



COMUNE DI COPIANO

PROVINCIA DI PAVIA

PIANO ATTUATIVO A.T.P.1

in Variante al Piano di Governo del Territorio
ai sensi della L.R. 12/2005 e s.m.i.

COMMITTENTE:

IMMOBILIARE MA.ST.RO. S.R.L.

CORSO CAVOUR 7, 26100 CREMONA

Partita IVA E C.F. 05313990961

OGGETTO:

Studio Geologico, Idrogeologico,
Sismico

PROGETTISTI:

ARCH. GIORGIO CORIONI:

ARCH. VITTORIO FEDERIGO ROGNONI:

DATA:

APRILE 2025

COMMITTENTE :

IMMOBILIARE MA.ST.RO. S.R.L.

IMMOBILIARE MA.ST.RO. SRL

Part. IVA 05313990961

ELABORATO:



di Sacchi T. & C. Via Molino 54/A 27010 San Zenone Po (Pv)
Tel. 0382 79293 - 3472289493 E-mail. info@studiogeologicogheos.it
C.F. e P:IVA 01753420189. Reg.Imp.7727/1998 Codice Univoco: WY7PJ6K
www.studiogeologicogheos.it

Studio Arch. Giorgio Corioni

Viale Cremona 124

27100 Pavia (Pv)

Indagini geofisiche, geognostiche e verifiche di
compatibilità geologica per la realizzazione di un polo
logistico sito in Via Vistarino snc,
45.202552 N - 9.319343 E, Copiano (Pv)

R1 - Relazione Geologica ai sensi del DM 17/01/18 NTC
R2 - Relazione Geotecnica ai sensi del DM 17/01/18 NTC
R3 - Relazione Geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011

Marzo 2023

R1 – Relazione Geologica ai sensi del DM 17/01/18 NTC

Indagini geofisiche, geognostiche e verifiche di compatibilità geologica per la realizzazione di un polo logistico sito in Via Vistarino snc, 45.202552 N - 9.319343 E, Copiano (Pv)

• PREMESSE

La presente indagine è stata commissionata allo scopo di individuare le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni interessati alla realizzazione di un polo logistico sito in Via Vistarino snc, 45.202552 N - 9.319343 E, Copiano (Pv).

Il programma delle indagini, concordato con il progettista, vista anche la conoscenza dei luoghi, ha previsto l'esecuzione di:

- n.6 prove penetrometriche statiche spinte fino alla profondità massima di 15.00 m con l'utilizzo del penetrometro automatico PAGANI TG63/200, dotato di trasduttore di carico alla punta e display digitale;
- 1 indagine sismica di tipo MASW per la definizione della categoria sismica di sottosuolo sulla base del parametro Vs30;
- 1 prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto quadrato, per la determinazione del coefficiente di permeabilità dei terreni interessati dall'intervento.

• MODALITÀ DELL'INDAGINE PENETROMETRICA STATICA

Prove Penetrometriche Statiche Continue con penetrometro DPSH

Procedure di riferimento: Raccomandazioni AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977),

ISSMFE (Internatione Society of Soil Mechanics and geotechnical Engineering), 1988

IRTP (International Reference Test Procedures) Simposio ISOPT Orlando 1988

Penetrometro TG 63/200 KN Manuale d'uso del Costruttore (Pagani)

• MODALITÀ OPERATIVA DI CAMPAGNA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA STATICA

La prova penetrometrica statica si realizza infiggendo nel terreno la speciale punta meccanica Begemann, collegata ad una batteria di aste, mediante la pressione del gruppo di spinta idraulica del penetrometro, alla velocità standardizzata di 2 cm al secondo. Suddetta punta, avente un diametro alla punta di 36 mm, una conicità di 60° e una superficie sul piano orizzontale di 10 cm, supporta, lungo il suo stelo, un manicotto di frizione la cui superficie laterale è di 150 cm². La punta stessa è raccordata tramite filettatura conica ad una batteria di aste con diametro di 36 mm che alloggiavano al loro interno una serie di astine con diametro di 15 mm. Utilizzando il selettore meccanico di cui è dotata la testa di spinta del penetrometro si spinge alternativamente sulle astine interne e sulle aste esterne mediante l'interposta cella di pressione.

La cella è dotata di un trasduttore di carico in grado di convertire lo sforzo di spinta in un segnale elettrico, che opportunamente condizionato viene visualizzato sul display digitale della centralina menzionata, essa esprime i valori di resistenza alla punta in kg/cm², in Kg per lo sforzo di attrito laterale agente sul manicotto di frizione ed in Kg per quanto riguarda la resistenza totale.

Caricando quindi sulla astine interne per i primi 4 cm si ottiene il carico di rottura del terreno in kg/cm, continuando l'avanzamento per altri 4 cm si infigge il manicotto laterale ed il valore letto in centralina rappresenta l'attrito laterale del terreno, proseguendo nell'infissione si misura il valore totale, cioè carico di punta + attrito laterale sul manicotto + attrito laterale sulla batteria di aste, si riprende la spinta sulla batteria di aste esterna per 12 cm in modo tale da avere la tripletta di valori per tratti di 20 cm di terreno attraversato. In effetti la misura del valore di resistenza totale (Rt) è un numero che non ha una particolare importanza ai fini interpretativi della prova, ma bensì è un elemento di controllo della buona esecuzione della procedura in campagna, pertanto esso viene rilevato saltuariamente in casi di dubbi nell'acquisizione dei valori o per conferma della spinta totale del penetrometro che è di 20 ton. I valori di campagna vengono riportati sul MOD. 7510.

• MODALITÀ OPERATIVA D'UFFICIO DELL'INDAGINE PENETROMETRICA STATICA E DINAMICA

I dati di campagna riportati sul MOD. 7510, vengono caricati su computer tramite Software dedicato (Programma win-cpt per le statiche e win-din per le dinamiche); questi programmi ordinano le prove per cantiere di esecuzione adottando una numerazione progressiva, divisa per anno di esecuzione e per computer di memorizzazione. (N° cantiere - anno di esecuzione-computer utilizzato, ...)

Il trattamento dei dati permette di stampare: i certificati di campagna, numerici ed in grafico, le valutazioni litologiche secondo il metodo Begemann e AGI 1977 e secondo il metodo di Schmertmann 1978, i parametri geotecnici del terreno per intervalli di 20 cm.

• BREVE DESCRIZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE ESEGUITE

Le prove eseguite possono essere così schematizzate. Vengono di seguito diagrammate, riportano i valori di campagna e indicano la presenza di:

Prova 1		(45.202221 N - 9.320090 E)
LIVELLO 1 da 0.00 sino a 1.00 m	limo sabbioso	(6 Nspt)
LIVELLO 2 da 1.00 sino a 4.00 m	sabbia limosa	(7 Nspt)
LIVELLO 3 da 4.00 sino a 7.60 m	sabbia ghiaiosa	(17 Nspt)
LIVELLO 4 da 7.60 sino a 12.00 m	limo e argilla	(4 Nspt)
LIVELLO 5 da 12.00 sino a 14.00 m	sabbia	(12 Nspt)
LIVELLO 6 da 14.00 sino a 15.00 m	limo e argilla	(4 Nspt)
Prova 2		(45.202255 N - 9.319211 E)
LIVELLO 1 da 0.00 sino a 1.40 m	limo sabbioso	(8 Nspt)
LIVELLO 2 da 1.40 sino a 3.80 m	sabbia limosa	(7 Nspt)
LIVELLO 3 da 3.80 sino a 7.60 m	sabbia ghiaiosa	(19 Nspt)
LIVELLO 4 da 7.60 sino a 11.60 m	limo e argilla	(4 Nspt)
LIVELLO 5 da 11.60 sino a 14.80 m	sabbia	(15 Nspt)
LIVELLO 6 da 14.80 sino a 15.00 m	limo e argilla	(7 Nspt)
Prova 3		(45.202014 N - 9.318521 E)
LIVELLO 1 da 0.00 sino a 0.20 m	limo sabbioso	(4 Nspt)
LIVELLO 2 da 0.20 sino a 3.80 m	sabbia limosa	(7 Nspt)
LIVELLO 3 da 3.80 sino a 5.20 m	sabbia ghiaiosa	(14 Nspt)
LIVELLO 4 da 5.20 sino a 5.80 m	limo e argilla	(3 Nspt)
LIVELLO 5 da 5.80 sino a 6.60 m	sabbia ghiaiosa	(22 Nspt)
LIVELLO 6 da 6.60 sino a 10.80 m	limo e argilla	(4 Nspt)
LIVELLO 7 da 10.80 sino a 15.00 m	sabbia	(17 Nspt)
Prova 4		(45.202793 N - 9.317943 E)
LIVELLO 1 da 0.00 sino a 0.20 m	limo sabbioso	(3 Nspt)
LIVELLO 2 da 0.20 sino a 2.80 m	sabbia limosa	(7 Nspt)
LIVELLO 3 da 2.80 sino a 3.80 m	limo sabbioso	(5 Nspt)
LIVELLO 4 da 3.80 sino a 4.20 m	sabbia limosa	(7 Nspt)
LIVELLO 5 da 4.20 sino a 9.00 m	sabbia ghiaiosa	(19 Nspt)
LIVELLO 6 da 9.00 sino a 11.20 m	limo e argilla	(8 Nspt)
LIVELLO 7 da 11.20 sino a 15.00 m	sabbia	(19 Nspt)
Prova 5		(45.203158 N - 9.319073 E)
LIVELLO 1 da 0.00 sino a 0.20 m	limo sabbioso	(3 Nspt)
LIVELLO 2 da 0.20 sino a 0.80 m	sabbia limosa	(8 Nspt)
LIVELLO 3 da 0.80 sino a 1.80 m	limo sabbioso	(3 Nspt)
LIVELLO 4 da 1.80 sino a 2.80 m	sabbia limosa	(6 Nspt)
LIVELLO 5 da 2.80 sino a 3.40 m	limo sabbioso	(5 Nspt)
LIVELLO 6 da 3.40 sino a 8.80 m	sabbia ghiaiosa	(21 Nspt)
LIVELLO 7 da 8.80 sino a 12.00 m	limo e argilla	(4 Nspt)
LIVELLO 8 da 12.00 sino a 14.60 m	sabbia	(14 Nspt)
LIVELLO 9 da 14.60 sino a 15.00 m	limo e argilla	(8 Nspt)
Prova 6		(45.203106 N - 9.319889 E)
LIVELLO 1 da 0.00 sino a 1.40 m	limo sabbioso	(6 Nspt)
LIVELLO 2 da 1.40 sino a 2.40 m	sabbia limosa	(6 Nspt)
LIVELLO 3 da 2.40 sino a 3.40 m	limo sabbioso	(5 Nspt)
LIVELLO 4 da 3.40 sino a 6.60 m	sabbia ghiaiosa	(20 Nspt)
LIVELLO 5 da 6.60 sino a 12.00 m	limo e argilla	(5 Nspt)
LIVELLO 6 da 12.00 sino a 13.80 m	sabbia	(10 Nspt)
LIVELLO 7 da 13.80 sino a 15.00 m	limo e argilla	(3 Nspt)

• INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI MECCANICI E GEOTECNICI

Sempre utilizzando i dati di campagna è possibile, per ogni strato avente spessore di 20 cm, individuare una serie di valori numerici che caratterizzano i terreni attraversati dalle prove penetrometriche, questi valori vanno dal peso dell'unità di volume ai vari moduli di deformazione, all'angolo di attrito interno, al valore delle coesione non drenata, da utilizzarsi nelle zone sismiche per calcolare la potenziale liquefazione delle sabbie.

Al momento delle indagini è stato individuato il livello della falda freatica, posto tra - 3.14 m e -2.81 m da piano campagna a seconda delle differenti prove come sotto riportato. Questo livello risente fortemente dei periodi di forte piovosità e irrigazione e potrebbe portarsi più prossimo a piano campagna.

Soggiacenza della falda freatica (m)					
Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
- 2.92	- 3.00	- 3.14	- 3.00	- 2.82	- 2.81

In allegato Ubicazione indagini, leggende, certificati e diagrammi.



• INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW

Ad integrazione dell'indagine, si è eseguito uno stendimento sismico di tipo MASW per la determinazione delle Vs 30, onde che servono per classificare sismicamente i terreni coinvolti nel progetto. L'energizzazione è avvenuta con massa battente (onde P) e sempre con massa battente su trave in legno ancorata al terreno (onde S). La strumentazione di acquisizione dati è composta dal sismografo ECHO 24 con l'utilizzo di cavi multipolari e geofoni verticali da 4,5 Hz. Scopo dell'indagine è stato essenzialmente quello di fornire indicazioni relative alla velocità di propagazione delle onde sismiche di compressione P e di taglio S con conseguente possibilità di individuare i rapporti geometrici nel sottosuolo tra i terreni sciolti e quelli dotati di coesione ed, entro questi, quelli più o meno disgiunti per fessurazione e fatturazione e di caratterizzare il terreno sino a 30 metri di profondità in termini di propagazione delle onde sismiche di taglio S.

• PERMEABILITÀ

Il coefficiente di permeabilità è il parametro che indica con quale facilità un terreno si lascia attraversare dall'acqua. Se l'acqua riesce a fluire con facilità attraverso i pori di un terreno, questo viene definito molto permeabile e il suo coefficiente di permeabilità sarà elevato. Se al contrario il terreno oppone una forte resistenza al movimento dell'acqua, allora il terreno viene definito scarsamente permeabile e in questo caso il coefficiente di permeabilità sarà molto piccolo. Il coefficiente di permeabilità ha le dimensioni di una velocità e di come unità di misura viene utilizzato il m/sec. Fra i parametri idrogeologici è sicuramente quello con la maggiore variabilità. In natura può assumere valori da minori di 1×10^{-8} m/sec a maggiori 1×10^{-2} m/sec e pertanto si può dire che esistono in natura terreni che sono milioni di volte più permeabili di altri. Per l'intervento in progetto è stata eseguita la prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto quadrato, le cui modalità operative sono descritte nel capitolo dedicato.

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).

Caratteristiche:

- punta conica meccanica $\varnothing 35.7$ mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing 35.7$ mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. $\Rightarrow$ Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta $q_c \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = (L. \text{ punta}) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale $f_s \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = [(L. \text{ laterale}) - (L. \text{ punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale $R_t \text{ (Kg)} = (L. \text{ totale}) C_t$

$q_c / f_s = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta.

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N $\approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t}$ - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N $\approx 100 \text{ t}$

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa $\approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$

1 MPa (MegaPascal) = 1 MN/m² = 1000 kN/m² = 1000 kPa $\approx 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$

kg/cm² = 10 t/m² $\approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$

1 t = 1000 kg $\approx 10 \text{ kN}$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (qc / fs)$

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = qc / fs$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LILOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di qc e di FR = $(fs / qc) \%$:

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (Inalterato) , per depositi coesivi.

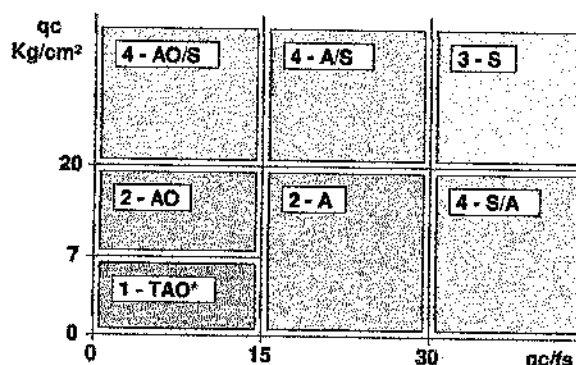
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto qc / fs
(Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$qc \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(qc / fs) > 30$

$qc \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(qc / fs) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ - qc - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ)
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - qc]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - qc]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - qc - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - qc - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - qc - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]

PROVA PENETROMETRICA STATICA **LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 1

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
- note :

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,92 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	9,0	10,0	9,0	0,33	27,0	7,80	18,0	48,0	18,0	1,00	18,0
0,40	19,0	24,0	19,0	0,67	28,0	8,00	10,0	25,0	10,0	0,60	17,0
0,60	29,0	39,0	29,0	0,80	36,0	8,20	37,0	46,0	37,0	0,60	62,0
0,80	22,0	34,0	22,0	0,93	24,0	8,40	25,0	34,0	25,0	0,87	29,0
1,00	17,0	31,0	17,0	1,53	11,0	8,60	11,0	24,0	11,0	0,33	33,0
1,20	26,0	49,0	26,0	1,13	23,0	8,80	15,0	20,0	15,0	0,60	25,0
1,40	35,0	52,0	35,0	1,00	35,0	9,00	6,0	15,0	6,0	0,27	22,0
1,60	25,0	40,0	25,0	1,00	25,0	9,20	7,0	11,0	7,0	0,33	21,0
1,80	24,0	39,0	24,0	0,87	28,0	9,40	7,0	12,0	7,0	0,40	17,0
2,00	20,0	33,0	20,0	1,13	18,0	9,60	9,0	15,0	9,0	0,47	19,0
2,20	24,0	41,0	24,0	0,27	90,0	9,80	12,0	19,0	12,0	0,47	26,0
2,40	29,0	33,0	29,0	0,67	43,0	10,00	10,0	17,0	10,0	0,53	19,0
2,60	24,0	34,0	24,0	0,67	36,0	10,20	8,0	16,0	8,0	0,13	60,0
2,80	36,0	46,0	36,0	0,53	67,0	10,40	18,0	20,0	18,0	1,20	15,0
3,00	31,0	39,0	31,0	0,60	52,0	10,60	12,0	30,0	12,0	0,60	20,0
3,20	35,0	44,0	35,0	0,73	48,0	10,80	16,0	25,0	16,0	0,73	22,0
3,40	25,0	36,0	25,0	0,67	37,0	11,00	10,0	21,0	10,0	0,67	15,0
3,60	21,0	31,0	21,0	0,67	31,0	11,20	11,0	21,0	11,0	0,60	18,0
3,80	26,0	36,0	26,0	0,33	78,0	11,40	13,0	22,0	13,0	0,60	22,0
4,00	24,0	29,0	24,0	1,60	15,0	11,60	10,0	19,0	10,0	0,53	19,0
4,20	42,0	66,0	42,0	1,00	42,0	11,80	10,0	18,0	10,0	1,27	8,0
4,40	92,0	107,0	92,0	1,73	53,0	12,00	12,0	31,0	12,0	0,20	60,0
4,60	67,0	93,0	67,0	2,07	32,0	12,20	39,0	42,0	39,0	1,47	27,0
4,80	63,0	94,0	63,0	2,00	32,0	12,40	56,0	78,0	56,0	1,93	29,0
5,00	95,0	125,0	95,0	1,93	49,0	12,60	70,0	99,0	70,0	1,53	46,0
5,20	108,0	137,0	108,0	2,53	43,0	12,80	80,0	103,0	80,0	2,20	36,0
5,40	90,0	128,0	90,0	1,20	75,0	13,00	57,0	90,0	57,0	1,80	32,0
5,60	77,0	95,0	77,0	1,13	68,0	13,20	45,0	72,0	45,0	1,53	29,0
5,80	55,0	72,0	55,0	1,40	39,0	13,40	12,0	35,0	12,0	1,80	7,0
6,00	52,0	73,0	52,0	2,00	26,0	13,60	37,0	64,0	37,0	0,93	40,0
6,20	85,0	115,0	85,0	2,20	39,0	13,80	50,0	64,0	50,0	1,40	36,0
6,40	50,0	83,0	50,0	1,40	36,0	14,00	17,0	38,0	17,0	1,00	17,0
6,60	57,0	78,0	57,0	1,80	32,0	14,20	7,0	22,0	7,0	0,53	13,0
6,80	75,0	102,0	75,0	2,00	38,0	14,40	9,0	17,0	9,0	0,60	15,0
7,00	68,0	98,0	68,0	1,93	35,0	14,60	9,0	18,0	9,0	0,93	10,0
7,20	46,0	75,0	46,0	1,53	30,0	14,80	17,0	31,0	17,0	0,87	20,0
7,40	45,0	68,0	45,0	1,73	26,0	15,00	15,0	28,0	15,0	---	---
7,60	47,0	73,0	47,0	2,00	24,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA **LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (PV)
- note :

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	13,0	14,0	13,0	0,93	14,0	7,80	5,0	21,0	5,0	0,87	6,0
0,40	13,0	27,0	13,0	0,40	32,0	8,00	13,0	26,0	13,0	0,60	22,0
0,60	29,0	35,0	29,0	1,93	15,0	8,20	24,0	33,0	24,0	0,87	28,0
0,80	26,0	55,0	26,0	1,00	26,0	8,40	11,0	24,0	11,0	0,20	55,0
1,00	42,0	57,0	42,0	1,73	24,0	8,60	30,0	33,0	30,0	1,07	28,0
1,20	19,0	45,0	19,0	1,47	13,0	8,80	12,0	28,0	12,0	1,00	12,0
1,40	20,0	42,0	20,0	1,47	14,0	9,00	8,0	23,0	8,0	0,47	17,0
1,60	38,0	60,0	38,0	1,13	34,0	9,20	9,0	16,0	9,0	0,33	27,0
1,80	40,0	57,0	40,0	0,80	50,0	9,40	11,0	16,0	11,0	0,40	27,0
2,00	26,0	38,0	26,0	0,47	56,0	9,60	9,0	15,0	9,0	0,40	22,0
2,20	25,0	32,0	25,0	0,73	34,0	9,80	8,0	14,0	8,0	0,40	20,0
2,40	25,0	36,0	25,0	0,47	54,0	10,00	15,0	21,0	15,0	0,80	19,0
2,60	30,0	37,0	30,0	0,60	50,0	10,20	10,0	22,0	10,0	0,40	25,0
2,80	19,0	28,0	19,0	0,33	57,0	10,40	10,0	16,0	10,0	0,53	19,0
3,00	20,0	25,0	20,0	0,73	27,0	10,60	12,0	20,0	12,0	0,60	20,0
3,20	28,0	39,0	28,0	0,27	105,0	10,80	10,0	19,0	10,0	0,60	17,0
3,40	28,0	32,0	28,0	0,53	52,0	11,00	29,0	38,0	29,0	0,53	54,0
3,60	20,0	28,0	20,0	0,27	75,0	11,20	14,0	22,0	14,0	0,47	30,0
3,80	25,0	29,0	25,0	1,47	17,0	11,40	15,0	22,0	15,0	1,40	11,0
4,00	60,0	82,0	60,0	0,93	64,0	11,60	10,0	31,0	10,0	1,60	6,0
4,20	91,0	105,0	91,0	3,07	30,0	11,80	67,0	91,0	67,0	2,00	34,0
4,40	55,0	101,0	55,0	1,13	49,0	12,00	74,0	104,0	74,0	1,80	41,0
4,60	82,0	99,0	82,0	2,73	30,0	12,20	83,0	110,0	83,0	2,07	40,0
4,80	77,0	118,0	77,0	2,60	30,0	12,40	87,0	118,0	87,0	1,87	47,0
5,00	91,0	130,0	91,0	2,47	37,0	12,60	91,0	119,0	91,0	1,87	49,0
5,20	120,0	157,0	120,0	2,20	55,0	12,80	79,0	107,0	79,0	1,00	79,0
5,40	74,0	107,0	74,0	2,00	37,0	13,00	69,0	84,0	69,0	1,67	41,0
5,60	75,0	105,0	75,0	1,60	47,0	13,20	66,0	91,0	66,0	1,20	55,0
5,80	71,0	95,0	71,0	1,33	53,0	13,40	64,0	82,0	64,0	1,20	53,0
6,00	84,0	104,0	84,0	2,40	35,0	13,60	53,0	71,0	53,0	0,73	72,0
6,20	76,0	112,0	76,0	1,73	44,0	13,80	40,0	51,0	40,0	0,40	100,0
6,40	73,0	99,0	73,0	1,80	41,0	14,00	38,0	44,0	38,0	0,73	52,0
6,60	78,0	105,0	78,0	2,00	39,0	14,20	38,0	49,0	38,0	0,80	47,0
6,80	74,0	104,0	74,0	2,00	37,0	14,40	35,0	47,0	35,0	0,47	75,0
7,00	80,0	110,0	80,0	2,13	37,0	14,60	24,0	31,0	24,0	0,67	36,0
7,20	74,0	106,0	74,0	1,93	38,0	14,80	22,0	32,0	22,0	0,60	37,0
7,40	76,0	105,0	76,0	1,07	71,0	15,00	21,0	30,0	21,0	----	----
7,60	32,0	48,0	32,0	1,07	30,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\alpha = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA **LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 3

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
- note :

- data : 30/12/1999
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,14 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm²				punta	laterale	kg/cm²		
0,20	13,0	18,0	13,0	0,27	49,0	7,80	7,0	16,0	7,0	0,40	17,0
0,40	42,0	46,0	42,0	0,93	45,0	8,00	4,0	10,0	4,0	0,53	7,0
0,60	30,0	44,0	30,0	0,53	56,0	8,20	10,0	18,0	10,0	0,87	12,0
0,80	32,0	40,0	32,0	0,53	60,0	8,40	23,0	36,0	23,0	1,20	19,0
1,00	33,0	41,0	33,0	0,73	45,0	8,60	15,0	33,0	15,0	0,20	75,0
1,20	35,0	46,0	35,0	0,93	37,0	8,80	24,0	27,0	24,0	0,73	33,0
1,40	28,0	42,0	28,0	0,67	42,0	9,00	10,0	21,0	10,0	0,47	21,0
1,60	33,0	43,0	33,0	0,60	55,0	9,20	9,0	16,0	9,0	0,40	22,0
1,80	30,0	39,0	30,0	0,53	56,0	9,40	9,0	15,0	9,0	0,47	19,0
2,00	31,0	39,0	31,0	0,80	39,0	9,60	13,0	20,0	13,0	0,33	39,0
2,20	28,0	40,0	28,0	0,60	47,0	9,80	9,0	14,0	9,0	0,47	19,0
2,40	26,0	35,0	26,0	0,67	39,0	10,00	8,0	15,0	8,0	0,40	20,0
2,60	28,0	38,0	28,0	0,47	60,0	10,20	13,0	19,0	13,0	0,40	32,0
2,80	29,0	36,0	29,0	0,60	48,0	10,40	14,0	20,0	14,0	0,80	17,0
3,00	26,0	35,0	26,0	0,73	35,0	10,60	11,0	23,0	11,0	0,60	18,0
3,20	20,0	31,0	20,0	0,47	43,0	10,80	11,0	20,0	11,0	0,40	27,0
3,40	25,0	32,0	25,0	0,60	42,0	11,00	38,0	44,0	38,0	0,47	81,0
3,60	18,0	27,0	18,0	0,53	34,0	11,20	20,0	27,0	20,0	1,13	18,0
3,80	20,0	28,0	20,0	0,67	30,0	11,40	74,0	91,0	74,0	1,13	65,0
4,00	42,0	52,0	42,0	1,33	31,0	11,60	73,0	90,0	73,0	2,13	34,0
4,20	44,0	64,0	44,0	1,20	37,0	11,80	20,0	52,0	20,0	1,73	12,0
4,40	55,0	73,0	55,0	2,13	26,0	12,00	85,0	111,0	85,0	1,27	67,0
4,60	80,0	112,0	80,0	1,93	41,0	12,20	88,0	107,0	88,0	2,93	30,0
4,80	70,0	99,0	70,0	2,00	35,0	12,40	70,0	114,0	70,0	1,67	42,0
5,00	59,0	89,0	59,0	0,53	111,0	12,60	61,0	86,0	61,0	1,93	32,0
5,20	46,0	54,0	46,0	1,00	46,0	12,80	55,0	84,0	55,0	2,47	22,0
5,40	4,0	19,0	4,0	0,07	60,0	13,00	104,0	141,0	104,0	1,53	68,0
5,60	12,0	13,0	12,0	0,73	16,0	13,20	112,0	135,0	112,0	2,20	51,0
5,80	15,0	26,0	15,0	1,67	9,0	13,40	82,0	115,0	82,0	2,07	40,0
6,00	37,0	62,0	37,0	1,67	22,0	13,60	62,0	93,0	62,0	1,80	34,0
6,20	113,0	138,0	113,0	2,93	39,0	13,80	46,0	73,0	46,0	1,87	25,0
6,40	110,0	154,0	110,0	0,33	330,0	14,00	61,0	89,0	61,0	2,07	30,0
6,60	97,0	102,0	97,0	1,53	63,0	14,20	47,0	78,0	47,0	1,67	28,0
6,80	14,0	37,0	14,0	0,67	21,0	14,40	82,0	107,0	82,0	0,73	112,0
7,00	9,0	19,0	9,0	0,40	22,0	14,60	84,0	95,0	84,0	2,13	39,0
7,20	10,0	16,0	10,0	0,93	11,0	14,80	67,0	99,0	67,0	4,07	16,0
7,40	13,0	27,0	13,0	0,07	195,0	15,00	92,0	153,0	92,0	---	---
7,60	27,0	28,0	27,0	0,60	45,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/201
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA **LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 4

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
- note :

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	10,0	11,0	10,0	0,73	14,0	7,80	68,0	97,0	68,0	1,93	35,0
0,40	21,0	32,0	21,0	0,53	39,0	8,00	61,0	90,0	61,0	1,80	34,0
0,60	35,0	43,0	35,0	1,00	35,0	8,20	56,0	83,0	56,0	1,67	34,0
0,80	22,0	37,0	22,0	1,80	12,0	8,40	67,0	92,0	67,0	2,27	30,0
1,00	29,0	56,0	29,0	1,67	17,0	8,60	116,0	150,0	116,0	2,67	43,0
1,20	19,0	44,0	19,0	2,13	9,0	8,80	110,0	150,0	110,0	3,73	29,0
1,40	22,0	54,0	22,0	1,13	19,0	9,00	66,0	122,0	66,0	2,47	27,0
1,60	32,0	49,0	32,0	0,73	44,0	9,20	15,0	52,0	15,0	0,40	37,0
1,80	36,0	47,0	36,0	0,87	42,0	9,40	11,0	17,0	11,0	0,33	33,0
2,00	31,0	44,0	31,0	0,67	46,0	9,60	10,0	15,0	10,0	0,27	37,0
2,20	35,0	45,0	35,0	0,80	44,0	9,80	16,0	20,0	16,0	0,67	24,0
2,40	31,0	43,0	31,0	0,53	58,0	10,00	12,0	22,0	12,0	0,53	22,0
2,60	24,0	32,0	24,0	0,33	72,0	10,20	13,0	21,0	13,0	0,60	22,0
2,80	17,0	22,0	17,0	0,47	36,0	10,40	16,0	25,0	16,0	0,67	24,0
3,00	16,0	23,0	16,0	0,27	60,0	10,60	16,0	26,0	16,0	0,80	20,0
3,20	15,0	19,0	15,0	0,47	32,0	10,80	14,0	26,0	14,0	0,73	19,0
3,40	13,0	20,0	13,0	0,20	65,0	11,00	14,0	25,0	14,0	0,87	16,0
3,60	13,0	16,0	13,0	0,47	28,0	11,20	11,0	24,0	11,0	1,33	8,0
3,80	24,0	31,0	24,0	0,93	26,0	11,40	38,0	58,0	38,0	1,27	30,0
4,00	30,0	44,0	30,0	1,00	30,0	11,60	56,0	75,0	56,0	1,13	49,0
4,20	24,0	39,0	24,0	0,73	33,0	11,80	44,0	61,0	44,0	0,93	47,0
4,40	65,0	76,0	65,0	2,07	31,0	12,00	52,0	66,0	52,0	1,13	46,0
4,60	69,0	100,0	69,0	2,27	30,0	12,20	48,0	65,0	48,0	1,13	42,0
4,80	86,0	120,0	86,0	1,07	81,0	12,40	58,0	75,0	58,0	1,47	40,0
5,00	106,0	122,0	106,0	1,80	59,0	12,60	54,0	76,0	54,0	2,00	27,0
5,20	79,0	106,0	79,0	1,60	49,0	12,80	66,0	96,0	66,0	3,40	19,0
5,40	52,0	76,0	52,0	2,20	24,0	13,00	56,0	107,0	56,0	1,53	37,0
5,60	110,0	143,0	110,0	2,00	55,0	13,20	94,0	117,0	94,0	2,13	44,0
5,80	71,0	101,0	71,0	2,07	34,0	13,40	86,0	118,0	86,0	1,80	48,0
6,00	91,0	122,0	91,0	1,27	72,0	13,60	107,0	134,0	107,0	2,07	52,0
6,20	98,0	117,0	98,0	2,40	41,0	13,80	80,0	111,0	80,0	1,93	41,0
6,40	65,0	101,0	65,0	2,33	28,0	14,00	58,0	87,0	58,0	1,13	51,0
6,60	69,0	104,0	69,0	2,07	33,0	14,20	95,0	112,0	95,0	2,67	36,0
6,80	79,0	110,0	79,0	1,93	41,0	14,40	98,0	138,0	98,0	2,80	35,0
7,00	45,0	74,0	45,0	1,40	32,0	14,60	103,0	145,0	103,0	3,07	34,0
7,20	50,0	71,0	50,0	1,40	36,0	14,80	127,0	173,0	127,0	2,93	43,0
7,40	67,0	88,0	67,0	1,73	39,0	15,00	105,0	149,0	105,0	----	----
7,60	61,0	87,0	61,0	1,93	32,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\sigma = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA **LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 5

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
- note :

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,82 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	9,0	10,0	9,0	0,87	10,0	7,80	72,0	125,0	72,0	1,00	72,0
0,40	29,0	42,0	29,0	0,40	72,0	8,00	107,0	122,0	107,0	2,93	36,0
0,60	47,0	53,0	47,0	1,47	32,0	8,20	87,0	131,0	87,0	2,00	44,0
0,80	21,0	43,0	21,0	1,27	17,0	8,40	86,0	116,0	86,0	3,07	28,0
1,00	16,0	35,0	16,0	0,87	18,0	8,60	73,0	119,0	73,0	1,47	50,0
1,20	10,0	23,0	10,0	0,40	25,0	8,80	66,0	88,0	66,0	2,47	27,0
1,40	6,0	12,0	6,0	0,27	22,0	9,00	19,0	56,0	19,0	0,67	28,0
1,60	6,0	10,0	6,0	1,07	6,0	9,20	9,0	19,0	9,0	0,27	34,0
1,80	11,0	27,0	11,0	0,13	82,0	9,40	8,0	12,0	8,0	0,33	24,0
2,00	22,0	24,0	22,0	0,40	55,0	9,60	9,0	14,0	9,0	0,20	45,0
2,20	26,0	32,0	26,0	0,60	43,0	9,80	11,0	14,0	11,0	0,47	24,0
2,40	30,0	39,0	30,0	0,53	56,0	10,00	10,0	17,0	10,0	0,53	19,0
2,60	24,0	32,0	24,0	0,60	40,0	10,20	11,0	19,0	11,0	0,67	16,0
2,80	17,0	26,0	17,0	0,27	64,0	10,40	36,0	46,0	36,0	0,87	42,0
3,00	12,0	16,0	12,0	0,20	60,0	10,60	17,0	30,0	17,0	1,07	16,0
3,20	11,0	14,0	11,0	0,73	15,0	10,80	23,0	39,0	23,0	1,07	22,0
3,40	24,0	35,0	24,0	1,20	20,0	11,00	9,0	25,0	9,0	0,47	19,0
3,60	52,0	70,0	52,0	1,67	31,0	11,20	8,0	15,0	8,0	0,60	13,0
3,80	60,0	85,0	60,0	1,67	36,0	11,40	10,0	19,0	10,0	0,53	19,0
4,00	46,0	71,0	46,0	1,40	33,0	11,60	13,0	21,0	13,0	1,13	11,0
4,20	42,0	63,0	42,0	1,00	42,0	11,80	12,0	29,0	12,0	0,73	16,0
4,40	52,0	67,0	52,0	0,93	56,0	12,00	10,0	21,0	10,0	1,00	10,0
4,60	44,0	58,0	44,0	1,07	41,0	12,20	44,0	59,0	44,0	0,20	220,0
4,80	47,0	63,0	47,0	1,00	47,0	12,40	39,0	42,0	39,0	1,27	31,0
5,00	85,0	100,0	85,0	1,40	61,0	12,60	54,0	73,0	54,0	1,13	48,0
5,20	57,0	78,0	57,0	2,13	27,0	12,80	53,0	70,0	53,0	0,93	57,0
5,40	70,0	102,0	70,0	1,53	46,0	13,00	51,0	65,0	51,0	1,00	51,0
5,60	77,0	100,0	77,0	2,73	28,0	13,20	59,0	74,0	59,0	0,80	74,0
5,80	110,0	151,0	110,0	2,33	47,0	13,40	67,0	79,0	67,0	1,93	35,0
6,00	94,0	129,0	94,0	3,07	31,0	13,60	71,0	100,0	71,0	2,13	33,0
6,20	104,0	150,0	104,0	1,67	62,0	13,80	68,0	100,0	68,0	2,07	33,0
6,40	175,0	200,0	175,0	1,27	138,0	14,00	64,0	95,0	64,0	1,60	40,0
6,60	195,0	214,0	195,0	2,53	77,0	14,20	58,0	82,0	58,0	1,13	51,0
6,80	124,0	162,0	124,0	2,27	55,0	14,40	52,0	69,0	52,0	0,87	60,0
7,00	128,0	162,0	128,0	1,53	83,0	14,60	31,0	44,0	31,0	0,73	42,0
7,20	98,0	121,0	98,0	1,07	92,0	14,80	27,0	38,0	27,0	0,93	29,0
7,40	64,0	80,0	64,0	1,07	60,0	15,00	19,0	33,0	19,0	-----	-----
7,60	68,0	84,0	68,0	3,53	19,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/201
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\alpha = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA **LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 6

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
 - lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
 - località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
 - note :

- data : 23/03/1923
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 2,81 m da quota inizio
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	9,0	10,0	9,0	0,60	15,0	7,80	8,0	22,0	8,0	0,33	24,0
0,40	20,0	29,0	20,0	0,60	33,0	8,00	41,0	46,0	41,0	1,40	29,0
0,60	29,0	38,0	29,0	1,67	17,0	8,20	28,0	49,0	28,0	1,00	28,0
0,80	18,0	43,0	18,0	1,53	12,0	8,40	19,0	34,0	19,0	0,67	28,0
1,00	18,0	41,0	18,0	1,40	13,0	8,60	33,0	43,0	33,0	0,93	35,0
1,20	19,0	40,0	19,0	1,33	14,0	8,80	14,0	28,0	14,0	0,60	23,0
1,40	18,0	38,0	18,0	0,93	19,0	9,00	11,0	20,0	11,0	0,33	33,0
1,60	21,0	35,0	21,0	0,47	45,0	9,20	9,0	14,0	9,0	0,27	34,0
1,80	23,0	30,0	23,0	0,60	38,0	9,40	9,0	13,0	9,0	0,40	22,0
2,00	23,0	32,0	23,0	0,60	38,0	9,60	8,0	14,0	8,0	0,33	24,0
2,20	33,0	42,0	33,0	0,73	45,0	9,80	8,0	13,0	8,0	1,07	7,0
2,40	27,0	38,0	27,0	0,47	58,0	10,00	30,0	46,0	30,0	0,20	150,0
2,60	15,0	22,0	15,0	0,27	56,0	10,20	41,0	44,0	41,0	1,47	28,0
2,80	16,0	20,0	16,0	0,60	27,0	10,40	12,0	34,0	12,0	0,73	16,0
3,00	17,0	26,0	17,0	0,20	85,0	10,60	9,0	20,0	9,0	0,67	13,0
3,20	12,0	15,0	12,0	0,73	16,0	10,80	16,0	26,0	16,0	0,93	17,0
3,40	13,0	24,0	13,0	0,73	18,0	11,00	10,0	24,0	10,0	0,47	21,0
3,60	54,0	65,0	54,0	1,07	51,0	11,20	9,0	16,0	9,0	0,40	22,0
3,80	42,0	58,0	42,0	2,40	17,0	11,40	8,0	14,0	8,0	0,40	20,0
4,00	69,0	105,0	69,0	1,40	49,0	11,60	11,0	17,0	11,0	0,47	24,0
4,20	78,0	99,0	78,0	2,80	28,0	11,80	10,0	17,0	10,0	0,60	17,0
4,40	95,0	137,0	95,0	0,87	110,0	12,00	9,0	18,0	9,0	0,07	135,0
4,60	87,0	100,0	87,0	2,00	44,0	12,20	49,0	50,0	49,0	2,13	23,0
4,80	103,0	133,0	103,0	1,73	59,0	12,40	13,0	45,0	13,0	0,87	15,0
5,00	104,0	130,0	104,0	1,47	71,0	12,60	48,0	61,0	48,0	1,40	34,0
5,20	86,0	108,0	86,0	3,40	25,0	12,80	66,0	87,0	66,0	1,07	62,0
5,40	120,0	171,0	120,0	1,60	75,0	13,00	62,0	78,0	62,0	2,20	28,0
5,60	126,0	150,0	126,0	1,40	90,0	13,20	32,0	65,0	32,0	1,00	32,0
5,80	78,0	99,0	78,0	1,40	56,0	13,40	10,0	25,0	10,0	0,87	12,0
6,00	47,0	68,0	47,0	1,27	37,0	13,60	45,0	58,0	45,0	0,53	84,0
6,20	44,0	63,0	44,0	2,00	22,0	13,80	29,0	37,0	29,0	0,93	31,0
6,40	58,0	88,0	58,0	0,73	79,0	14,00	6,0	20,0	6,0	0,47	13,0
6,60	73,0	84,0	73,0	1,80	41,0	14,20	8,0	15,0	8,0	0,53	15,0
6,80	14,0	41,0	14,0	0,60	23,0	14,40	12,0	20,0	12,0	0,47	26,0
7,00	8,0	17,0	8,0	0,47	17,0	14,60	8,0	15,0	8,0	0,33	24,0
7,20	11,0	18,0	11,0	0,60	18,0	14,80	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0
7,40	12,0	21,0	12,0	0,27	45,0	15,00	7,0	12,0	7,0	---	---
7,60	22,0	26,0	22,0	0,93	24,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\sigma = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

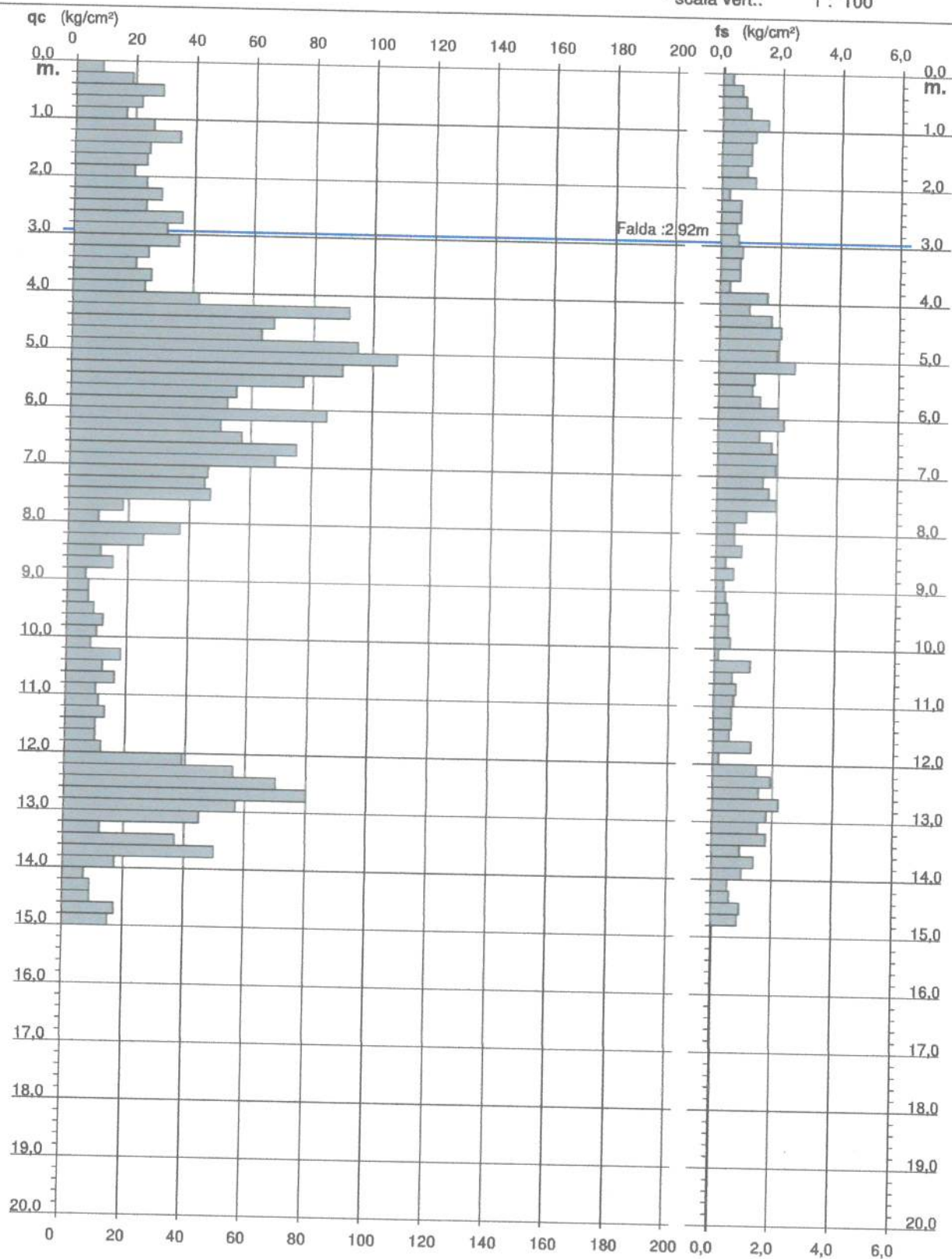
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,92 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



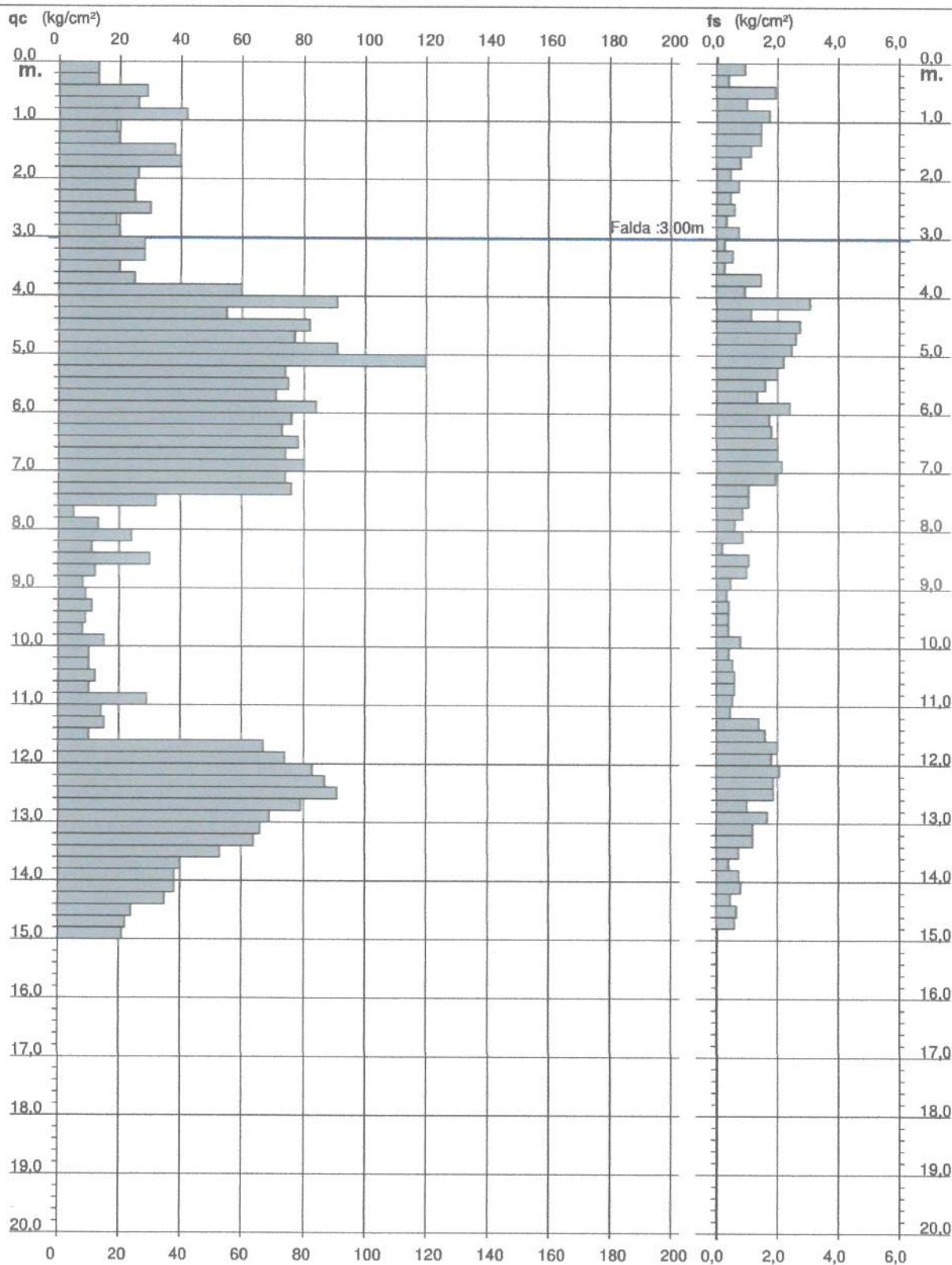
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



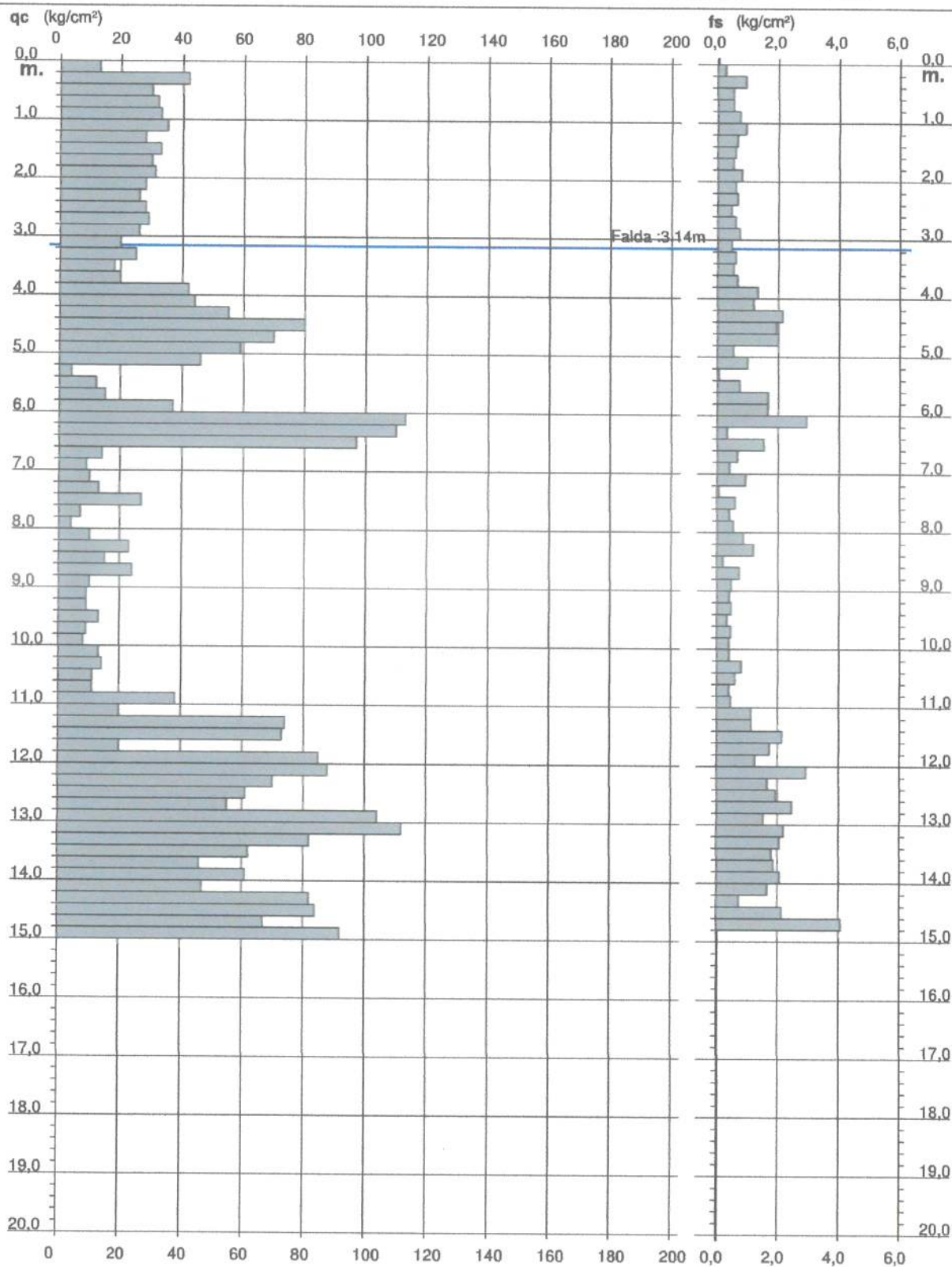
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)

- data : 30/12/1899
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,14 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



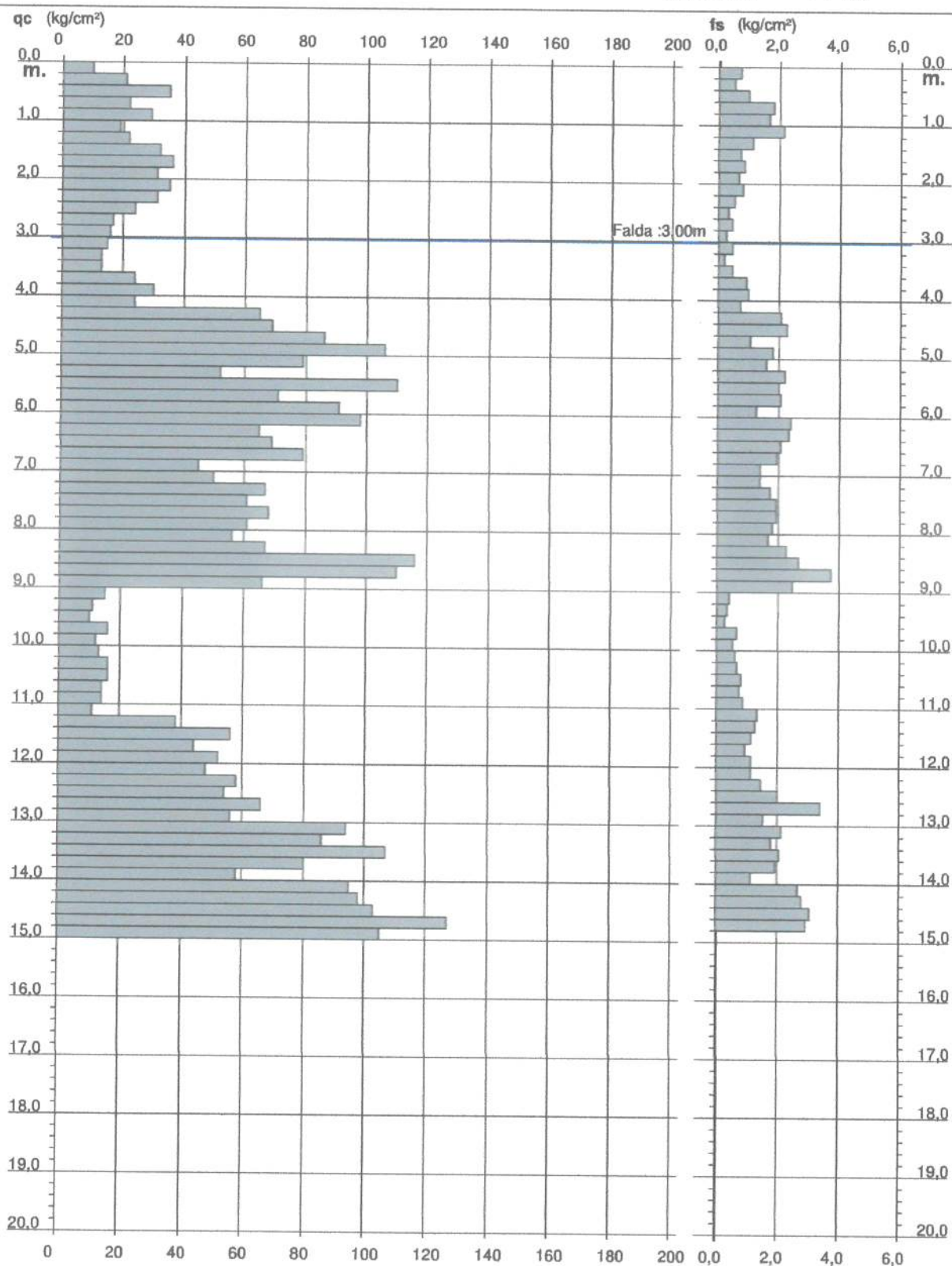
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



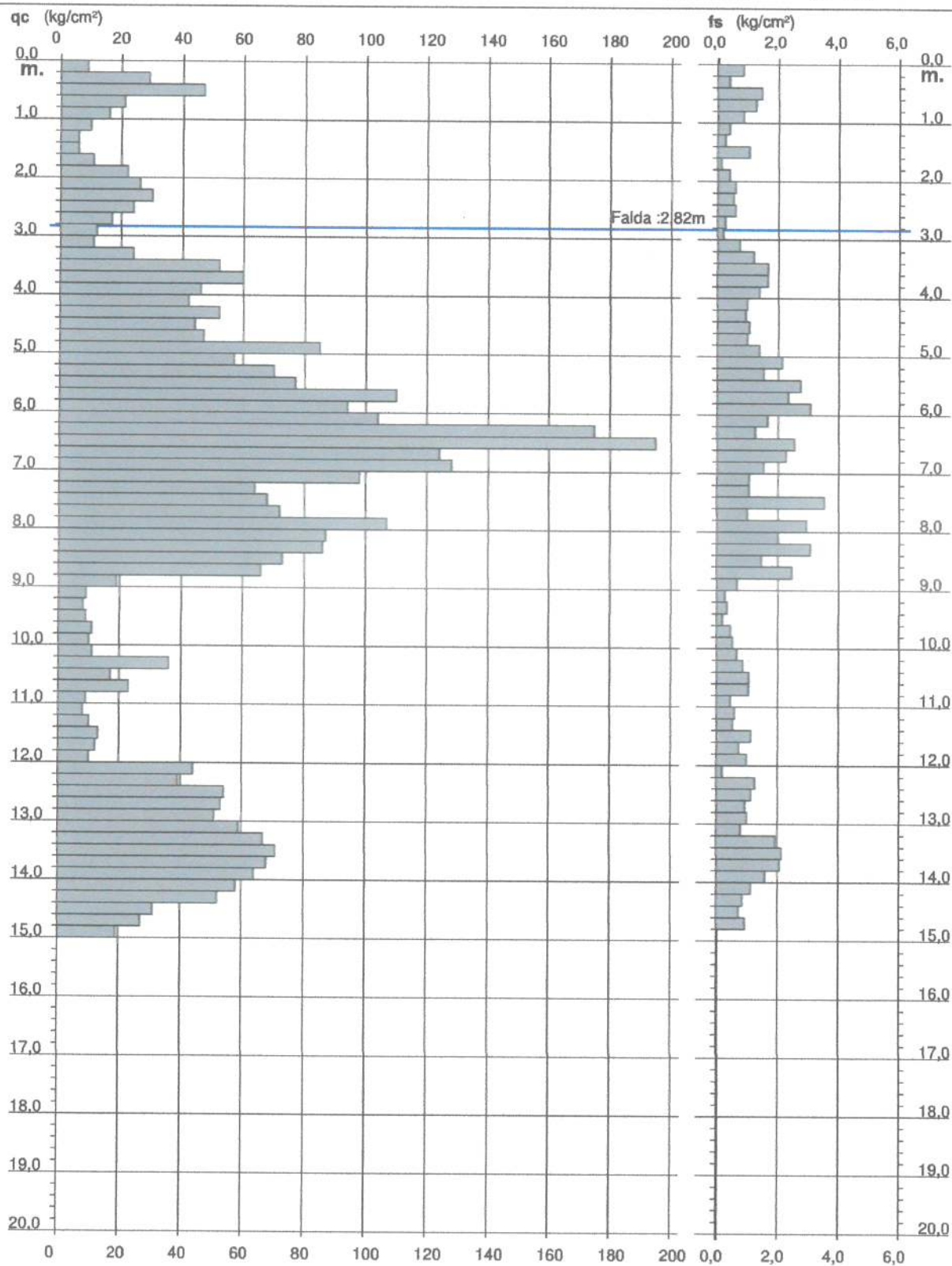
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,82 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



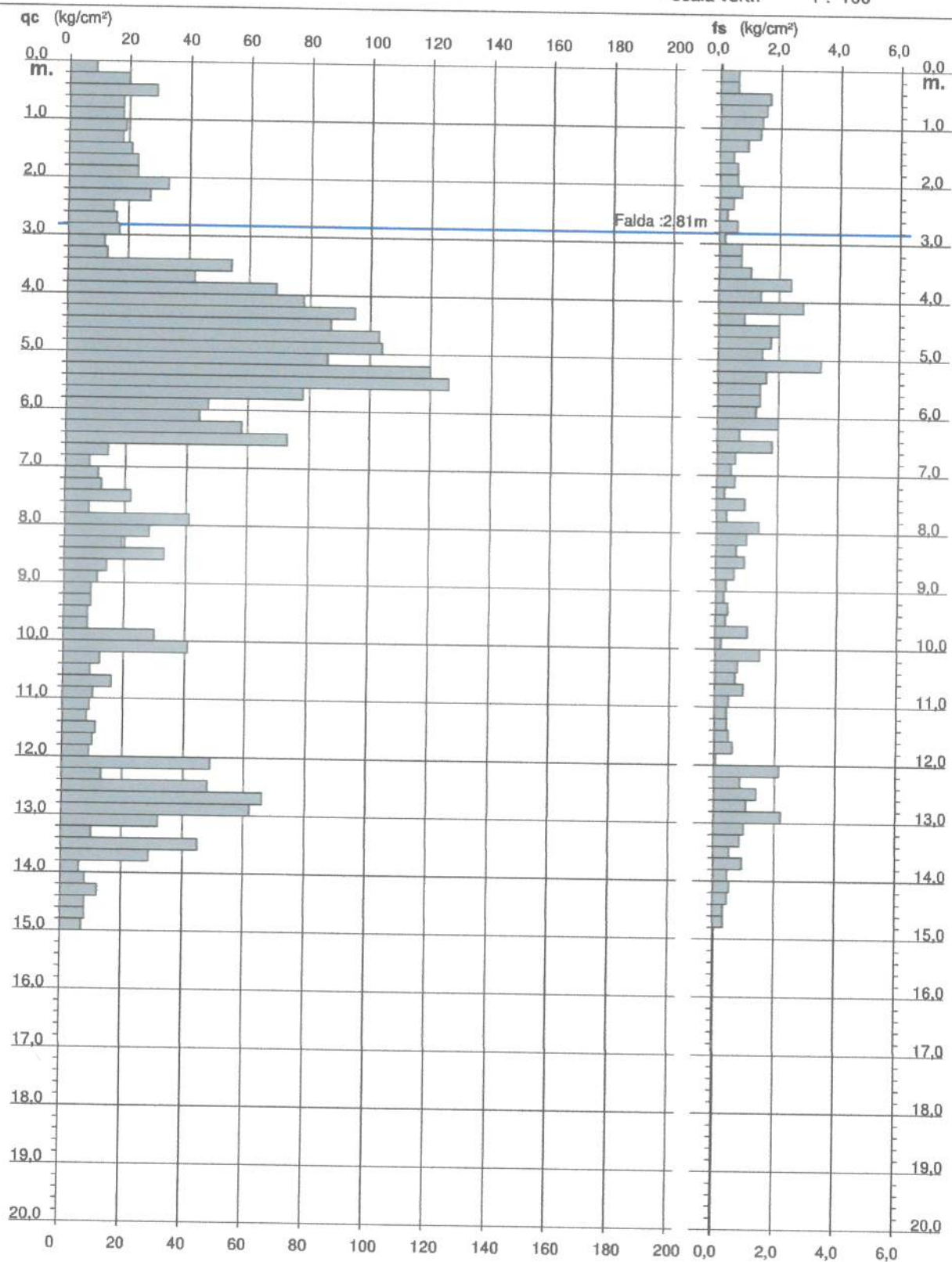
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)

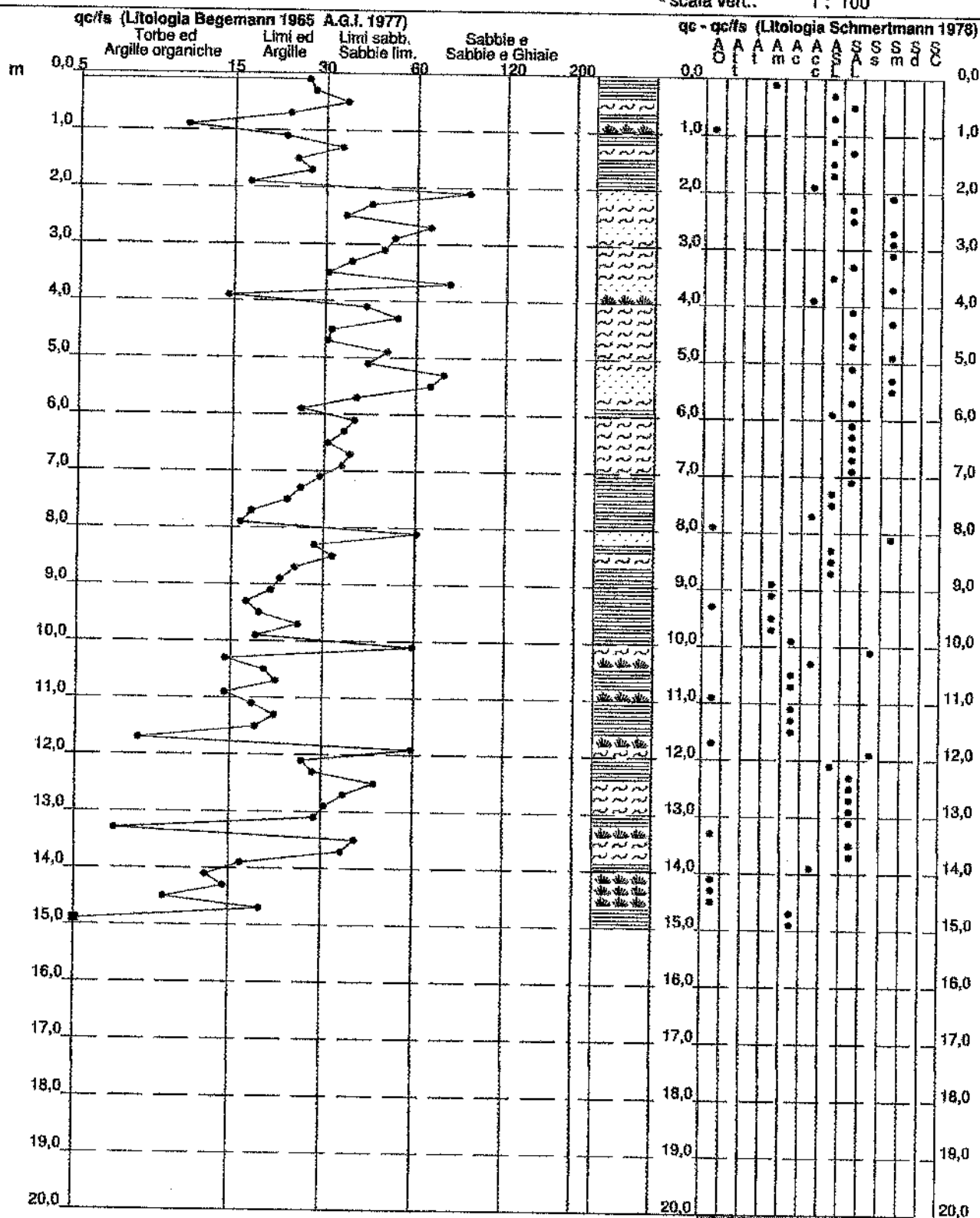
- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,81 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



CPT 1

2.01PG05-015

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,92 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



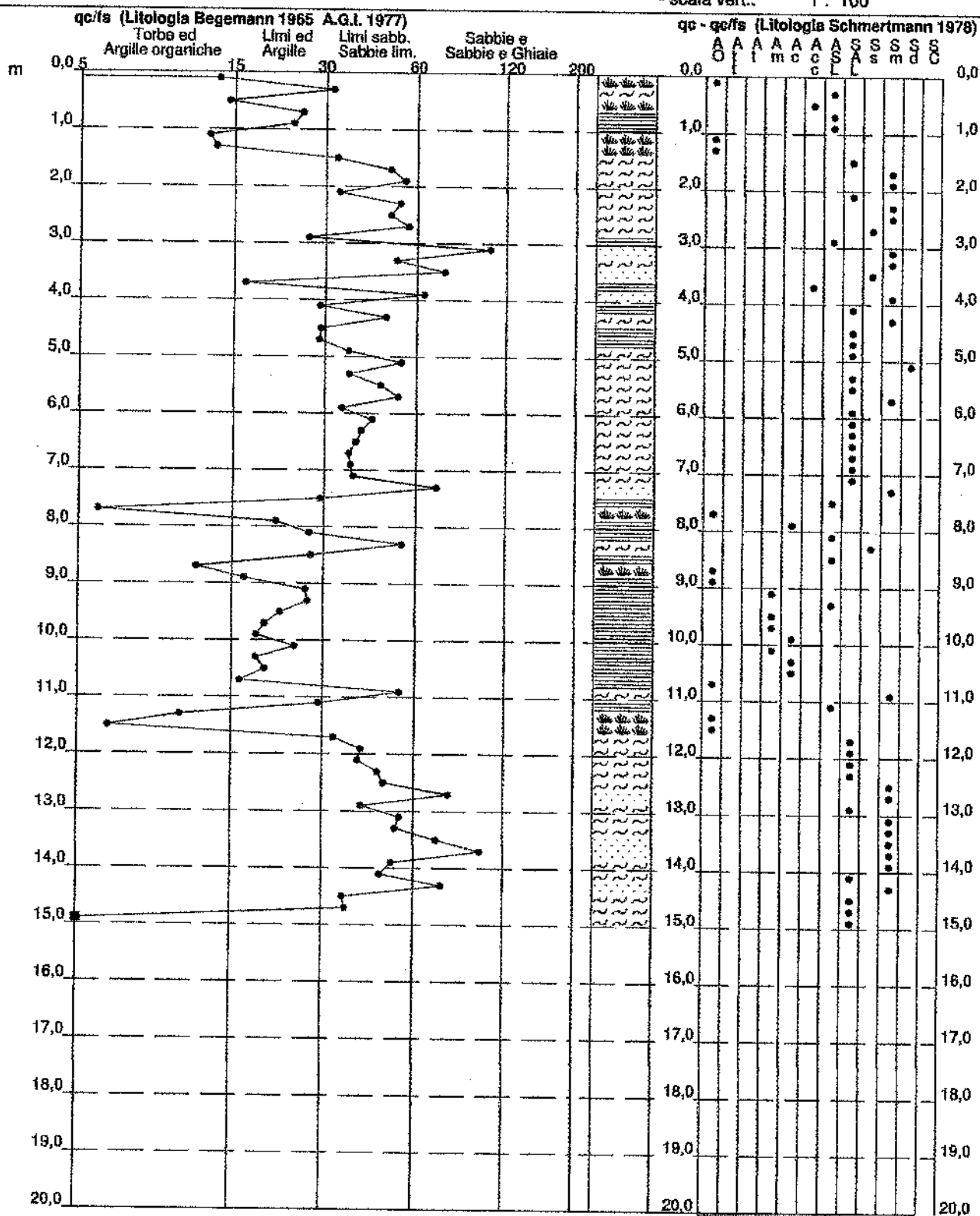
PROVA PENETROMETRICA STATICA **VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 2

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
 - lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
 - località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
 - note :

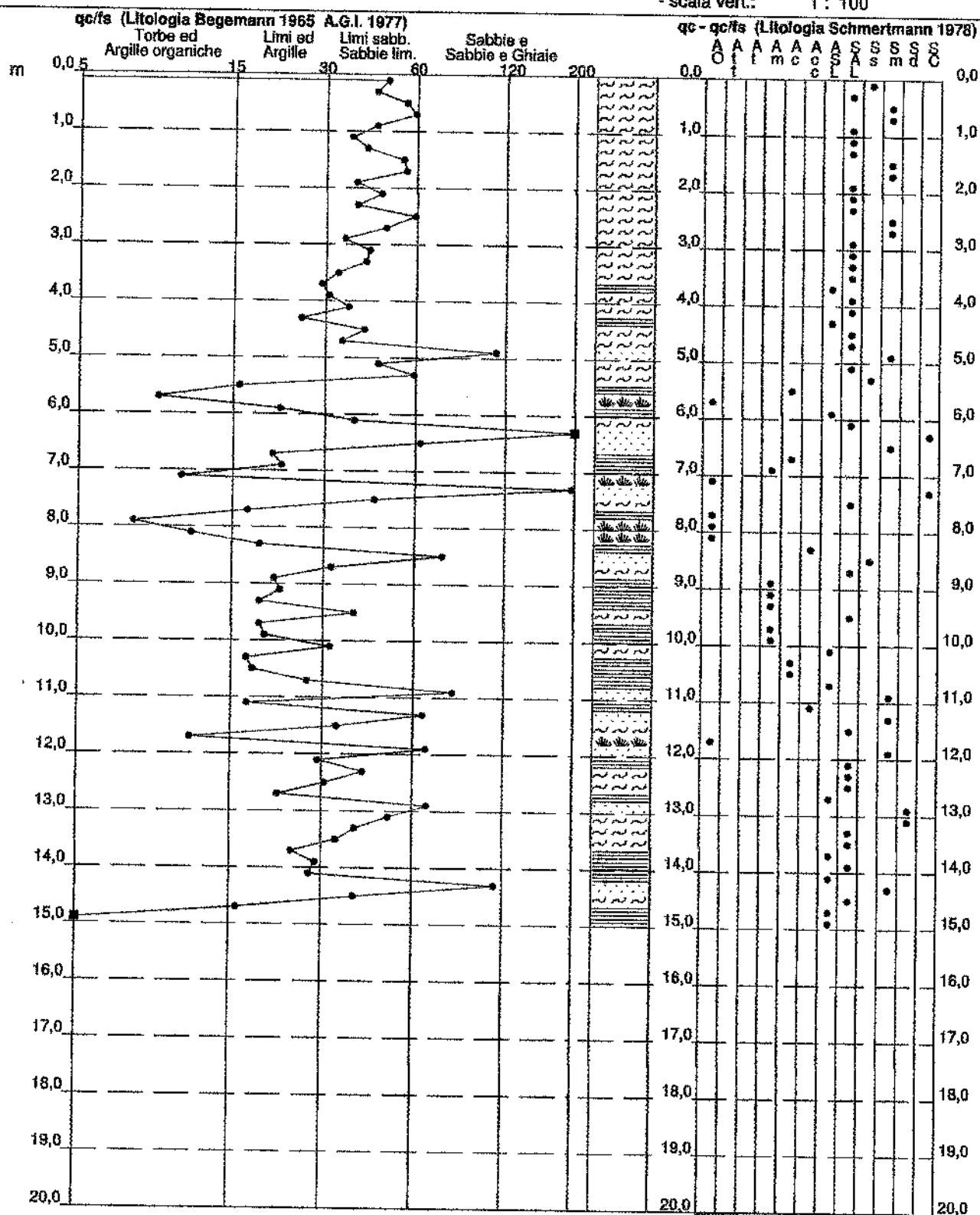
- data : 23/03/1993
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,00 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



CPT 3

2.01PG05-015

- data : 30/12/1899
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,14 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



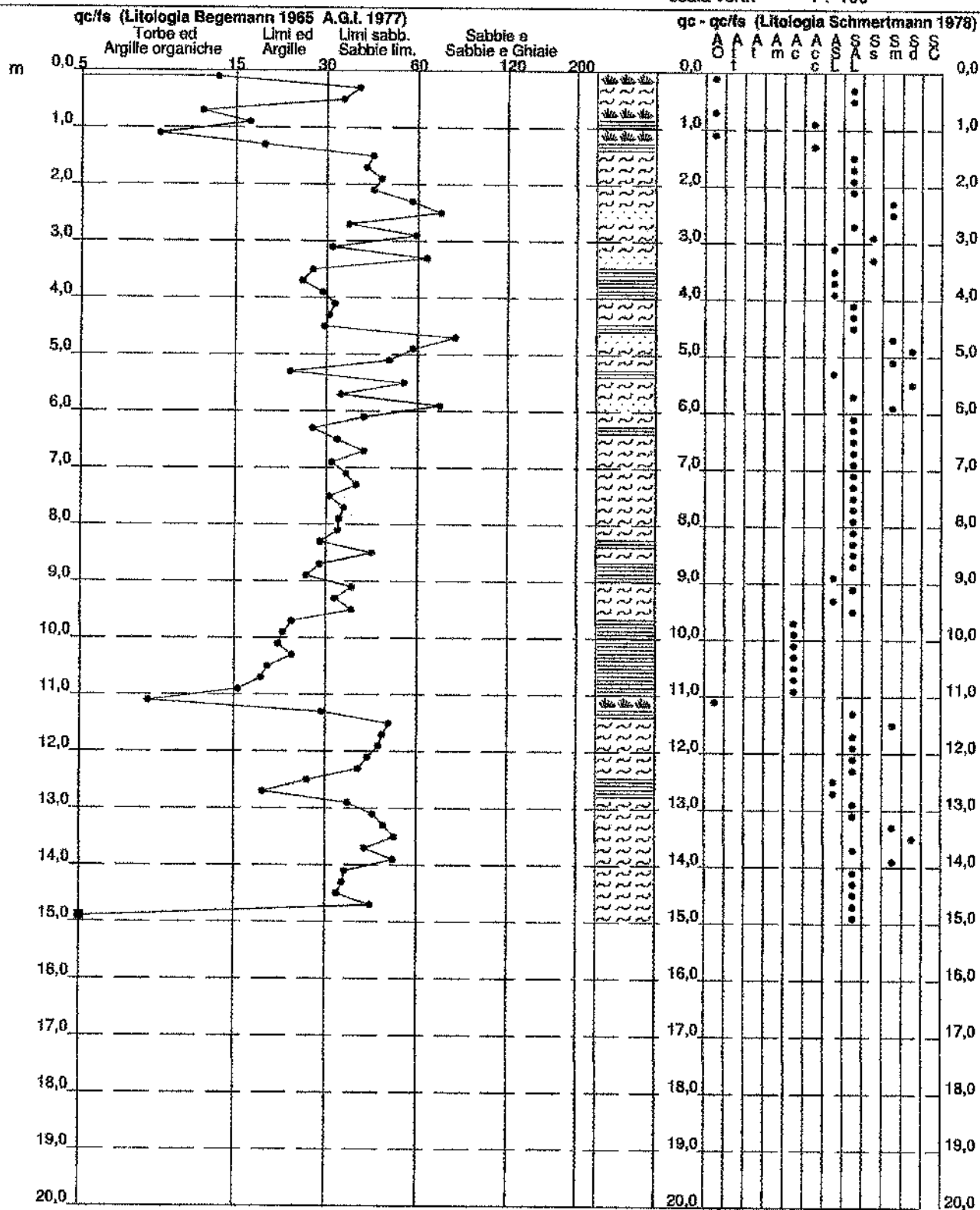
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
- note :

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,00 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 100



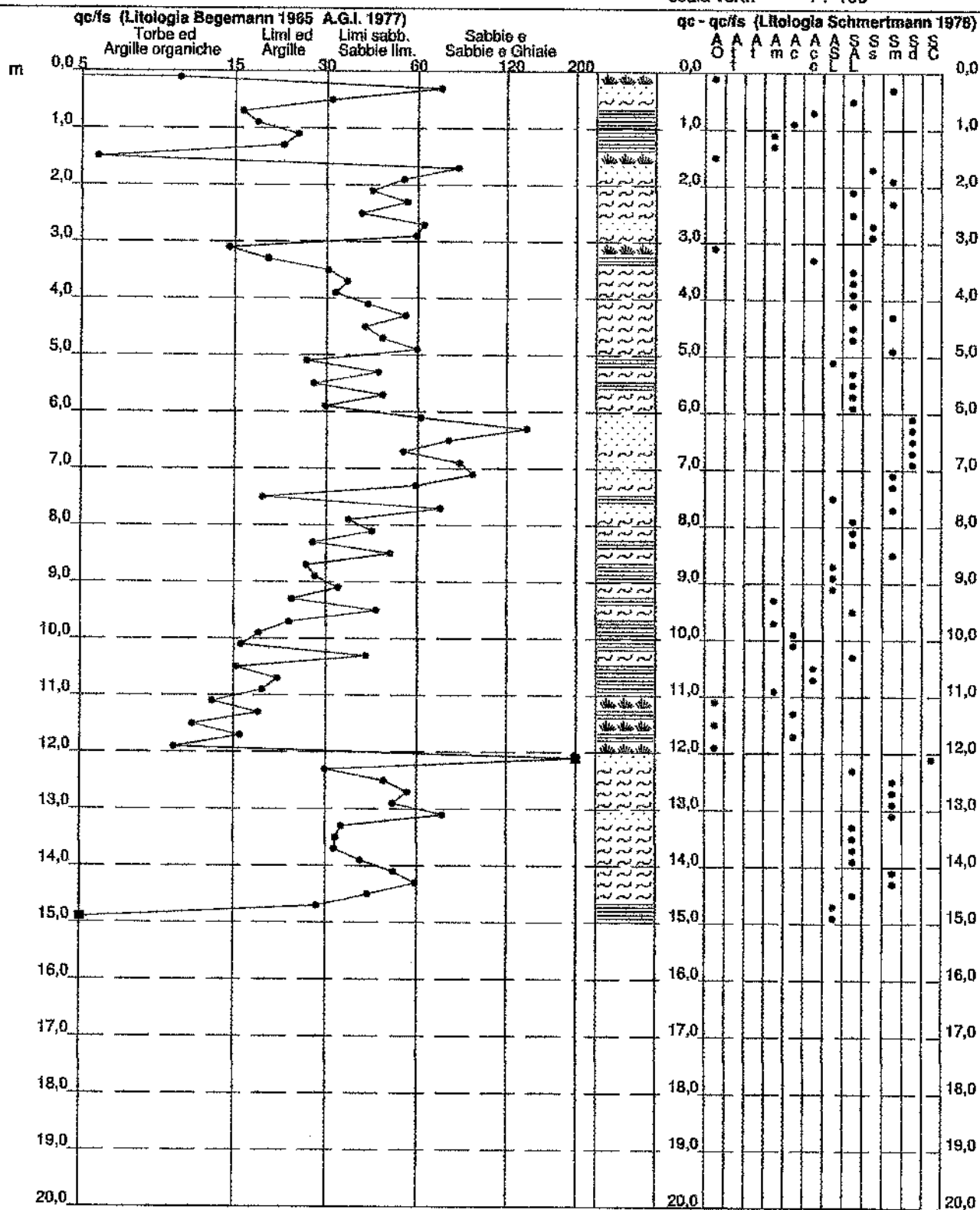
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 5

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
- note :

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,82 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



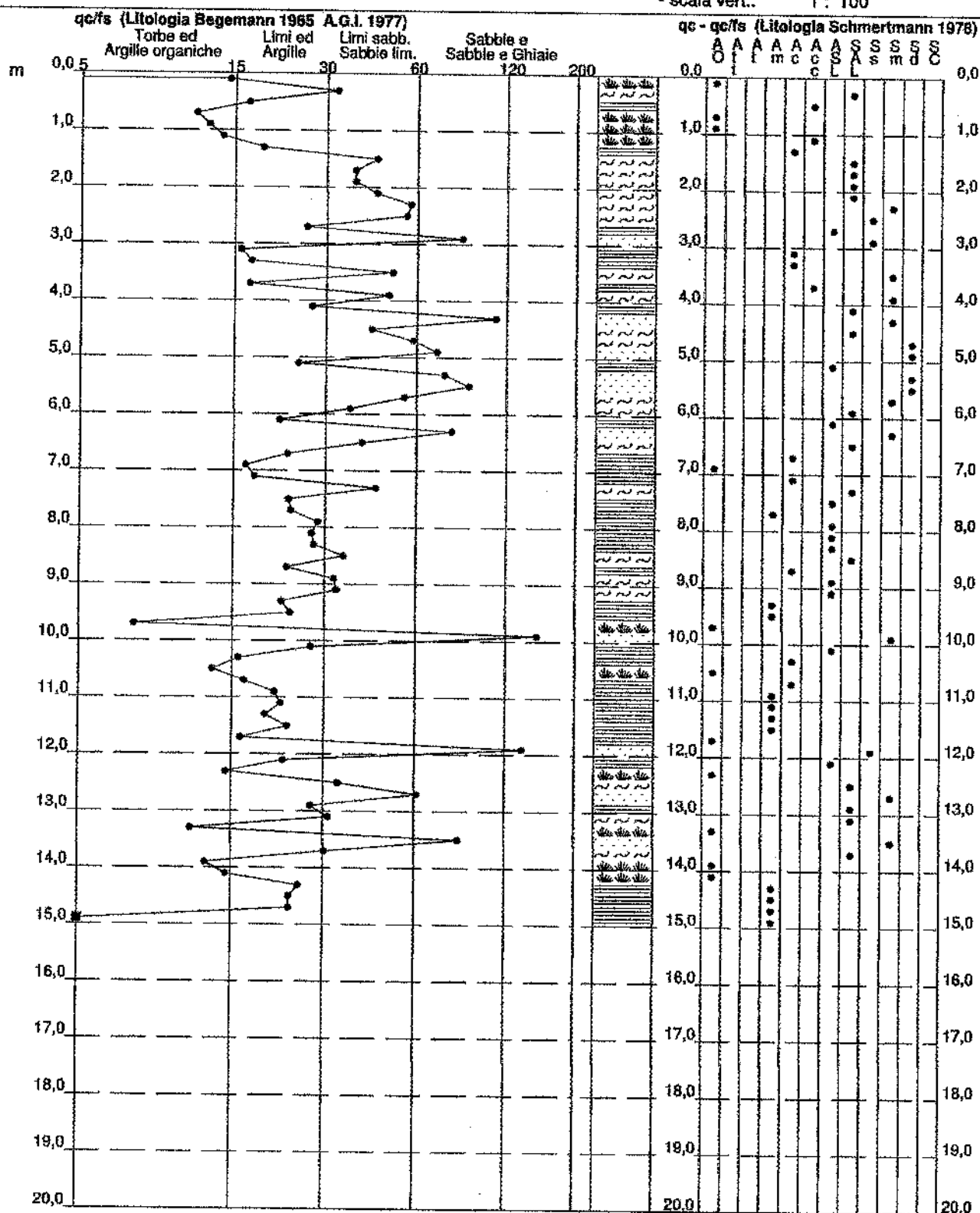
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 6

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
- note :

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,81 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



CPT 1

2.01PG05-015

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,92 m da quota inizio
- pagina : 1

P.I.:01753420189

PROVA PENETROMETRICA STATICA **TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 2

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
 - lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
 - località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
 - note :

- data : 23/03/1923
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,00 m da quota inizio
 - pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANOLARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/s (-)	Natura Litol.	Y t/m²	d _{va} kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σ _{dm} (°)	σ _{em} (°)	Amaz (-)	E50 kg/cm²	E25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	13	14	2/II	1,85	0,04	0,60	99,9	103	154	47	65	37	39	41	43	40	26	0,146	22	33	39
0,40	13	82	4/II	1,85	0,07	0,60	86,7	109	154	47	65	37	39	41	43	40	26	0,146	22	33	39
0,60	29	15	4/II	1,85	0,11	0,98	95,9	187	251	87	83	40	41	43	45	41	29	0,200	48	78	87
0,80	26	25	4/II	1,85	0,15	0,93	62,3	158	237	78	72	38	40	42	44	40	28	0,166	43	65	78
1,00	42	24	4/II	1,85	0,18	1,40	78,8	238	357	126	83	40	41	43	45	41	30	0,201	70	105	126
1,20	19	13	2/III	1,85	0,22	0,78	30,9	132	188	58	44	34	36	38	40	36	27	0,103	33	50	60
1,40	26	14	4/II	1,85	0,26	0,80	25,7	136	204	60	50	35	37	40	42	36	27	0,103	33	50	60
1,60	38	34	3/II	1,85	0,36	---	---	---	---	---	66	38	39	41	43	38	30	0,154	63	95	114
1,80	40	50	3/II	1,85	0,33	---	---	---	---	---	67	37	39	41	43	38	30	0,151	67	100	120
2,00	26	56	3/II	1,85	0,37	---	---	---	---	---	50	35	37	40	42	35	26	0,104	43	65	78
2,20	25	34	3/II	1,85	0,41	---	---	---	---	---	46	34	37	39	42	34	28	0,095	42	63	75
2,40	25	54	3/II	1,85	0,44	---	---	---	---	---	44	34	37	39	42	34	28	0,090	42	63	75
2,60	30	50	3/II	1,85	0,48	---	---	---	---	---	48	35	37	39	42	34	29	0,100	50	75	90
2,80	19	57	4/II	1,85	0,52	0,78	10,4	132	188	58	31	32	35	38	40	31	27	0,060	32	48	57
3,00	20	27	4/II	0,93	0,54	0,80	10,3	136	204	60	32	32	35	38	41	31	27	0,062	33	50	60
3,20	28	105	3/II	0,87	0,55	---	---	---	---	---	45	34	36	39	41	33	28	0,086	47	70	84
3,40	28	52	3/II	0,87	0,57	---	---	---	---	---	42	34	36	39	41	33	28	0,084	47	70	84
3,60	20	75	4/II	0,93	0,59	0,80	6,2	140	210	80	38	32	35	37	40	31	27	0,057	33	50	60
3,80	25	17	4/II	0,94	0,61	0,81	10,4	155	232	75	36	33	36	38	41	32	28	0,072	42	63	75
4,00	60	64	3/II	0,93	0,63	---	---	---	---	---	68	37	39	41	43	37	32	0,147	109	150	180
4,20	91	30	4/II	1,04	0,65	3,03	43,2	516	774	273	79	39	41	43	44	39	33	0,168	152	226	273
4,40	65	49	3/II	0,93	0,67	---	---	---	---	---	61	37	39	41	43	36	31	0,134	92	138	165
4,60	82	30	4/II	1,04	0,69	2,73	35,3	465	697	246	74	38	40	42	44	36	33	0,172	137	205	246
4,80	77	30	4/II	1,03	0,71	2,57	31,4	436	655	231	71	38	40	42	44	37	33	0,163	128	193	231
5,00	91	37	3/II	0,99	0,73	---	---	---	---	---	76	39	40	42	44	38	33	0,179	152	228	273
5,20	120	55	3/II	1,03	0,75	---	---	---	---	---	85	40	41	43	45	39	35	0,207	200	300	360
5,40	74	37	3/II	0,96	0,77	---	---	---	---	---	68	38	39	41	43	37	32	0,153	123	185	222
5,60	75	47	3/II	0,96	0,79	---	---	---	---	---	68	38	39	41	43	37	32	0,153	125	188	225
5,80	71	53	3/II	0,95	0,81	---	---	---	---	---	65	37	39	41	43	36	32	0,146	118	178	213
6,00	84	35	3/II	0,97	0,83	---	---	---	---	---	71	38	40	42	44	37	33	0,161	140	216	252
6,20	76	44	3/II	0,96	0,84	---	---	---	---	---	67	37	39	41	43	36	33	0,149	127	190	228
6,40	73	41	3/II	0,96	0,86	---	---	---	---	---	65	37	39	41	43	36	32	0,144	122	183	219
6,60	78	39	3/II	0,96	0,88	---	---	---	---	---	66	37	39	41	43	36	33	0,149	130	195	234
6,80	74	37	3/II	0,96	0,90	---	---	---	---	---	64	37	39	41	43	36	32	0,142	123	185	222
7,00	80	37	3/II	0,97	0,92	---	---	---	---	---	66	37	39	41	43	36	33	0,148	133	200	240
7,20	74	38	3/II	0,96	0,94	---	---	---	---	---	64	37	39	41	43	36	32	0,139	123	185	222
7,40	76	71	3/II	0,98	0,96	---	---	---	---	---	63	37	39	41	43	36	33	0,140	127	190	228
7,60	32	30	4/II	0,97	0,98	1,07	7,0	246	389	96	33	33	35	38	41	31	29	0,096	53	80	96
7,80	5	6	1/II	0,46	0,99	0,25	1,1	32	48	8	22	31	34	37	40	29	28	0,042	40	60	72
8,00	13	22	2/III	0,93	1,01	0,80	3,3	282	423	47	28	31	34	37	40	29	28	0,042	40	60	72
8,20	24	28	4/II	0,94	1,03	0,89	5,3	281	421	72	28	31	35	38	41	25	26	0,056	50	75	90
8,40	11	55	4/II	0,87	1,04	0,54	2,7	276	413	42	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
8,60	30	28	4/II	0,96	1,06	1,00	5,8	284	425	98	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
8,80	12	12	2/III	0,92	1,08	0,57	2,8	289	434	45	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
9,00	8	17	2/III	0,88	1,10	0,40	1,8	228	343	35	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
9,20	9	27	2/III	0,88	1,12	0,45	2,0	252	377	38	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
9,40	11	27	2/III	0,91	1,13	0,54	2,5	288	428	42	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
9,60	9	22	2/III	0,88	1,15	0,45	1,9	253	380	38	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
9,80	8	20	2/III	0,86	1,17	0,40	1,6	231	346	35	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
10,00	15	19	2/III	0,95	1,19	0,67	3,1	328	489	50	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
10,20	10	25	2/III	0,90	1,21	0,56	2,1	278	416	46	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
10,40	10	18	2/III	0,80	1,22	0,50	2,1	279	418	40	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
10,60	12	20	2/III	0,92	1,24	0,57	2,4	307	461	45	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
10,80	10	17	2/III	0,80	1,26	0,50	2,0	281	421	40	29	32	35	37	40	25	26	0,056	50	75	90
11,00	29	54	3/II	0,87	1,28	---	---	---	---	---	29	31	34	37	40	29	29	0,045	48	73	87
11,20	14	30	4/II	0,89	1,29	0,64	2,6	334	501	48	29	31	35	38	41	25	26	0,045	48	73	87
11,40	16	11	2/III	0,95	1,31	0,67	2,7	345	517	50	29	31	35	38	41	25	26	0,045	48	73	87
11,60	10	6	2/III	0,90	1,33	0,50	1,8	284	426	40	29	31	35	38	41	25	26	0,045	48	73	87
11,80	67	34	3/II	0,96	1,35	---	---	---	---	---	51	35	37	40	42	33	32	0,106	112	168	201
12,00	74	41	3/II	0,96	1,37	---	---	---	---	---	54	36	38	40	42	34	32	0,114	123	185	222
12,20	83	40	3/II	0,97	1,39	---	---	---	---	---	55	36	38	40	42	34	33	0,124	136	208	240
12,40	87	47	3/II	0,98	1,41	---	---	---	---	---	56	36	38	40	42	34	33	0,127	145	218	261
12,60	91	49	3/II	0,99	1,43	---	---	---	---	---	56	36	38	40	42	34	33	0,131	152	228	273
12,80	79	79	3/II	0,97	1,45	---	---	---	---	---	55	36	38	40	42	34	33	0,117	142	198	237
13,00	69	41	3/II	0,95	1,47	---	---	---	---	---	50	35	37	40	42	33	32	0,104	115	173	207
13,20	66	55	3/II	0,94	1,49	---	---	---	---	---	48	35	37	39	42	32	32				

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
- note :

- data : 30/12/1899
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,14 m da quota inizio
- pagina : 1

NATURA COESIVA																						NATURA GRANULARE																					
Prof. m	qc kg/cm²	qc/s (°)	Natura Litol.	Y t/m³	d ₅₀ kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (°)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	s1s (°)	s2s (°)	s3s (°)	s4s (°)	adm (°)	amy (°)	Amaz/g (°)	E50 kg/cm²	E25 kg/cm²	Mo kg/cm²																						
0,20	13	49	4/5	1,85	0,04	0,60	99,9	102	154	47	82	40	41	43	45	42	26	0,197	22	33	39																						
0,40	42	45	3/4	1,85	0,07	-	-	-	-	-	100	40	41	43	45	46	44	30	0,268	70	105	126																					
0,60	30	56	3/4	1,85	0,11	-	-	-	-	-	84	40	41	43	45	41	29	0,204	50	75	90																						
0,80	32	60	3/4	1,85	0,15	-	-	-	-	-	79	39	40	42	44	40	29	0,188	53	80	96																						
1,00	33	45	3/4	1,85	0,19	-	-	-	-	-	75	39	40	42	44	40	26	0,174	55	83	99																						
1,20	35	37	3/4	1,85	0,22	-	-	-	-	-	73	38	40	42	44	39	29	0,167	58	88	105																						
1,40	28	42	3/4	1,85	0,26	-	-	-	-	-	61	37	39	41	43	37	28	0,134	47	70	84																						
1,60	23	58	3/4	1,85	0,30	-	-	-	-	-	64	37	39	41	43	38	29	0,140	55	83	99																						
1,80	39	56	3/4	1,85	0,33	-	-	-	-	-	57	36	38	40	43	36	29	0,123	50	75	90																						
2,00	31	39	3/4	1,85	0,37	-	-	-	-	-	56	36	38	40	42	36	29	0,120	52	78	93																						
2,20	28	47	3/4	1,85	0,41	-	-	-	-	-	50	35	37	40	42	35	28	0,104	47	70	84																						
2,40	26	39	3/4	1,85	0,44	-	-	-	-	-	46	34	37	39	42	34	28	0,093	43	65	78																						
2,60	28	60	3/4	1,85	0,48	-	-	-	-	-	48	34	37	39	42	34	28	0,094	47	70	84																						
2,80	29	48	3/4	1,85	0,52	-	-	-	-	-	45	34	37	39	42	34	29	0,093	48	73	87																						
3,00	26	35	3/4	1,85	0,55	-	-	-	-	-	40	34	36	39	41	33	28	0,080	43	65	78																						
3,20	20	43	4/5	0,83	0,57	0,80	9,5	138	207	60	30	32	35	38	40	31	27	0,058	33	50	60																						
3,40	25	42	3/4	0,86	0,59	-	-	-	-	-	37	33	36	39	41	32	28	0,073	42	63	75																						
3,60	18	34	4/5	0,91	0,61	0,75	8,1	146	218	56	25	32	34	37	40	30	27	0,048	30	45	54																						
3,80	20	30	4/5	0,93	0,63	0,80	8,5	149	223	60	29	32	35	38	40	31	27	0,054	33	50	60																						
4,00	42	31	3/4	0,90	0,65	-	-	-	-	-	53	35	38	40	42	35	30	0,111	70	105	126																						
4,20	44	37	3/4	0,91	0,66	-	-	-	-	-	54	36	38	40	42	36	31	0,114	73	110	132																						
4,40	55	26	4/5	1,01	0,88	1,83	21,5	312	467	165	61	36	39	41	43	36	31	0,132	92	138	165																						
4,60	80	41	3/4	0,97	0,70	-	-	-	-	-	73	38	40	42	44	38	33	0,168	133	200	240																						
4,80	70	36	3/4	0,95	0,72	-	-	-	-	-	68	37	39	41	43	37	32	0,152	117	175	210																						
5,00	59	111	3/4	0,93	0,74	-	-	-	-	-	61	37	39	41	43	36	32	0,134	98	148	177																						
5,20	48	46	3/4	0,91	0,76	-	-	-	-	-	52	35	37	40	42	34	31	0,109	77	115	138																						
5,40	4	60	4/5	0,80	0,78	0,20	1,2	119	179	20	25	28	31	35	38	25	25	-	7	10	12																						
5,60	12	16	2/3	0,92	0,79	0,57	4,2	222	332	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
5,80	15	9	2/3	0,95	0,81	0,67	4,9	225	337	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
6,00	37	22	4/5	0,89	0,83	1,23	10,3	210	315	111	42	34	38	39	41	32	30	0,085	62	93	111																						
6,20	113	39	3/4	1,02	0,85	-	-	-	-	-	80	39	41	43	44	38	34	0,190	188	283	339																						
6,40	97	63	3/4	1,02	0,87	-	-	-	-	-	79	38	41	42	44	38	34	0,185	183	275	330																						
6,60	14	21	2/3	0,89	0,89	-	-	-	-	-	74	38	40	42	44	37	34	0,170	162	243	291																						
6,80	22	2/3	0,88	0,91	0,64	4,0	254	381	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
7,00	10	11	2/3	0,90	0,95	0,50	2,5	237	356	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
7,20	13	185	4/5	0,88	0,86	0,60	3,5	253	380	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
7,40	27	45	3/4	0,87	0,88	-	-	272	408	47	8	28	32	35	38	28	26	0,007	22	33	39																						
7,60	7	17	2/3	0,84	1,00	0,35	1,7	201	302	32	27	32	35	37	40	30	28	0,052	45	68	81																						
7,80	4	7	1/4	0,46	1,01	0,20	0,8	26	39	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
8,00	10	12	2/3	0,90	1,03	0,50	2,6	263	395	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
8,20	23	19	4/5	0,94	1,04	0,87	5,0	283	433	60	20	31	34	37	40	29	28	0,039	38	58	69																						
8,40	15	75	4/5	0,89	1,06	0,67	3,5	302	450	58	5	29	32	35	38	26	27	0,013	25	38	45																						
8,60	24	33	3/4	0,85	1,08	-	-	-	-	-	21	31	34	37	40	29	28	0,040	40	60	72																						
8,80	10	21	2/3	0,80	1,10	0,50	2,3	270	405	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
9,00	9	32	2/3	0,88	1,12	0,45	2,0	252	377	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
9,20	9	19	2/3	0,88	1,13	0,45	2,0	252	378	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
9,40	13	39	4/5	0,88	1,15	0,60	2,8	307	461	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
9,60	9	19	2/3	0,88	1,17	0,45	1,9	254	381	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
9,80	8	20	2/3	0,86	1,19	0,40	1,6	231	347	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
10,00	13	32	4/5	0,89	1,20	0,50	2,7	314	471	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
10,20	14	17	2/3	0,94	1,22	0,64	2,8	325	487	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
10,40	11	16	2/3	0,91	1,24	0,54	2,2	294	442	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
10,60	11	27	2/3	0,91	1,26	0,54	2,2	296	443	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
10,80	38	61	3/4	0,90	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																						
11,00	20	18	4/5	0,93	1,29	0,60	3,4	365	547	60	33	33	35	38	41	30	30	0,064	63	95	114																						
11,20	74	65	3/4	0,86	1,31	-	-	-	-	-	10	20	22	25	28	27	27	0,021	33	50	60																						
11,40	73	34	3/4	0,89	1,32	-	-	-	-	-	55	36	38	40	42	34	32	0,117	123	185	222																						
11,60	20	12	4/5	0,93	1,35	-	-	-	-	-	54	36	38	40	42	34	32	0,115	122	183	219																						
11,80	85	67	3/4	0,88	1,37	0,80	3,3	377	506	80	9	29	32	35	39	26	27	0,019	33	50	60																						
12,00	88	30	4/5	1,04	1,39	2,93	15,9	499	748	264	59	36	38	40	43	34	33	0,127	142	213	255																						
12,20	76	42	3/4	0,95	1,41	-	-	-	-	-	50	36	38	41	43	34	33	0,129	147	220	264																						
12,40	61	32	3/4	0,94	1,43	-	-	-	-	-	51	35	37	40	42	33	32	0,107	117	175	210																						
12,60	55	22	4/5	1,01	1,45	1,83	8,4	345	517	185	42	34	36	39	42	32	32	0,095	102	153	183																						
12,80	104	66	3/4	1,01	1,47	-	-	-	-	-	64	37	39	41	43	35	34	0,141	173	260	312																						
13,00	112	51	3/4	1,02	1,49	-	-	-	-	-	56	37	39	41	43	35	34	0,148	187	280	336																						
13,20	82	40	3/4	0,87	1,51	-	-	-	-	-	55	36	38	40	42	34	33	0,117	137	205	246																						
13,40	62	34	3/4	0,94	1,53	-	-	-	-	-	45	34	37	39	42	34	33	0,092	103	155	186																						
13,60	46	25	4/5	1,01	1,55	1,53	6,2	406	608	138	35	33	35	38	41	30	31	0,089	102	153	183																						
13,80	61	39	4/5	1,02	1,57	2,03	8,7	372	556	183	44	34	37																														

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
- note :

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,00 m da quota inizio
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	q _{ult} (-)	Natura Litol.	Y Vn²	d ₅₀ kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ _{1s} (°)	σ _{2s} (°)	σ _{3s} (°)	σ _{4s} (°)	σ _{dm} (°)	σ _{my} (°)	Am _{avg} (-)	E50 kg/cm²	E25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	10	14	2/III	1,85	0,04	0,50	68,9	85	128	40	62	39	41	43	45	42	27	0,196	35	53	63
0,40	21	39	3/III	1,85	0,07	-	-	-	-	-	67	37	39	41	43	42	29	0,222	58	88	105
0,60	35	35	3/III	1,85	0,11	-	-	-	-	-	60	41	42	44	45	28	28	0,149	37	55	66
0,80	22	12	4/II	1,85	0,15	0,85	55,5	144	216	66	67	37	39	41	43	39	29	0,161	48	73	87
1,00	29	17	4/II	1,85	0,19	0,98	50,7	167	251	87	71	38	40	42	44	39	29	-	-	-	-
1,20	19	9	2/III	1,85	0,22	0,78	30,0	132	198	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,40	22	19	4/II	1,85	0,26	0,85	27,6	144	216	66	53	35	38	40	42	36	28	0,111	37	55	66
1,60	32	44	3/III	1,85	0,30	-	-	-	-	-	63	37	39	41	43	37	29	0,137	53	80	96
1,80	36	42	3/III	1,85	0,33	-	-	-	-	-	64	37	39	41	43	37	30	0,141	60	90	106
2,00	31	46	3/III	1,85	0,37	-	-	-	-	-	56	36	38	40	42	36	29	0,120	52	78	93
2,20	35	44	3/III	1,85	0,41	-	-	-	-	-	58	36	38	40	42	36	29	0,125	56	82	100
2,40	31	58	3/III	1,85	0,44	-	-	-	-	-	52	35	37	40	42	35	29	0,108	52	78	93
2,60	24	72	3/III	1,85	0,48	-	-	-	-	-	41	34	36	39	41	33	28	0,082	40	60	72
2,80	17	36	4/II	1,85	0,52	0,72	9,5	125	187	54	27	32	35	37	40	31	27	0,052	28	43	51
3,00	16	60	4/II	0,90	0,54	0,70	5,7	127	190	52	24	31	34	37	40	30	27	0,046	27	40	48
3,20	15	32	4/II	0,80	0,55	0,67	7,9	133	200	50	21	31	34	37	40	30	27	0,040	25	38	45
3,40	13	65	4/II	0,88	0,57	0,60	6,7	145	218	47	16	30	33	36	39	29	26	0,030	22	33	39
3,60	13	28	2/III	0,83	0,59	0,60	6,5	182	228	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,80	24	26	4/II	0,94	0,61	0,69	10,1	151	227	72	35	33	35	38	41	32	28	0,059	40	69	72
4,00	30	30	4/II	0,88	0,63	1,00	11,2	170	255	90	42	34	36	39	41	33	29	0,084	50	75	90
4,20	24	33	3/III	0,86	0,65	-	-	-	-	-	67	37	39	41	43	37	32	0,151	108	163	195
4,40	65	31	3/III	0,94	0,66	-	-	-	-	-	75	38	40	42	44	38	33	0,155	115	173	207
4,60	69	30	4/II	1,02	0,68	2,30	28,6	301	566	267	68	38	40	42	44	38	33	0,175	143	215	258
4,80	86	81	3/III	0,98	0,70	-	-	-	-	-	75	38	40	42	44	38	33	0,155	115	173	207
5,00	106	59	3/III	1,01	0,72	-	-	-	-	-	62	39	41	43	45	39	34	0,196	177	265	318
5,20	79	49	3/III	0,97	0,74	-	-	-	-	-	51	38	40	42	44	37	33	0,182	132	198	237
5,40	52	24	4/II	1,01	0,76	1,73	17,5	285	442	156	76	38	40	42	44	38	34	0,120	87	130	156
5,60	110	55	3/III	1,02	0,78	-	-	-	-	-	81	39	41	43	45	39	34	0,194	183	275	330
5,80	71	34	3/III	0,95	0,80	-	-	-	-	-	69	37	39	41	43	36	32	0,146	118	178	218
6,00	91	72	3/III	0,99	0,82	-	-	-	-	-	73	38	40	42	44	38	33	0,170	152	228	279
6,20	98	41	3/III	1,00	0,84	-	-	-	-	-	75	39	40	42	44	39	34	0,176	163	245	294
6,40	65	28	4/II	1,02	0,86	2,17	19,8	368	553	185	81	37	39	41	43	35	32	0,133	106	163	195
6,60	69	33	3/III	0,95	0,88	-	-	-	-	-	82	37	39	41	43	35	32	0,137	115	173	207
6,80	79	41	3/III	0,97	0,90	-	-	-	-	-	66	37	39	41	43	36	33	0,149	132	198	237
7,00	45	32	3/III	0,91	0,92	-	-	-	-	-	47	35	37	39	42	33	31	0,095	75	113	135
7,20	50	36	3/III	0,92	0,94	-	-	-	-	-	50	35	37	40	42	33	31	0,103	83	125	150
7,40	87	39	3/III	0,95	0,96	-	-	-	-	-	59	36	38	40	42	33	32	0,120	112	168	201
7,60	61	32	3/III	0,94	0,98	-	-	-	-	-	56	36	38	40	42	34	32	0,119	102	153	183
7,80	68	85	3/III	0,95	0,99	-	-	-	-	-	59	36	38	40	42	34	32	0,127	113	170	204
8,00	61	34	3/III	0,94	1,01	-	-	-	-	-	55	36	38	40	42	34	32	0,116	102	153	183
8,20	56	34	3/III	0,93	1,03	-	-	-	-	-	57	36	38	40	42	34	31	0,107	93	140	168
8,40	67	30	4/II	1,02	1,05	2,23	16,1	380	570	201	75	39	40	42	44	37	35	0,122	112	168	201
8,60	116	43	3/III	1,02	1,07	-	-	-	-	-	78	38	40	42	44	37	35	0,122	112	168	201
8,80	110	29	4/II	1,06	1,09	3,67	28,5	623	935	330	85	36	40	42	44	37	35	0,175	193	290	348
9,00	66	27	4/II	1,02	1,11	2,20	14,7	374	561	198	4	29	32	35	38	26	27	0,069	25	38	45
9,20	15	37	4/II	0,89	1,18	0,67	3,2	316	474	50	28	31	35	38	41	25	26	0,117	110	165	198
9,40	11	33	4/II	0,87	1,15	0,54	2,4	287	431	42	28	31	35	38	41	25	26	0,117	110	165	198
9,60	10	37	4/II	0,86	1,17	0,50	2,2	275	413	40	28	31	35	38	41	25	26	0,117	110	165	198
9,80	16	24	2/III	0,96	1,18	0,70	3,2	330	486	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,00	12	22	2/III	0,92	1,20	0,57	2,5	304	456	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,20	13	22	2/III	0,93	1,22	0,60	2,6	316	474	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,40	16	24	2/III	0,96	1,24	0,70	3,0	341	511	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,60	18	20	2/III	0,96	1,26	0,70	3,0	344	516	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,80	14	19	2/III	0,94	1,28	0,64	2,6	332	498	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,00	14	18	2/III	0,94	1,30	0,64	2,6	334	501	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,20	11	8	2/III	0,91	1,32	0,54	2,0	299	448	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,40	98	30	4/II	0,99	1,34	1,27	5,9	356	534	114	32	32	35	38	41	30	30	0,061	63	95	114
11,60	56	49	3/III	0,93	1,36	-	-	-	-	-	45	34	37	39	42	32	31	0,091	83	140	168
11,80	44	47	3/III	0,91	1,37	-	-	-	-	-	36	33	36	38	41	31	31	0,071	73	110	132
12,00	52	46	3/III	0,92	1,39	-	-	-	-	-	41	34	36	39	41	31	31	0,083	67	110	132
12,20	49	42	3/III	0,91	1,41	-	-	-	-	-	38	33	36	38	41	31	31	0,076	80	120	144
12,40	58	40	3/III	0,93	1,43	-	-	-	-	-	45	34	37	39	42	32	31	0,091	97	145	174
12,60	54	27	4/II	1,01	1,45	1,80	8,2	346	519	182	42	34	36	39	41	31	31	0,064	80	135	162
12,80	66	19	4/II	1,02	1,47	2,20	10,4	374	561	198	48	35	37	39	42	33	32	0,100	110	165	198
13,00	56	37	3/III	0,93	1,49	-	-	-	-	-	42	34	36	39	41	32	31	0,085	93	140	166
13,20	94	44	3/III	0,99	1,51	-	-	-	-	-	60	36	38	41	43	34	34	0,130	157	235	282
13,40	86	48	3/III	0,98	1,53	-	-	-	-	-	56	36	38	40	43	34	33	0,121			

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 5

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
- lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
- località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
- note :

- data : 23/03/1923
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,82 m da quota inizio
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc0.5 (-)	Natura Litol.	Y t/m³	dvo kg/cm²	Gu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	s1s (°)	s2s (°)	s3s (°)	s4s (°)	adm (°)	amy (°)	Amaxdg (-)	ES0 kg/cm²	ES25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	9	10	2/III	1,85	0,04	0,45	99,9	77	115	38	93	41	42	44	45	43	29	0,233	48	78	87
0,40	29	72	3/III	1,85	0,07	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	43	31	0,257	78	118	141
0,60	47	82	3/III	1,85	0,11	-	-	-	-	-	65	37	39	41	43	39	27	0,144	35	53	63
0,80	21	17	4/II	1,85	0,15	0,82	53,7	140	210	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	16	18	2/III	1,85	0,19	0,70	32,9	119	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,20	10	25	2/III	1,85	0,22	0,50	17,3	85	128	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,40	6	22	2/III	1,85	0,26	0,30	7,5	83	95	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,60	6	6	1/II	1,85	0,30	0,30	6,4	16	24	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,80	11	82	4/II	1,85	0,33	0,54	11,4	91	137	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	22	55	3/III	1,85	0,37	-	-	-	-	-	23	31	34	37	40	31	25	0,044	18	28	33
2,20	26	43	3/III	1,85	0,41	-	-	-	-	-	44	34	37	39	42	34	28	0,090	37	55	66
2,40	30	58	3/III	1,85	0,44	-	-	-	-	-	48	35	37	39	42	34	28	0,098	43	65	78
2,60	24	49	3/III	1,85	0,48	-	-	-	-	-	50	35	37	40	42	35	29	0,105	50	75	90
2,80	17	64	4/II	1,85	0,52	0,72	9,5	125	187	54	41	34	36	39	41	33	28	0,082	40	60	72
3,00	12	60	4/II	0,88	0,54	0,57	6,8	136	204	45	27	32	35	37	40	31	27	0,062	28	43	51
3,20	11	15	2/III	0,91	0,55	0,54	6,0	146	219	42	14	30	33	36	39	29	26	0,028	20	30	36
3,40	24	20	4/II	0,94	0,57	0,89	10,9	151	227	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,60	52	31	3/III	0,92	0,59	-	-	-	-	-	37	33	36	38	41	32	28	0,072	40	60	72
3,80	80	36	3/III	0,93	0,61	-	-	-	-	-	62	37	39	41	43	36	31	0,137	87	136	156
4,00	46	93	3/III	0,91	0,63	-	-	-	-	-	57	37	39	41	43	37	32	0,149	100	150	180
4,20	42	42	3/III	0,90	0,65	-	-	-	-	-	53	35	38	40	42	35	30	0,111	70	105	126
4,40	52	50	3/III	0,92	0,68	-	-	-	-	-	68	36	38	41	43	36	31	0,129	87	130	156
4,60	44	41	3/III	0,91	0,68	-	-	-	-	-	53	35	38	40	42	35	31	0,112	73	110	132
4,80	47	47	3/III	0,91	0,70	-	-	-	-	-	55	36	38	40	42	35	31	0,116	78	116	141
5,00	85	61	3/III	0,98	0,72	-	-	-	-	-	74	38	40	42	44	38	33	0,172	142	213	255
5,20	57	27	4/II	1,01	0,74	1,90	20,4	329	485	171	60	36	38	41	43	36	31	0,130	95	143	171
5,40	70	46	3/III	0,95	0,76	-	-	-	-	-	66	37	39	41	43	37	32	0,149	117	175	210
5,60	77	28	4/II	1,03	0,78	2,57	27,8	436	655	231	69	38	40	41	44	37	33	0,156	128	193	231
5,80	110	47	3/III	1,02	0,80	-	-	-	-	-	81	39	41	43	44	39	34	0,192	183	275	330
6,00	94	31	3/III	0,99	0,82	-	-	-	-	-	75	39	41	42	44	38	34	0,173	157	235	282
6,20	104	62	3/III	1,01	0,84	-	-	-	-	-	95	41	43	44	46	40	37	0,182	173	260	312
6,40	175	138	3/III	1,11	0,86	-	-	-	-	-	98	42	43	44	46	41	37	0,240	292	438	525
6,60	195	77	3/III	1,14	0,89	-	-	-	-	-	82	39	41	43	45	39	35	0,251	325	489	585
6,80	124	55	3/III	1,04	0,91	-	-	-	-	-	82	40	41	43	45	38	35	0,196	207	316	372
7,00	128	83	3/III	1,04	0,93	-	-	-	-	-	73	38	40	42	44	37	34	0,187	213	322	384
7,20	98	92	3/III	1,00	0,95	-	-	-	-	-	58	36	38	40	43	35	32	0,124	167	245	294
7,40	64	50	3/III	0,94	0,97	-	-	-	-	-	59	36	38	40	43	35	32	0,128	113	170	204
7,60	69	19	4/II	1,02	0,99	2,27	17,8	385	570	204	61	36	39	41	43	35	32	0,132	120	180	216
7,80	72	72	3/III	0,95	1,01	-	-	-	-	-	74	38	40	42	44	37	34	0,170	178	269	321
8,00	107	36	3/III	1,01	1,03	-	-	-	-	-	66	37	39	41	43	38	33	0,148	145	218	261
8,20	87	44	3/III	0,98	1,04	-	-	-	-	-	65	37	39	41	43	36	33	0,145	143	215	259
8,40	86	28	4/II	1,04	1,07	2,97	21,6	487	731	258	59	36	38	40	43	35	32	0,128	122	183	219
8,60	73	59	3/III	0,95	1,08	-	-	-	-	-	55	35	38	40	42	34	32	0,118	110	165	198
8,80	66	27	4/II	1,02	1,11	2,20	14,8	374	561	198	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,00	19	29	2/III	0,99	1,13	0,78	3,8	315	472	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,20	9	34	4/II	0,85	1,14	0,45	2,0	253	379	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,40	8	24	2/III	0,86	1,16	0,40	1,7	231	348	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,60	9	45	4/II	0,85	1,18	0,45	1,9	255	382	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,80	11	24	2/III	0,91	1,19	0,54	2,3	291	438	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,00	10	19	2/III	0,90	1,21	0,50	2,1	278	417	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,20	11	16	2/III	0,91	1,23	0,54	2,2	264	441	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,40	36	42	3/III	0,98	1,25	-	-	-	-	-	31	32	35	38	41	30	30	0,051	60	90	108
10,60	17	16	2/III	0,97	1,27	0,72	3,1	350	525	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,80	23	22	4/II	0,94	1,29	0,87	3,8	382	543	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,00	9	19	2/III	0,88	1,30	0,45	1,7	259	369	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,20	8	13	2/III	0,86	1,32	0,40	1,4	235	352	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,40	10	19	2/III	0,90	1,34	0,50	1,8	284	426	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,60	13	11	2/III	0,93	1,36	0,60	2,3	329	493	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,80	12	16	2/III	0,92	1,38	0,57	2,1	317	476	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,00	10	19	2/III	0,90	1,39	0,50	1,7	286	430	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,20	44	220	3/III	0,91	1,41	-	-	-	-	-	35	33	35	38	41	30	31	0,069	73	110	132
12,40	39	31	3/III	0,90	1,43	-	-	-	-	-	31	32	35	38	40	30	30	0,060	65	98	117
12,60	54	48	3/III	0,92	1,45	-	-	-	-	-	41	34	36	38	41	31	31	0,084	90	135	162
12,80	53	57	3/III	0,92	1,47	-	-	-	-	-	38	33	36	38	41	31	31	0,082	88	133	159
13,00	51	51	3/III	0,92	1,49	-	-	-	-	-	44	34	37	39	42	32	32	0,076	85	128	153
13,20	59	74	3/III	0,93	1,50	-	-	-	-	-	48	35	37	39	42	32	32	0,089	98	148	177
13,40	67	35	3/III	0,95	1,52	-	-	-	-	-	50	35	37	40	42	33	32	0,098	112	168	201
13,60	71	33	3/III	0,95	1,54	-	-	-	-	-	48	35	37	39	42	32	32	0,099	118	178	213
13,80	68	33	3/III	0,95	1,56	-	-	-	-	-	45	34	37	39	42	32	32	0,093	107	160	192
14,00	64	49	3/III	0,94	1,58	-	-	-	-	-	42	34	36	38	41	31					

PROVA PENETROMETRICA STATICA **TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 6

2.01PG05-015

- committente : Architetto Giorgio Corioni
 - lavoro : Costruzione polo ad uso logistico
 - località : 45.202552 - 9.319343 E, Copiano (Pv)
 - note :

- data : 23/03/1923
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 2,81 m da quota inizio
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/6 (-)	Natura Litol.	Y t/m²	d ₅₀ kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ _{1s} (°)	σ _{2s} (°)	σ _{3s} (°)	σ _{4s} (°)	σ _{dm} (°)	σ _{my} (°)	Amax/g (-)	E50 kg/cm²	E25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0,20	9	15	2/III	1,85	0,04	0,45	99,9	77	115	38												
0,40	20	33	4/II	1,85	0,07	0,80	99,9	136	204	60	80	39	41	43	44	41	27	0,191	33	50	60	
0,60	29	17	4/II	1,85	0,11	0,88	95,9	157	251	87	83	40	41	43	45	41	29	0,206	48	73	87	
0,80	18	12	2/III	1,85	0,15	0,75	47,7	128	191	56												
1,00	18	13	2/III	1,85	0,19	0,75	36,1	128	191	56												
1,20	19	14	2/III	1,85	0,22	0,78	30,0	132	198	58												
1,40	18	19	2/III	1,85	0,26	0,75	23,7	128	181	56												
1,60	21	45	3/III	1,85	0,30						48	35	37	39	42	35	27	0,098	35	53	63	
1,80	23	38	3/III	1,85	0,33						48	35	37	39	42	35	28	0,100	38	58	69	
2,00	23	38	3/III	1,85	0,37						46	34	37	39	42	34	28	0,093	38	58	69	
2,20	32	45	3/III	1,85	0,41						56	36	38	40	42	36	29	0,119	55	83	99	
2,40	27	58	3/III	1,85	0,44						47	35	37	39	42	34	28	0,096	45	68	81	
2,60	15	56	4/II	1,85	0,48	0,67	8,4	115	173	50	25	31	34	37	40	30	27	0,047	25	38	45	
2,80	16	27	2/III	1,85	0,52	0,70	9,1	129	184	52												
3,00	17	85	4/II	0,81	0,54	0,72	6,1	127	191	54	26	32	34	37	40	31	27	0,050	28	43	51	
3,20	12	16	2/III	0,92	0,55	0,57	6,5	143	214	45												
3,40	13	18	2/III	0,93	0,57	0,50	6,7	146	218	47												
3,60	54	51	3/III	0,92	0,59						64	37	39	41	43	36	31	0,141	80	135	162	
3,80	42	17	4/II	1,00	0,61	1,40	17,7	238	357	126	54	36	38	40	42	35	30	0,115	70	105	128	
4,00	69	49	3/III	0,95	0,63						70	38	40	42	44	37	32	0,161	115	173	207	
4,20	78	26	4/II	1,03	0,65	2,60	35,4	442	663	234	74	38	40	42	44	36	33	0,171	130	185	234	
4,40	85	110	3/III	0,99	0,67						80	39	41	43	44	36	34	0,190	158	238	295	
4,60	87	44	3/III	0,98	0,69						76	39	40	42	44	36	33	0,176	145	218	261	
4,80	103	59	3/III	1,00	0,71						81	39	41	43	45	38	34	0,194	172	256	309	
5,00	104	71	3/III	1,01	0,73						81	39	41	43	44	39	34	0,193	173	260	312	
5,20	86	25	4/II	1,04	0,75	2,87	33,5	487	731	258	74	38	40	42	44	38	33	0,170	143	215	259	
5,40	120	75	3/III	1,03	0,77						85	40	41	43	45	38	35	0,205	200	300	360	
5,60	128	90	3/III	1,04	0,79						86	40	42	43	45	39	35	0,208	210	315	378	
5,80	78	56	3/III	0,96	0,81						89	38	39	41	43	37	33	0,155	130	195	234	
6,00	47	37	3/III	0,91	0,83						51	35	37	40	42	34	31	0,105	78	118	141	
6,20	44	22	4/II	1,00	0,85	1,47	12,4	249	374	132	48	35	37	39	42	33	31	0,098	73	110	132	
6,40	58	79	3/III	0,93	0,87						57	35	38	40	43	35	31	0,121	97	145	174	
6,60	73	41	3/III	0,96	0,89						64	37	39	41	43	36	32	0,142	122	183	218	
6,80	14	23	2/III	0,84	0,91	0,64	4,0	258	380	48												
7,00	8	17	2/III	0,86	0,92	0,40	2,2	219	329	35												
7,20	11	18	2/III	0,81	0,94	0,54	3,1	260	390	42												
7,40	12	45	4/II	0,88	0,95	0,57	3,3	268	403	45		28	31	35	38	25	26		20	30	36	
7,60	22	24	4/II	0,93	0,98	0,55	5,2	269	402	66	28	31	34	37	40	29	28	0,039	37	55	66	
7,80	8	24	2/III	0,86	1,00	0,40	2,0	224	336	35												
8,00	41	29	4/II	1,00	1,02	1,37	9,1	241	362	123	41	34	36	39	41	32	30	0,082	68	103	123	
8,20	28	28	4/II	0,98	1,03	0,97	5,8	277	416	84	27	32	35	37	40	30	28	0,052	47	70	84	
8,40	19	28	2/III	0,88	1,05	0,78	4,3	295	442	53												
8,60	33	35	3/III	0,98	1,07						32	33	35	38	41	30	29	0,062	55	83	99	
8,80	14	23	2/III	0,84	1,08	0,64	5,2	303	455	48												
9,00	11	33	4/II	0,87	1,11	0,54	2,5	283	425	42		28	31	35	38	25	26		18	28	33	
9,20	9	34	4/II	0,85	1,13	0,45	2,0	252	378	38		25	31	35	38	25	26		15	23	27	
9,40	9	22	2/III	0,88	1,14	0,45	2,0	253	389	38												
9,60	8	24	2/III	0,86	1,16	0,40	1,7	231	346	35												
9,80	8	7	2/III	0,88	1,18	0,40	1,6	231	347	35												
10,00	30	150	3/III	0,88	1,20						26	32	34	37	40	29	29	0,050	50	75	90	
10,20	41	28	4/II	1,00	1,22	1,37	7,3	301	451	123	37	33	36	38	41	31	30	0,072	68	103	123	
10,40	12	16	2/III	0,92	1,23	0,57	2,4	307	460	45												
10,60	9	13	2/III	0,88	1,25	0,45	1,7	258	386	38												
10,80	16	17	2/III	0,96	1,27	0,70	3,0	346	518	52												
11,00	10	21	2/III	0,90	1,29	0,50	1,9	282	423	40												
11,20	9	22	2/III	0,88	1,31	0,45	1,7	280	389	38												
11,40	8	29	2/III	0,86	1,32	0,40	1,4	235	352	35												
11,60	11	24	2/III	0,91	1,34	0,54	2,0	301	451	42												
11,80	10	17	2/III	0,80	1,36	0,50	1,6	285	425	40												
12,00	9	135	4/II	0,85	1,38	0,45	1,6	262	392	36		28	31	35	38	25	26		15	23	27	
12,20	49	23	4/II	1,01	1,40	1,63	7,8	340	510	147	38	34	36	38	41	31	31	0,078	82	123	147	
12,40	13	15	2/III	0,93	1,42	0,50	2,2	333	499	47												
12,60	48	34	3/III	0,91	1,43																	
12,80	66	62	3/III	0,94	1,45						38	33	36	38	41	31	31	0,075	80	120	144	
13,00	62	28	4/II	1,02	1,47	2,07	9,6	355	532	186	46	34	37	39	42	32	32	0,094	103	155	186	
13,20	32	32	3/III	0,88	1,49						23	31	34	37	40	28	29	0,044	53	80	96	
13,40	10	12	2/III	0,90	1,51	0,50	1,6	290	436	40												
13,60	45	84	3/III	0,91	1,53						34	33	35	38	41	30	31	0,087	75	113	135	
13,80	29	31	3/III	0,87	1,54						19	31	34	36	40	28	29	0,096	48	73	87	
14,00	6	13	1/III	0,46	1,55	0,30	0,8	39	59	9												
14,20	8	15	2/III	0,86	1,57	0,40	1,3	238	358	35												
14,40	12	28	2/III	0,92	1,58	0,57	1,7	327	491	45												

TOMMASO SACCHI GEOLOGO – Ordine dei Geologi della Lombardia n° 1730 AP Sezione A
Via Stefano Breventano 67 27100 Pavia. tel: 038279293 – e-mail: info@studiogeologicogheos.it

collaborazione Andrea Pagani Geologo – Ordine dei Geologi della Lombardia n° 1813 AP Sezione A
Via Marconi 40/B 27010 San Zenone al Po. tel: 3389930746 – e-mail: andrpa@libero.it

• INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

Il territorio del Comune di Copiano si colloca nella Pianura Padana, a Sud-Ovest di Villanterio, a Sud-Est di Vistarino e a Nord di Corteolona e Genzone. Le coordinate geografiche decimali medie del terreno indagato sono: 45.202552 N - 9.319343 E.

La formazione della pianura

La Pianura Padana è costituita da una successione plio-quadernaria di ambiente marino e continentale, con spessori dell'ordine delle migliaia di metri, ricoprente in discordanza da un substrato deformato, costituito da rocce carbonatiche e terrigene mesozoico-eoceniche e da depositi oligo-miocenici.

Essa comincia a delinearsi alla fine del Pliocene, quando nel braccio di mare Adriatico, che allora giungeva a lambire i piedi delle Alpi occidentali, si accumulano, su un complesso prevalentemente argilloso di origine marina, materiali provenienti attraverso i fiumi, dalle catene di neoformazione.

A partire dal Pleistocene, e durante tutto il Quaternario, l'evoluzione geologica dell'area, è il risultato dei fenomeni di sollevamento che hanno comportato il passaggio da condizioni ambientali marine a quelle continentali con la deposizione di sedimenti via più grossolani. Le fasi di espansione e regressione dei ghiacciai succedutesi in età quaternaria, oltre che l'azione di erosione, trasporto e deposizione da parte di corsi d'acqua hanno determinato la formazione di depositi morenici nella parte alta della pianura padana, fluvioglaciali nella sua parte centrale e fluviali nella parte bassa.

Durante le fasi di espansione, i ghiacciai hanno originato le grandi cerchie moreniche che man mano si sono accumulate ai piedi dei rilievi prealpini; nelle fasi di ritiro, i torrenti e le fiumane hanno invece eroso buona parte di questi accumuli, trasportando a valle grandi quantità di materiale, dai ciottoli più grandi al limo più fine, colmando progressivamente il bacino padano-adriatico.

Ad ogni stadio interglaciale, la forza erosiva dei corsi d'acqua ha causato l'incisione e la rimozione dei sedimenti fluviali precedentemente deposti con la formazione di sistemi di terrazzi in corrispondenza dei nuovi percorsi fluviali all'interno della pianura.

Da un punto di vista geomorfologico, la Pianura lombarda può essere suddivisa in tre settori:

- Il primo settore corrisponde all'alta Pianura, caratterizzata dalla presenza di più ordini di terrazzi costituiti da depositi fluvioglaciali e alluvionali, generati dall'azione erosiva e di deposito operata dalle fiumane che fuoriuscivano dalle lingue glaciali.
- Il settore di media pianura è compreso tra la linea superiore e quella inferiore dei fontanili (o risorgive), si sviluppa secondo un piano debolmente inclinato verso sud ed è costituito da depositi fluvioglaciali recenti (Diluvium recente), localmente interrotti dalle alluvioni dei corsi d'acqua principali.
- Il terzo settore, che si trova a sud della linea inferiore dei fontanili; è costituito da alluvioni fini ed è caratterizzato da una morfologia piatta ed uniforme. Le litologie superficiali ed affioranti sono costituite dalle alluvioni fluviali e fluvioglaciali plioceniche, tranne che per l'orizzonte superficiale agricolo, di terreni sabbiosi, limo sabbiosi e ghiaiosi.

Geologia dell'area

Come si desume dall'analisi della carta geologica F.59 "PAVIA", il territorio comunale di Copiano è costituito in superficie interamente dal seguente tipo di terreni:

- *Q_{1r}: Alluvioni della superficie principale della pianura (Diluvium recente); talora ricoperte localmente da limi successivi, difficilmente distinguibili. Ghiaietto, sabbie e limo argilloso alterati nella parte superficiale; banchi di argilla.*

La morfologia naturale dell'area è stata in parte modificata dalle attività antropiche.

Si vuole a questo punto, ricostruire nel dettaglio la successione dell'area della pianura padana su cui in parte si inserisce il territorio del comune di Copiano, utilizzando le numerose informazioni che ci derivano sia dai sondaggi eseguiti dall'Agip per la ricerca petrolifera e geotermica, sia da lavori esistenti in letteratura.

DESCRIZIONE GEOLOGICA SECONDO I DIFFERENTI AUTORI							
UNITA' LITOLOGICHE		UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE		UNITA' STRATIGRAFICHE	ETÀ	UNITA' IDROGEOLOGICHE	
Mazzanti S. e. Marbais B.		Francini V. e. Pozzi R.		A.G.P.		Avanzini M. et al.	
	LITOZONA GHIAIOSO- SABBIOSA	ACQUIFERO TRADIZIONALE	FLUVIOGLACIALE WÜRM APICI (Dépôt terminal)	I ACQUIFERO	ALLUVIONE	PLEISTOCENE SUPERIORE	UNITA' GHIAIOSO- SABBIOSA
			FLUVIOGLACIALE RESCINDER-AVERM (Dél. Medio-Anficio)	II ACQUIFERO		PLEISTOCENE MEDIO	UNITA' GHIAIOSO- SABBIOSO-LIMOSA
			CEPRARCT.				UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASSI
	LITOZONA SABBIOSA- ARGILLOSA	ACQUIFERO PROFONDI	VILLAFRANCHIANO	III ACQUIFERO	SABIE DI ASTI	PLEISTOCENE INFERIORE	UNITA' SABBIOSO- ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)
						CALABRIANO	UNITA' ARGILLOSA (facies marina)

Partendo dall'alto, le unità distinte dagli autori sono le seguenti:

- Unità ghiaioso-sabbiosa (Olocene - Pleistocene superiore)

Questa unità affiora con continuità su tutto il territorio comunale ed è costituita da sabbie e ghiaie prevalenti, a cui si aggiungono, nella parte inferiore, intercalazioni limose e argillose di limitato spessore e con una buona estensione laterale. È caratterizzata da complesse strutture deposizionali, con corpi lentiformi anastomizzati ed embriciati, tipici di una sedimentazione in aree a rapido cambiamento di energia deposizionale; in fasi di calma è stato anche possibile l'accumulo di materiali fini che costituiscono livelli impermeabili o semipermeabili poco estesi. Si tratta di depositi fluvio-glaciali del Würm (Olocene-Pleistocene superiore e medio) e di alluvioni recenti a riempimento delle valli di erosione post-würmiane, disposte lungo i corsi d'acqua.

- Unità sabbioso-ghiaiosa (Pleistocene medio)

Tale unità è costituita da depositi sabbiosi con intercalazioni argillose e ghiaiose, di età pleistocenica. Si tratta di sedimenti di origine glaciale e fluvio-glaciale; i primi, scarsamente selezionati, sono costituiti da elementi grossolani quali ghiaie e ciottoli, in abbondante matrice limoso-sabbiosa.

- Unità sabbioso-argillosa (Pleistocene inferiore)

Si tratta di sabbie con abbondanti intercalazioni argillose e limose di colore grigio e giallo, con frequente alternanza nella colorazione; sono sedimenti depositi in facies deltizia e lagunare, nel Pleistocene inferiore.

- Unità argillosa (Pleistocene inferiore - Calabriano inferiore)

Nell'area in esame non sono presenti perforazioni che arrivano ad individuare l'unità argillosa; le uniche informazioni che permettono di definire l'unità derivano da alcuni pozzi situati più a Sud e da indagini indirette. Essa è costituita prevalentemente da argille e limi di colore grigio e azzurro con fossili marini, alle quali sono subordinatamente intercalati livelli sabbiosi, talora cementati e generalmente di limitato spessore. Questi depositi appartengono a facies marine costiere e di mare aperto, di età compresa tra il Pleistocene inferiore e il Pliocene, noti in letteratura come "Argille Villafranchiane".

Il territorio della media pianura e di Copiano, in particolare è sub-pianeggiante, con una debole inclinazione del 1-1,5 per mille verso Sud - Sud/Est, presenta caratteristiche estremamente uniformi tipiche delle zone di pianura, interrotto da un reticolo idrografico naturale ampiamente antropizzato o artificiale ad uso irriguo.

Gli elementi geomorfologici di maggiore importanza, sono i terrazzamenti di origine fluviale che si sono formati a seguito dell'attività erosiva e deposizionale dei corsi d'acqua che scorrevano nella Pianura Padana.

• INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Le acque superficiali

La rete idrografica del Comune di Copiano, al di là del Fiume Olona, è costituita da canali e rogge destinati allo scorrimento delle acque di irrigazione e da colatori che smaltiscono le acque meteoriche.

Le acque sotterranee

Secondo le definizioni più recenti (M. Avanzini, G. Beretta, V. Francani, M. Nespoli) la struttura idrogeologica della media e bassa pianura padana è costituita dal sovrapporsi di cinque unità:

- 1 - Unità ghiaioso-sabbiosa (Olocene-Pleistocene sup.)
- 2 - Unità ghiaioso-sabbioso-limosa (Pleistocene med.)
- 3 - Unità a conglomerati e arenarie basali (Pleistocene inf.)
- 4 - Unità sabbioso-argillosa (Pleistocene inf. - Villafranchiano sup. e Medio Auct.)
- 5 - Unità argillosa (Pleistocene inf. - Calabriano Auct.)

In base alle sezioni idrogeologiche di letteratura tracciate a scala provinciale, nel settore in esame, le prime due unità costituite da depositi di tipo continentale si riconoscono fino a circa 120 - 150 m di profondità (definite da autori precedenti come Litozona A ghiaioso-sabbiosa o acquifero tradizionale).

Tale definizione deriva non tanto da una differenziazione in termini tessiturali, in quanto a livello locale risulta difficile poter fare una distinzione tra l'alternanza di sabbie prevalenti e argille.

Al di sotto si trovano depositi di ambiente continentale o di transizione appartenenti all'Unità sabbioso-argillosa (tradizionalmente definita come Litozona B sabbioso-argillosa). Tale unità si caratterizza per un'alternanza di strati sabbiosi e argillosi con una netta prevalenza di questi ultimi, il cui spessore ed estensione sono variabili in direzione W-E, e generalmente crescenti in direzione S.

La falda freatica

La falda freatica è costituita dall'acquifero superficiale insaturo che è sostenuto, nella zona di Copiano, da un orizzonte argilloso impermeabile, che si trova a circa 10 - 11 metri di profondità. Le acque risultano di scadente qualità e vengono impiegate esclusivamente per usi non potabili. La falda è contenuta nei terreni prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi dell'unità precedentemente descritta.

Gli acquiferi profondi

La ricca alternanza di livelli sabbioso-ghiaiosi porosi e permeabili, alternati a livelli argillosi impermeabili, favorisce la presenza di alcuni orizzonti acquiferi nei primi cento metri di profondità dal sottosuolo.

- Primo orizzonte (livello A): Questo orizzonte ha uno spessore complessivo da 11,00 metri e contiene la falda freatica di cui si sono descritte le caratteristiche in precedenza.
- Secondo orizzonte (livello B): Unitamente al primo orizzonte, costituisce il cosiddetto "acquifero tradizionale", esteso in profondità fino a circa 80 - 100 metri. È isolato a tetto da un livello argilloso continuo di circa 10-15 metri di spessore mentre in profondità è costituito da sabbie con rari ciottoli di ghiaia, intercalate da strati semipermeabili sabbioso argillosi che determinano la suddivisione dell'acquifero in sottolivelli
- Terzo orizzonte (livelli C): È costituito per buona parte da banchi argillosi, intercalati a lenti sabbiose e contiene falde in pressione; all'interno di questo orizzonte, si sviluppano per un centinaio di metri i livelli C del terzo acquifero e, oltre i 200 metri di profondità, i livelli M, ormai in terreni di origine marina, ma contenenti ancora acque dolci.

Considerazioni sulla vulnerabilità della falda freatica

Dai dati a disposizione sui terreni superficiali del comune di Copiano, risulta che questi presentano una capacità protettiva da bassa a moderata nei confronti delle acque freatiche sotterranee, d'altra parte la situazione conferma la compromissione qualitativa di queste acque, non più utilizzabili ad uso potabile.

• RAFFRONTO CON LO STUDIO GEOLOGICO COMUNALE DESUNTO DAL PGT

Il presente studio comprende la verifica dei rapporti tra il progetto urbanistico architettonico, la vincolistica tecnica-ambientale e la normativa geologica del piano di governo del territorio. Si fa presente che tutte le informazioni riportate successivamente sono ricavate dal PGT del Comune di Copiano (*Dott. Geologo Daniele Calvi - Dicembre 2008*).

La carta della PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL) riporta la seguente dicitura:

- **Z4a:** Zona con prevalenza di depositi alluvionali granulari (depositi terrazzati superiori del Fiume Olona; Piano Generale Terrazzato a Nord del Fiume Po).

La carta di SINTESI riporta la seguente dicitura:

- *Grado di vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile nei confronti di potenziali agenti inquinanti liquidi o idroveicolati: **medio**.*

La carta dei VINCOLI riporta le seguenti diciture:

- Zone interdette alla realizzazione dei lavori e degli atti di cui al c.a dell'Art.133 - Titolo VI del R.D. 8 maggio 1904 n.368:
 - **Fascia di rispetto di 4 metri** di tutti i corsi d'acqua facenti parte del reticolo idrico di competenza dei diversi consorzi a gestione autonoma operanti all'interno del comprensorio, da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa.
 - **Fascia di rispetto di 4 metri** di tutti i colatori e gli irrigatori gestiti da aziende agricole private che derivano acqua dai canali consortili, da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa.

La carta della FATTIBILITÀ GEOLOGICA riporta le seguenti diciture:

- **Classe 2A:** fattibilità con modeste limitazioni.
 - **Morfologia:** aree pianeggianti o sub-pianeggianti ascrivibili al "Livello fondamentale della pianura padana" o Piano Generale Terrazzato a Nord del Fiume Po, a substrato prevalentemente sabbioso o sabbioso-ghiaioso. Stabili. Non inondabili.
 - **Elementi di influenza:** Buone proprietà geotecniche dei terreni superficiali; assenza di coperture argillose/limose suscettibili a fenomeni di ritiro-rigonfiamento per variazioni stagionali del contenuto in acqua e/o argilloso-torbose ad elevata plasticità e ridotta coesione. Aree a media vulnerabilità idrogeologica con medio grado di protezione dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile. Localmente potenziale interferenza della falda acquifera sulle opere di fondazione, in relazione alle escursioni stagionali.
- La carta riporta inoltre il gradicchio relativo allo Scenario di Pericolosità Sismica Locale **Z4a** della Carta di Pericolosità Sismica Locale.

• RAFFRONTO CON LA MAPPATURA DEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

A seguito della Direttiva Europea 2007/60 CE - D. Lgs 49/2010, la Regione Lombardia ha elaborato il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), per cui ha realizzato delle carte illustranti le varie fasce di rischio di esondazione individuate all'interno del proprio territorio. Secondo ISPRA e Regione Lombardia, le mappe della pericolosità da alluvione contengono la perimetrazione, da predisporre avvalendosi di sistemi informativi territoriali, delle aree che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo i seguenti scenari:

Probabilità di alluvione	Tempo di ritorno	Pericolosità	Scenario di Rischio
Scarsa	200-500 anni	P1	L
Poco frequente	100-200 anni	P2	M
Frequente	20-50 anni	P3	H

Le aree vengono individuate per ambiti territoriali distinti: reticolo idrografico principale (RP), reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM), reticolo idrografico secondario di pianura (RSP), aree costiere lacuali (ACL). Vengono inoltre classificati elementi esposti ricadenti entro le aree allagabili secondo 4 gradi di rischio crescente da R1 moderato a R4 molto elevato.

L'area di Copiano in esame si colloca su un ambito territoriale non classificato dal PGRA, in quanto non sussiste il rischio di alluvioni.

R2 – Relazione Geotecnica ai sensi del DM 17/01/18 NTC

• CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI INDAGATI

Prova n° 1

45.202221 N - 9.320090 E

n° strato	Profondità (m)	Nspt	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE				
			Cu	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Ø	E'50	E'25	Mo
1	0.0 - 1.0	6	0.70	119.00	178.25	54.00	-	-	-	-	-
2	1.0 - 4.0	7	-	-	-	-	46.80	28	44.93	67.73	81.00
3	4.0 - 7.6	17	-	-	-	-	63.06	32	114.88	172.65	206.82
4	7.6 - 12.0	4	0.55	278.19	417.24	43.86	-	-	-	-	-
5	12.0 - 14.0	12	-	-	-	-	40.75	31	90.38	135.88	162.75
6	14.0 - 15.0	4	0.53	268.60	402.80	38.20	-	-	-	-	-

Prova n° 2

45.202255 N - 9.319211 E

n° strato	Profondità (m)	Nspt	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE				
			Cu	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Ø	E'50	E'25	Mo
1	0.0 - 1.4	8	0.87	148.14	222.14	71.86	-	-	-	-	-
2	1.4 - 3.8	7	-	-	-	-	44.75	28	45.08	67.67	81.00
3	3.8 - 7.6	19	-	-	-	-	66.95	32	126.58	189.53	227.84
4	7.6 - 11.6	4	0.56	269.89	404.58	44.47	-	-	-	-	-
5	11.6 - 14.8	15	-	-	-	-	40.75	31	96.88	145.56	174.38
6	14.8 - 15.0	7	0.82	429.00	643.00	63.00	-	-	-	-	-

Prova n° 3

45.202014 N - 9.318521 E

n° strato	Profondità (m)	Nspt	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE				
			Cu	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Ø	E'50	E'25	Mo
1	0.0 - 0.2	4	0.60	103.00	154.00	47.00	-	-	-	-	-
2	0.2 - 3.8	7	-	-	-	-	55.33	28	47.56	71.56	85.67
3	3.8 - 5.2	14	-	-	-	-	60.29	31	94.29	141.57	169.71
4	5.2 - 5.8	3	0.48	188.67	282.67	38.33	-	-	-	-	-
5	5.8 - 6.6	22	-	-	-	-	68.75	33	148.75	223.50	267.75
6	6.6 - 10.8	4	0.52	257.37	386.16	41.32	-	-	-	-	-
7	10.8 - 15.0	17	-	-	-	-	46.38	32	113.00	169.57	203.29

Prova n° 4

45.202793 N - 9.317943 E

n° strato	Profondità (m)	Nspt	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE				
			Cu	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Ø	E'50	E'25	Mo
1	0.0 - 0.2	3	0.50	85.00	128.00	40.00	-	-	-	-	-
2	0.2 - 2.8	7	-	-	-	-	60.33	29	46.50	70.08	83.75
3	2.8 - 3.8	5	0.69	141.60	212.60	53.60	-	-	-	-	-
4	3.8 - 4.2	7	-	-	-	-	38.00	29	45.00	67.50	81.00
5	4.2 - 9.0	19	-	-	-	-	64.17	32	125.46	188.50	225.88
6	9.0 - 11.2	8	0.67	319.50	479.42	52.67	-	-	-	-	-
7	11.2 - 15.0	19	-	-	-	-	50.11	32	124.9	187.63	225

Provan° 5

45.203158 N - 9.319073 E

n° strato	Profondità (m)	Nspt	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE				
			Cu	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Ø	E'50	E'25	Mo
1	0.0 - 0.2	3	0.45	77.00	115.00	38.00	-	-	-	-	-
2	0.2 - 0.8	8	-	-	-	-	86.00	29	53.67	81.33	97.00
3	0.8 - 1.8	3	0.47	74.60	112.20	34.40	-	-	-	-	-
4	1.8 - 2.8	6	-	-	-	-	42.00	28	39.60	59.60	71.40
5	2.8 - 3.4	5	0.67	144.33	216.67	53.00	-	-	-	-	-
6	3.4 - 8.8	21	-	-	-	-	68.00	33	140.93	211.56	253.67
7	8.8 - 12.0	4	0.55	289.27	433.80	44.07	-	-	-	-	-
8	12.0 - 14.6	14	-	-	-	-	40.23	31	91.15	137.00	164.08
9	14.6 - 15.0	8	0.87	436.50	655.00	69.50	-	-	-	-	-

Provan° 6

45.203106 N - 9.319889 E

n° strato	Profondità (m)	Nspt	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE				
			Cu	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Ø	E'50	E'25	Mo
1	0.0 - 1.4	6	0.75	128.00	191.57	58.71	-	-	-	-	-
2	1.4 - 2.4	6	-	-	-	-	49.00	28	42.20	64.00	76.20
3	2.4 - 3.4	5	0.65	130.80	196.20	49.60	-	-	-	-	-
4	3.4 - 6.6	20	-	-	-	-	69.63	33	131.63	197.69	237.00
5	6.6 - 12.0	5	0.61	267.80	401.64	50.52	-	-	-	-	-
6	12.0 - 13.8	10	-	-	-	-	35.43	31	78.71	118.43	141.86
7	13.8 - 15.0	3	0.40	215.33	323.17	31.83	-	-	-	-	-

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenatoMo (kg/cm²) = modulo di deformazione edometrico

Dr % = densità relativa

Eu (kg/cm²) = modulo di deformazione non drenatoCu (kg/cm²) = coesione non drenata

Ø' (°) = angolo di attrito efficace

Al momento delle indagini è stato individuato il livello della falda freatica, posto tra - 3.14 m e -2.81 m da piano campagna a seconda delle differenti prove. Questo livello risente fortemente dei periodi di forte piovosità e irrigazione e potrebbe portarsi più prossimo a piano campagna.

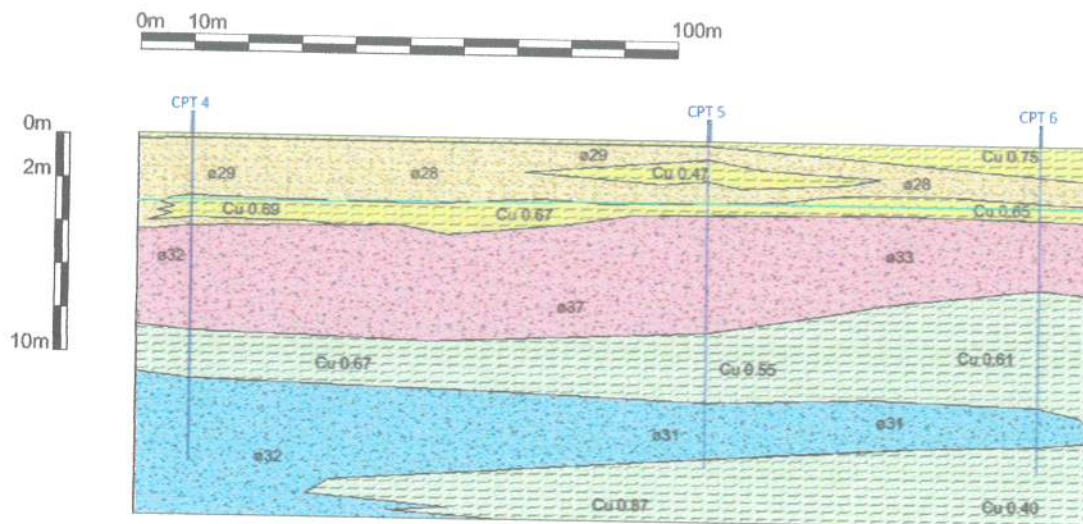
Soggiacenza della falda freatica (m)					
Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
- 2.92	- 3.00	- 3.14	- 3.00	- 2.82	- 2.81

• SEZIONI LITOTECNICHE INTERPRETATIVE

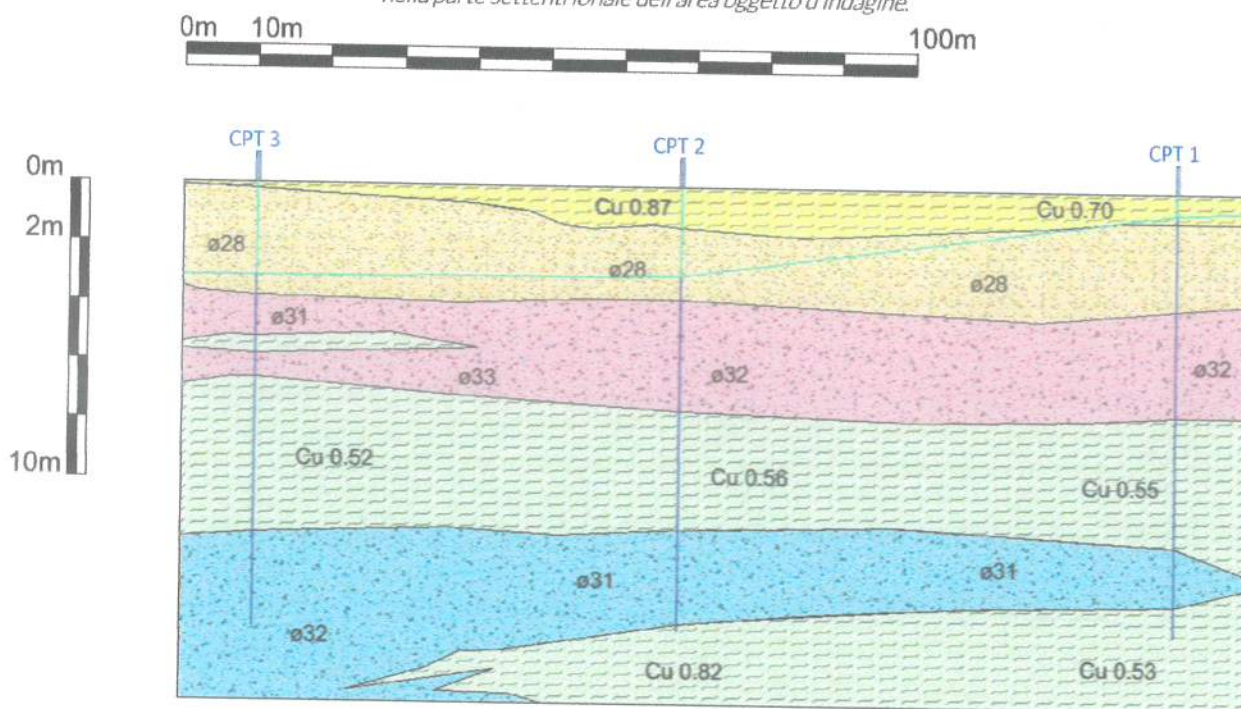
Si riportano di seguito le sezioni litotecniche interpretative costruite per l'area oggetto d'indagine, orientate W-E da sinistra a destra. L'esagerazione verticale è 4x.



Tracce delle sezioni litotecniche interpretative.



Sezione litotecnica interpretativa CPT 4-5-6, localizzata con andamento WSW-ENE nella parte settentrionale dell'area oggetto d'indagine.



Sezione litotecnica interpretativa CPT 3-2-1, localizzata con andamento WSW-ENE nella parte meridionale dell'area oggetto d'indagine.

• STIMA DELLA PORTANZA DEL TERRENO

Utilizzando i parametri geotecnici, riportati al precedente paragrafo e adottando la formula internazionalizzata di Terzaghi, utilizzabile per fondazioni superficiali a plinto o a nastro,

$$Q_{lim} = c N_c S_c + g_1 D N_q + 0,5 g_2 B N_s$$

Dove:

c = Coesione non drenata;

D = Profondità del piano di posa delle fondazioni;

B = Larghezza della fondazione

g_1 = Peso di volume medio del terreno sopra il piano di posa delle fondazioni

g_2 = Peso di volume medio del terreno sotto il piano di posa delle fondazioni

S_c = Fattore di forma per fondazioni nastriformi, 1.3 per fondazioni quadrate

S = Fattore di forma per fondazioni nastriformi, 0.8 per fondazioni quadrate

N_c , N_q e N_g = Fattori adimensionali legati rispettivamente al contributo di terreni coesivi, al terreno posto sopra al piano di posa delle fondazioni e agli strati di coesione nulla.

È possibile determinare le tensioni totali del "rd" e del "q ultimo" nelle seguenti tabelle. Consideriamo, a partire dalla pagina successiva:

Ipotizzando, visto il livello della falda, di stare in condizioni non drenate e fondazioni di tipo plinto con lato di 150 cm:

Prova 1

da 0.0 a 1.0 m terreni a natura coesiva

$C_u = 0.70$

e

$\gamma' = 1.85 \text{ g/cm}^3$

da 1.0 a 4.0 m terreni a natura granulare

$\phi = 28$

e

$\gamma' = 1.85 \text{ g/cm}^3$

Profondità (m)	"rd" (q ultimo con ϕ o C_u efficace / 1,8)	"q ultimo"
0.8	1.89 Kg/cm ²	4.74 Kg/cm ²
1.0	1.90 Kg/cm ²	4.76 Kg/cm ²
1.2	0.68 Kg/cm ²	2.22 Kg/cm ²
1.4	0.76 Kg/cm ²	2.45 Kg/cm ²
1.6	0.83 Kg/cm ²	2.69 Kg/cm ²
1.8	0.91 Kg/cm ²	2.92 Kg/cm ²
2.0	0.99 Kg/cm ²	3.16 Kg/cm ²

Prova 2

da 0.0 a 1.4 m terreni a natura coesiva

$\phi = 0.87$

e

$\gamma' = 1.85 \text{ g/cm}^3$

da 1.4 a 3.8 m terreni a natura granulare

$\phi = 28$

e

$\gamma' = 1.85 \text{ g/cm}^3$

Profondità (m)	"rd" (q ultimo con ϕ o C_u efficace / 1,8)	"q ultimo"
0.8	2.34 Kg/cm ²	5.88 Kg/cm ²
1.0	2.35 Kg/cm ²	5.89 Kg/cm ²
1.2	2.36 Kg/cm ²	5.91 Kg/cm ²
1.4	2.37 Kg/cm ²	5.93 Kg/cm ²
1.6	0.83 Kg/cm ²	2.69 Kg/cm ²
1.8	0.91 Kg/cm ²	2.92 Kg/cm ²
2.0	0.99 Kg/cm ²	3.16 Kg/cm ²

Prova 3

da 0.2 a 3.8 m terreni a natura granulare

$\phi = 28$

e

$\gamma' = 1.85 \text{ g/cm}^3$

Profondità (m)	"rd" (q ultimo con ϕ o C_u efficace / 1,8)	"q ultimo"
0.8	0.53 Kg/cm ²	1.74 Kg/cm ²
1.0	0.60 Kg/cm ²	1.98 Kg/cm ²
1.2	0.68 Kg/cm ²	2.22 Kg/cm ²
1.4	0.76 Kg/cm ²	2.45 Kg/cm ²
1.6	0.83 Kg/cm ²	2.69 Kg/cm ²
1.8	0.91 Kg/cm ²	2.92 Kg/cm ²
2.0	0.99 Kg/cm ²	3.16 Kg/cm ²

Prova 4

da 0.2 a 3.8 m terreni a natura granulare

$\phi = 29$

e

$\gamma' = 1.85 \text{ g/cm}^3$

Profondità (m)	"rd" (q ultimo con ϕ o C_u efficace / 1,8)	"q ultimo"
0.8	0.59 Kg/cm ²	1.98 Kg/cm ²
1.0	0.67 Kg/cm ²	2.24 Kg/cm ²
1.2	0.76 Kg/cm ²	2.51 Kg/cm ²
1.4	0.84 Kg/cm ²	2.77 Kg/cm ²
1.6	0.93 Kg/cm ²	3.03 Kg/cm ²
1.8	1.01 Kg/cm ²	3.30 Kg/cm ²
2.0	1.10 Kg/cm ²	3.56 Kg/cm ²

Prova 5

da 0.8 a 1.8 m terreni a natura coesiva
da 1.8 a 2.8 m terreni a natura granulare

$C_u = 0.47$ e $\gamma' = 1.85 \text{ g/cm}^3$
 $\phi = 28$ e $\gamma' = 1.85 \text{ g/cm}^3$

Profondità (m)	"rd" (q ultimo con ϕ o C_u efficace / 1,8)	"q ultimo"
0.8	1.28 Kg/cm ²	3.20 Kg/cm ²
1.0	1.29 Kg/cm ²	3.22 Kg/cm ²
1.2	1.30 Kg/cm ²	3.24 Kg/cm ²
1.4	1.31 Kg/cm ²	3.25 Kg/cm ²
1.6	1.32 Kg/cm ²	3.27 Kg/cm ²
1.8	1.33 Kg/cm ²	3.28 Kg/cm ²
2.0	0.99 Kg/cm ²	3.16 Kg/cm ²

Prova 6

da 0.0 a 1.4 m terreni a natura coesiva
da 1.4 a 2.4 m terreni a natura granulare

$C_u = 0.75$ e $\gamma' = 1.85 \text{ g/cm}^3$
 $\phi = 29$ e $\gamma' = 1.85 \text{ g/cm}^3$

Profondità (m)	"rd" (q ultimo con ϕ o C_u efficace / 1,8)	"q ultimo"
0.8	2.02 Kg/cm ²	5.08 Kg/cm ²
1.0	2.03 Kg/cm ²	5.09 Kg/cm ²
1.2	2.04 Kg/cm ²	5.11 Kg/cm ²
1.4	2.05 Kg/cm ²	5.12 Kg/cm ²
1.6	0.83 Kg/cm ²	2.69 Kg/cm ²
1.8	0.91 Kg/cm ²	2.92 Kg/cm ²
2.0	0.99 Kg/cm ²	3.16 Kg/cm ²

• VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Verifiche agli stati limite (D.M. 17 gennaio 2018) per fondazioni superficiali continue con profondità di posa di 0.8, 1.2, 1.6 e 2.0 m da piano campagna, con geometrie delle fondamenta e angoli di attrito riportati nella tabella precedente (portanza del terreno) e condizioni di saturità del terreno.

Secondo quanto previsto dalla vigente normativa la verifica di stabilità globale è stata effettuata secondo l'Approccio 2.

Prova 1

Fondazione quadrata plinto 150 cm		
/	Profondità (m)	Approccio 2 (q ultimo / 2,3)
Verifica 1	0.8	2.06 Kg/cm ²
Verifica 2	1.2	0.96 Kg/cm ²
Verifica 3	1.6	1.17 Kg/cm ²
Verifica 4	2.0	1.37 Kg/cm ²

Prova 2

Fondazione quadrata plinto 150 cm		
/	Profondità (m)	Approccio 2 (q ultimo / 2,3)
Verifica 1	0.8	2.56 Kg/cm ²
Verifica 2	1.2	2.57 Kg/cm ²
Verifica 3	1.6	1.17 Kg/cm ²
Verifica 4	2.0	1.37 Kg/cm ²

Prova 3

Fondazione quadrata plinto 150 cm		
/	Profondità (m)	Approccio 2 (q ultimo / 2,3)
Verifica 1	0.8	0.76 Kg/cm ²
Verifica 2	1.2	0.96 Kg/cm ²
Verifica 3	1.6	1.17 Kg/cm ²
Verifica 4	2.0	1.37 Kg/cm ²

Prova 4

Fondazione quadrata plinto 150 cm		
/	Profondità (m)	Approccio 2 (q ultimo / 2,3)
Verifica 1	0.8	0.86 Kg/cm ²
Verifica 2	1.2	1.09 Kg/cm ²
Verifica 3	1.6	1.32 Kg/cm ²
Verifica 4	2.0	1.55 Kg/cm ²

Prova 5

Fondazione quadrata plinto 150 cm		
/	Profondità (m)	Approccio 2 (q ultimo / 2,3)
Verifica 1	0.8	1.39 Kg/cm ²
Verifica 2	1.2	1.41 Kg/cm ²
Verifica 3	1.6	1.42 Kg/cm ²
Verifica 4	2.0	1.37 Kg/cm ²

Prova 6

Fondazione quadrata plinto 150 cm		
/	Profondità (m)	Approccio 2 (q ultimo / 2,3)
Verifica 1	0.8	2.21 Kg/cm ²
Verifica 2	1.2	2.22 Kg/cm ²
Verifica 3	1.6	1.17 Kg/cm ²
Verifica 4	2.0	1.37 Kg/cm ²

• STIMA DEI CEDIMENTI

I cedimenti sono la combinazione elastica e la deformazione plastica del suolo senza modifica in volume o in contenuto di acqua. I dati necessari per la stima dei cedimenti sono legati alla geometria delle fondazioni ed ai parametri desunti dalle prove penetrometriche, inserendo i dati in un elaboratore di calcoli è possibile conoscere preventivamente l'entità dei cedimenti probabili. La verifica ha permesso di confermare i valori di portanza calcolati con la formula di Terzaghi.

Prova 1 - Fondazione quadrata 150 cm x 150 cm - Profondità del piano di posa 0.8 m

PARAMETRI DI CALCOLO ELABORATI

carico Kg/cm ²	cedimento immediato (cm)	cedimento 30 anni secondario (cm)
0.60	0.756	1.131
0.70	0.914	1.367
0.80	1.069	1.599
0.90	1.223	1.829
1.00	1.377	2.059

coefficiente di sottofondo (o di Winkler)

min. = 1.00
max = 1.50

Prova 2 - Fondazione quadrata 150 cm x 150 cm - Profondità del piano di posa 0.8 m

PARAMETRI DI CALCOLO ELABORATI

carico Kg/cm ²	cedimento immediato (cm)	cedimento 30 anni secondario (cm)
0.60	0.798	1.193
0.70	0.964	1.441
0.80	1.128	1.686
0.90	1.290	1.929
1.00	1.452	2.171

coefficiente di sottofondo (o di Winkler)

min. = 1.00

max = 1.50

Prova 3 - Fondazione quadrata 150 cm x 150 cm - Profondità del piano di posa 0.8 m

PARAMETRI DI CALCOLO ELABORATI

carico Kg/cm ²	cedimento immediato (cm)	cedimento 30 anni secondario (cm)
0.60	1.037	1.550
0.70	1.252	1.873
0.80	1.465	2.191
0.90	1.676	2.507
1.00	1.887	2.821

coefficiente di sottofondo (o di Winkler)

min. = 1.00

max = 1.50

Prova 4- Fondazione quadrata 150 cm x 150 cm - Profondità del piano di posa 0.8 m

PARAMETRI DI CALCOLO ELABORATI

carico Kg/cm ²	cedimento immediato (cm)	cedimento 30 anni secondario (cm)
0.60	0.842	1.259
0.70	1.017	1.521
0.80	1.190	1.779
0.90	1.361	2.036
1.00	1.532	2.291

coefficiente di sottofondo (o di Winkler)

min. = 1.00

max = 1.50

Prova 5- Fondazione quadrata 150 cm x 150 cm - Profondità del piano di posa 0.8 m

PARAMETRI DI CALCOLO ELABORATI

carico Kg/cm ²	cedimento immediato (cm)	cedimento 30 anni secondario (cm)
0.60	1.008	1.508
0.70	1.218	1.822
0.80	1.425	2.131
0.90	1.631	2.439
1.00	1.835	2.744

coefficiente di sottofondo (o di Winkler)

min. = 1.00

max = 1.50

Prova 6- Fondazione quadrata 150 cm x 150 cm - Profondità del piano di posa 0.8 m

PARAMETRI DI CALCOLO ELABORATI

carico Kg/cm ²	cedimento immediato (cm)	cedimento 30 anni secondario (cm)
0.60	0.841	1.258
0.70	1.016	1.519
0.80	1.189	1.778
0.90	1.360	2.034
1.00	1.531	2.289

coefficiente di sottofondo (o di Winkler)

min. = 1.00

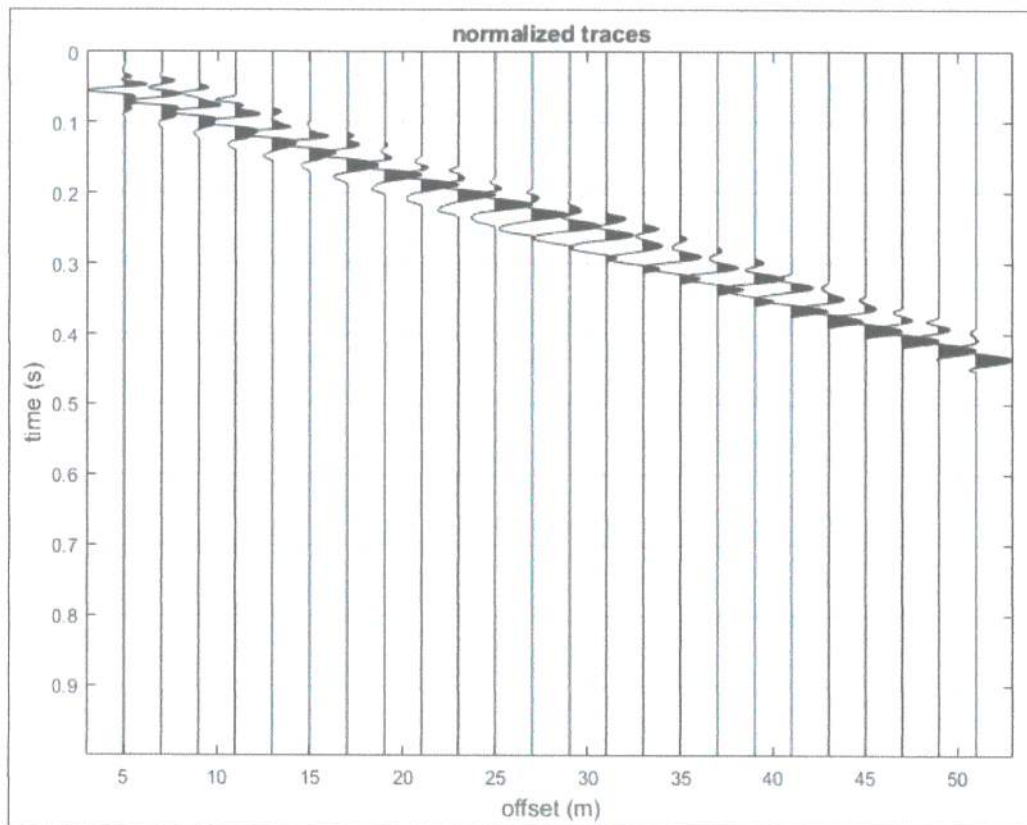
max = 1.50

• **INTERPRETAZIONE DEI DATI SISMICI, INDAGINE GEOFISICA DI TIPO MASW**

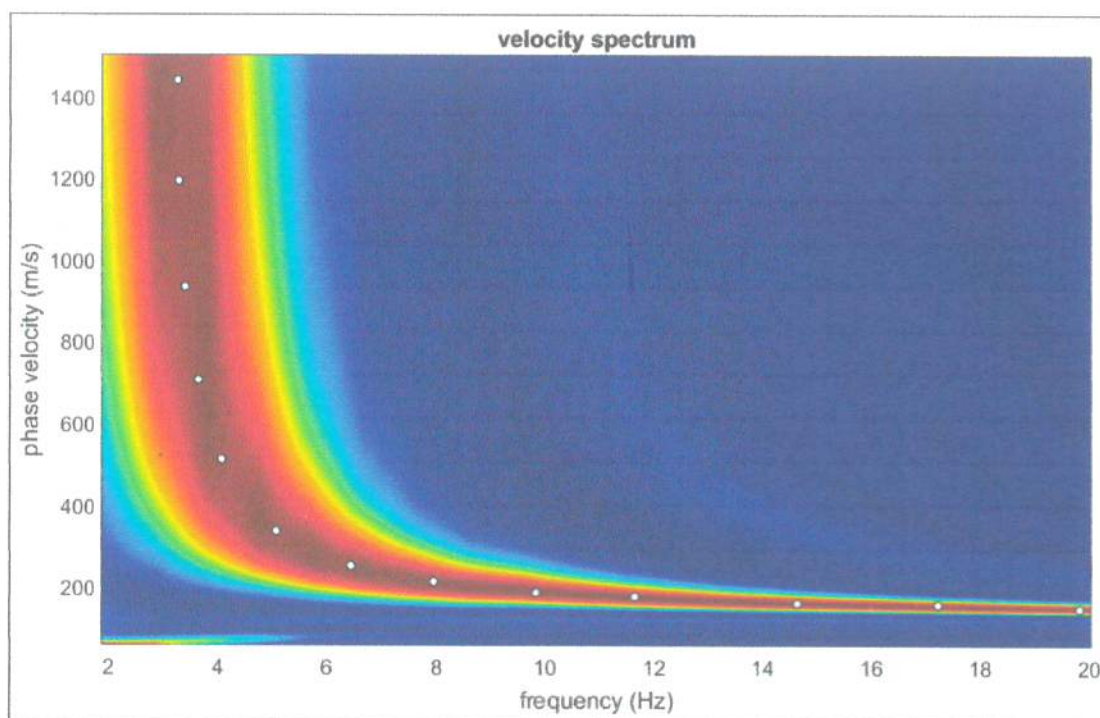
A completamento dell'indagine e per la determinazione della classe sismica dei terreni interessati dalle fondazioni dei fabbricati, si è eseguito uno stendimento sismico di tipo MASW. Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J. 1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo, utilizzato per la presente indagine, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50m, in funzione della rigidità dello stesso. Nel seguito faremo riferimento al metodo MASW attivo che consente la classificazione sismica dei suoli, perché fornisce il profilo di velocità entro i primi 30m di profondità. Il metodo passivo è più usato quando si ha interesse ad avere informazioni, comunque meno precise, sugli strati più profondi.

Nel seguito faremo riferimento al metodo MASW attivo che consente la classificazione sismica dei suoli, perché fornisce il profilo di velocità entro i primi 30m di profondità.

Si riporta di seguito il sismogramma frutto della somma della migliore acquisizione ottenuta, filtrato di eventuali disturbi di fondo, scelto per la modellazione.

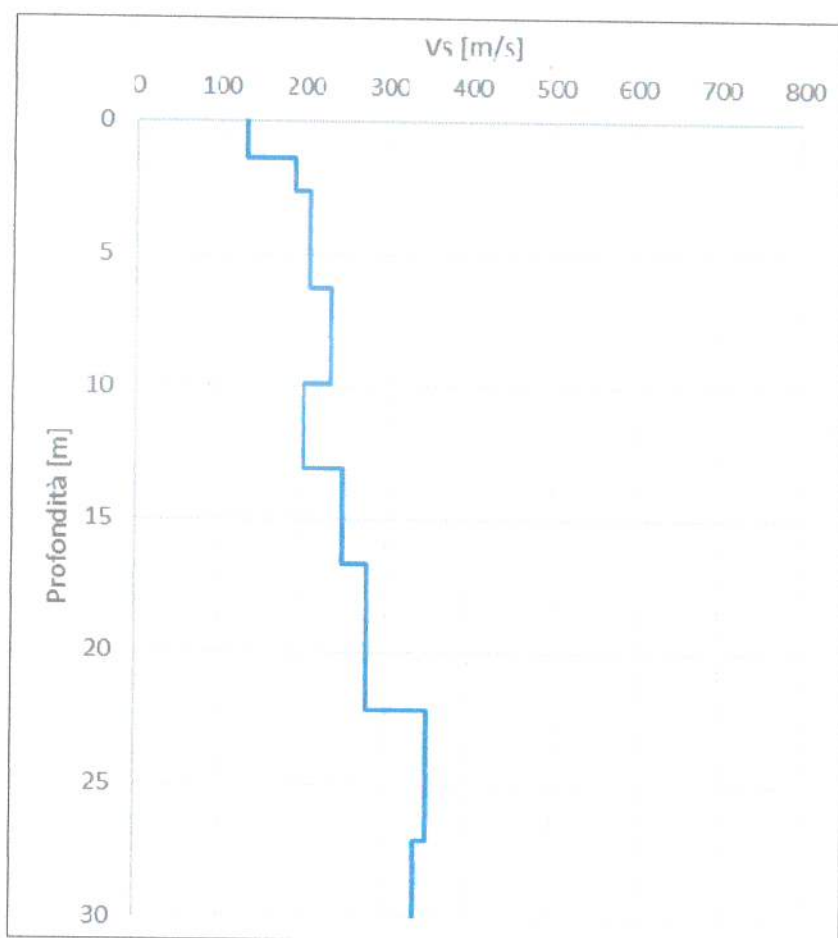


L'elaborazione del sismogramma ha consentito di estrapolare lo spettro di velocità dal quale si è risalito tramite picking alla curva di dispersione che consente di ottenere sia gli spessori dei vari strati che le rispettive velocità.



Dall'inversione della curva di dispersione si è ottenuta la ricostruzione del sottosuolo in orizzonti aventi differenti spessori e valori di velocità:

L1		
Spessore (m)	Profondità (m)	V_s (m/sec)
1.40	0.00-1.40	131
1.20	1.40-2.60	188
3.70	2.60-6.30	208
3.60	6.30-9.90	232
3.20	9.90-13.10	201
3.60	13.10-16.70	248
5.50	16.70-22.20	277
4.90	22.20-27.10	351
2.90	27.10-30.00	335



V_{s30} (m/s)
243.34

• CATEGORIA MEDIA SUOLO DI FONDAZIONE

In base alla prova penetrometrica, e all'indagine MASW per la progettazione del presente lavoro si può individuare come tipologia media dei terreni per fondazioni superficiali la categoria C.

"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

• PROVA DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE IN POZZETTO QUADRATO

☒ Immissione

☐ Emungimento

Committente: Arch. Giorgio Corioni

Cantiere di: Copiano, Via Vistarino snc

Pozzetto: n° 1

Prova: n° 1

Lato pozzetto (cm) = 30

Coordinate: 45.202725 N - 9.319215 E

Profondità pozzetto da p.c. (cm) = 30

Data: 22/03/2023

Livello dell'acqua nel pozzetto all'inizio della prova rispetto a p.c. (cm) = -3

Variazione livello d'acqua

Tempo (sec)	Abbassamento (cm)	Carico idraulico (cm)
0	0	26,3
60	0,4	25,9
120	0,6	25,7
300	0,8	25,5
600	1	25,3
1200	1,3	25
1800	1,5	24,8

Tabella riassuntiva dei dati raccolti sul campo. Tempi in secondi, abbassamento e differenza in cm

Determinazione della permeabilità K

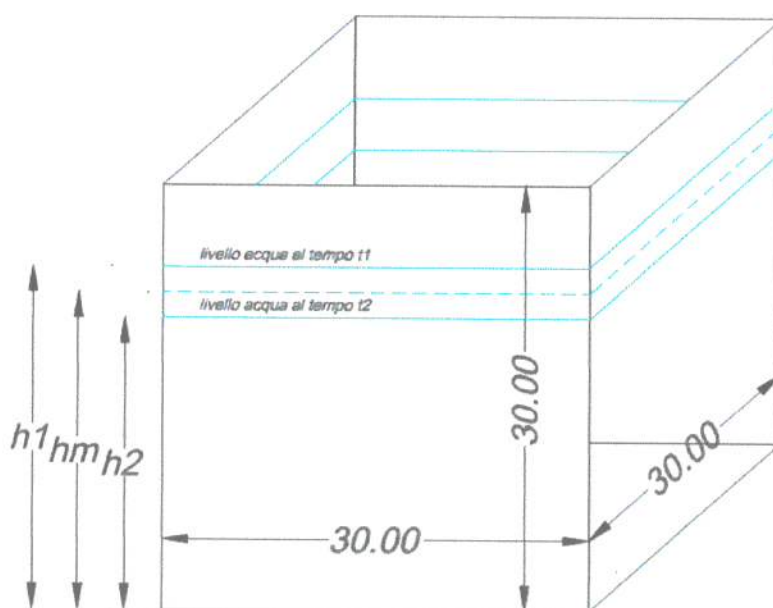
$$K = \frac{dh}{dt} \cdot \frac{1 + \frac{2 \cdot hm}{b}}{\frac{27 \cdot hm}{b} + 3}$$

b = Lato del pozzetto in cm

hm = Carico idraulico medio $(h_1 - h_2)/2$ in cm

dt = Tempo complessivo della prova $(t_2 - t_1)$ in sec

dh = Abbassamento totale $(h_1 - h_2)$ in cm



Rappresentazione grafica semplificata del pozzetto scavato per eseguire la prova a carico variabile

Risultati ottenuti

Seguendo la formula per prove a carico idraulico variabile otteniamo dei valori puntuali, oppure si può calcolare K utilizzando come unico valore l'intervallo di tempo totale della prova (1800 sec) otteniamo:

$$8.66 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$$

$$8.66 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

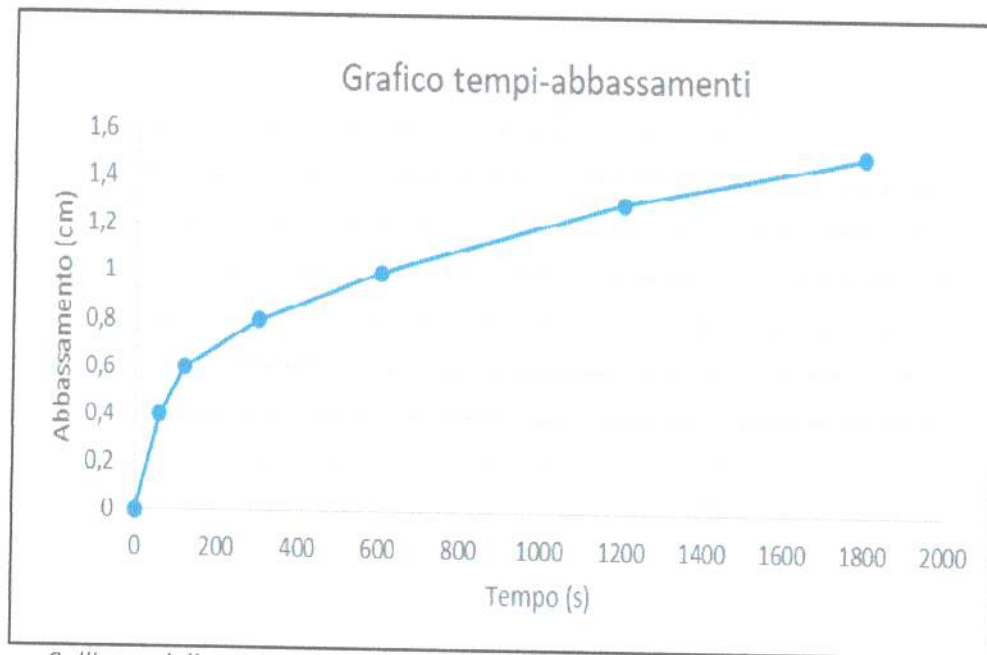
Tabella 1 – Permeabilità dei vari terreni

k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Grado di permeabilità	alto			medio			basso		molto basso		impermeabile	
Drenaggio	buono						povero		praticamente impermeabile			
Tipo di terreno	ghiaia pulita		sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita			sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati			terreni impermeabili argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici			
						terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo						

Utilizzando questa tabella, valevole per terreni incoerenti di origine alluvionale, notiamo che i sedimenti sottoposti ad analisi hanno un K dell'ordine dei 10^{-7} m/s.

Pertanto possiamo stimare la granulometria, definita "Miscele di sabbia, limo e argilla/ depositi di argilla stratificati" e il grado di permeabilità, indicato come "basso".

Grafico tempi - abbassamenti



Sull'asse delle ascisse i tempi in secondi, sulle ordinate gli abbassamenti in cm

In questo grafico viene costruita la curva di intersezioni tra tempi e abbassamenti. Il match dei punti è abbastanza concordante con le rappresentazioni teoriche sulla buona esecuzione della prova.

Il coefficiente di permeabilità così ottenuto è pari a 8.66×10^{-7} m/s, e secondo la classificazione di Casagrande e Fadum determina una permeabilità **bassa**

R3 – Relazione Geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011

• SISMICITÀ DI SITO

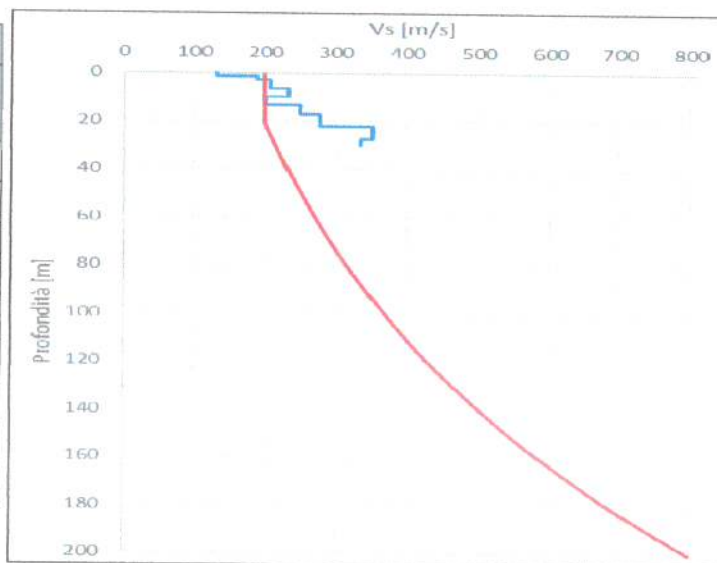
Il territorio comunale di Copiano risulta incluso nella zona sismica 3 con una accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni inferiore al valore di $a_g/g < 0,15$.

La definizione degli spettri di risposta relativi ad uno stato limite è articolata in 3 distinte fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri da parte del progettista. Le tre fasi vengono di seguito esplicate.

ANALISI DI 2° LIVELLO

Scheda "LITOLOGIA SABBIOSA"

L1		
Spess. (m)	Prof. (m)	V_s (m/s)
1.40	1.40	131
1.20	2.60	188
3.70	6.30	208
3.60	9.90	232
3.20	13.10	201
3.60	16.70	248
5.50	22.20	277
4.90	27.10	351
2.90	30.00	335



$V_{s,eq}$ (m/s)	Cat. sottosuolo
243.34	C

Periodo T (s)
0.66

Primo strato	
Prof. (m)	4.0
V_s (m/s)	175.10

		Profondità primo strato (m)																
		1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90
Velocità primo strato (m/s)	200	2	1-2	2	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	250	2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	300	2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	350	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	400	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	450	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	700	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Curva caratteristica	
n.	2

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1
CONDIZIONE: strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media V_s minore o uguale a 300 m/s poggianti su strato con velocità maggiore di 500 m/s

VERIFICA

Periodo	Valori F_a di sito	Valori F_a di soglia Comune di COPIANO			
		Suolo B	Suolo C	Suolo D	Suolo E
$0.1 < T < 0.5$ s	1.20	1.40	1.90	2.20	2.00
$0.5 < T < 1.5$ s	1.99	1.70	2.40	4.20	3.10

Individuazione della pericolosità del sito

La pericolosità sismica di base del sito d'intervento è definita in termini sia di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido di categoria di sottosuolo A con superficie topografica orizzontale, sia in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nella vita di riferimento dell'opera VR.

In particolare, le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR, a partire dai valori di alcuni parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione massima sul sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

Tali parametri sono forniti per i 10751 nodi del reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio italiano e per 9 valori del periodo di ritorno TR. Per i punti non cadenti in corrispondenza dei nodi del reticolo, il valore dei parametri sopra indicati viene ricavato per interpolazione, utilizzando il valore ottenuto dalla media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia del reticolo di riferimento contenente il punto in esame.

Il primo passo dell'analisi è stato quindi quello di calcolare le coordinate geografiche del sito d'intervento in modo da acquisire successivamente le azioni sismiche locali (proprie del sito specifico) sulla base di un reticolo di riferimento.

I parametri sismici del sito sono ricavati dalla media ponderata dei valori noti nei 4 punti di riferimento all'intorno del sito stesso. L'analisi viene svolta con l'utilizzo del software "Spettri NTC", messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale.

Ad ogni stato limite considerato corrispondono valori differenti di tali parametri.

Per gli stati limite di tipo geotecnico (GEO), sotto l'effetto di azioni sismiche, le verifiche di sicurezza da affrontare per le costruzioni con classe d'uso II come quella in esame sono:

- Stato limite ultimo SLV con verifica della resistenza del sistema fondazione-terreno, della stabilità dei rilevati, dei muri di sostegno e dei fronti di scavo.

- Stati limite di esercizio SLD con verifica del contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno (cedimenti)

Le elaborazioni effettuate con apposito software in riferimento alle coordinate del sito d'intervento, per tutti gli stati limite, forniscono i seguenti dati:

Stato Limite		TR (anni)	A_g (g)	F_0 (-)	T_c (s)
SLE	SLO	30	0.025	2.521	0.188
	SLD	50	0.031	2.541	0.211
SLU	SLV	475	0.077	2.507	0.280
	SLC	975	0.103	2.481	0.286

Coordinate decimali del sito: 45.202552 N - 9.319343 E

Scelta della strategia di progettazione

In questa fase vengono definiti i parametri fondamentali di seguito indicati, sulla scorta dei coefficienti che definiscono la tipologia e la classe d'uso dell'opera in progetto.

Vita nominale della costruzione

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è riportata qua sotto:

- Tipo 1: VN $\leq$ 10 anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto $\geq$ 2 anni.
- Tipo 2: VN $\geq$ 50 anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- Tipo 3: VN $\geq$ 100 anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico --> VN= 50 anni

Coefficiente d'uso della costruzione

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel caso in esame viene presa in considerazione la classe d'uso III.

Periodo di riferimento per la costruzione

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU.

$$VR = VN \cdot CU$$

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE CU	0,7	1	1,5	2

Se VR $\leq$ 35 anni si pone comunque VR = 35 anni.

In riferimento alla costruzione in progetto, si sono attribuiti i seguenti parametri:

VN	Vita nominale	≥ 50
Classe d'uso		III
CU	Coefficiente d'uso	1.5
PVR	63% per SLD	
PVR	10% per SLV	

Determinazione dell'azione di progetto

In questa fase di analisi viene definito il valore di progetto dell'azione sismica massima orizzontale preventivabile sul sito in esame con prefissati TR e PVR. L'azione sismica è caratterizzata da tre componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y e da una verticale Z, da considerare tra loro indipendenti.

Generalmente, come nel caso in esame, per le opere ed i sistemi geotecnici la componente verticale risulta trascurabile. Le componenti possono essere descritte mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- Accelerazione massima attesa in superficie;
- Accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- Accelerogramma

Le due componenti orizzontali, ortogonali tra loro, sono caratterizzate dal medesimo spettro di risposta. Tale spettro in accelerazione è utilizzato per strutture con periodo fondamentale ≤ 4.0 s ed è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) moltiplicata per il valore dell'accelerazione massima orizzontale a_g , ottenuto in precedenza su sito di riferimento rigido orizzontale: sia la forma spettrale che il valore di a_g si differenziano al variare delle probabilità di superamento (PVR) nel periodo di riferimento TR.

Risposta sismica locale

La risposta sismica in ambito strettamente locale viene valutata sulla base dei seguenti parametri:

- Categoria di sottosuolo (A, B, C, D, E, S1, S2);
- Amplificazione stratigrafica SS;
- Amplificazione topografica ST.

Categoria di sottosuolo

L'area d'oggetto di intervento è caratterizzata da depositi incoerenti di origine alluvionale. Pertanto secondo i criteri elencati al punto 3.1 dell'allegato 2 dell'O.P.C.M. n° 3274 dell'17/11/2003 e nel D.M. 17/01/2018, si ritiene idoneo identificare i terreni di fondazione di una categoria di suolo assimilabile alla categoria C

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

Tale classificazione è ulteriormente confermata dall'analisi geosismica eseguita con il metodo MASW, finalizzata alla valutazione delle onde Vs in area soggetta a definizione dell'aspetto sismico, effettuata nella stessa zona d'indagine, da cui è emerso che la velocità delle onde sismiche Vs30 nei primi 30 metri di profondità risulta pari a **243.34** m/s.

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti SS e CC valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di a_g , FO e TC^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni tabulate sotto e nelle quali "g" rappresenta l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Categoria sottosuolo	SS	CC
A	1	1
B	$1 \leq 1,4 - 0,4 \cdot Fo \cdot a_g / g \leq 1,2$	$1,1 \cdot (TC^*)^{-0,2}$
C	$1 \leq 1,7 - 0,6 \cdot Fo \cdot a_g / g \leq 1,5$	$1,05 \cdot (TC^*)^{-0,3}$
D	$0,9 \leq 2,4 - 1,5 \cdot Fo \cdot a_g / g \leq 1,8$	$1,25 \cdot (TC^*)^{-0,5}$
E	$1 \leq 2 - 1,1 \cdot Fo \cdot a_g / g \leq 1,6$	$1,15 \cdot (TC^*)^{-0,4}$

Amplificazione topografica

Per superfici topografiche semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera	St
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	-	1
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	Sommità del pendio	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	Cresta del rilievo	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i < 30^\circ$	Cresta del rilievo	1,4

Accelerazione massima di progetto

Avendo acquisito i parametri essenziali all'analisi della risposta sismica locale, è ora possibile definire l'accelerazione massima di progetto attesa al suolo A_{max} , valore che verrà adottato per i successivi calcoli di verifica analitica, mediante la seguente relazione:

NB: Il Coefficiente d'uso (CU) vale 1.5, perciò i Tempi di ritorno (TR) cambiano e di conseguenza anche i valori di A_g (Accelerazione massima sul sito), pertanto:

- TR = 45 anni (SLO) $A_{max} = a_g * SS * ST = [0.030 g * 1.5 * 1] = 0.0450 g$
- TR = 75 anni (SLD) $A_{max} = a_g * SS * ST = [0.037 g * 1.5 * 1] = 0.0555 g$
- TR = 712 anni (SLV) $A_{max} = a_g * SS * ST = [0.091 g * 1.5 * 1] = 0.1365 g$
- TR = 1462 anni (SLC) $A_{max} = a_g * SS * ST = [0.119 g * 1.5 * 1] = 0.1785 g$

• LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE

La verifica deve essere eseguita per controllare se esiste la possibilità di liquefazione delle sabbie in concomitanza di un evento sismico a causa di terremoti di magnitudo 5. L'analisi del terreno sottoposto a liquefazione viene eseguita col metodo Youd & Idris 2001.

Prova 1

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE									
Metodo di Youd e Idris (2001)									
PARAMETRI:					R= Resistenza al taglio a T= Sforzo di taglio indotto				
g	=	1,85	g/cm ³						
s _{vo}	=	0.555	kg/cm ²						
s _{vo'}	=	0.547	kg/cm ²						
profondità della prova	=	300	cm						
N _{SPT}	=	7	colpi						
profondità falda	=	292	cm		RISULTATI:				
FORMULE:					=	12.54290297		Na	
Na	=	N _{SPT} *(1.7/(s _{vo'} +0.7))+N _f							
N _f	=	3							
R	=	0,2565*[0.16*RadQNa+(0.2133*RadQNa) ¹⁴]			=	0.149411013		R	
T	=	0.65*((a _{max} /g)*(s _{vo} /s _{vo'}))*r _d			=	0.09744207		T	
a _{max} /g	=	0.15							
r _d	=	0.985							
Fs=R/T	>	1.3	Sabbie sciolte		=	1.533331672	Verificato Fs		
	>	1.5	Sabbie mediamente addensate				Verificato Fs		

Il risultato ottenuto è **1.533331672**, per sabbie sciolte ($>1,3$) il terreno è verificato, cioè non liquefacibile.
Per sabbie mediamente addensate ($>1,5$) il terreno è verificato.

Prova 2

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE					
Metodo di Youd e Idris (2001)					
PARAMETRI:					
g	=	1,85	g/cm ³		
s _{vo}	=	0.555	kg/cm ²		
s _{vo'}	=	0.555	kg/cm ²		
profondità della prova	=	300	cm		
N _{SPT}	=	7	colpi		
profondità falda	=	300	cm		
FORMULE:				RISULTATI:	
Na	=	$N_{SPT} * (1.7 / (s_{vo} + 0.7)) + N_f$		=	12.48207171 Na
N _f	=	3			
R	=	$0.2565 * [0.16 * \text{RadQNa} + (0.2133 * \text{RadQNa})^{14}]$		=	0.148922154 R
T	=	$0.65 * ((a_{max}/g) * (s_{vo}/s_{vo'})) * r_d$		=	0.0960375 T
a _{max} /g	=	0.15			
r _d	=	0.985			
Fs=R/T	>	1.3	Sabbie sciolte	=	1.550666707 Verificato Fs
	>	1.5	Sabbie mediamente addensate		

Il risultato ottenuto è **1.550666707**, per sabbie sciolte (>1,3) il terreno è verificato, cioè non liquefacibile.
Per sabbie mediamente addensate (>1,5) il terreno è verificato.

Prova 3

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE					
Metodo di Youd e Idris (2001)					
PARAMETRI:					
g	=	1,85	g/cm ³		
s _{vo}	=	0.555	kg/cm ²		
s _{vo'}	=	0.555	kg/cm ²		
profondità della prova	=	300	cm		
N _{SPT}	=	7	colpi		
profondità falda	=	292	cm		
FORMULE:				RISULTATI:	
Na	=	$N_{SPT} * (1.7 / (s_{vo} + 0.7)) + N_f$		=	12.48207171 Na
N _f	=	3			
R	=	$0.2565 * [0.16 * \text{RadQNa} + (0.2133 * \text{RadQNa})^{14}]$		=	0.148922154 R
T	=	$0.65 * ((a_{max}/g) * (s_{vo}/s_{vo'})) * r_d$		=	0.0960375 T
a _{max} /g	=	0.15			
r _d	=	0.985			
Fs=R/T	>	1.3	Sabbie sciolte	=	1.550666707 Verificato Fs
	>	1.5	Sabbie mediamente addensate		

Il risultato ottenuto è **1.550666707**, per sabbie sciolte (>1,3) il terreno è verificato, cioè non liquefacibile.
Per sabbie mediamente addensate (>1,5) il terreno è verificato.

Prova 4

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE						
Metodo di Youd e Idris (2001)						
PARAMETRI:				R= Resistenza al taglio a T= Sforzo di taglio indotto		
g	=	1,85	g/cm ³			
s _{vo}	=	0.925	kg/cm ²			
s _{vo} '	=	0.725	kg/cm ²			
profondità della prova	=	500	cm			
N _{SPT}	=	19	colpi			
profondità falda	=	300	cm	RISULTATI: = 25.66666667 Na = 0.818499706 R = 0.122530603 T = 6.679961442 Verificato Fs Verificato Fs		
FORMULE:						
Na	=	N _{SPT} *(1.7/(s _{vo} '+0.7))+N _f				
N _f	=	3				
R	=	0.2565*[0.16*RadQNa+(0.2133*RadQNa) ¹⁴]				
T	=	0.65*((a _{max} /g)*(s _{vo} /s _{vo} '))*r _d				
a _{max} /g	=	0.15				
r _d	=	0.985				
Fs=R/T	>	1.3	Sabbie sciolte	=	6.679961442	Verificato Fs
	>	1.5	Sabbie mediamente addensate			Verificato Fs

Il risultato ottenuto è 6.679961442, per sabbie sciolte (>1,3) il terreno è verificato, cioè non liquefacibile.
Per sabbie mediamente addensate (>1,5) il terreno è verificato.

Prova 5

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE						
Metodo di Youd e Idris (2001)						
PARAMETRI:				R= Resistenza al taglio a T= Sforzo di taglio indotto		
g	=	1.85	g/cm ³			
s _{vo}	=	0.37	kg/cm ²			
s _{vo'}	=	0.37	kg/cm ²			
profondità della prova	=	200	cm			
N _{SPT}	=	6	colpi			
profondità falda	=	282	cm			
FORMULE:				RISULTATI:		
Na	=	N _{SPT} *(1.7/(s _{vo'} +0.7))+N _f		=	12.53271028	Na
N _f	=	3				
R	=	0.2565* [0.16*RadQNa+(0.2133*RadQNa) ¹⁴]		=	0.149328884	R
T	=	0.65*((a _{max} /g)*(s _{vo} /s _{vo'}))*r _d		=	0.0960375	T
a _{max} /g	=	0.15				
r _d	=	0.985				
Fs=R/T	>	1.3	Sabbie sciolte	=	1.55490182	Verificato Fs
	>	1.5	Sabbie mediamente addensate			Verificato Fs

Il risultato ottenuto è 1.55490182, per sabbie sciolte (>1,3) il terreno è verificato, cioè non liquefacibile.
Per sabbie mediamente addensate (>1,5) il terreno è verificato.

Prova 6

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE					
Metodo di Youd e Idris (2001)					
PARAMETRI:				R= Resistenza al taglio a T= Sforzo di taglio indotto	
g	=	1.85	g/cm ³		
s _{vo}	=	0.37	kg/cm ²		
s _{vo'}	=	0.37	kg/cm ²		
profondità della prova	=	200	cm		
N _{SPT}	=	6	colpi		
profondità falda	=	281	cm		
FORMULE:				RISULTATI:	
Na	=	$N_{SPT} * (1.7 / (s_{vo'} + 0.7)) + N_f$		=	12.53271028 Na
N _f	=	3			
R	=	$0.2565 * [0.16 * RadQNa + (0.2133 * RadQNa)^{14}]$		=	0.149328884 R
T	=	$0.65 * ((a_{max}/g) * (s_{vo}/s_{vo'})) * r_d$		=	0.0960375 T
a _{max} /g	=	0.15			
r _d	=	0.985			
Fs=R/T	>	1.3	Sabbie sciolte	=	1.55490182
	>	1.5	Sabbie mediamente addensate		
					Verificato Fs
					Verificato Fs

Il risultato ottenuto è **1.55490182**, per sabbie sciolte (>1,3) il terreno è verificato, cioè non liquefacibile. Per sabbie mediamente addensate (>1,5) il terreno è verificato.

• CONCLUSIONI

Le caratteristiche meccaniche dei terreni sono discrete per l'opera in progetto, e sufficienti a garantire gli interventi se dimensionate in maniera corretta le opere di fondazione.

Al momento delle indagini è stato individuato il livello della falda freatica, posto tra - 3.14 m e -2.81 m da piano campagna a seconda delle differenti prove. Questo livello risente fortemente dei periodi di forte piovosità e irrigazione e potrebbe portarsi più prossimo a piano campagna.

Soggiacenza della falda freatica (m)					
Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
- 2.92	- 3.00	- 3.14	- 3.00	- 2.82	- 2.81

È possibile perciò stimare, vista la topografia omogenea e piana del luogo d'indagine, il senso di deflusso della falda con una speditiva carta della soggiacenza:



La quale risulta in accordo con quanto dichiarato dal PGT di Copiano (*Dott. Geologo Daniele Calvi - Dicembre 2008*), in cui si attesta che il senso di deflusso della falda sia rivolto verso Sud. Si ricorda che la falda freatica è soggetta a variazioni nella direzione di deflusso dovute a differenze nel regime idrogeologico sotterraneo, fenomeni di ricarica differenziale ecc., e perciò una deviazione verso SW, ossia verso l'asse drenante rappresentato dal Fiume Olona, è più che plausibile.

In base alla prova penetrometrica, e all'indagine MASW per la progettazione del presente lavoro, si può individuare come tipologia media dei terreni per fondazioni superficiali la categoria C.

"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s."

Il coefficiente di permeabilità ottenuto è pari a 8.66×10^{-7} m/s, e secondo la classificazione di Casagrande e Fadum determina una permeabilità **bassa**.

• ACCORGIMENTI TECNICI

Gli scavi di fondazione si dovranno eseguire e ritombare il più presto possibile lasciandoli aperti lo stretto necessario.

Gli scavi di fondazione sia in sezione obbligata che di splateamento dovranno essere eseguiti con escavatore meccanico a benna rovescia dotato di lama fissa e non con denti mordenti e dovranno asportare obbligatoriamente lo strato superficiale di riporto.

Si resta a disposizione per qualsiasi chiarimento.

San Zenone al Po, 30/03/2023

