

Provincia di Pistoia
Comune di Monsummano Terme



OGGETTO: Relazione geologico-tecnica e sismica a supporto del progetto per la variante al Piano Cimiteriale del cimitero del capoluogo, ubicato in Via del Riposo, nel Comune di Monsummano Terme (PT)

Committenza: Comune di Monsummano Terme



Dott. Geol. Silvia Interdonato

Via dei Capannoresi n. 1109
55100, Lucca

☎ 3208417296

e-mail: r.maggiore@geo-omnia.it

www.geo-omnia.it

00		02/2026	Relazione Geologica	S. Caccavale	S. Interdonato
Revisione	Commessa	Data	Descrizione	Redatto	Approvato

INDICE RELAZIONE

1 – PREMESSA	3
1A – UBICAZIONE AREA DI STUDIO	3
1B – NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
1C – STUDIO DEI VINCOLI E VERIFICA DELLE PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ	5
1D – INDAGINI PRESE IN CONSIDERAZIONE	13
2 – RELAZIONE GEOLOGICA - TECNICA	13
2A – INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO E STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO.....	13
2B – INQUADRAMENTO IDRAULICO ED IDROGEOLOGICO.....	14
3 – CONCLUSIONI	15

INDICE TAVOLE ED ALLEGATI

Tav. 1 – Corografia (scala 1:10.000);

Tav. 2 – Ubicazione indagini effettuate (scala 1:1.000);

Tav. 3 – Carta geologica (scala 1:5.000);

All. 1 – Report indagini effettuate (penetrometrie e sondaggi).

1 – PREMESSA

La presente relazione sintetizza gli studi geologici, geotecnici e sismici a supporto della Variante al Piano Cimiteriale del cimitero del Capoluogo, nel Comune di Monsummano Terme (PT) (Tav.1). L'incarico è stato assegnato con Determinazione Dirigenziale n.865 del 23/12/2024 - CIG: B4F1EBAC4B.

L'indagine è indirizzata a valutare la morfologia, l'assetto idraulico-idrogeologico e le caratteristiche stratigrafiche e sismiche dei terreni in corrispondenza dell'area cimiteriale ed in un suo significativo intorno al fine di definire la fattibilità degli interventi.

1A – UBICAZIONE AREA DI STUDIO

Il cimitero del capoluogo del Comune di Monsummano Terme si ubica in Via del Riposo ed è identificato catastalmente dalla particella "A" del foglio n.9 del N.C.T. (fig.1).



Foto.1: Vista aerea zona di studio – Google Earth

COROGRAFIA

SCALA 1:10.000



Area di studio

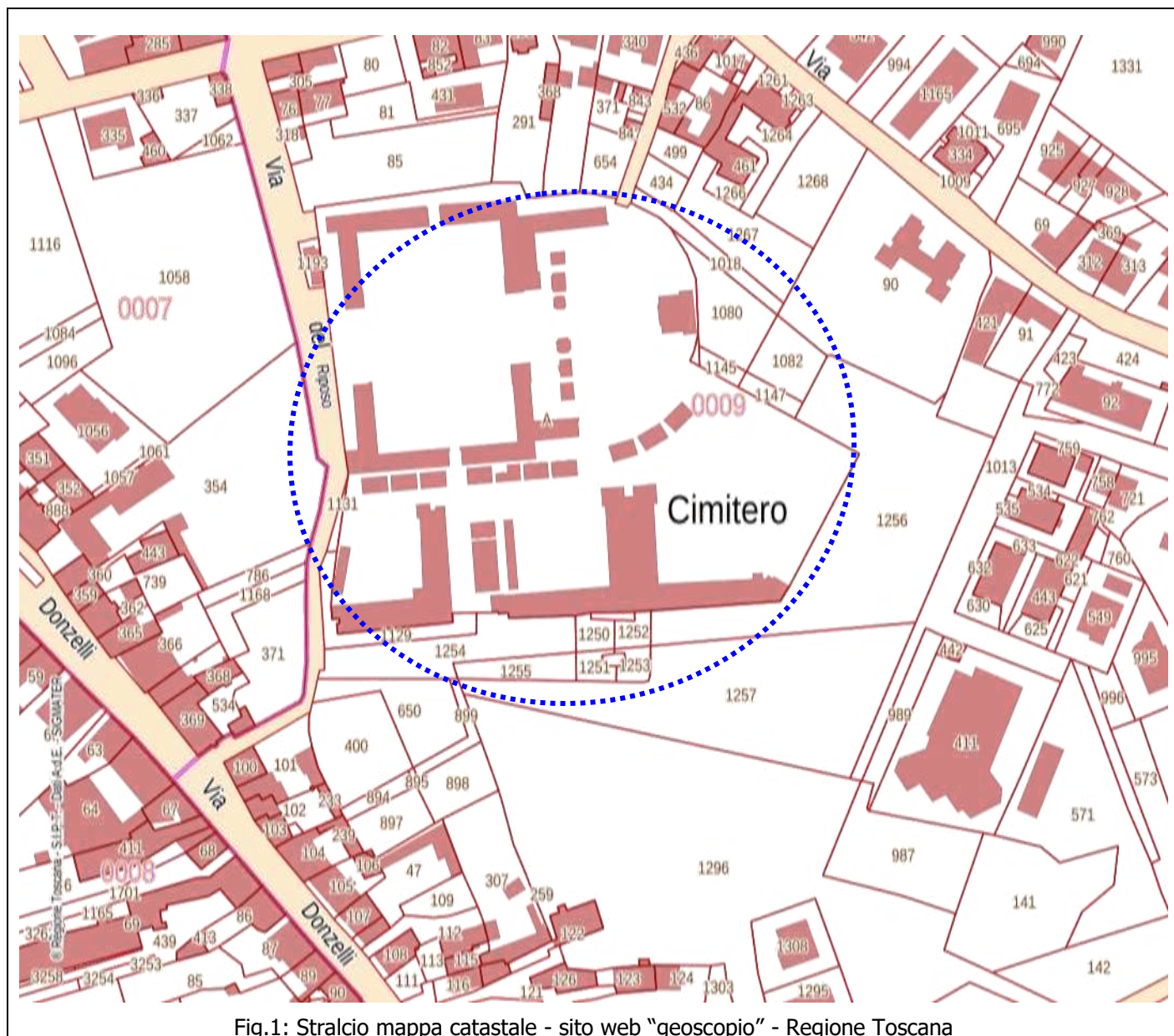


Fig.1: Stralcio mappa catastale - sito web "geoscopio" - Regione Toscana

1B – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione, al fine di valutare attentamente e in modo dettagliato i punti da analizzare per lo svolgimento dello studio, si è tenuto conto delle seguenti normative in vigore:

- Eurocodice 8 – 1998 – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture – Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura 2003);
- Eurocodice 7.1 – 1997 – Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali – UNI;
- Eurocodice 7.2 – 2002 - Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002) - UNI;
- Eurocodice 7.3 – 2002 - Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in situ (2002) - UNI;

- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 27/07/2007- Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale;
- D.M. 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- D. Lgs. n. 152/06 "Testo Unico sull'Ambiente" e successive modifiche ed integrazioni;
- D. Lgs n. 18 del 23 febbraio 2023, "Attuazione della direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2020, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano". (GU n.55 del 6-3-2023);
- L.R.T. n.39/00 "Legge Forestale della Toscana" e Regolamento di attuazione n.48 dell'08/08/2003;
- L.R.T. n. 41 del 24/07/2018 - Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla L.R. 80/2015 e alla L.R. 65/2014;
- L.R.T. n.20 del 31 maggio 2006: "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento".
- D.P.G.R. n. 36/R del 09/07/09 - "Regolamento di attuazione dell'art. 117, commi 1 e 2 della legge regionale 03/01/2005 n.1 (Norme per il governo del territorio)";
- D.P.G.R. n. 46/R dell' 08/09/2008 – "Regolamento di attuazione della L.R. 31 maggio 2006, n 20 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento)" e successive modifiche ed integrazioni.
- D.G.R. n.878 del 24/10/2012 – "Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Revoca della DGRT 431/2006".
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale – I aggiornamento 2021-2027, approvato con D.P.C.M. del 1 dicembre 2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 31 del 7.02.2023;
- Piano di bacino stralcio Assetto Idrogeologico del distretto idrogeologico dell'Appennino Settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica" (P.A.I. "Dissesti Geomorfologici) adottato con Delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n.39 del 28 marzo 2024;
- Piano Strutturale e/o Regolamento Urbanistico comunale.

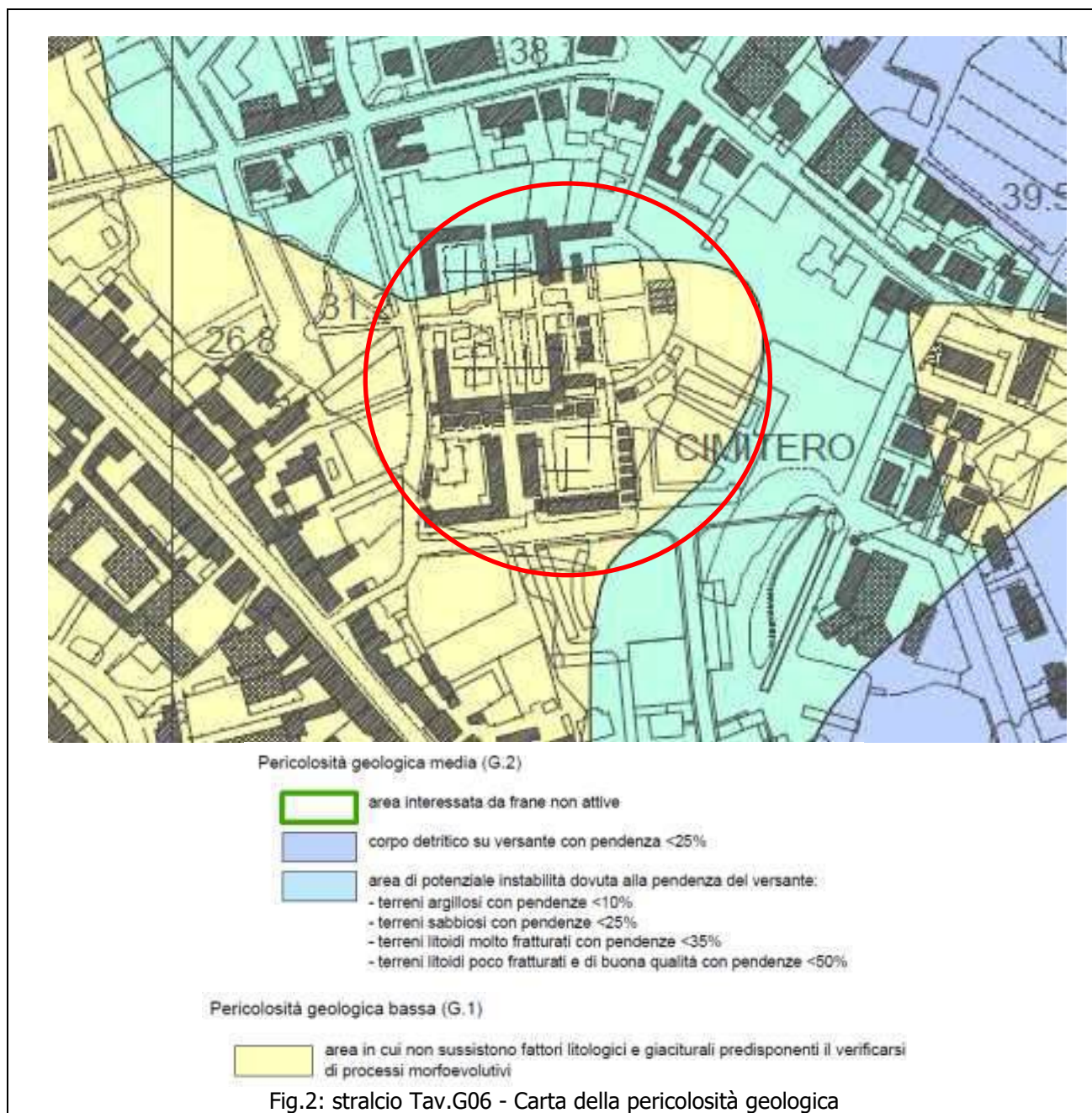
1c – STUDIO DEI VINCOLI E VERIFICA DELLE PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ

Secondo la cartografia tematica di corredo al P.S. vigente del Comune di Monsummano Terme, l'area interessata dagli interventi ricade in:

- in parte in **Classe di Pericolosità Geologica "G.1" – Bassa** ed in parte in **Classe di Pericolosità Geologica "G.2" – Media**;

- **Classe di Pericolosità Idraulica "I.1" – Bassa;**
- **Classe di Pericolosità sismica "S.3" – Elevata** ed in **"Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali" – Zona 7.**

Di seguito si riportano gli stralci cartografici analizzati (figg.2-5):



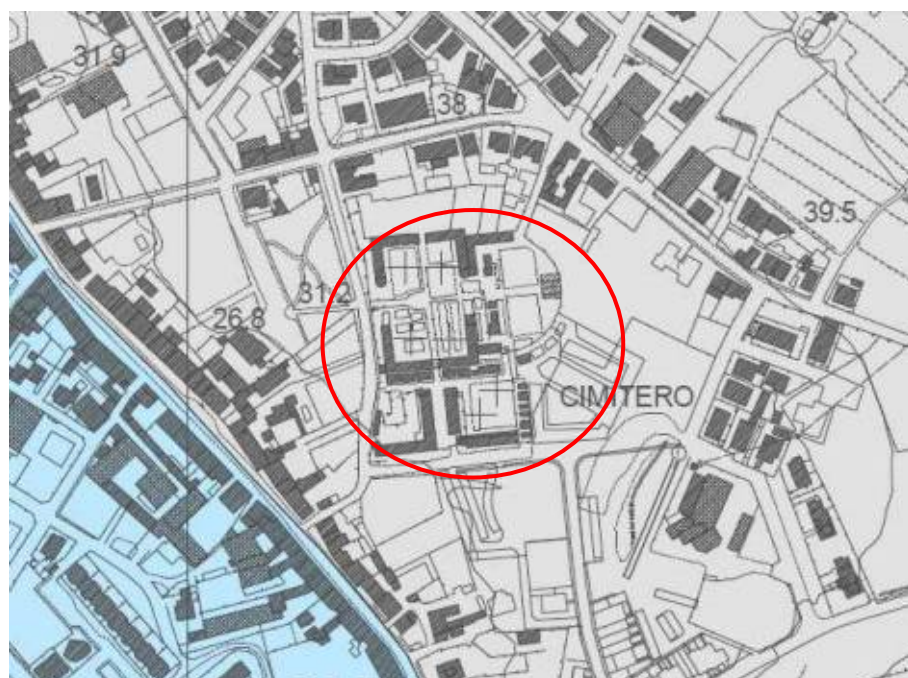


Fig.3: stralcio Tav.G07 - Carta della pericolosità idraulica



Fig.4: stralcio Tav.G08 - Carta della pericolosità sismica



Secondo la cartografia tematica di corredo al P.S. adottato con Delibera Consiglio Comunale n. 58 del 30/11/2023 del Comune di Monsummano Terme, l'area interessata dagli interventi ricade in:

- **Classe di Pericolosità Geologica "G.1" – Bassa;**
- in parte in **Classe di Pericolosità Idraulica "P.1" – Alluvioni rare** ed in parte al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni;
- **Classe di Pericolosità sismica "S.3" – Elevata** ed in **"Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali" – Zona 2008 e Zona 2010.**

Di seguito si riportano gli stralci cartografici analizzati (figg.6-9):



G1 - Pericolosità geologica bassa
 Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi. Sono compresi in questa classe i depositi alluvionali affioranti nelle aree di pianura e di fondovalle.

Fig.6: stralcio Tav.G09 - Carta della pericolosità geologica

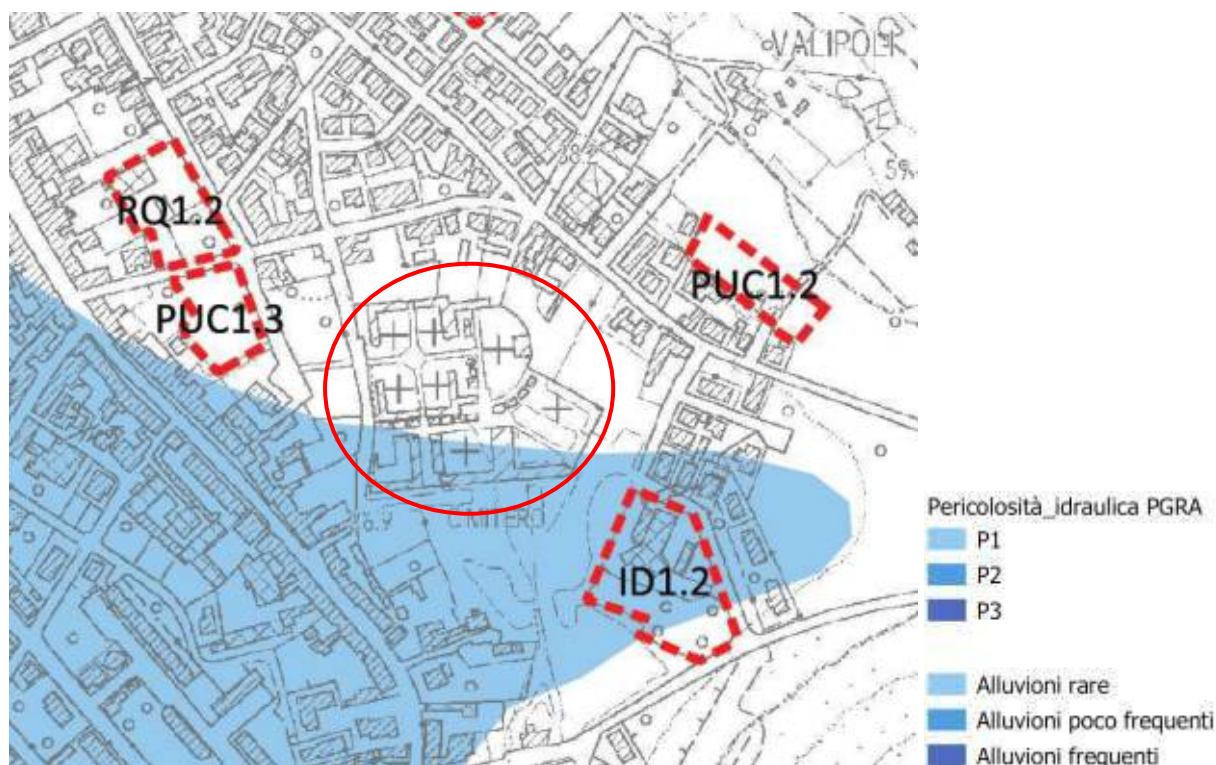


Fig.7: stralcio Tav.IDR05 - Carta della pericolosità idraulica

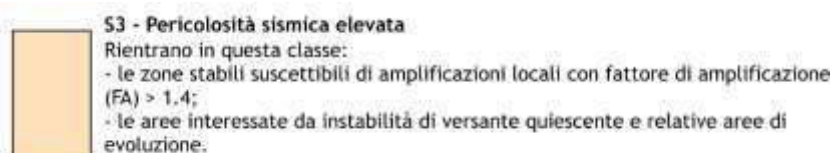


Fig.8: stralcio Tav.G10 - Carta della pericolosità sismica locale

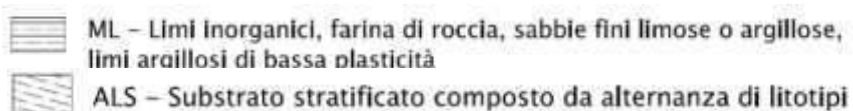
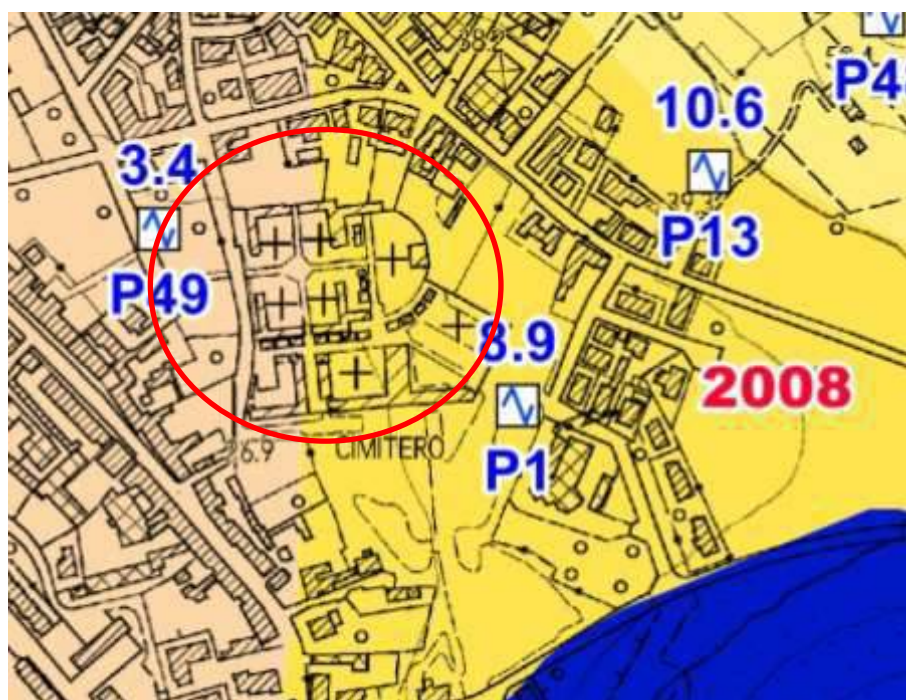


Fig.9: stralcio Tav.G07 - Carta delle MOPS

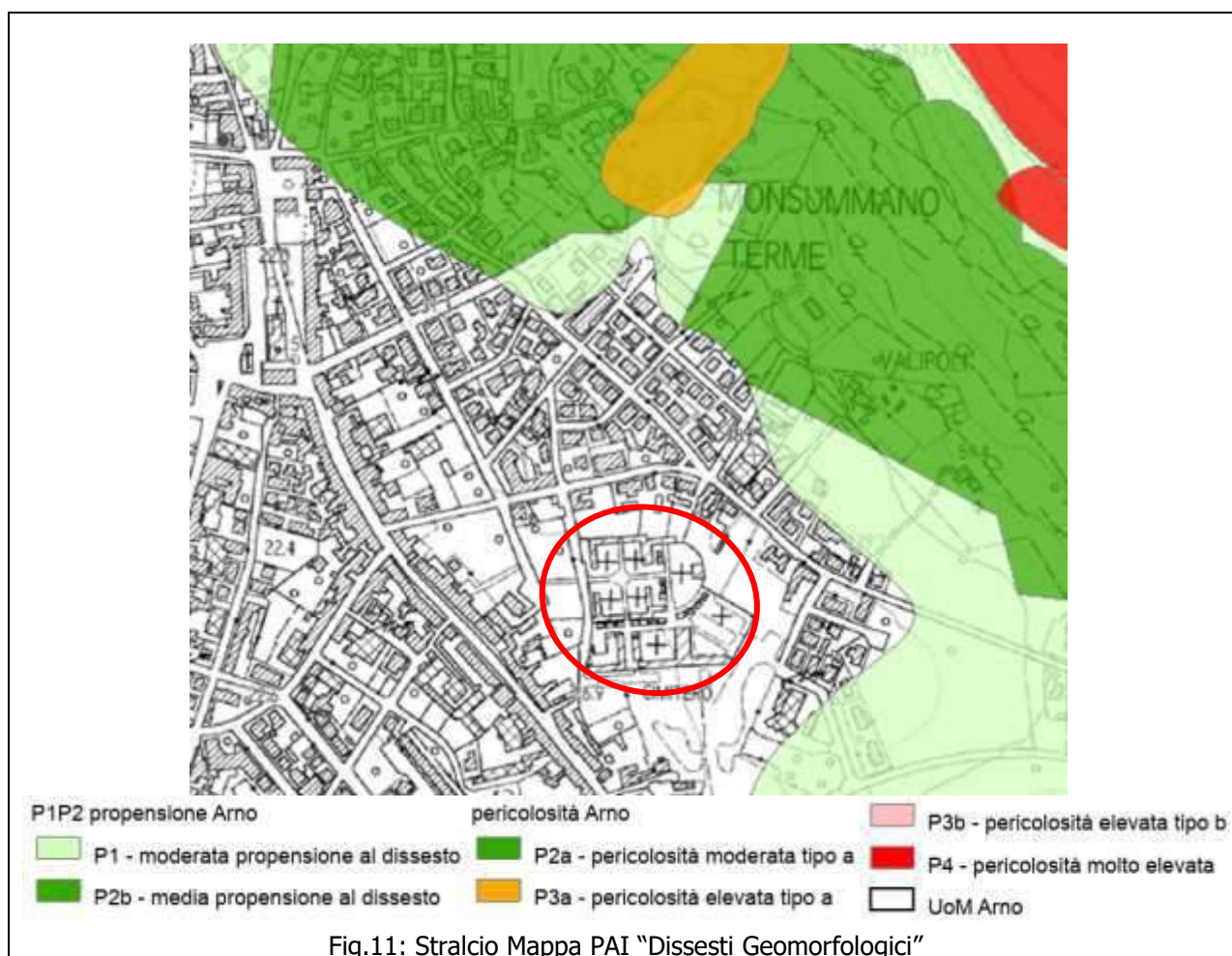
Secondo il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) (<https://www.appenninosettentrionale.it>) finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel distretto idrografico dell'Appennino settentrionale, comprendente il bacino del fiume Arno, il bacino del fiume Serchio, i bacini regionali toscani e la parte toscana del bacino del fiume Magra, il cui I aggiornamento è stato approvato con D.P.C.M. 1 dicembre 2022, l'area cimiteriale ricade solo in parte in aree a "**Pericolosità da alluvioni bassa (P1)**" corrispondenti ad "*aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale*".

L'area non è pertanto soggetta alle disposizioni della L.R. 41R/2018.

Secondo il "Piano di bacino stralcio Assetto Idrogeologico del distretto idrogeologico dell'Appennino Settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica" (P.A.I. "Dissesti Geomorfologici"), adottato con Delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n.39 del 28 marzo 2024, il lotto in esame non ricade in aree a "**Pericolosità Geomorfologica**".



Fig.10: stralcio mappa pericolosità da alluvione - PGRA



A seguito del controllo effettuato sul sito "Cartoteca" della Regione Toscana risulta che l'area non ricade nelle aree sottoposte a tutela del Vincolo Idrogeologico (R.D. n.3267/1923 – D.P.G.R. N° 48/R del 2003).

Nella tabella sottostante riepilogo le verifiche effettuate:

Aspetto Considerato	Esito
Fattibilità R.U.	Verificato (vedi tab. 1)
Classe di Magnitudo idraulica	-
Pericolosità da Alluvioni bassa	In parte in P1 - bassa
L.R. 41-2018	Non ricade
L.R- 79-2012	Nessuna vicinanza
P.A.I. "Dissesti Geomorfologici"	Non ricade

Tab. 2 - Tabella riepilogativa delle verifiche effettuate.

La riclassificazione sismica (D.G.R.T. n. 421 del 26/05/2014) colloca il territorio del Comune di Monsummano Terme in "**Zona 3**" con accelerazione convenzionale compresa tra a 0,05-0,15 g.

1D – INDAGINI PRESE IN CONSIDERAZIONE

Le indagini eseguite sono consistite in più sopralluoghi presso l'area di intervento nel corso dei quali è stato verificato l'assetto morfologico - idrogeologico dei luoghi.

Inoltre, al fine di caratterizzare in dettaglio il terreno sia da un punto di vista stratigrafico-geologico ed idrogeologico sono state prese in considerazione le seguenti prove realizzate nel corso di precedenti studi nell'area:

- ✓ n.3 prove penetrometriche statiche (CPT1-CPT2-CPT3) spinte rispettivamente fino a -2,8 m, -4,0 m e -3,0 m da p.c. ed interrotte per rifiuto strumentale; la prova CPT1 è stata approfondita in modalità dinamica fino a -9,0 m da p.c..
- ✓ n.1 sondaggio a carotaggio continuo (S1-PZ) spinto fino alla prof. di 22,5 m da p.c. ed attrezzato con tubo piezometrico;
- ✓ n.1 sondaggio a carotaggio continuo (S2-PZ) spinto fino alla prof. di -9,0 m da p.c. con prelievo di n.1 campione indisturbato per analisi geotecniche, n.1 prova SPT in foro ed attrezzato con tubo piezometrico.

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in Tav.2; mentre i report delle indagini sono riportati negli Allegati 1-3.

2 – RELAZIONE GEOLOGICA - TECNICA

2A – INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO E STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO

Dal punto di vista geomorfologico il territorio di Monsummano si suddivide in due ambiti distinti: quello collinare e quello di pianura. In questi due contesti la dinamica geomorfologica si esplica in modi e tempi profondamente diversi; nella porzione collinare si rinvencono quelle fenomenologie proprie dei processi gravitativi, erosivi e di dissoluzione chimica che si manifestano sui rilievi con estensione ed intensità variabile in base alle pendenze dei versanti ed ai tipi litologici affioranti. In pianura, dove maggiormente si esplica l'attività e l'impatto antropico, le forme e l'evoluzione della dinamica morfologica sono profondamente influenzate dalla presenza delle infrastrutture ed insediamenti urbani che, in tempi relativamente brevi, hanno contribuito fortemente all'alterazione delle dinamiche fluviali con pesanti ripercussioni sul regime di deflusso delle acque superficiali. Ne consegue che il territorio di collina è ancora soggetto a una lenta e costante evoluzione morfologica mentre in pianura si assiste ad una evoluzione dinamica caratterizzata da improvvisi e sempre più frequenti eventi alluvionali.

Entrando nel dettaglio l'area cimiteriale si trova in corrispondenza della piana alluvionale in un'area prevalentemente urbanizzata, da sub-pianeggiante a debolmente acclive, ad una quota di circa 32,0 m s.l.m.m..

UBICAZIONE INDAGINI EFFETTUATE

SCALA 1:1.000



- ▲ Prova penetrometrica statica - CPT
- ◆ Prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH
- Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con piezometro - S

○ Area di studio

Dal punto di vista geologico, all'interno del territorio comunale di Monsummano Terme è possibile individuare tre zone con caratteristiche geolitologiche e strutturali significativamente diverse:

- la zona nord, caratterizzata principalmente dall'affioramento dei terreni sedimentari mesozoici (dal Lias Inferiore al Cretaceo Superiore), facenti parte della Serie Toscana, in corrispondenza della struttura tettonica positiva del Colle di Monsummano.
- la zona nord-est, caratterizzata dall'affioramento di formazioni argilloscistose e calcaree Eoceniche di provenienza ligure.
- La zona sud/sud-ovest, caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali recenti ed antichi.

Con riferimento alla Carta Geologica (Tav.2) è possibile caratterizzare l'area cimiteriale come interessata da "**Depositi alluvionali attuali e recenti - b'**" caratterizzati da un'alternanza di depositi limosi, argillosi, sabbiosi e ghiaiosi ad andamento lenticolare, con frequenti eteropie laterali, talora con stratificazione incrociata, costituenti i sedimenti più recenti dei corsi d'acqua della Valdinievole.

La geologia di dettaglio del sottosuolo, dedotta dalle indagini effettuate può essere così sintetizzata (Tav.4):

da 0,0 a -1,0 m da p.c.	Copertura rimaneggiata limo sabbiosa ed argillosa;
da -1,0 a -10,0 m	Limo sabbioso ed argilloso e/o sabbia limosa ed argillosa con scheletro di color marrone chiaro consistente/addensata;
da -10,0 a -17,0 m	Limo argilloso debolmente sabbioso con talora scheletro di color marrone rossastro molto consistente;
da -17,0 a -22,5 m	Alterazione argillite con talora trovanti calcarei (Porzione di alterazione substrato argillitico e calcareo).

2B – INQUADRAMENTO IDRAULICO ED IDROGEOLOGICO

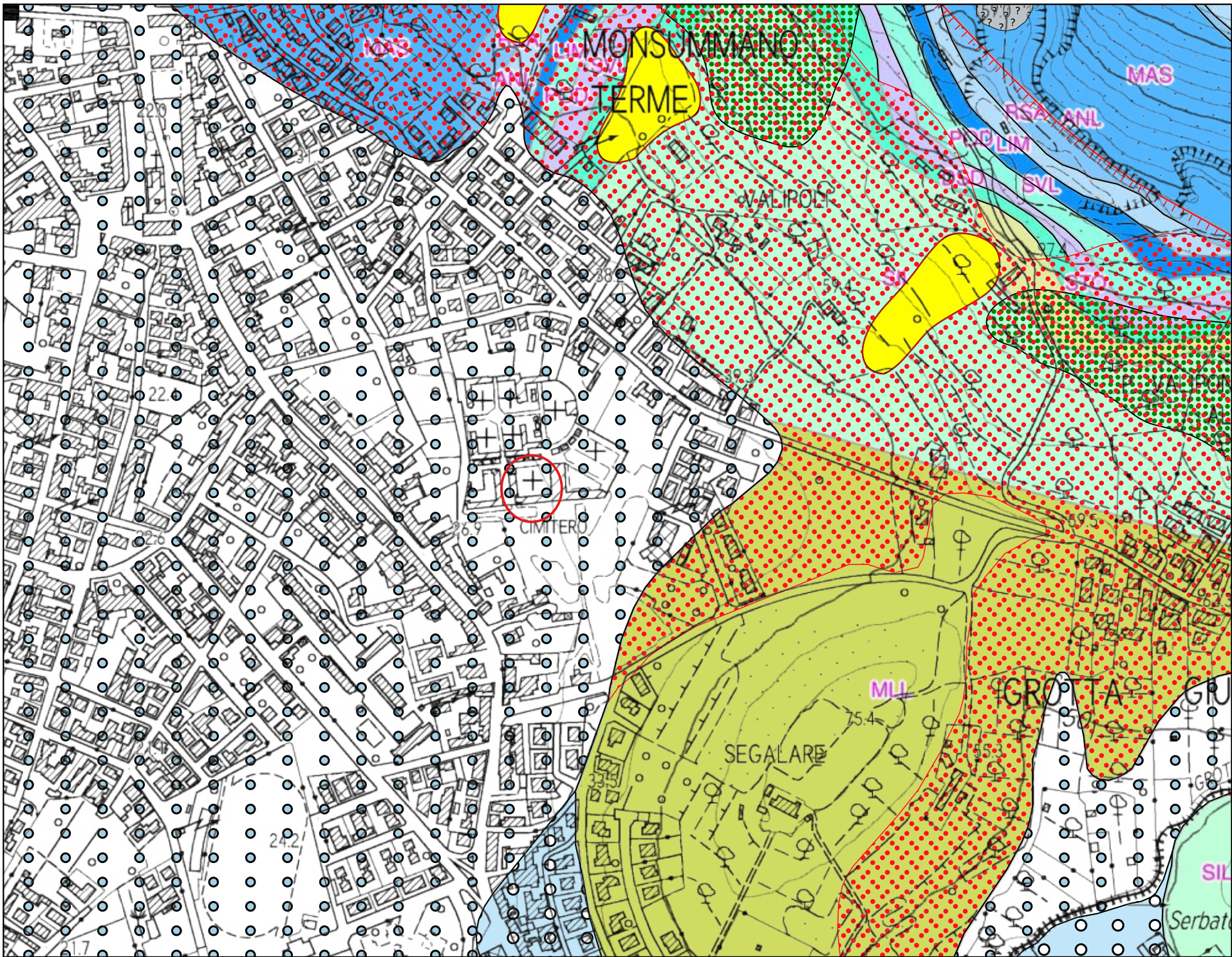
Dal punto di vista idrologico l'area cimiteriale è ubicata in sinistra idraulica del Fosso Candalla ed in destra del Rio della Grotta che rappresentano le aste idriche principali di questa porzione di territorio, aventi all'incirca direzione da nord-est verso sud-ovest, affluenti di sinistra del Torrente Nievole (Tav.1).

La rete idraulica secondaria è caratterizzata da un esteso reticolo di canali, nei quali si immettono le acque provenienti dai rii e/o torrenti che intercettano le acque di ruscellamento dei rilievi collinari posti ad est.

In particolare, essendo l'area di interesse posta all'interno di un contesto urbanizzato,

CARTA GEOLOGICA

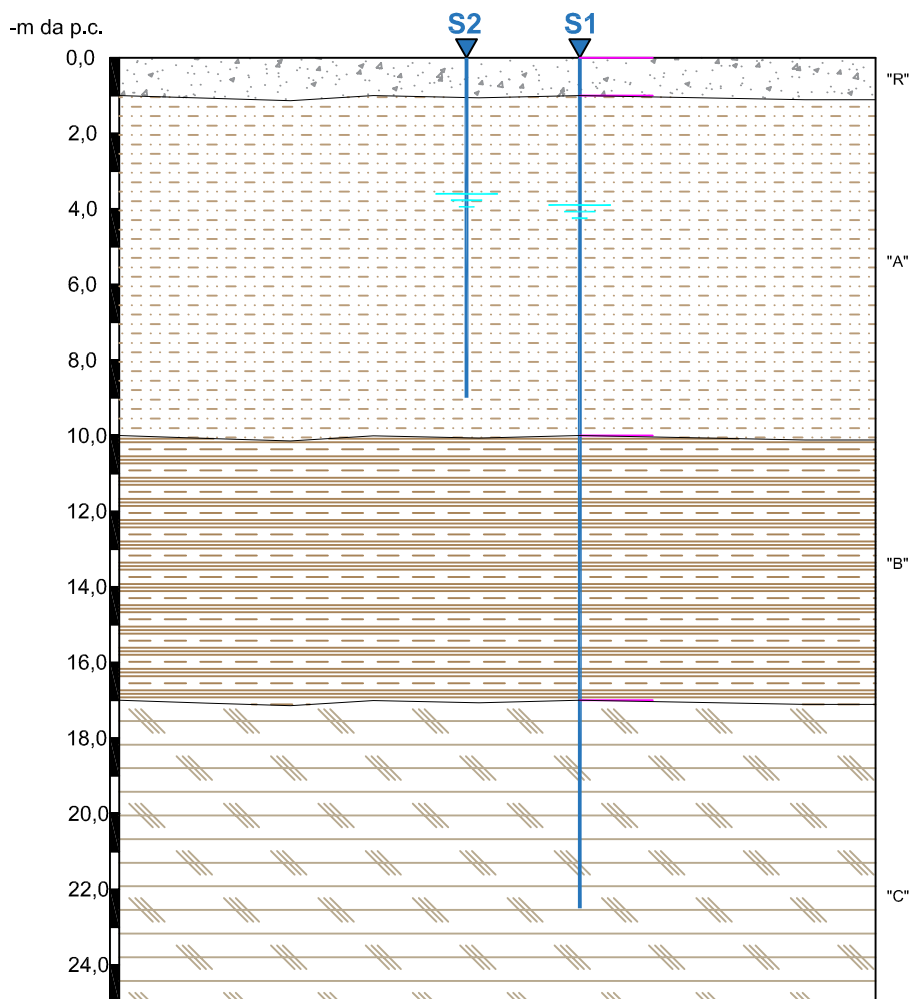
SCALA 1:5.000



Limite_geologico	
—	contatto stratigrafico e/o litologico - certo
	faglia diretta - certo
Depositi superficiali	
Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravita'	
••••	Deposito di versante
Forme e depositi dovuti alle acque correnti superficiali	
□	Deposito alluvionale Attivo Ghiaie
□	Deposito alluvionale Inattivo Ghiaie
Forme, depositi e attivita' antropiche	
???	Discarica di rifiuti
Frane	
■	Scivolamento rotazionale/traslativo
••••	Aree soggette a frane superficiali diffuse
Unità Geologica	
■	MLL - Formazione di Monte Morello PALEOCENE SUPERIORE - EOCENE MEDIO
■	SIL - Formazione di Sillano CRETACICO SUPERIORE - PALEOCENE
■	ANL - Calcari ad angulati LIAS
■	DSD - Diaspri MALM p.p.
■	LIM - Calcare Selcifero di Limano LIAS MEDIO - LIAS SUPERIORE
■	MAS - Calcare Massiccio LIAS INFERIORE
■	POD - Marne a Posidonomya LIAS SUPERIORE - DOGGER p.p.
■	RSA - Rosso Ammonitico LIAS INFERIORE - LIAS MEDIO
■	STO - Scaglia Toscana CRETACICO INFERIORE ? - PALEOGENE
■	SVL - Calcare Selcifero della Val di Lima DOGGER SUPERIORE - MALM INFERIORE

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

scala 1:100



ORIZZONTE R" - Copertura rimaneggiata limo sabbiosa ed argilloso da debolmente a mediamente consistente

ORIZZONTE "A" - Limo sabbioso ed argilloso e/o sabbia limosa ed argillosa con scheletro di color marrone chiaro consistente/addensata

ORIZZONTE "B" - Limo argilloso debolmente sabbioso con talora scheletro di color marrone rossastro molto consistente

ORIZZONTE "C" - Alterazione argillite con talora trovanti calcarei (Porzione di alterazione substrato argillitico e calcareo)

▼ Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con piezometro - S

— Livello falda nel piezometro

l'idrografia di superficie appare quindi regolata dalle caditoie dei fabbricati presenti, dalle zanelle poste ai margini della viabilità e dal naturale scorrimento delle acque secondo la massima pendenza fino all'infiltrazione nel terreno.

Dal punto di vista idrogeologico i depositi alluvionali presenti nell'area di studio vengono considerati a porosità primaria ed a permeabilità variabile, dipendente dalla distribuzione spaziale dei livelli a granulometria più fine; essa può costituire infatti un acquifero multistrato di notevole importanza, in quanto recettore delle acque superficiali e sotterranee dalle aree collinari retrostanti ed interscambio con il reticolo idrico superficiale.

Le indagini effettuate nell'area cimiteriale hanno permesso di accertare la presenza di due falde, la prima di tipo sostanzialmente artesiano si instaura nei livelli sabbio-limosi ed argillosi con ghiaietto presenti dalla profondità di ca. -2,0/3,0 m; la seconda profonda, anch'essa di tipo artesiano si instaura oltre i -15,0/17,0 m nella porzione di alterazione del substrato argillitico e calcareo.

Visto il contesto geologico e geomorfologico della zona e le misure piezometriche effettuate nei piezometri installati nel corso di precedenti studi, non è possibile escludere un interscambio tra le due falde.

Le due falde in pressione, a seconda del periodo di misurazione (piovoso o secco), possono pertanto risalire alla profondità variabile di -1,0 m e -3,0 m da p.c..

Inoltre la presenza di terreni limo-argillosi con ghiaietto, presenti nei primi -2,0/3,0 m da p.c., permette di ipotizzare, con ragionevole sicurezza, la possibilità di fenomeni di infiltrazione di acque meteoriche, di saturazione e di ristagno di acqua nei primi metri di sottosuolo che vengono assorbite dal terreno superficiale e ristagnano al di sopra del suolo limo argilloso, comunque poco permeabile.

3 – CONCLUSIONI

Il complesso cimiteriale di Monsummano Terme si ubica in un'area da pianeggiante a debolmente acclive, caratterizzata da depositi di origine alluvionale e prevalentemente urbanizzata. Le indagini effettuate hanno permesso di accertare la presenza, fino a ca. -10,0 m da p.c., di terreni sabbio-limosi ed argillosi con scheletro mediamente consistenti/addensati passanti a limi argillosi debolmente sabbiosi con talora scheletro molto consistenti.

Al di sotto dei -17,0 si hanno argilliti alterate con inclusi calcarei, trattasi della porzione più superficiale del substrato sottostante.

Dal punto di vista idrogeologico le due falde individuate, artesiane, una più superficiale (da -2,0/3,0 m a -10,0 metri), multistrato che si instaura nei livelli limo-sabbiosi con ghiaietto; l'altra più profonda (oltre i -15,0/17,0 m da p.c.) che si instaura nella porzione di alterazione del substrato argillitico e calcareo risalgono mediamente alla profondità di -3,0 m da p.c..

L'assetto litostratigrafico e geologico della zona porta comunque ad evidenziare la possibilità di saturazione e ristagno delle acque meteoriche di infiltrazione dei terreni presenti nei primi 2,0/3,0 m di sottosuolo.

Alla luce delle considerazioni geologiche ed idrogeologiche esposte sopra, al fine di evitare possibili criticità dovute alla presenza di acqua nel sottosuolo (anche a profondità molto superficiali) e garantire sia le profondità di sepoltura dettate dalle leggi, sia il corretto processo di mineralizzazione dei corpi sepolti (evitando mummificazioni delle salme) si suggerisce quanto segue:

- ✓ Campo "D" → destinato a futura inumazione, si consiglia il rialzamento del piano campagna di almeno 1,5 m;
- ✓ Campo "B" → già soggetto ad inumazione, si consiglia di prevedere dei sistemi di drenaggio delle acque superficiali andando ad evitare possibili infiltrazioni. Inoltre si consiglia di prevedere delle opere di drenaggio sub-superficiale (entro i 2 m. da piano campagna), che permettano di drenare le acque infiltratesi e mantenere drenati/asciutte le salme, favorendo il processo di mineralizzazione. Si specifica altresì che le acque intercettate da tali sistemi drenanti dovranno essere immesse in fognatura.

Si dovrà inoltre evitare di scaricare, in entrambi i campi, le eventuali acque meteoriche intercettate da superfici impermeabili o da coperture, sia le eventuali acque meteoriche provenienti da siti esterni all'area cimiteriale.

L'innalzamento del piano campagna nel Campo "D" è perfettamente compatibile con la geomorfologia dei luoghi e non determinerà alcun turbamento alla stabilità dei luoghi.

Il materiale terroso da riportare dovrà rispettare le seguenti caratteristiche principali come previsto dall'art. 186 del D.L.152/2006 e successive modifiche del D.L.04/2008 e dell'art.20 della L.2/2009:

- Non dovrà provenire da terreni di bonifica;
- Dovrà essere certificato se proveniente da cave o qualificato analiticamente con un'indagine ambientale finalizzata alla valutazione degli elementi inquinanti principali (idrocarburi C>12, Hg, As, Cr, Pb, Cu, Cd, cianuri, IPA, PCB ecc...) qualora provenga da altri siti o cantieri;
- Si dovrà dare comunicazione agli enti competenti circa l'autorizzazione del sito di provenienza ed il provvedimento autorizzativo del luogo in cui vengono utilizzati.

Durante l'esecuzione dei lavori, qualora emergessero problematiche geologiche non

previste o ipotesi di varianti al progetto attuale, il sottoscritto dovrà essere informato dalla D.L. al fine di operare ulteriori accorgimenti necessari al permanere delle condizioni di stabilità dei terreni e di corretta regimazione delle acque.

Dott.ssa Geologa Silvia Interdonato
n.1854 Ord.Reg.Toscana

ALLEGATI

1 – REPORT INDAGINI EFFETTUATE (PENETROMETRIE E SONDAGGI)

Geotecnica

Geofisica

Monitoraggio idrogeologico



Indagini Ambientali

Committente:	Geol. Silvia Interdonato	località:	Monsummano Terme (PT)
data esecuzione indagine:	19/01/2025	tipologia di indagine:	n.1 CPT/DPSH e n.2 CPT
strumentazione:	Pagani TG 63/200	software elaborazione:	WinCPT2; WinDIN

P1



P2



P3



SEDE LEGALE: VIA DELLE FORNACETTE, 1 – 55100 (LU) SEDE OPERATIVA: VIA PER SORBANO DEL GIUDICE, 488 – 55100 (LU)

CODICE FISCALE E NUMERO DI ISCRIZIONE AL REGISTRO DELLE IMPRESE DI LUCCA: 02069440465

R.E.A. LUCCA N. 194371 - CAPITALE SOCIALE € 10.000,00 I.V.

TEL 393 9371580 - FAX 0583 469588 - www.geoluk.com - info@geoluk.com - geoluk@pec.it

CARTOGRAFIA



REPORT DI CANTIERE

** informazioni supplementari ai dati strumentali di lettura rilevati in campagna, i cui elaborati rappresentano una valutazione soggettiva e indicativa, a eventuale supporto del progettista Geologo per la redazione della relazione tecnica di progetto **

Generalità della commessa n. 18-2025

- data esecuzione indagini: 19/03/2025
- ubicazione: cimitero comunale di Monsummano Terme (PT)
- oggetto dell'indagine: esecuzione di indagini penetrometriche a supporto di indagine geognostica
- committenza: Geol. Silvia Interdonato
- riferimento ns preventivo: nessuno
- numero e tipologia di indagini eseguite: esecuzione di n.1 prova penetrometrica di tipo statico meccanico in approfondimento dinamico superpesante senza rivestimento (CPT/DPSH) n.2 prove penetrometriche di tipo statico meccanico (CPT) con penetrometro Pagani TG 63/200
- logistica delle indagini eseguite: vedere Mappa di riferimento

Descrizione delle indagini eseguite:

- indagine n.1
 - ◆ ID (cfr. Mappa di riferimento): P1
 - ◆ coordinate indicative – 43.866833N, 10.818971E (WGS84)
 - ◆ tipologia - penetrometria statica meccanica in approfondimento dinamica superpesante non rivestita (CPT/DPSH)
 - ◆ contesto - contesto morfologico pedecollinare, prova effettuata su terreno di riporto all'interno dell'area cimiteriale
 - ◆ breve descrizione della prova - l'ancoraggio statico da piano campagna è stato eseguito con 2 eliche, per uno spessore di trattenuta di terreno pari a 1.00m. La prova è stata eseguita in modo lineare (con letture alla punta e al manicotto variabili con la profondità) fino alla profondità di -2.80m, oltre la quale è stata rilevata la presenza di materiale più resistente che ha portato lo strumento al netto disancoraggio in fase di lettura. In seguito al recupero della batteria di aste statica si è proceduto alla sostituzione in modalità dinamica, che ha approfondito l'indagine fino a -8.80m. Rifiuto nei 0.20m successivi con rimbalzo del sistema di percussione. Recupero lineare
 - ◆ misurazioni – aste bagnate, Misurata l'acqua a -0.80m
 - ◆ note – nessuna
 - ◆ software elaborazione – WinCPT2; WinDIN
 - ◆ n. archiviazione indagine - 18-2025 CPT1 - 18-2025 DIN1

- indagine n.2
 - ◆ ID (cfr. Mappa di riferimento): P2
 - ◆ coordinate indicative – 43.866906N, 10.818757E (WGS84)
 - ◆ tipologia - penetrometria statica meccanica (CPT)

- ◆ **contesto** - contesto morfologico pedecollinare, prova effettuata su terreno di riporto all'interno dell'area cimiteriale
- ◆ **breve descrizione della prova** - l'ancoraggio statico da piano campagna è stato eseguito con 2 eliche, per uno spessore di trattenuta di terreno pari a 1.00m. La prova è stata eseguita in modo lineare (con letture alla punta e al manicotto variabili con la profondità) fino alla profondità di -4.00m, oltre la quale è stata rilevata la presenza di materiale più resistente che ha portato lo strumento al netto disancoraggio in fase di lettura. Prova interrotta su indicazione tecnica. Recupero lineare
- ◆ **misurazioni** – aste asciutte
- ◆ **note** – nessuna
- ◆ **software elaborazione** – WinCPT2
- ◆ **n. archiviazione indagine** - 18-2025 CPT2

➤ indagine n.3

- ◆ **ID (cfr. Mappa di riferimento):** P3
- ◆ **coordinate indicative** – 43.866970N, 10.819003E (WGS84)
- ◆ **tipologia** - penetrometria statica meccanica (CPT)
- ◆ **contesto** - contesto morfologico pedecollinare, prova effettuata su terreno di riporto all'interno dell'area cimiteriale
- ◆ **breve descrizione della prova** - l'ancoraggio statico da piano campagna è stato eseguito con 2 eliche, per uno spessore di trattenuta di terreno pari a 1.00m. La prova è stata eseguita in modo lineare (con letture alla punta e al manicotto variabili con la profondità) fino alla profondità di -3.00m, oltre la quale è stata rilevata la presenza di materiale più resistente che ha portato lo strumento al netto disancoraggio in fase di lettura. Prova interrotta su indicazione tecnica. Recupero lineare
- ◆ **misurazioni** – aste asciutte
- ◆ **note** – nessuna
- ◆ **software elaborazione** – WinCPT2
- ◆ **n. archiviazione indagine** - 18-2025 CPT3

Lucca, 20/03/2025



per la Geoluk srl

Geol. Paolo Domenico Mario Masini

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

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) $C_t = \text{spinta (Kg)} / \text{LETTURA al manometro}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta} \quad q_c \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = L_1 \times C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale} \quad f_s \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = (L_2 - L_1) \times C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale} \quad R_t \text{ (Kg)} = (L_t) \times C_t$$

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

- L1. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L2. totale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Lt. aste = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (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

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

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

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

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

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

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

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

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	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 LIMOSE	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 q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$

- 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

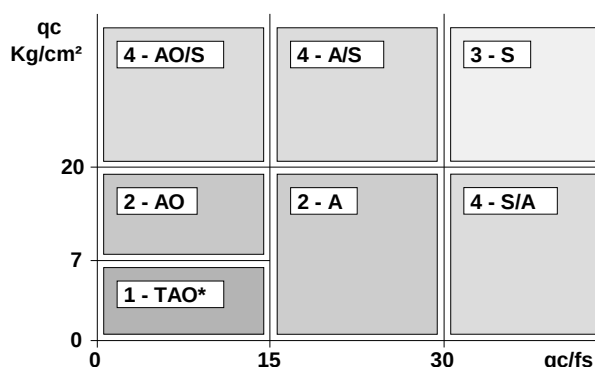
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

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

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

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



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' - q_c - 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 - q_c]
- 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 (terr.coes.) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = indice plastico]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (coefficiente 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 - q_c - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - q_c - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - q_c - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media uniforme/ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa uniforme/ media ben gradata
 ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco limosa/ ghiaietto uniorme
- 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

2.0105-PG076

- committente : Geol. Silvia Iinterdonato
- lavoro : progetto nuovi loculi
- località : Monusmmano Terme (PT)
- assist. cantiere :

- data : 19/03/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 20/03/2025

- note : -2.8m disancor.; acqua non rilevata a fine CPT1

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	6,0	----	6,0	0,27	22,0	1,60	6,0	16,0	6,0	0,27	22,0
0,40	13,0	17,0	13,0	0,33	39,0	1,80	4,0	8,0	4,0	0,73	5,0
0,60	11,0	16,0	11,0	0,60	18,0	2,00	20,0	31,0	20,0	2,67	7,0
0,80	12,0	21,0	12,0	0,33	36,0	2,20	83,0	123,0	83,0	2,93	28,0
1,00	4,0	9,0	4,0	0,67	6,0	2,40	109,0	153,0	109,0	2,07	53,0
1,20	20,0	30,0	20,0	0,73	27,0	2,60	84,0	115,0	84,0	4,80	17,0
1,40	15,0	26,0	15,0	0,67	22,0	2,80	54,0	126,0	54,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing$ = 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

2.0105-PG076

- committente : Geol. Silvia Iinterdonato
- lavoro : progetto nuovi loculi
- località : Monusmmano Terme (PT)
- assist. cantiere :

- data : 19/03/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 20/03/2025

- note : -4.0m disancor.; acqua non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	3,0	----	3,0	0,53	6,0	2,20	50,0	61,0	50,0	2,00	25,0
0,40	23,0	31,0	23,0	1,73	13,0	2,40	72,0	102,0	72,0	2,60	28,0
0,60	28,0	54,0	28,0	1,13	25,0	2,60	79,0	118,0	79,0	4,13	19,0
0,80	28,0	45,0	28,0	1,07	26,0	2,80	65,0	127,0	65,0	3,27	20,0
1,00	20,0	36,0	20,0	0,27	75,0	3,00	80,0	129,0	80,0	4,07	20,0
1,20	36,0	40,0	36,0	1,53	23,0	3,20	65,0	126,0	65,0	3,33	20,0
1,40	18,0	41,0	18,0	0,73	25,0	3,40	54,0	104,0	54,0	3,00	18,0
1,60	16,0	27,0	16,0	0,60	27,0	3,60	55,0	100,0	55,0	4,53	12,0
1,80	14,0	23,0	14,0	0,53	26,0	3,80	48,0	116,0	48,0	3,93	12,0
2,00	36,0	44,0	36,0	0,73	49,0	4,00	68,0	127,0	68,0	-----	----

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 3

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.0105-PG076

- committente :
- lavoro :
- località :
- assist. cantiere :

Geol. Silvia Iinterdonato
progetto nuovi loculi
Monusmmano Terme (PT)

- data :
- quota inizio :
- falda :
- data di emissione :

19/03/2025
Piano Campagna

- note :

-3.0m disancor.; acqua non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm²	Kg/cm²	-	m	-	-	Kg/cm²	Kg/cm²	-
0,20	14,0	----	14,0	0,53	26,0	1,80	46,0	76,0	46,0	3,60	13,0
0,40	16,0	24,0	16,0	0,33	48,0	2,00	61,0	115,0	61,0	3,53	17,0
0,60	32,0	37,0	32,0	0,33	96,0	2,20	47,0	100,0	47,0	4,33	11,0
0,80	46,0	51,0	46,0	1,13	41,0	2,40	62,0	127,0	62,0	3,80	16,0
1,00	24,0	41,0	24,0	0,73	33,0	2,60	57,0	114,0	57,0	2,20	26,0
1,20	21,0	32,0	21,0	0,47	45,0	2,80	71,0	104,0	71,0	2,73	26,0
1,40	28,0	35,0	28,0	1,13	25,0	3,00	59,0	100,0	59,0	-----	----
1,60	31,0	48,0	31,0	2,00	16,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

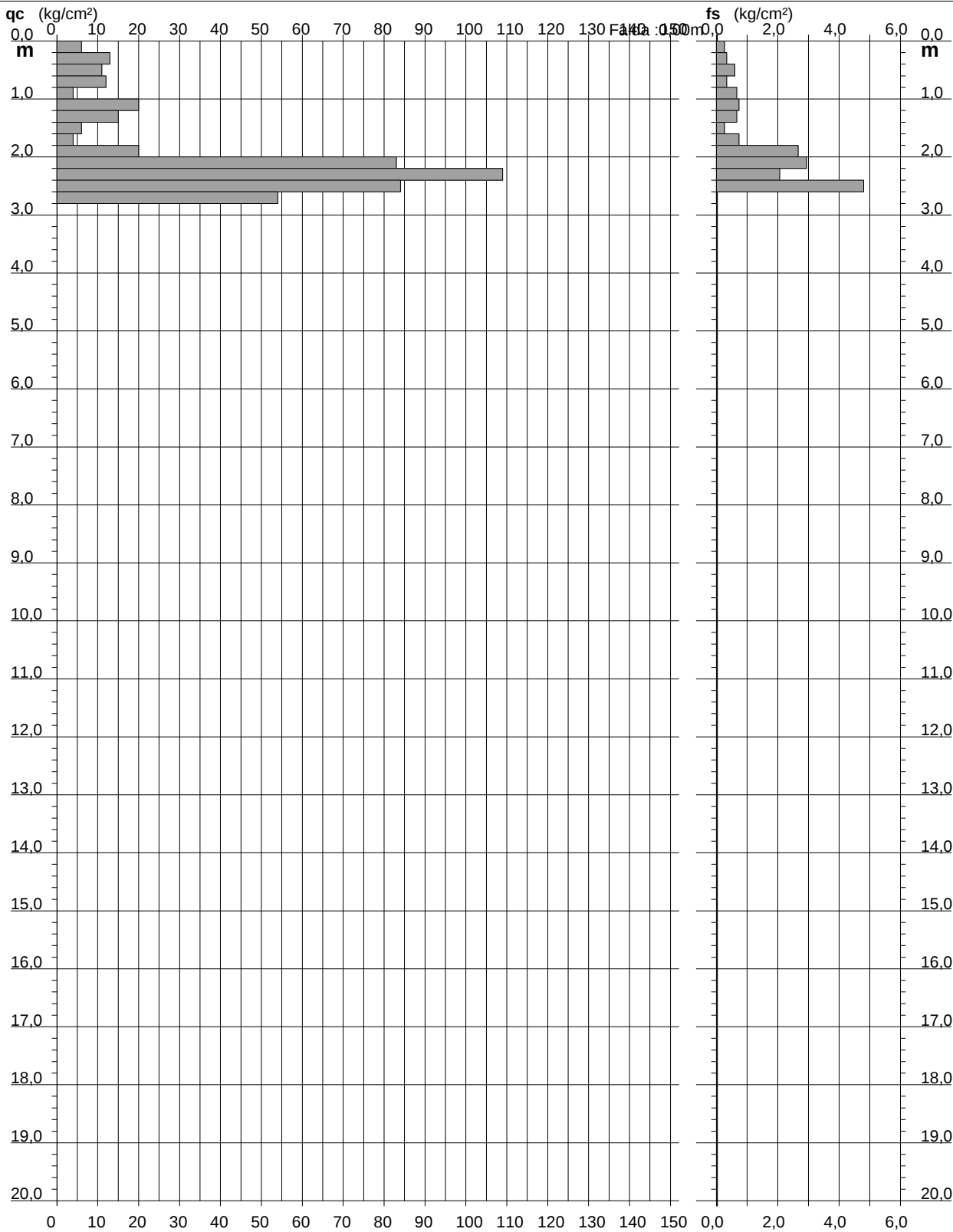
CPT 1

2.0105-PG076

- committente : Geol. Silvia Iinterdonato
- lavoro : progetto nuovi loculi
- localit  : Monusmmano Terme (PT)
- assist. cantiere :

- data : 19/03/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 20/03/2025

- note : -2.8m disancor.; acqua non rilevata a fine CPT1



PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

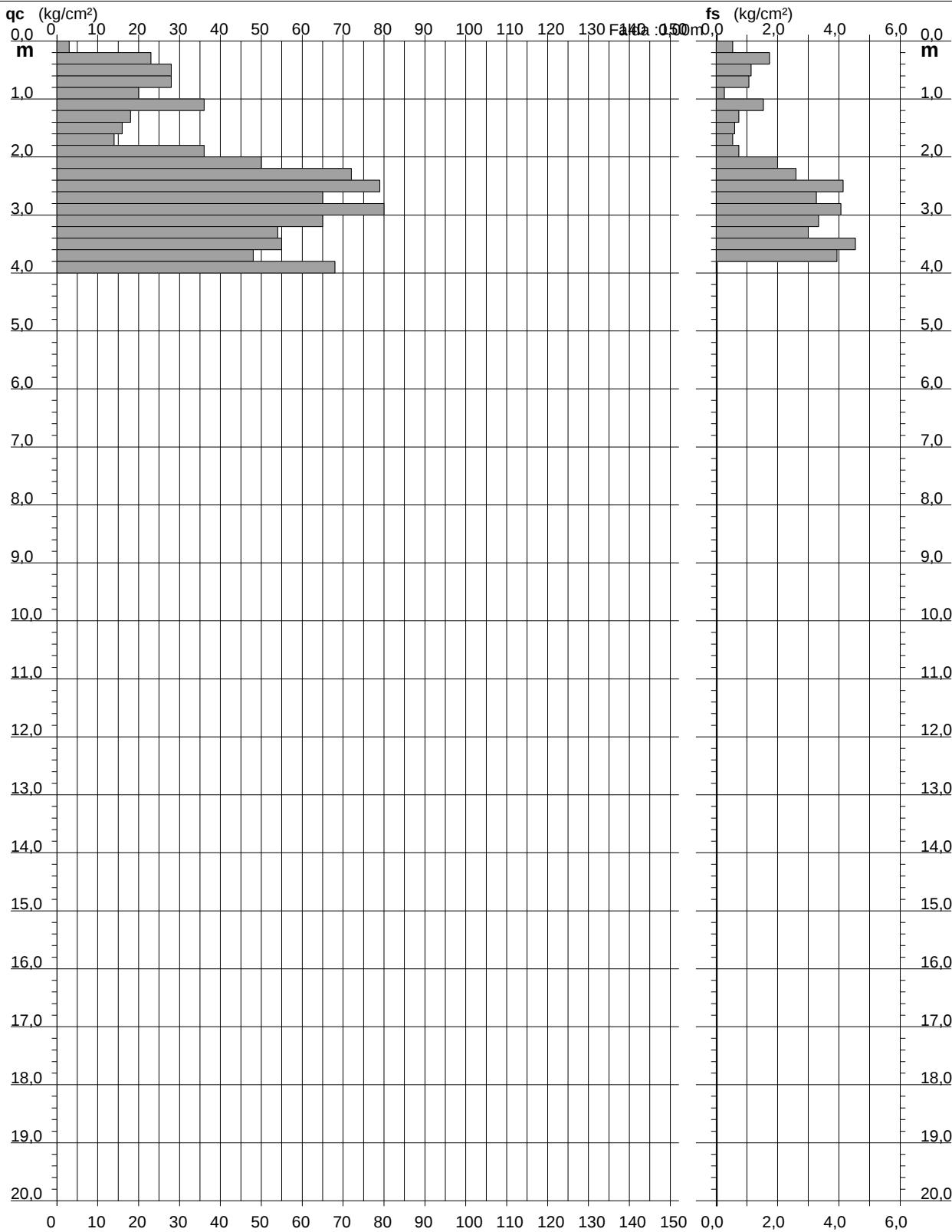
CPT 2

2.0105-PG076

- committente : Geol. Silvia Iinterdonato
- lavoro : progetto nuovi loculi
- località : Monusmmano Terme (PT)
- assist. cantiere :

- note : -4.0m disancor.; acqua non rilevata

- data : 19/03/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 20/03/2025



PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

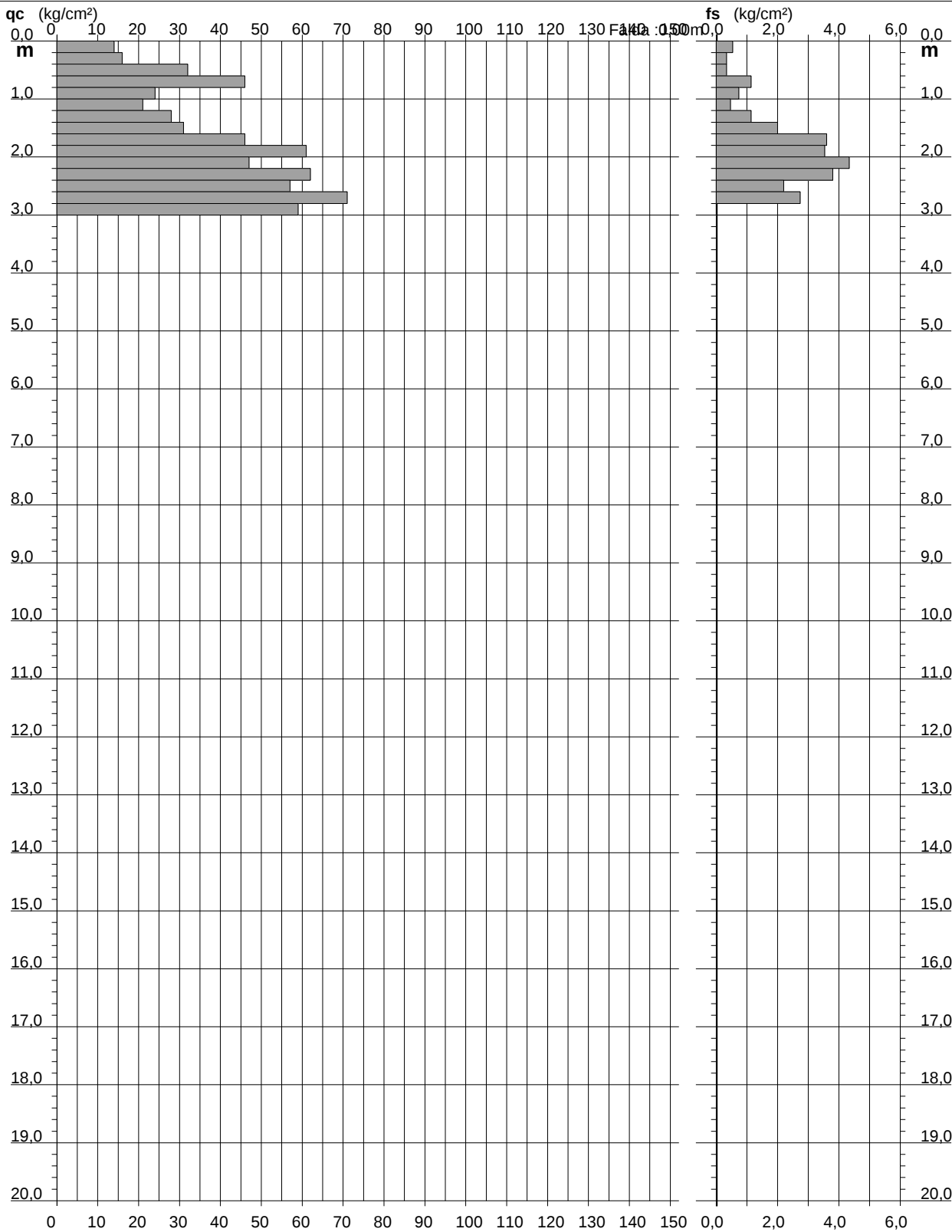
CPT 3

2.0105-PG076

- committente : Geol. Silvia Iinterdonato
- lavoro : progetto nuovi loculi
- localit  : Monusmmano Terme (PT)
- assist. cantiere :

- note : -3.0m disancor.; acqua non rilevata

- data : 19/03/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 20/03/2025



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

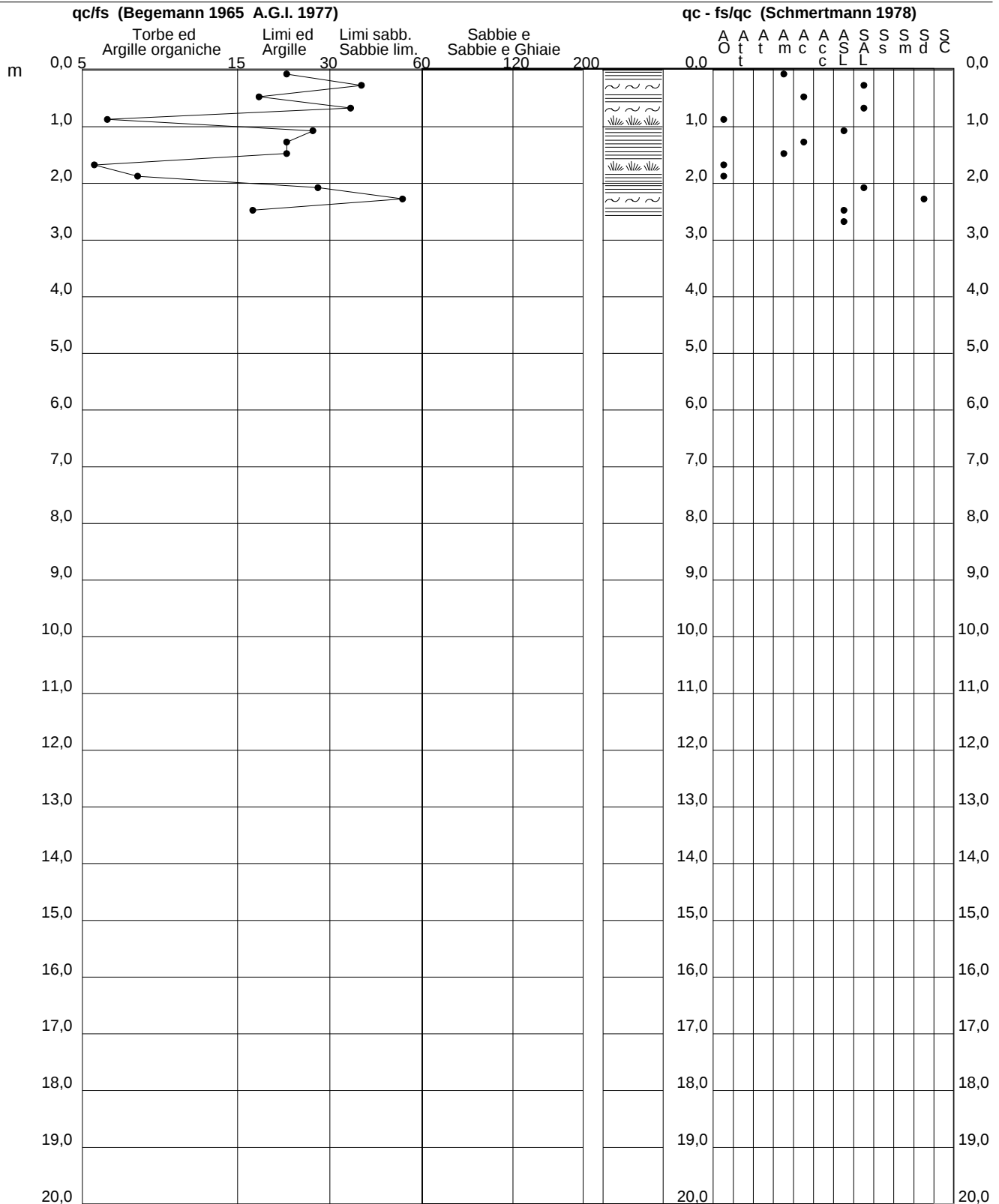
CPT 1

2.0105-PG076

- committente : Geol. Silvia Iinterdonato
- lavoro : progetto nuovi loculi
- località : Monusmmano Terme (PT)
- assist. cantiere :

- data : 19/03/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 20/03/2025

- note : -2.8m disancor.; acqua non rilevata a fine CPT1



PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

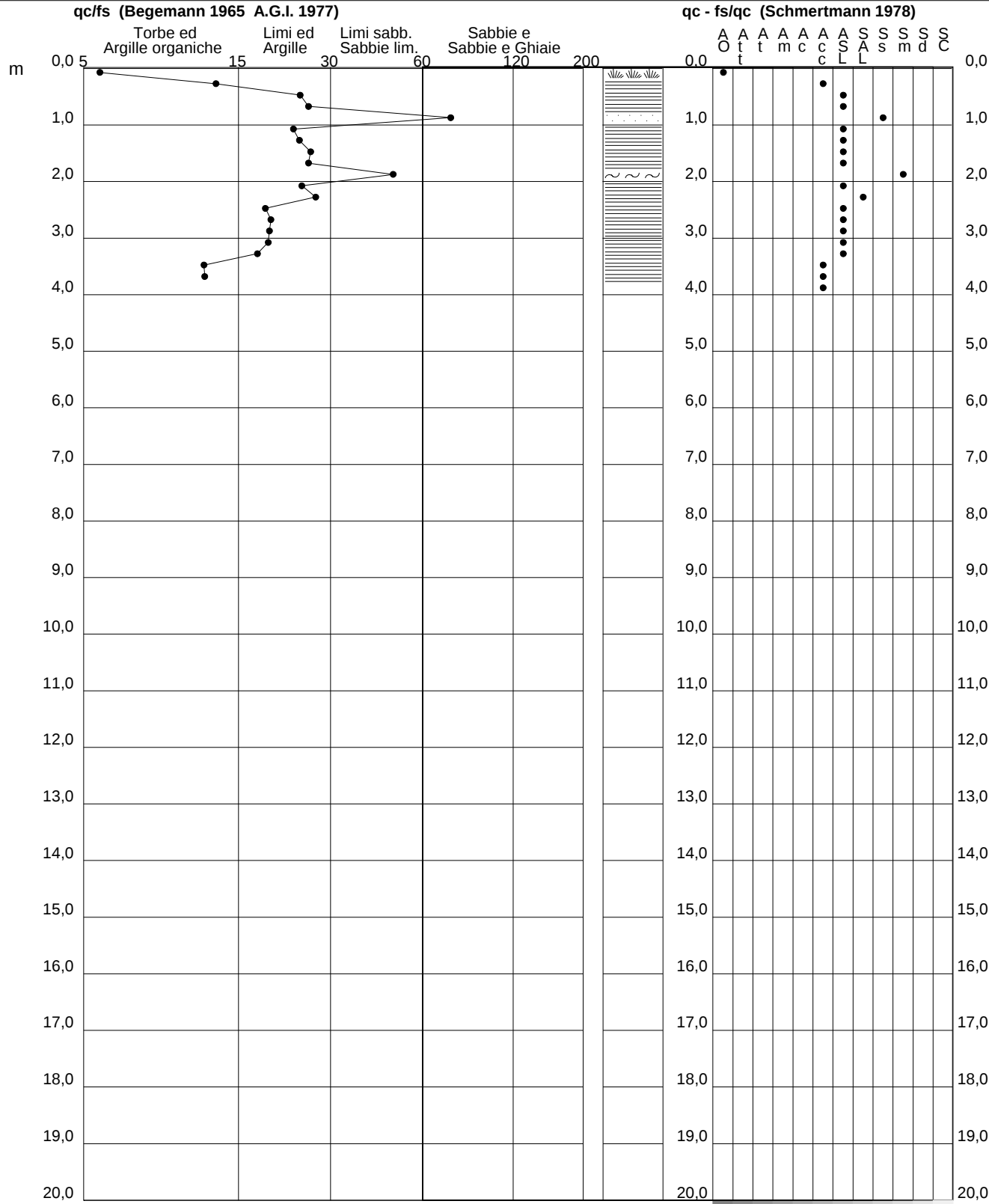
CPT 2

2.0105-PG076

- committente : Geol. Silvia Iinterdonato
- lavoro : progetto nuovi loculi
- località : Monusmmano Terme (PT)
- assist. cantiere :

- data : 19/03/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 20/03/2025

- note : -4.0m disancor.; acqua non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

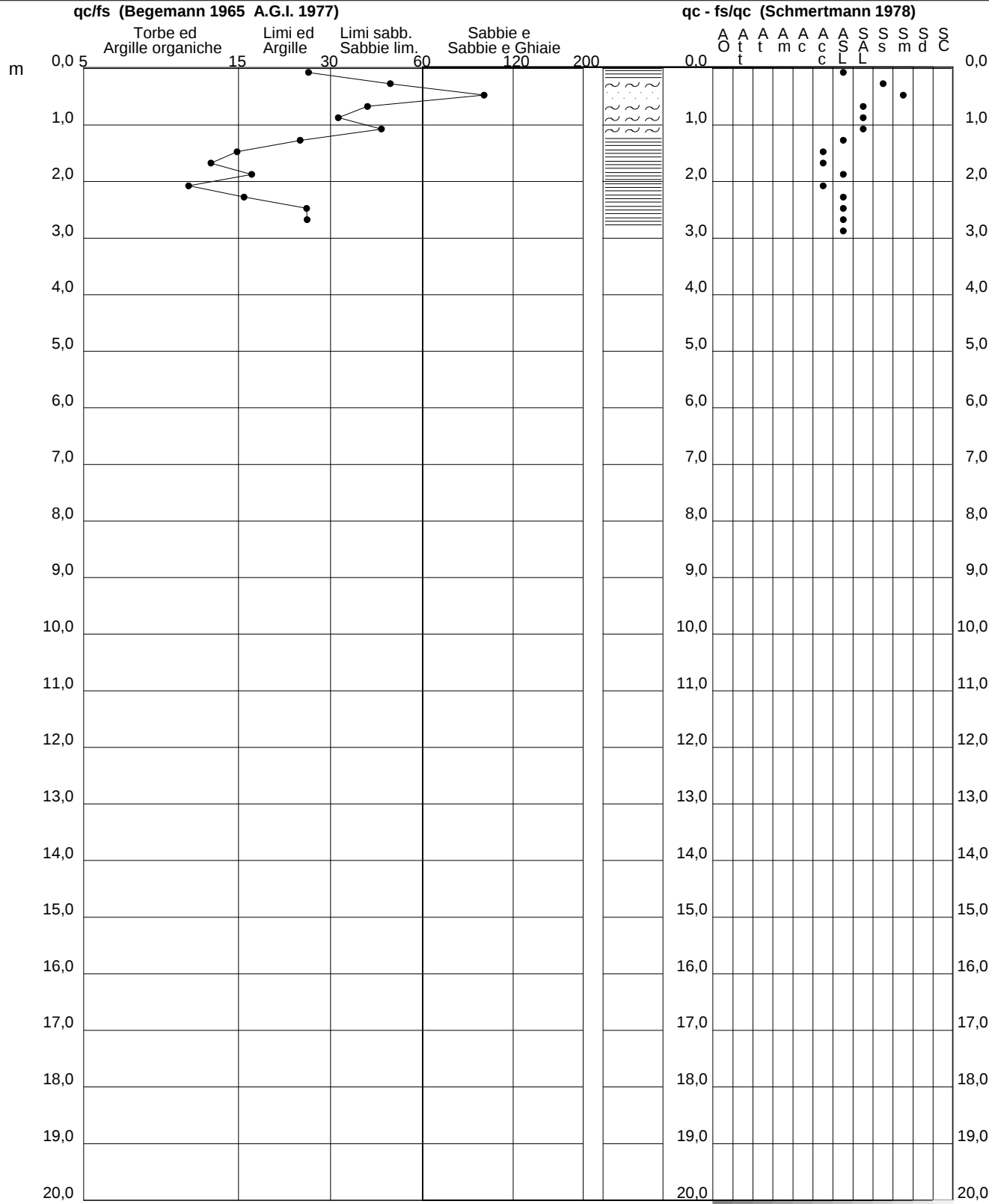
CPT 3

2.0105-PG076

- committente : Geol. Silvia Iinterdonato
- lavoro : progetto nuovi loculi
- localit  : Monusmmano Terme (PT)
- assist. cantiere :

- data : 19/03/2025
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 20/03/2025

- note : -3.0m disancor.; acqua non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.0105-PG076

- committente :
- lavoro :
- località :
- assist. cantiere :

Geol. Silvia Iinterdonato
progetto nuovi loculi
Monusmmano Terme (PT)

- data :
- quota inizio :
- falda :
- data di emissione :

19/03/2025
Piano Campagna

- note :

-2.8m disancor.; acqua non rilevata a fine CPT1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	6	22	2////	0,82	0,02	0,30	99,9	51	77	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	13	39	4/:/:	0,88	0,03	0,60	99,9	103	154	47	84	40	41	43	45	43	26	0,204	22	33	39
0,60	11	18	2////	0,91	0,05	0,54	99,9	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	12	36	4/:/:	0,88	0,07	0,57	87,1	97	146	45	64	37	39	41	43	39	26	0,142	20	30	36
1,00	4	6	1***	0,46	0,08	0,20	20,1	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	20	27	4/:/:	0,93	0,10	0,80	87,3	136	204	60	73	38	40	42	44	40	27	0,170	33	50	60
1,40	15	22	2////	0,95	0,12	0,67	55,6	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	6	22	2////	0,82	0,13	0,30	17,4	51	77	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	4	5	1***	0,46	0,14	0,20	9,6	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	20	7	4/:/:	0,93	0,16	0,80	46,7	136	204	60	61	37	39	41	43	38	27	0,134	33	50	60
2,20	83	28	4/:/:	1,04	0,18	2,77	99,9	470	706	249	100	42	43	45	46	44	33	0,258	138	208	249
2,40	109	53	3:::	1,01	0,20	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	34	0,258	182	273	327
2,60	84	17	4/:/:	1,04	0,22	2,80	99,9	476	714	252	100	42	43	45	46	43	33	0,258	140	210	252
2,80	54	--	3:::	0,92	0,24	--	--	--	--	--	86	40	42	43	45	41	31	0,208	90	135	162

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.0105-PG076

- committente :	Geol. Silvia linterdonato	- data :	19/03/2025
- lavoro :	progetto nuovi loculi	- quota inizio :	Piano Campagna
- localit� :	Monusmmano Terme (PT)	- falda :	
- assist. cantiere :		- data di emissione :	20/03/2025
- note :	-4.0m disancor.; acqua non rilevata		

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m²	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	3	6	1***	0,46	0,01	0,15	99,9	6	9	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	23	13	4/:/:	0,94	0,03	0,87	99,9	148	221	69	100	42	43	45	46	45	28	0,258	38	58	69
0,60	28	25	4/:/:	0,96	0,05	0,97	99,9	164	246	84	100	42	43	45	46	45	28	0,258	47	70	84
0,80	28	26	4/:/:	0,96	0,07	0,97	99,9	164	246	84	95	41	43	44	46	43	28	0,239	47	70	84
1,00	20	75	4/:/:	0,93	0,08	0,80	99,9	136	204	60	77	39	40	42	44	41	27	0,180	33	50	60
1,20	36	23	4/:/:	0,99	0,10	1,20	99,9	204	306	108	92	41	42	44	45	42	30	0,230	60	90	108
1,40	18	25	2////	0,98	0,12	0,75	59,6	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	16	27	2////	0,96	0,14	0,70	45,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	14	26	2////	0,94	0,16	0,64	34,7	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	36	49	3:::	0,89	0,18	--	--	--	--	--	79	39	41	42	44	40	30	0,186	60	90	108
2,20	50	25	4/:/:	1,01	0,20	1,67	89,0	283	425	150	87	40	42	43	45	41	31	0,214	83	125	150
2,40	72	28	4/:/:	1,03	0,22	2,40	99,9	408	612	216	98	42	43	44	46	42	32	0,250	120	180	216
2,60	79	19	4/:/:	1,03	0,24	2,63	99,9	448	672	237	99	42	43	44	46	42	33	0,253	132	198	237
2,80	65	20	4/:/:	1,02	0,26	2,17	88,3	368	553	195	90	41	42	44	45	41	32	0,223	108	163	195
3,00	80	20	4/:/:	1,03	0,28	2,67	99,9	453	680	240	95	41	43	44	46	42	33	0,241	133	200	240
3,20	65	20	4/:/:	1,02	0,30	2,17	73,5	368	553	195	86	40	42	43	45	40	32	0,211	108	163	195
3,40	54	18	4/:/:	1,01	0,32	1,80	53,8	306	459	162	78	39	41	42	44	39	31	0,185	90	135	162
3,60	55	12	4/:/:	1,01	0,34	1,83	51,0	312	467	165	78	39	41	42	44	39	31	0,182	92	138	165
3,80	48	12	4/:/:	1,01	0,36	1,60	40,1	272	408	144	71	38	40	42	44	38	31	0,164	80	120	144
4,00	68	--	3:::	0,95	0,38	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	40	32	0,197	113	170	204

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.0105-PG076

- committente :
- lavoro :
- località :
- assist. cantiere :

Geol. Silvia linterdonato
progetto nuovi loculi
Monusmmano Terme (PT)

- data :
- quota inizio :
- falda :
- data di emissione :

19/03/2025
Piano Campagna

- note :

-3.0m disancor.; acqua non rilevata

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	14	26	2////	0,94	0,02	0,64	99,9	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	16	48	4:/:/	0,90	0,04	0,70	99,9	118	177	52	90	41	42	44	45	43	27	0,222	27	40	48
0,60	32	96	3:::	0,88	0,05	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	29	0,258	53	80	96
0,80	46	41	3:::	0,91	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	31	0,258	77	115	138
1,00	24	33	3:::	0,86	0,09	--	--	--	--	--	82	39	41	43	45	41	28	0,196	40	60	72
1,20	21	45	3:::	0,85	0,11	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	40	27	0,168	35	53	63
1,40	28	25	4:/:/	0,96	0,13	0,97	80,1	164	246	84	79	39	41	42	44	41	28	0,186	47	70	84
1,60	31	16	4:/:/	0,97	0,15	1,03	72,9	176	264	93	79	39	41	42	44	40	29	0,186	52	78	93
1,80	46	13	4:/:/	1,01	0,17	1,53	99,9	261	391	138	89	40	42	44	45	41	31	0,220	77	115	138
2,00	61	17	4:/:/	1,02	0,19	2,03	99,9	346	519	183	96	41	43	44	46	42	32	0,244	102	153	183
2,20	47	11	4:/:/	1,01	0,21	1,57	79,4	266	400	141	85	40	41	43	45	41	31	0,205	78	118	141
2,40	62	16	4:/:/	1,02	0,23	2,07	99,7	351	527	186	92	41	42	44	45	41	32	0,229	103	155	186
2,60	57	26	4:/:/	1,01	0,25	1,90	80,6	323	485	171	87	40	42	43	45	41	31	0,212	95	143	171
2,80	71	26	4:/:/	1,03	0,27	2,37	96,0	402	604	213	92	41	42	44	45	41	32	0,232	118	178	213
3,00	59	--	3:::	0,93	0,29	--	--	--	--	--	84	40	41	43	45	40	32	0,204	98	148	177

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : **DPSH (S. Heavy)**

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	$Q = (MH)/(A\delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente : $N_{spt} = \beta_t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : Geol. Silvia Interdonato
- lavoro : indagine geognostica
- località : Monsummano Terme (PT)
- note : approf. CPT1; -9.0m rifiuto strumentale

- data : 19/03/2025
- quota inizio : -2.8m da p.c.
- prof. falda : 0,80 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	----	----	----	1	4,60 - 4,80	9	51,0	----	5
0,20 - 0,40	----	----	----	1	4,80 - 5,00	8	42,7	----	6
0,40 - 0,60	----	----	----	1	5,00 - 5,20	8	42,7	----	6
0,60 - 0,80	----	----	----	1	5,20 - 5,40	13	69,5	----	6
0,80 - 1,00	----	----	----	2	5,40 - 5,60	12	64,1	----	6
1,00 - 1,20	----	----	----	2	5,60 - 5,80	13	69,5	----	6
1,20 - 1,40	----	----	----	2	5,80 - 6,00	18	91,0	----	7
1,40 - 1,60	----	----	----	2	6,00 - 6,20	19	96,1	----	7
1,60 - 1,80	----	----	----	2	6,20 - 6,40	19	96,1	----	7
1,80 - 2,00	----	----	----	3	6,40 - 6,60	11	55,6	----	7
2,00 - 2,20	----	----	----	3	6,60 - 6,80	8	40,5	----	7
2,20 - 2,40	----	----	----	3	6,80 - 7,00	8	38,4	----	8
2,40 - 2,60	----	----	----	3	7,00 - 7,20	7	33,6	----	8
2,60 - 2,80	----	----	----	3	7,20 - 7,40	7	33,6	----	8
2,80 - 3,00	10	60,2	----	4	7,40 - 7,60	5	24,0	----	8
3,00 - 3,20	8	48,2	----	4	7,60 - 7,80	6	28,8	----	8
3,20 - 3,40	8	48,2	----	4	7,80 - 8,00	6	27,4	----	9
3,40 - 3,60	11	66,3	----	4	8,00 - 8,20	7	32,0	----	9
3,60 - 3,80	11	66,3	----	4	8,20 - 8,40	7	32,0	----	9
3,80 - 4,00	10	56,6	----	5	8,40 - 8,60	5	22,8	----	9
4,00 - 4,20	9	51,0	----	5	8,60 - 8,80	5	22,8	----	9
4,20 - 4,40	10	56,6	----	5	8,80 - 9,00	51	222,2	----	10
4,40 - 4,60	9	51,0	----	5					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

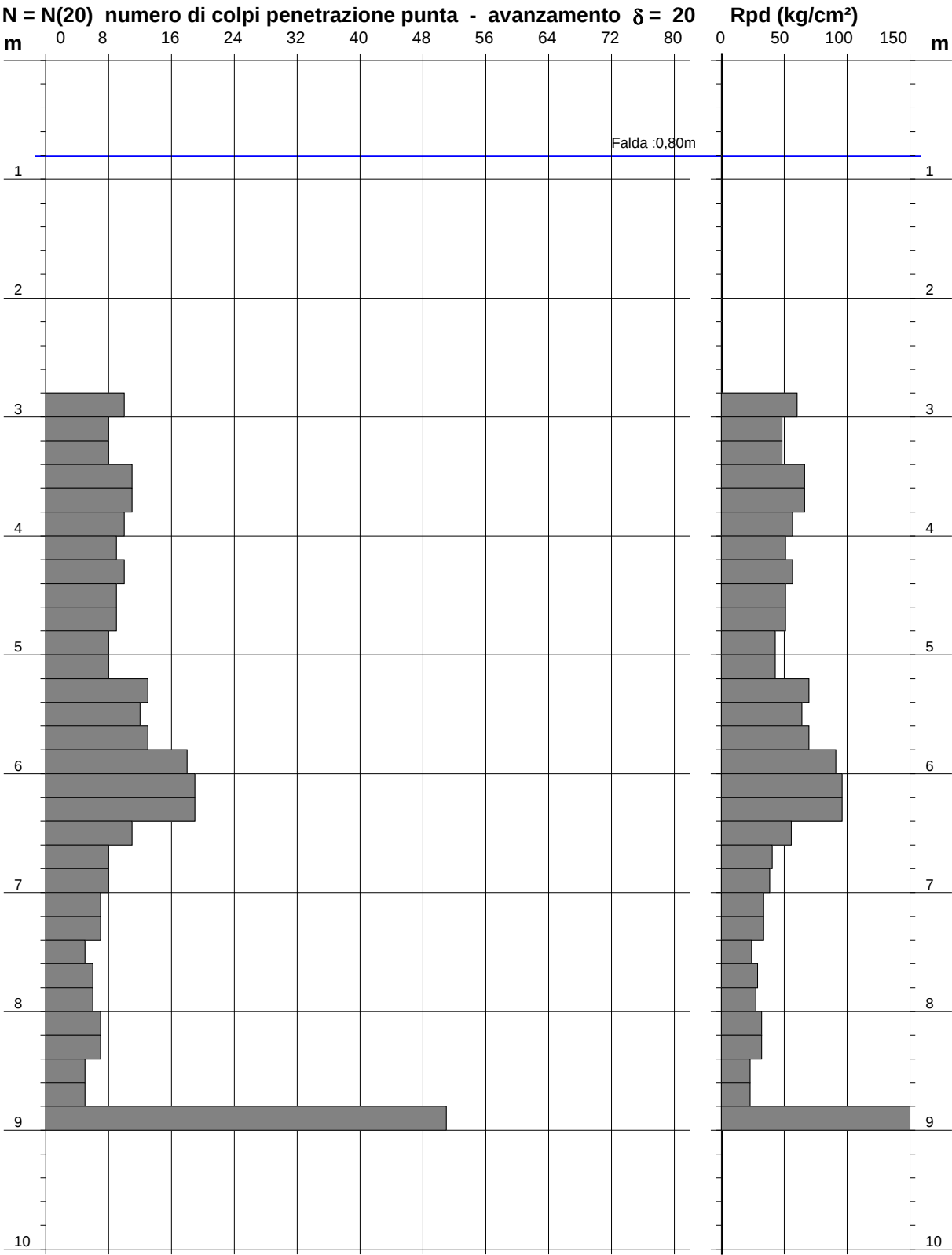
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 50

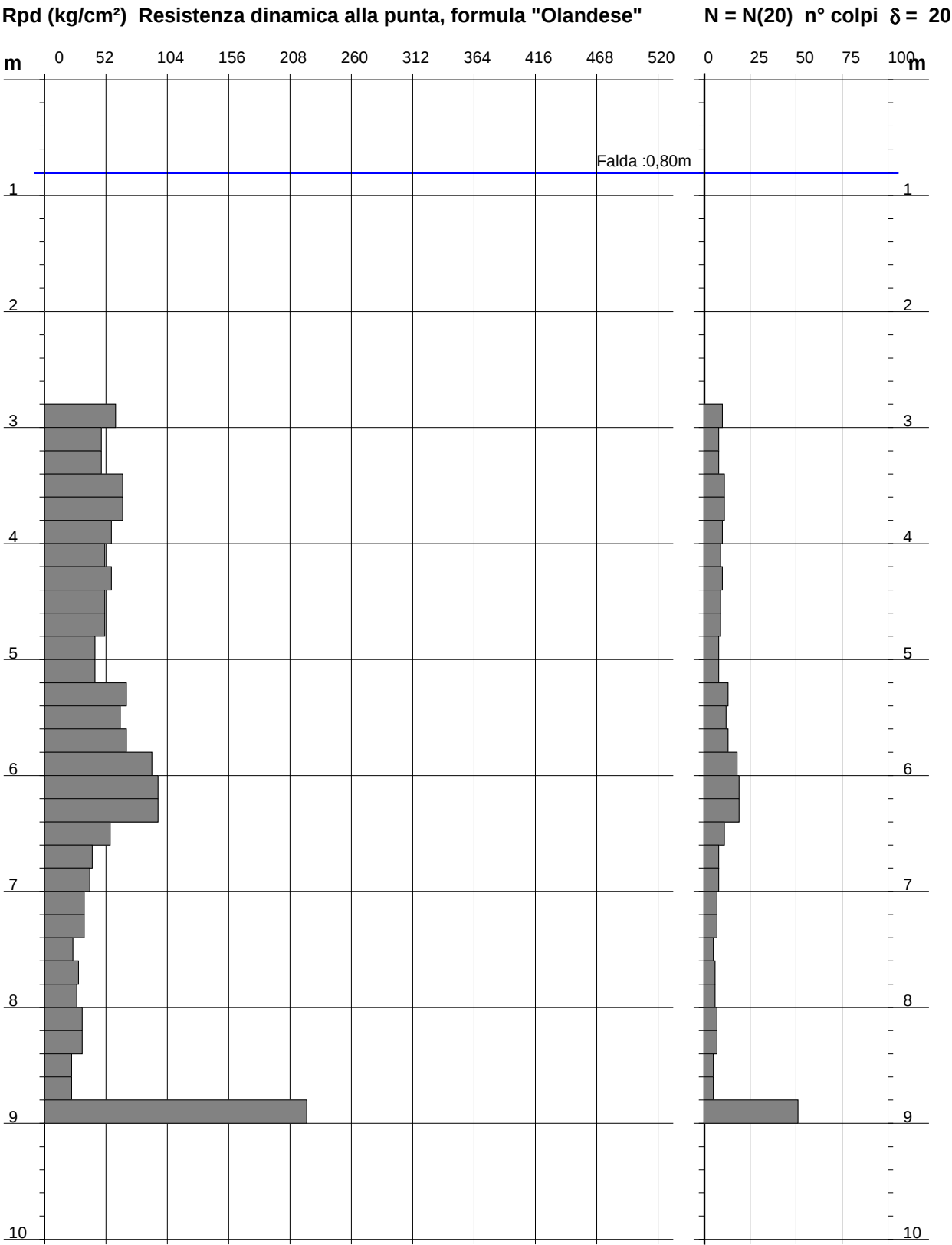
- committente :	Geol. Silvia Interdonato	- data :	19/03/2025
- lavoro :	indagine geognostica	- quota inizio :	-2.8m da p.c.
- località :	Monsummano Terme (PT)	- prof. falda :	0,80 m da quota inizio
- note :	approf. CPT1; -9.0m rifiuto strumentale	- pagina :	1



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 1
Scala 1: 50

- committente :	Geol. Silvia Interdonato	- data :	19/03/2025
- lavoro :	indagine geognostica	- quota inizio :	-2.8m da p.c.
- località :	Monsummano Terme (PT)	- prof. falda :	0,80 m da quota inizio



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente :
- lavoro :
- località :
- note :

Geol. Silvia Interdonato
indagine geognostica
Monsummano Terme (PT)
approf. CPT1; -9.0m rifiuto strumentale

- data :
- quota inizio :
- prof. falda :
- pagina :

19/03/2025
-2.8m da p.c.
0,80 m da quota inizio
1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s				M+s
1	0,00	2,80	N	0,0	0	0	0,0	----	----	----	0	1,52	0
			Rpd	0,0	0	0	0,0	----	----	----	0		
2	2,80	5,20	N	9,3	8	11	8,6	1,1	8,1	10,4	9	1,52	14
			Rpd	53,4	43	66	48,1	8,0	45,4	61,4	52		
3	5,20	6,60	N	15,0	11	19	13,0	3,5	11,5	18,5	15	1,52	23
			Rpd	77,4	56	96	66,5	16,6	60,8	94,0	77		
4	6,60	8,80	N	6,5	5	8	5,7	1,1	5,3	7,6	6	1,52	9
			Rpd	30,5	23	41	26,7	6,0	24,6	36,5	28		
5	8,80	9,00	N	51,0	51	51	51,0	----	----	----	51	1,52	78
			Rpd	222,2	222	222	222,2	----	----	----	222		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20 \text{ cm}$) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20 \text{ cm}$)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	2.80		----	----	26.0	191	1.83	1.33	----	1.60	68	1.833
2	2.80	5.20		14	41.0	31.2	299	1.96	1.53	0.88	1.95	30	0.795
3	5.20	6.60		23	54.5	33.9	369	2.01	1.62	1.44	2.06	23	0.610
4	6.60	8.80		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
5	8.80	9.00		78	95.5	44.4	793	2.21	1.94	4.88	2.72	-01	-0.013

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30 \text{ cm}$)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

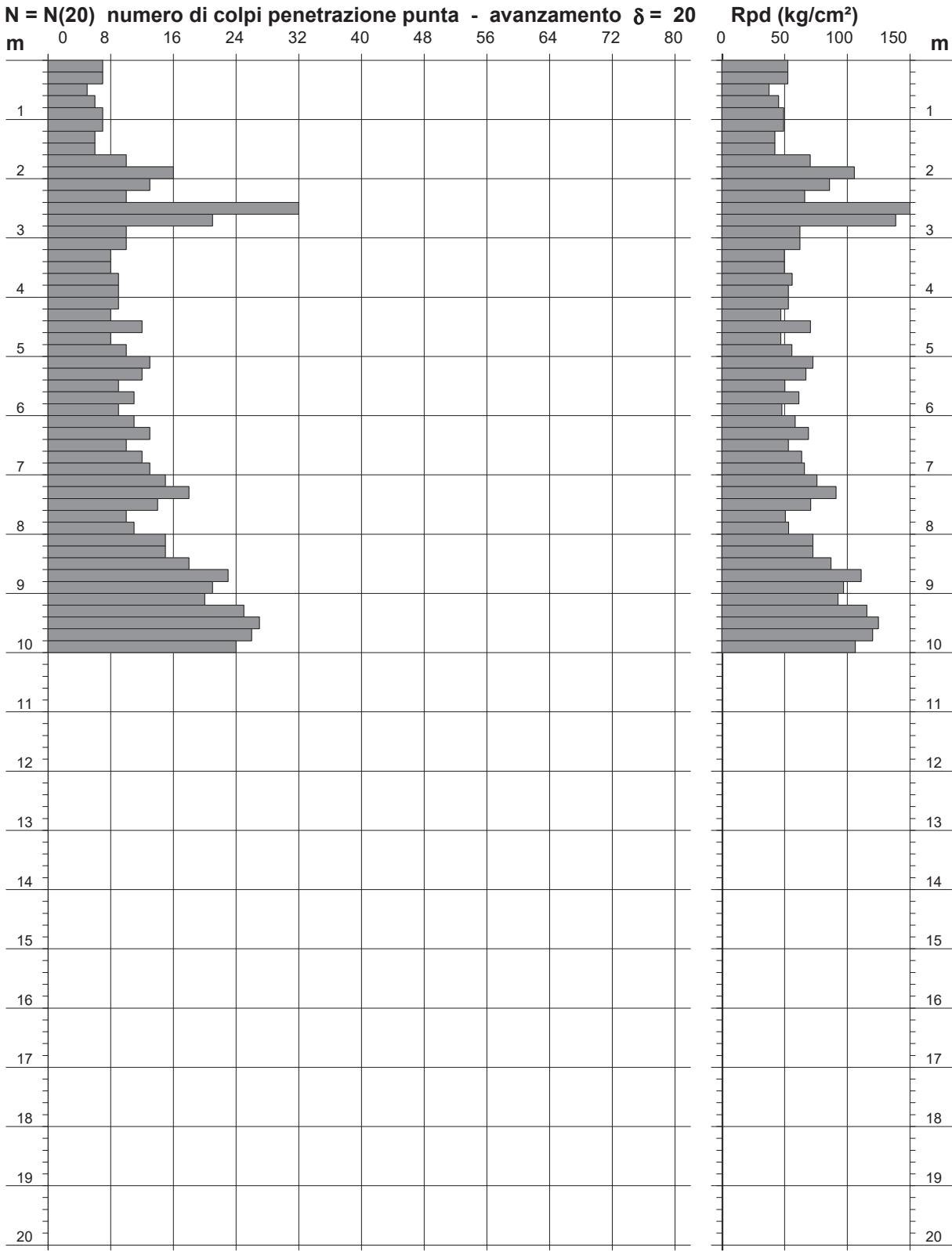
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 100

- committente : Geol. Silvia Interdonato
- lavoro : indagine geognostica
- località : camposanto di Monsummano Terme (PT)
- note :

- data : 13/10/2023
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente : Geol. Silvia Interdonato
- lavoro : indagine geognostica
- località : camposanto di Monsummano Terme (PT)
- note :

- data : 13/10/2023
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,60	N Rpd	6,4 46,4	5 38	7 53	5,7 42,0	---- 5,5	5,6 40,9	7,1 51,8	6 44	1,52	9
2	1,60 3,20	N Rpd	15,3 100,3	10 62	32 211	12,6 81,3	7,8 52,1	7,4 48,2	23,1 152,4	15 98	1,52	23
3	3,20 4,80	N Rpd	8,9 53,3	8 47	12 71	8,4 50,2	1,4 7,6	7,5 45,6	10,2 60,9	9 54	1,52	14
4	4,80 8,60	N Rpd	12,6 65,1	9 48	18 91	10,8 56,4	2,7 12,1	9,9 53,0	15,3 77,3	13 67	1,52	20
5	8,60 10,00	N Rpd	23,7 109,7	20 93	27 125	21,9 101,1	2,6 11,9	21,2 97,8	26,3 121,5	24 111	1,52	37

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.60		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
2	1.60 3.20		23	54.5	33.9	369	2.01	1.62	1.44	2.06	23	0.610
3	3.20 4.80		14	41.0	31.2	299	1.96	1.53	0.88	1.95	30	0.795
4	4.80 8.60		20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	1.25	2.02	25	0.667
5	8.60 10.00		37	72.0	37.8	477	2.09	1.74	2.31	2.23	14	0.387

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno