
4	73.77	96.65
5	110.62	99.57
6	150.2	104.53
7	177.53	108.44
8	191.5	110.87
9	191.5	110.87

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	84.85
2	39.19	88.03
3	80.47	91.89
4	123.89	96.6
5	191.5	106.22

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	80.93
2	48.29	85.75
3	81.22	85.42

4	125.5	93.69
5	191.5	98.74

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	77.02
2	48.05	78.89
3	89.04	80.18
4	132.46	88.17
5	191.5	89.36

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 (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0	98.0665	15	16.18097	17.65197	Terreno vegetale	
2	5.74	40	33	19.9	19.6133	Limo sabbioso	
3	10.67	57	29	20.4	21.57463	Limo argilloso	
4	16.23	62	33	19.5	20.10363	Limo sabbioso	
5	16.23	110	25	20.2	22.55529	Limo argilloso/argi lla	

Risultati analisi pendio

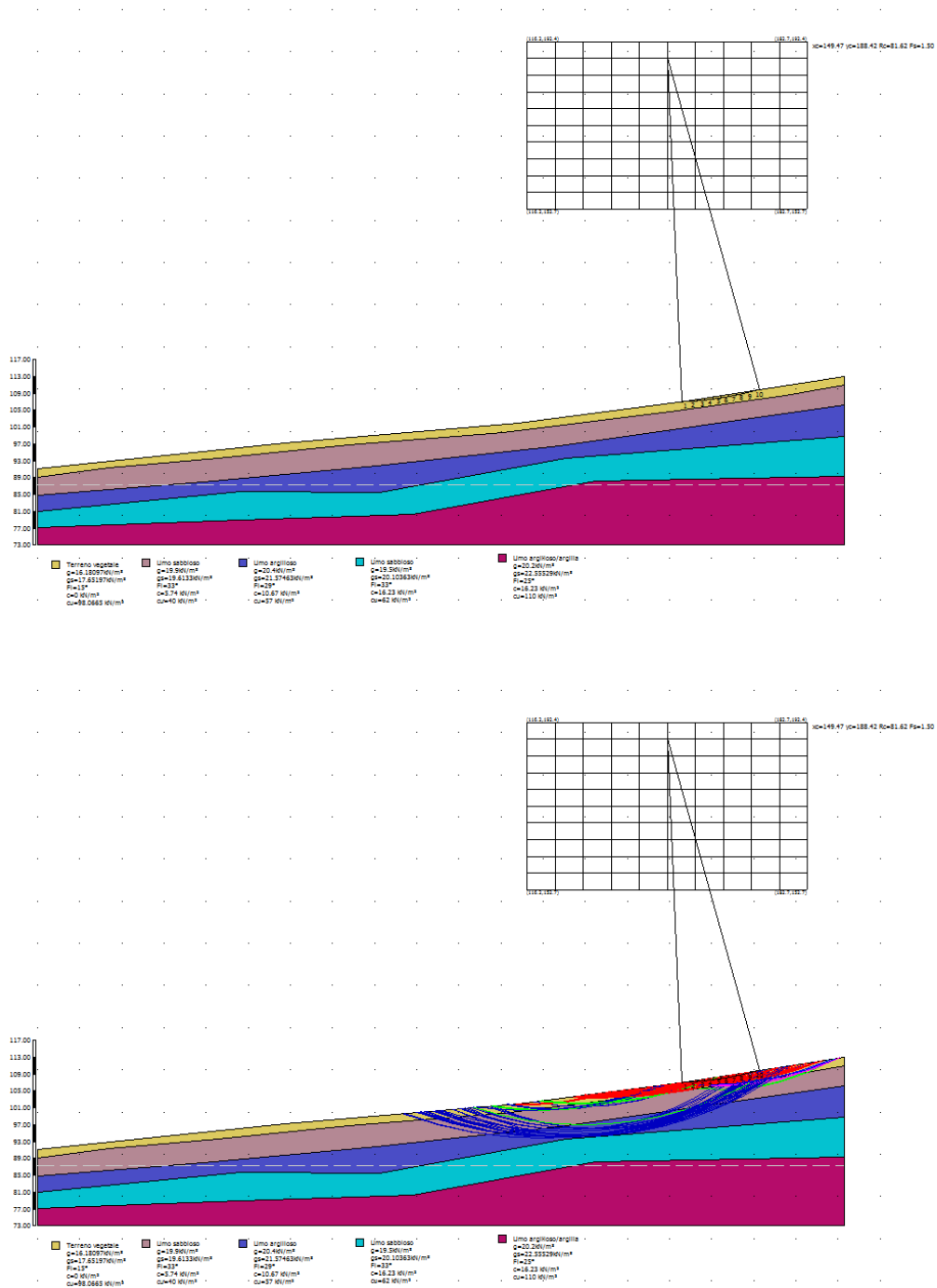
Fs minimo individuato	1.5
Ascissa centro superficie	149.47 m
Ordinata centro superficie	188.42 m
Raggio superficie	81.62 m

xc = 149.465 yc = 188.417 Rc = 81.62 Fs=1.503
 Lambda = 0.179

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	1.04	2.74	1.04	0.74
2	2.66	4.04	2.67	9.2
3	1.85	5.63	1.86	11.47
4	1.85	6.94	1.87	14.21
5	1.85	8.25	1.87	15.66
6	1.85	9.56	1.88	15.82
7	1.85	10.88	1.89	14.66
8	1.85	12.21	1.9	12.17
9	1.85	13.55	1.91	8.33
10	1.85	14.89	1.92	3.13

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.01	0.08	0.0	0.0	0.73	0.13	0.0
2	0.16	0.91	0.01	0.08	9.16	1.63	0.0
3	0.29	1.6	0.16	0.91	11.45	2.04	0.0
4	0.38	2.12	0.29	1.6	14.18	2.53	0.0
5	0.42	2.32	0.38	2.12	15.6	2.78	0.0
6	0.39	2.16	0.42	2.32	15.7	2.8	0.0
7	0.3	1.67	0.39	2.16	14.48	2.58	0.0
8	0.18	0.98	0.3	1.67	11.94	2.13	0.0
9	0.06	0.32	0.18	0.98	8.1	1.45	0.0
10	0.0	0.0	0.06	0.32	3.01	0.54	0.0



STATO MODIFICATO

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	43.547383/10.719272
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	116.21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	152.68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	182.72 m
Ordinata vertice destro superiore ys	192.39 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 III
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	75.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45.0	0.54	2.48	0.24
S.L.D.	75.0	0.69	2.47	0.25
S.L.V.	712.0	1.57	2.5	0.28
S.L.C.	1462.0	1.92	2.54	0.29

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.	0.972	0.2	0.0198	0.0099
S.L.D.	1.242	0.2	0.0253	0.0127
S.L.V.	2.7503	0.24	0.0673	0.0337
S.L.C.	3.2293	0.24	0.079	0.0395

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0198
Coefficiente azione sismica verticale	0.0099

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	91.2
2	58.64	97.2
3	114.19	101.9
4	153.88	107.0
5	191.5	113.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	89.16
2	16.91	91.27
3	42.88	93.61
4	73.77	96.65
5	110.62	99.57
6	150.2	104.53
7	177.53	108.44
8	191.5	110.87
9	191.5	110.87

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	84.85
2	39.19	88.03
3	80.47	91.89
4	123.89	96.6
5	191.5	106.22

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	80.93
2	48.29	85.75
3	81.22	85.42
4	125.5	93.69
5	191.5	98.74

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	77.02
2	48.05	78.89
3	89.04	80.18
4	132.46	88.17
5	191.5	89.36

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 (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0	98.0665	15	16.18097	17.65197	Terreno vegetale	

2	5.74	40	33	19.9	19.6133	Limo sabbioso	
3	10.67	57	29	20.4	21.57463	Limo argilloso	
4	16.23	62	33	19.5	20.10363	Limo sabbioso	
5	16.23	110	25	20.2	22.55529	Limo argilloso/argilla	

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kN/m²)	Momento plasticizzazione (kN*m)	Metodo stabilizzazione
1	154.8374	107.1527	0.8	18	90	0	--	--	Tensione tangenziale
2	116.6395	102.2148	0.8	18	90	0	--	--	Tensione tangenziale
3	72.64365	98.38483	0.8	18	90	0	--	--	Tensione tangenziale

Carichi concentrati

N°	x (m)	y (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	74.88	98.26	0	1096	0
2	119.4	102.35	0	978	0
3	157.54	107.59	0	875	0

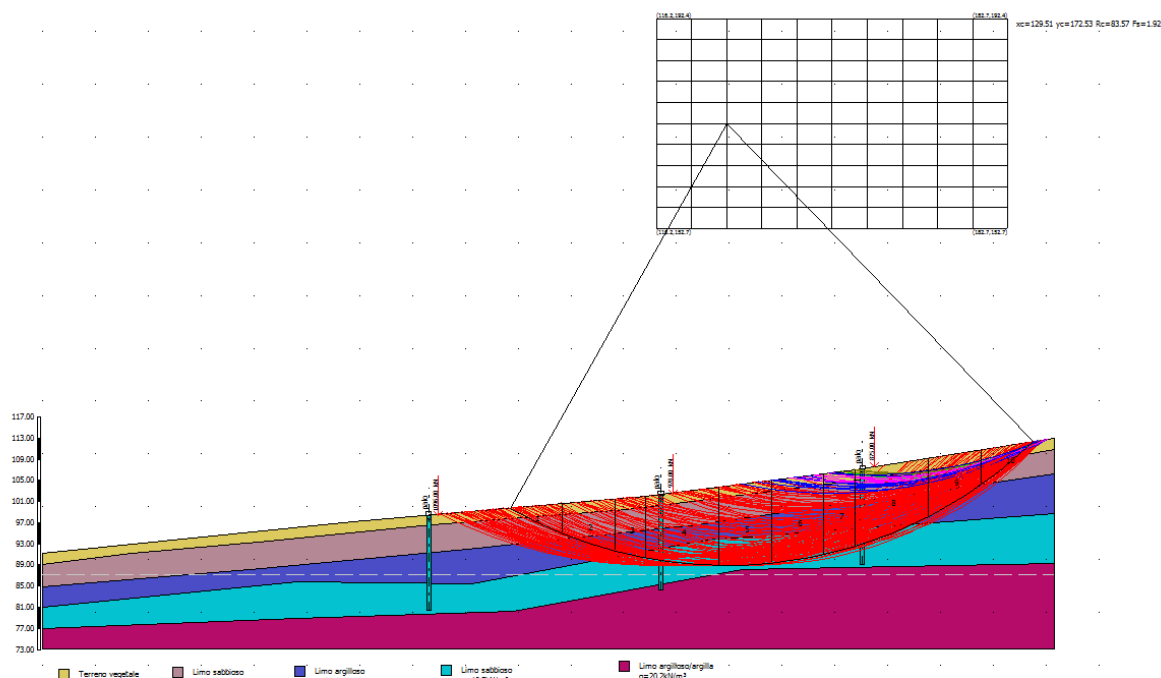
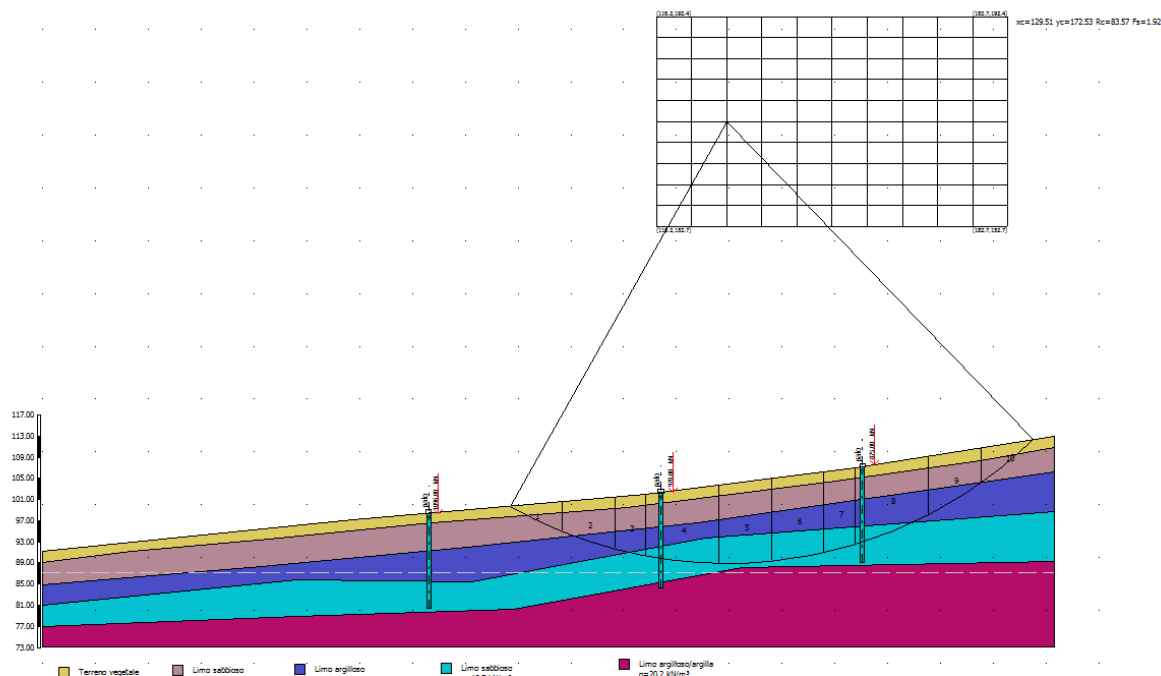
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1.92
 Ascissa centro superficie 129.51 m
 Ordinata centro superficie 172.53 m
 Raggio superficie 83.57 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.

xc = 129.511 yc = 172.534 Rc = 83.574 Fs=1.923

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	9.9	-25.6	10.98	544.18	10.77	5.39	40.0	0.0	0.0	713.2	228.5
2	9.9	-18.3	10.43	1503.05	29.76	14.88	57.0	0.0	0.0	1685.2	309.1
3	5.9	-12.6	6.05	1260.44	24.96	12.48	62.0	0.0	0.0	1335.4	195.0
4	13.9	-5.8	13.97	4701.06	93.08	46.54	62.0	0.0	0.0	4770.5	450.5
5	9.9	2.4	9.91	3027.61	59.95	29.97	62.0	0.0	0.0	3016.8	319.5
6	9.9	9.3	10.03	3088.9	61.16	30.58	62.0	0.0	0.0	3077.0	323.5
7	5.98	14.8	6.19	1789.11	35.42	17.71	62.0	0.0	0.0	1798.0	199.4
8	13.83	22.1	14.92	4519.86	89.49	44.75	62.0	0.0	0.0	4682.3	481.0
9	9.9	31.2	11.57	1761.31	34.87	17.44	57.0	0.0	0.0	1850.9	343.0
10	9.9		39.5	12.84	658.83	13.04	6.52	40.0	0.0	633.8	267.1



STATO MODIFICATO

Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	43.547383/10.719272
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	116.21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	152.68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	182.72 m
Ordinata vertice destro superiore ys	192.39 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 III
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	75.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45.0	0.54	2.48	0.24
S.L.D.	75.0	0.69	2.47	0.25
S.L.V.	712.0	1.57	2.5	0.28
S.L.C.	1462.0	1.92	2.54	0.29

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.	0.972	0.2	0.0198	0.0099
S.L.D.	1.242	0.2	0.0253	0.0127
S.L.V.	2.7503	0.24	0.0673	0.0337
S.L.C.	3.2293	0.24	0.079	0.0395

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0198
Coefficiente azione sismica verticale	0.0099

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	91.2
2	58.64	97.2
3	114.19	101.9
4	153.88	107.0
5	191.5	113.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	89.16
2	16.91	91.27
3	42.88	93.61
4	73.77	96.65
5	110.62	99.57
6	150.2	104.53
7	177.53	108.44
8	191.5	110.87
9	191.5	110.87

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	84.85
2	39.19	88.03
3	80.47	91.89
4	123.89	96.6
5	191.5	106.22

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	80.93
2	48.29	85.75
3	81.22	85.42
4	125.5	93.69
5	191.5	98.74

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	77.02
2	48.05	78.89
3	89.04	80.18
4	132.46	88.17
5	191.5	89.36

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 (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	0	98.0665	15	16.18097	17.65197	Terreno vegetale	
2	5.74	40	33	19.9	19.6133	Limo sabbioso	
3	10.67	57	29	20.4	21.57463	Limo argilloso	
4	16.23	62	33	19.5	20.10363	Limo sabbioso	
5	16.23	110	25	20.2	22.55529	Limo argilloso/argilla	

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kN/m²)	Momento plasticizzazione (kN*m)	Metodo stabilizzazione
1	154.8374	107.1527	0.8	18	90	0	--	--	Tensione tangenziale
2	116.6395	102.2148	0.8	18	90	0	--	--	Tensione tangenziale
3	72.64365	98.38483	0.8	18	90	0	--	--	Tensione tangenziale

Carichi concentrati

N°	x (m)	y (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	74.88	98.26	0	1096	0
2	119.4	102.35	0	978	0
3	157.54	107.59	0	875	0

Risultati analisi pendio

```
=====
Fs minimo individuato          1.94
Ascissa centro superficie      129.51 m
Ordinata centro superficie     172.53 m
Raggio superficie              83.57 m
=====
```

xc = 129.511 yc = 172.534 Rc = 83.574 Fs=1.941
 Lambda = 0.099

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	9.9	-25.63	10.98	544.18
2	9.9	-18.29	10.43	1503.05
3	5.9	-12.64	6.05	1260.44
4	13.9	-5.77	13.97	4701.06

5	9.9	2.43	9.91	3027.61
6	9.9	9.27	10.03	3088.9
7	5.98	14.83	6.19	1789.11
8	13.83	22.07	14.92	4519.86
9	9.9	31.17	11.57	1761.31
10	9.9	39.54	12.84	658.83

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	52.49	529.21	0.0	0.0	223.87	226.38	0.0
2	133.95	1350.64	52.49	529.21	1115.48	306.31	0.0
3	194.07	1956.82	133.95	1350.64	1056.26	193.21	0.0
4	264.8	2669.98	194.07	1956.82	4590.88	446.42	0.0
5	277.38	2796.76	264.8	2669.98	3045.11	316.63	0.0
6	253.42	2555.16	277.38	2796.76	3053.62	320.53	0.0
7	236.47	2384.29	253.42	2555.16	1710.2	197.61	0.0
8	86.57	872.88	236.47	2384.29	3767.3	476.6	0.0
9	19.82	199.81	86.57	872.88	1212.79	339.89	0.0
10	-0.27	-2.75	19.82	199.81	391.32	264.66	0.0

