

COMUNE DI MONTALE

Variante al Piano Operativo

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ

ai sensi del DPGRT n.5/r del 30/01/2020

PROPONENTE

Gruppo Grassi srl

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

arch. Simona Fioretti

VARIANTE URBANISTICA E VAS

arch. Andrea Giraldi

giraldi.andrea@gmail.com

INDAGINI GEOLOGICHE

geol. Elisa Lazzi

INDAGINI IDRAULICHE

ing. Simone Galardini



ALL.01

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. METODOLOGIA DI INDAGINE	3
3. QUADRO CONOSCITIVO	3
3.1 Ubicazione e aspetti morfologici (Figura 2 – Allegato1).....	3
3.2 Inquadramento geologico di area vasta.....	4
3.3 Inquadramento geologico dell'area di studio (Figura 3 – Allegato1)	4
3.4 Idrogeologia.....	4
4. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	5
4.1 DPCM 6/05/2005 Del. Autorità Bacino F.Arno - PAI– (Figura 4- Allegato 1)	5
4.2 Regolamento Urbanistico comune di Montale (Figura 5 – Allegato 1)	5
5. PERICOLOSITA' IDRAULICA	5
5.1 Verifica ai sensi della Norma 2 del DPCM. del 05/11/1999	5
5.2 Verifica ai sensi della Norma 5 del DPCM. del 05/11/1999	5
5.3 Verifica ai sensi della Norma 6 (DPCM. del 05/11/1999).....	5
5.4 Verifiche ai sensi del PGRA - (Figura 6 – Allegato 1)	5
5.5 Verifica ai sensi del RU e PO del Comune di Montale (Figure 7-8-9 – Allegato 1)	6
6. CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITÀ DELL'AREA	6
6.1 Classificazione.....	6
6.2 Microzonazione sismica locale (Figura 10 – Allegato 1).....	7
6.3 Pericolosità sismica ai sensi DPGRT n° 5/R del 30/01/2020 (Figura 11 - Allegato 1).....	7
7. DATI DI BASE	8
8. FATTIBILITA'	9
9. PRESCRIZIONI PER IL PROGETTO	9

1. PREMESSA

La presente relazione geologica di fattibilità è stata redatta conto del Gruppo Grassi srl, a supporto della variante al Piano Operativo del comune di Montale relativa ad un area posta lungo Via Garibaldi, nel Comune di Montale.

Il progetto consiste nella realizzazione di una vasca di laminazione sul lotto CEp "Aree per opere di regimazione di progetto" e la realizzazione di un edificio produttivo su lotto EA1 "Ambiti di pertinenza dei centri e dei nuclei storici alle emergenze architettoniche" e in relazione a tali tipologie progettuali il presente studio geologico, finalizzato a verificare la fattibilità degli interventi in funzione della pericolosità geologica, sismica ed idraulica dell'area interessata, si è sviluppato secondo le seguenti fasi:

- descrizione delle caratteristiche geomorfologiche dei luoghi
- analisi delle conoscenze ricavate sia dagli studi geologici a corredo degli atti di pianificazione territoriale (P.S. ed P.O del Comune di Montale) che da indagini sullo stesso sito o in aree limitrofe
- definizione della pericolosità geologico, idraulico e sismica
- indicazione della fattibilità dell'intervento in riferimento alle classi di pericolosità definite con indicazione delle prescrizioni da ottemperare in fase di progetto esecutivo.

La valutazione della fattibilità si è svolta in ottemperanza a quanto stabilito dalla vigente normativa in materia di pianificazione come di seguito specificata:

Legislazione nazionale:

- D.P.C.M. 5/11/1999 pubblicato su G.U. n° 229 del 22/12/1999 riguardante "Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del Rischio Idraulico del bacino del fiume Arno"
- D.P.C.M. 6/05/2005 pubblicato su G.U. n° 230 del 3/10/2005 riguardante "Approvazione del Piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico, adottato dal Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Arno con deliberazione n. 185 dell'11 novembre 2004"
- Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) adottato nel Dicembre 2015 dall' Autorità di Bacino F.me Arno confluita nell'Autorità Distrettuale Appennino Settentrionale
- Decreto Ministeriale 17/01/2018 - Norme Tecniche per le costruzioni (NTC)
- Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale Consiglio Superiore dei Lavori pubblici.

Legislazione regionale e comunale:

- PIT - D.C.R.T. n. 72 del 24/07/2007 approvato dal Consiglio Regionale della Toscana con la Delib. R.T. 230/94.
- L.R. 58/2009 Prevenzione e riduzione del rischio sismico
- Regolamento - n. 58/R del 22.10.2012- Verifiche nelle zone a bassa sismicità pubblicato sul BURT n. 57 parte I del 26 ottobre 2012
- Legge Regionale 10 Novembre 2014 n. 65 Norme per il governo del territorio (aggiornata al 24.04.2015)e pubblicata su BURT - n. 53
- DPRGT n. 5/R – 30/01/2020 Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.) Bollettino Ufficiale n. 6, parte prima, del 5 febbraio 2020 Allegato A Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche
- DGRT n. 421 del 26/05/2014 classificazione sismica Regione Toscana
- Legge Regione Toscana del 24 Luglio 2018 n° 41 "Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua"
- Norme e disposizioni del PS del Comune di Montale adottato con deliberazione del Consiglio Comunale n.95 del 03/11/2021

- Norme e disposizione del Regolamento Urbanistico del comune di Montale approvato con delibera n.22 del 21/04/2009
- Norme e disposizioni del P.O. (Piano operativo) del Comune di Quarrata approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n.19 del 06/04/2019.

2. METODOLOGIA DI INDAGINE

Il presente studio geologico di fattibilità è redatto in ottemperanza al DPGR n° 5/R del 05/02/2020 con riferimento agli atti di pianificazione territoriale approvata di cui è dotato il Comune di Montale quali Regolamento Urbanistico (R.U.) e Piano Operativo (P.O).

In particolare per l'attribuzione delle classi di pericolosità e conseguente fattibilità si è fatto riferimento, senza apportarvi modifiche, agli elaborati geologici del RU e del PO approvati e per ciascuna tematica è stata fornita la seguente cartografia:

QUADRO CONOSCITIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Corografia dei luoghi - Inquadramento geologico - Pericolosità geomorfologica - Pericolosità idraulica - Zonizzazione sismica locale (MOPS) - Pericolosità sismica - Dati di base
ELABORATI DI PROGETTO	<ul style="list-style-type: none"> - Fattibilità geomorfologica - Fattibilità idraulica - Fattibilità sismica

La relazione geologica di fattibilità comprensiva di certificazione di adeguatezza delle indagini geologiche viene depositata presso la Regione Toscana - Ufficio Genio Civile competente per il controllo ai sensi dell'art. 7 punto c) secondo la modulistica indicata dal Decreto n° 5/R del 30/01/2020.

3. QUADRO CONOSCITIVO

Per quanto attiene l'analisi del quadro conoscitivo è parso opportuno riferirsi ai dati ampiamente trattati e approfonditi negli studi geologici di supporto agli strumenti di pianificazione vigenti.

In riferimento a ciò lo studio in questione si è articolato in due distinte fasi e in particolare:

- descrizione delle caratteristiche fisiche dell'area d'interesse riferite agli aspetti morfologici e geologici idrografici mediante l'analisi dei dati di base acquisiti per la redazione del Piano Strutturale e del Piano Operativo del Comune di Montale.
- sintesi delle conoscenze acquisite con il quadro conoscitivo finalizzandole alla redazione della cartografia tematica di dettaglio per il Piano unitario in questione.

3.1 Ubicazione e aspetti morfologici (Figura 2 – Allegato1)

I lotti interessati sono situati lungo la Via Garibaldi e l'attuale configurazione dei luoghi, area a verde, non appare modificata rispetto agli assetti originari in conseguenza dell'azione antropica. Per la categoria topografica si fa riferimento alla classificazione proposta nella Tabella 3.2.III del Decreto Ministeriale 17/01/2018 come di seguito riportata.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza di cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza di cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

In riferimento alla configurazione morfologica dei luoghi l'area d'intervento può essere riferita alla categoria T1 e tale morfologia pianeggiante porta a ritenere l'area stabile e ad escludere il verificarsi di fenomeni di dissesto per movimenti gravitativi.

3.2 Inquadramento geologico di area vasta

L'area è situata nella zona centrale dell'ampia pianura che da Pistoia si estende fino a Firenze, ed è ciò che resta del paleolago insediatosi nella depressione tettonica, formatasi circa 2 milioni di anni fa (tardo Pliocene) in seguito a movimenti di orogenesi distensiva che interessarono la Toscana con inizio dall'area tirrenica: la facies di sedimentazione lacustre poggia su una successione di rocce di origine marina (pre-miocene) con caratteristiche strutturali e stratigrafiche analoghe a quelle che attualmente caratterizzano i fianchi del paleoinvaso e l'evoluzione del bacino ebbe come prima fase una lenta sedimentazione di materiali fini (argille e limi) cui fece seguito una sedimentazione di materiali più grossolani di ambiente fluvio lacustre in concomitanza di un aumentato regime di tra-sporto dei corsi d'acqua.

I rilievi collinari e montuosi che delimitano il bacino sono costituiti da terreni appartenenti sia alle formazioni Liguri s.l. che a quelle del Dominio Toscano; i primi, sovrascorsi da ovest sui terreni della serie Toscana, sono rappresentati da rocce calcaree tipo "alberese" e da termini argillitici del Complesso di Base mentre i terreni arenacei sono rappresentati da termini della Serie Toscana di cui affiorano rocce della formazione torbiditica del macigno e da terreni dell'Unità Monte Modino - Monte Cervarola.

La parte alluvionale è costituita dai depositi recenti di natura limo argillosa sovrastanti i terreni lacustri del paleolago. Mentre i primi hanno un basso grado di consolidazione data la loro origine recente, i depositi lacustri sono in genere sovraconsolidati con grado di compattezza e/o addensamento molto elevato.

3.3 Inquadramento geologico dell'area di studio (Figura 3 – Allegato1)

L'area in oggetto sulla base di dati riferibili a prospezioni geognostiche (scavi meccanici, prove penetrometriche, masw) eseguite sul terreno in esame è costituita negli spessori più superficiali da depositi alluvionali recenti formati da un'alternanza fra terreni argillo limosi e limo argillosi con discreto grado di consistenza e/o addensamento.

3.4 Idrogeologia

Dal punto di vista idrografico, l'elemento più vicino all'area in esame è il Torrente Agna che scorre a circa 600 metri di distanza.

Per quanto riguarda la presenza di falda, durante l'esecuzione degli scavi meccanici è stata rilevata alla profondità di circa 1.10 metri da p.c. E' stato inoltre installato un tubo piezometrico all'interno del foro di infissione della prova penetrometrica n.1 per effettuare un monitoraggio prolungato nel tempo.

4. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

4.1 DPCM 6/05/2005 Del. Autorità Bacino F.Arno - PAI- (Figura 4- Allegato 1)

In ottemperanza a tale delibera concernente "l'adozione del Piano di Bacino del Fiume Arno "Assetto Idrogeologico" e delle relative misure di salvaguardia." con particolare attenzione al TITOLO II AREE A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA Cap. II Pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana art. 9 Elaborati del PAI si è verificato che il terreno oggetto di intervento non cade all'interno delle aree individuate nella cartografia di corredo alla delibera stessa.

4.2 Regolamento Urbanistico comune di Montale (Figura 5 – Allegato 1)

Gli studi geologici di supporto al Regolamento Urbanistico del Comune di Montale hanno definito per l'area in esame una classe di Pericolosità geomorfologica G1(bassa) che corrisponde a situazioni geologico tecniche e morfologiche apparentemente stabili con problematiche di moderata entità da chiarire a livello di indagine di supporto alla progettazione.

5. PERICOLOSITA' IDRAULICA

Premesso che per considerazioni di maggior dettaglio riguardo agli interventi da realizzarsi per la mitigazione e/o riduzione del rischio atteso si rimanda alla relazione idraulica a cura dell'Ing. Simone Galardini di seguito si procede alla descrizione dei vincoli di carattere idraulico a cui sono soggetti i lotti di progetto rispetto a quanto normato sia dall'Autorità di Bacino F. Arno che dal RU e dal PO del Comune di Montale.

5.1 Verifica ai sensi della Norma 2 del DPCM. del 05/11/1999

Tale norma individua aree con vincolo di non edificabilità (Aree A) e la verifica cartografia per l'area in questione ha messo in evidenza (Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno) che la stessa cade esterna al perimetro di tali aree.

5.2 Verifica ai sensi della Norma 5 del DPCM. del 05/11/1999

Tale norma individua aree di pertinenza fluviale e nel caso in esame l'area oggetto d'intervento non ricade in nessun'area perimetrata nella relativa cartografia.

5.3 Verifica ai sensi della Norma 6 (DPCM. del 05/11/1999)

La consultazione delle CARTE GUIDA DELLE AREE ALLAGATE (stralcio 27) ha permesso di osservare che il lotto in questione cade nel perimetro di aree interessate da inondazioni avvenute durante gli eventi alluvionali 1991-1992-1993.

5.4 Verifiche ai sensi del PGRA - (Figura 6 – Allegato 1)

Nella cartografia allegata al Piano di Gestione Rischio Alluvioni l'area in esame cade nel perimetro di aree a pericolosità da alluvione P3 (fig. 6 – Allegato 1).

5.5 Verifica ai sensi del RU e PO del Comune di Montale (Figure 7-8-9 – Allegato 1)

La consultazione della cartografia di corredo sia al RU che al PO ha permesso di osservare che il lotto ricade nel perimetro di aree a pericolosità elevata (I3) con battenti relativi alle aree di transito e magnitudo idraulica moderata.

6. CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITÀ DELL'AREA

6.1 Classificazione

Il rischio sismico è il risultato dell'interazione tra il fenomeno naturale e le principali caratteristiche della comunità esposta. Si definisce come l'insieme dei possibili effetti che un terremoto di riferimento può produrre in un determinato intervallo di tempo, in una determinata area, in relazione alla sua probabilità di accadimento ed al relativo grado di intensità (severità del terremoto). La determinazione del rischio è legata a tre fattori principali:

- **Pericolosità:** esprime la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, un'area sia interessata da terremoti che possono produrre danni.
- **Esposizione:** è la misura dell'importanza dell'oggetto esposto al rischio in relazione alle principali caratteristiche dell'ambiente, consiste pertanto nell'individuare gli elementi componenti il territorio, il cui stato, comportamento e sviluppo può venire alterato dall'evento sismico.
- **Vulnerabilità:** consiste nella valutazione della possibilità che persone, oggetti, edifici subiscano danni o modificazioni al verificarsi dell'evento sismico.

La classificazione delle zone sismiche in Italia è iniziata nel '900 a seguito del violento terremoto che nel 1908 colpì Messina; con R.D. nel 1927 le località colpite dai sismi furono distinte in due categorie in relazione al loro grado di sismicità e alla loro costituzione geologica.

La prima classificazione sismica della Toscana è avvenuta con Regio Decreto Legge 13 marzo 1927 n. 431 con il quale sono stati dichiarati in zona sismica poco più di 70 Comuni delle aree della Lunigiana, Garfagnana, Mugello, Alta Val Tiberina e Amiata.

Successivamente vari decreti hanno apportato modeste modifiche e in Toscana, così come per il resto del territorio nazionale, la classificazione dei territori è avvenuta solo dopo il verificarsi di un evento sismico con la finalità di applicare i provvedimenti amministrativi e finanziari necessari per la ricostruzione ed ha spesso ridotto il numero di comuni precedentemente classificati sismici.

In seguito la Legge 2 Febbraio 1974, n. 64 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche (pubblicata nella Gazzetta Ufficiale del 21 marzo 1974, n. 76) ha stabilito il quadro di riferimento per le modalità di classificazione sismica del territorio nazionale poi regolato dal DMLLPP del 14/07/1984 e decreti successivi fino a quello fondamentale di riferimento costituito dal DM 16/01/1996 Norme tecniche per costruzioni in zone sismiche.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 (Pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale in data 8 Maggio 2003) proponeva l'adozione di un sistema normativo coerente con il codice europeo in materia antisismica (EC8).

A livello di mappatura macrosismica, il territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone (come mostrato nella sottostante tabella) sulla base di un differente valore di accelerazione di picco a_g su un terreno a comportamento litoide, derivante da studi macrosismici e sismotettonici a carattere nazionale:

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastica (a_g/g)
------	---	--

1	> 0.25	0.35 g
2	0.15 – 0.25	0.25 g
3	0.05 – 0.15	0.15 g
4	<0.05	0.05 g

Alle Regioni spetta il compito di aggiornare gli elenchi delle zone sismiche, nell'ambito del proprio territorio di competenza.

L'attuale classificazione sismica regionale (Ord. PCM 3519 del 28.04.2006 - Delib. G.R. n. 431 del 19.06.2006) ha tenuto conto della zonazione proposta dall'ordinanza secondo la seguente tabella:

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	Accelerazione orizzontale max convenzionale (di ancoraggio) dello spettro di risposta elastica (a_g)
1	0.25 g < a_g < 0.35 g	0.35 g
2	0.15 g < a_g < 0.25 g	0.25 g
3	0.05 g < a_g < 0.15 g	0.15 g
4	<0.05 g	0.05 g

Per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone viene considerata la Mappa di pericolosità sismica (MPS) della Toscana.

Il territorio comunale di Montale rientra nella **Classe 2** con un valore del coefficiente d'intensità sismica o accelerazione massima convenzionale = 0.25 g.

6.2 Microzonazione sismica locale (Figura 10 – Allegato 1)

Per quanto concerne la valutazione della microzonazione si è fatto riferimento alla carta delle MOPS di allegata al PO del comune di Montale. Lo studio delle MPOS ha fornito una mappa di territorio sulla base del diverso comportamento dei terreni sotto l'azione del sisma che nel caso in esame è risultato un terreno ricadente in zona stabile suscettibile di amplificazione locale come evidenziato nella cartografia allegata.

6.3 Pericolosità sismica ai sensi DPGRT n° 5/R del 30/01/2020 (Figura 11 - Allegato 1)

Per quanto concerne la valutazione della pericolosità sismica si è fatto riferimento alla carta della pericolosità sismica in cui si è osservato che il lotto in oggetto cade nel perimetro di aree a pericolosità sismica S2 (media).

7. DATI DI BASE

La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, in questa fase, è stata realizzata mediante l'esecuzione di n.5 prove penetrometriche statiche spinte fino alla profondità massima di 10.00 metri, n.5 scavi meccanici con escavatore, prelievo di n.5 campioni di terreno disturbato per la determinazione della classificazione del terreno e uno stendimento sismico. (*Figura 12 – Allegato 1*)

7.1 Caratterizzazione stratigrafica del sottosuolo

Dal confronto dei dati geognostici rilevati è stato definito il modello stratigrafico secondo la successione di seguito descritta:

da 0.00 – a circa 2.00 m Limo argilloso sabbioso
da circa 2.00 – a circa 8.00 m Argilla limosa sabbiosa
oltre 8.00 m Ghiaia in matrice limo sabbiosa

Dalle indagini penetrometriche e scavi meccanici è emersa la presenza della falda alla profondità di circa -1.10 che in fase esecutiva dovrà essere ulteriormente valutata e monitorata.

7.2 Caratterizzazione sismica

Sui terreni oggetti di PA è stata eseguita una campagna geofisica mediante uno stendimento MASW al fine di caratterizzare in questa fase preliminare il sottosuolo dal punto di vista sismico anche in previsione di ulteriori indagini sismiche.

L'elaborazione ed interpretazione dei dati acquisiti con la MASW hanno permesso di classificare il terreno con la categoria di sottosuolo C senza individuazione di un bedrock sismico con $V_s > 800$ condizione che comunque dovrà essere verificata in fase esecutiva mediante un'indagine sismica profonda (Down Hole).

8. FATTIBILITA'

In applicazione a quanto previsto dalla normativa regionale in tema di indagini geologiche di supporto alle scelte urbanistiche (DPGR n.5/R) l'attribuzione del grado di fattibilità rappresenta la sintesi finale dello studio geologico ed indica la compatibilità fra le condizioni geomorfologiche, idrografiche, idrauliche e sismiche di una area o sito del territorio in rapporto alle scelte urbanistiche.

La classe di fattibilità pertanto definisce il grado di rischio e si determina mediante il confronto fra la tipologia della trasformazione urbanistica e la classe di pericolosità attribuita all'area esaminata sia dal un punto di vista geomorfologico, idraulico e sismico tenendo conto delle definizioni indicate dalla normativa regionale Allegato A del 5/R. Per il progetto in esame la classe attribuita ai singoli interventi è funzione del fattore più vincolante (classe più alta) rinvenuto.

TABELLA RIASSUNTIVA DELLA FATTIBILITA' CON RELATIVE PRESCRIZIONI
IN RELAZIONE ALLA TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI PREVISTI
ai sensi del DPGR n.5/R

classi di pericolosità	geomorfologica				idraulica				sismica			
	G1	G2	G3	G4	I1	I2	I3	I4	S1	S2	S3	S4
nuove edificazioni	F1g						F4.1i			F2s		

F1	Fattibilità senza particolari limitazioni
F2	Fattibilità con normali vincoli
F3	Fattibilità condizionata
F4	Fattibilità limitata
F 4.1i	Art.11 L.R. 41/2018

9. PRESCRIZIONI PER IL PROGETTO

Sulla base della fattibilità ricavabile dalla griglia su proposta per il progetto in esame si da indicazione delle prescrizioni di carattere geologico a cui attenersi in fase di progetto esecutivo.

ASPETTI GEOLOGICI	Le caratteristiche stratigrafiche, idrologiche e geotecniche dei terreni dovranno essere dettagliatamente accertate in fase dei progetti esecutivi mediante l'esecuzione in sito di indagini geognostiche programmate ed eseguite in applicazione al DPGR n°1/R del 19.01.2022 e redatto un modello geologico sismico di dettaglio al fine di definire le geometrie sepolte.
ASPETTI SISMICI	In riferimento all'alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, dovrà essere effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche e geognostiche in applicazione al DPGR n°1/R del 19.01.2022 e redatto un modello geologico sismico di dettaglio finalizzato a definire gli spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti.
ASPETTI IDRAULICI	Per le prescrizioni inerenti tale aspetto si fa riferimento

		alle considerazioni riportate e descritte nella relazione idraulica di supporto al progetto in questione.
ELABORATI RICHIESTI ESECUTIVA	GEOLOGICI IN FASE	IL PROGETTO ESECUTIVO dovrà essere obbligatoriamente corredato da relazione geologica che, in ottemperanza al D.M. 11.03.1988, al D. M. 17.01.2018 Testo Unico – Norme Tecniche per le costruzioni e al DPRGT 1/R/2022, dia conto: a) dei vincoli sovraordinati presenti sull'area b) della classe d'indagine c) della stratigrafia del sottosuolo d) della presenza e comportamento della falda e sue eventuali interferenze con le opere fondali e) dei parametri geotecnici dei terreni f) della categoria del suolo ai fini sismici

Quarrata, 09 Febbraio 2023

Dott.ssa Geol. Elisa Lazzi
Ordine dei Geologi della Toscana n.1587



ALLEGATO 1
CARTOGRAFIA

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ
ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

ESTRATTO CARTOGRAFIA PIANO OPERATIVO
QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 1



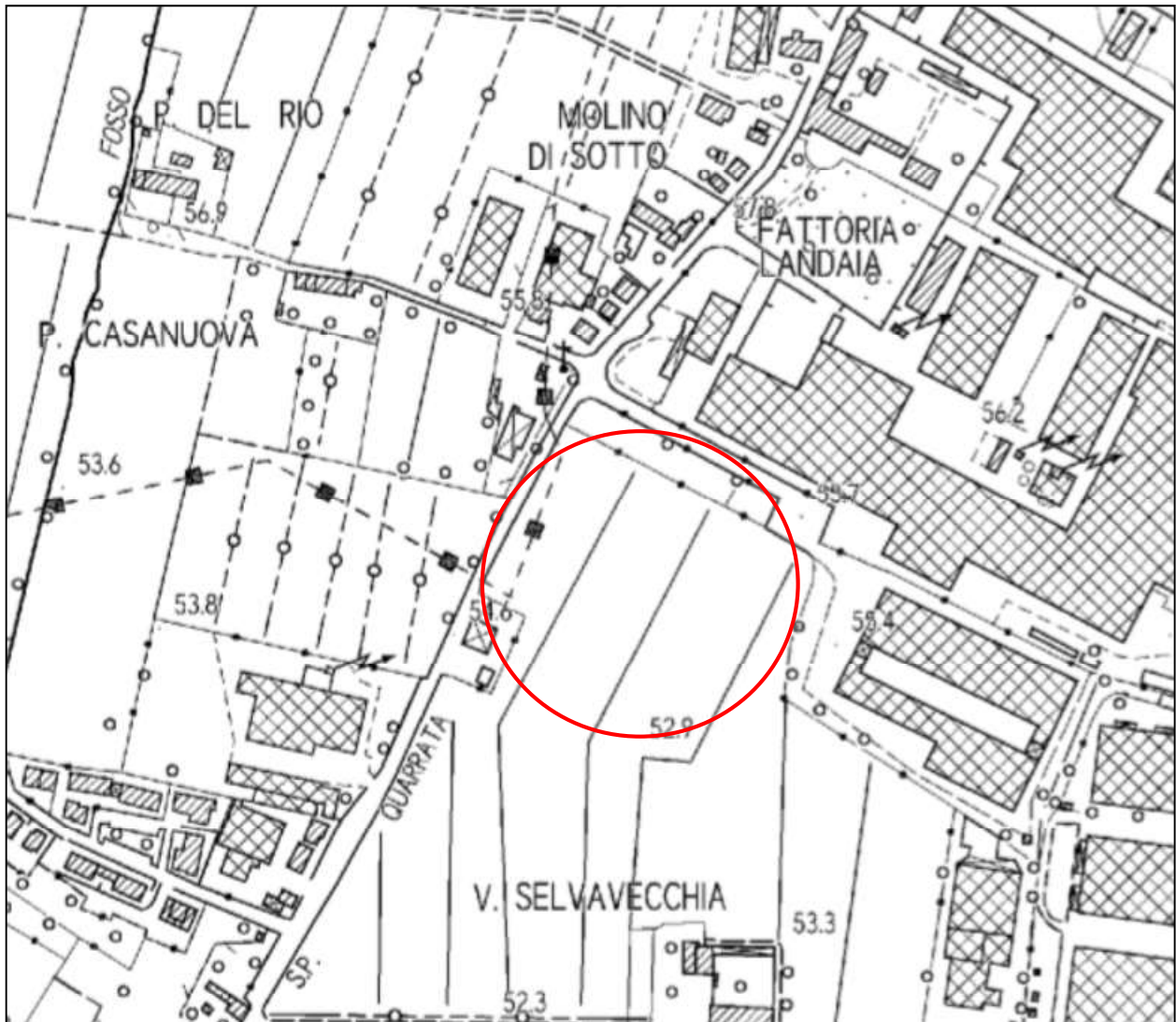
Estratto da Piano Operativo - Territorio rurale

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ

ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

COROGRAFIA DEI LUOGHI – SCALA 1:5.000

QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 2

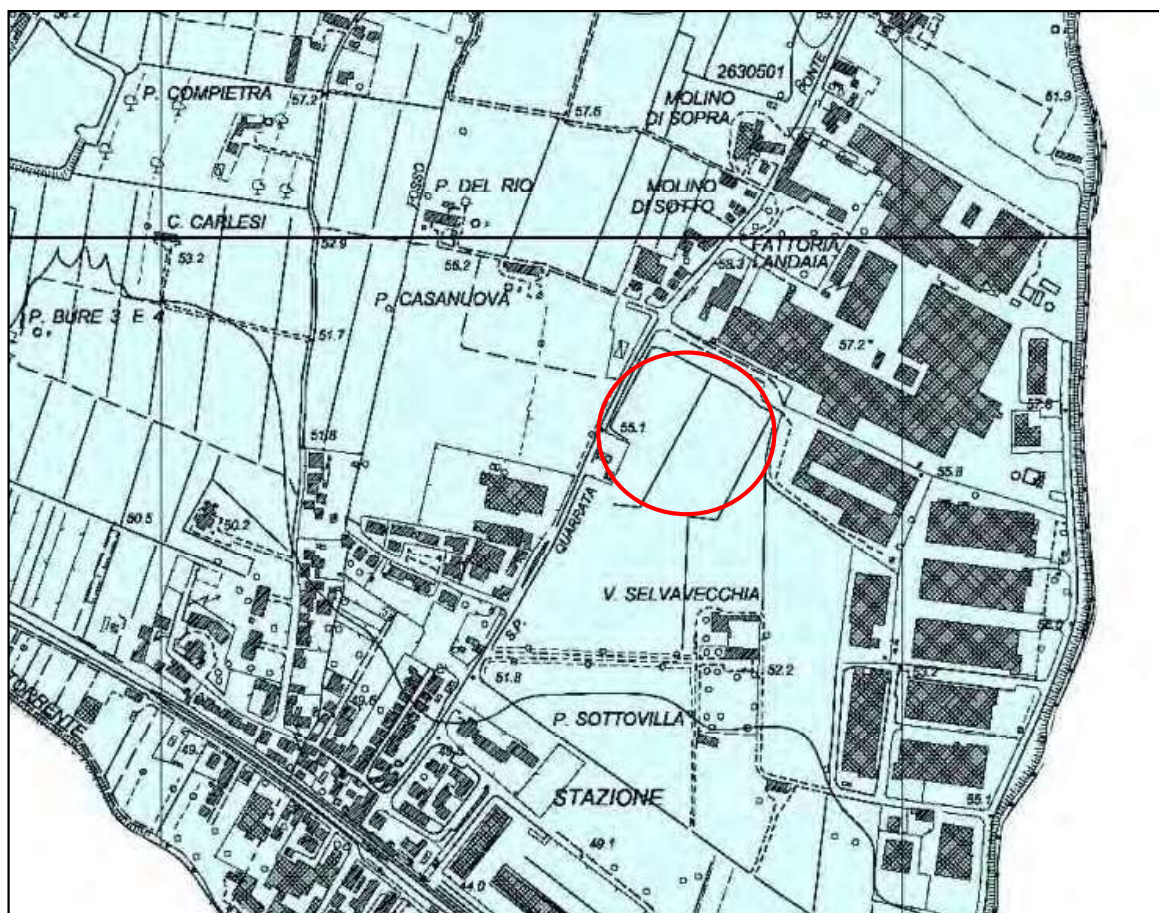


RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ

ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

INQUADRAMENTO GEOLOGICO – scala 1:10.000

QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 3



Depositi alluvionali recenti



Depositi di origine fluviale costituiti prevalentemente da limi ed argille

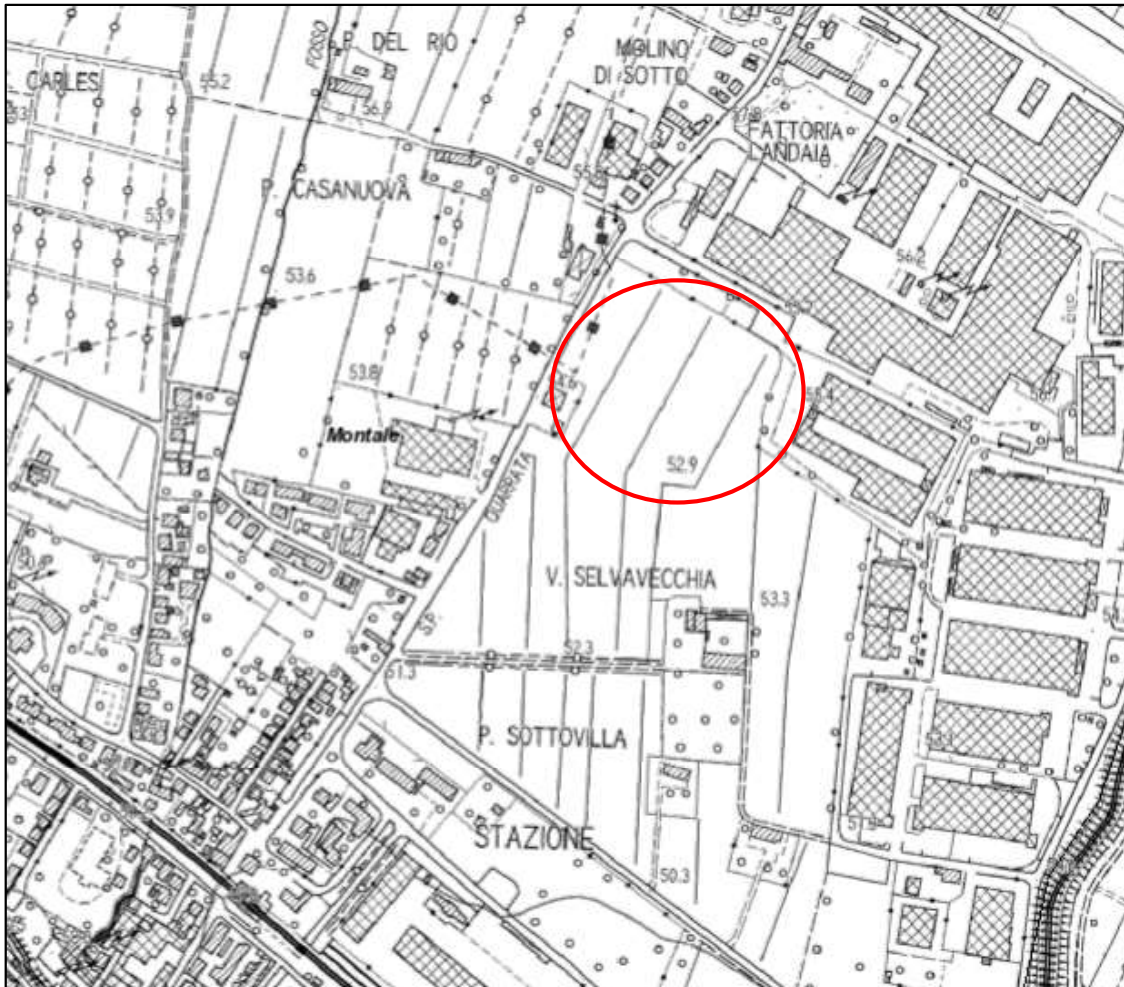
RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ

ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Ai sensi del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico PAI – scala 1:10.000

QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 4

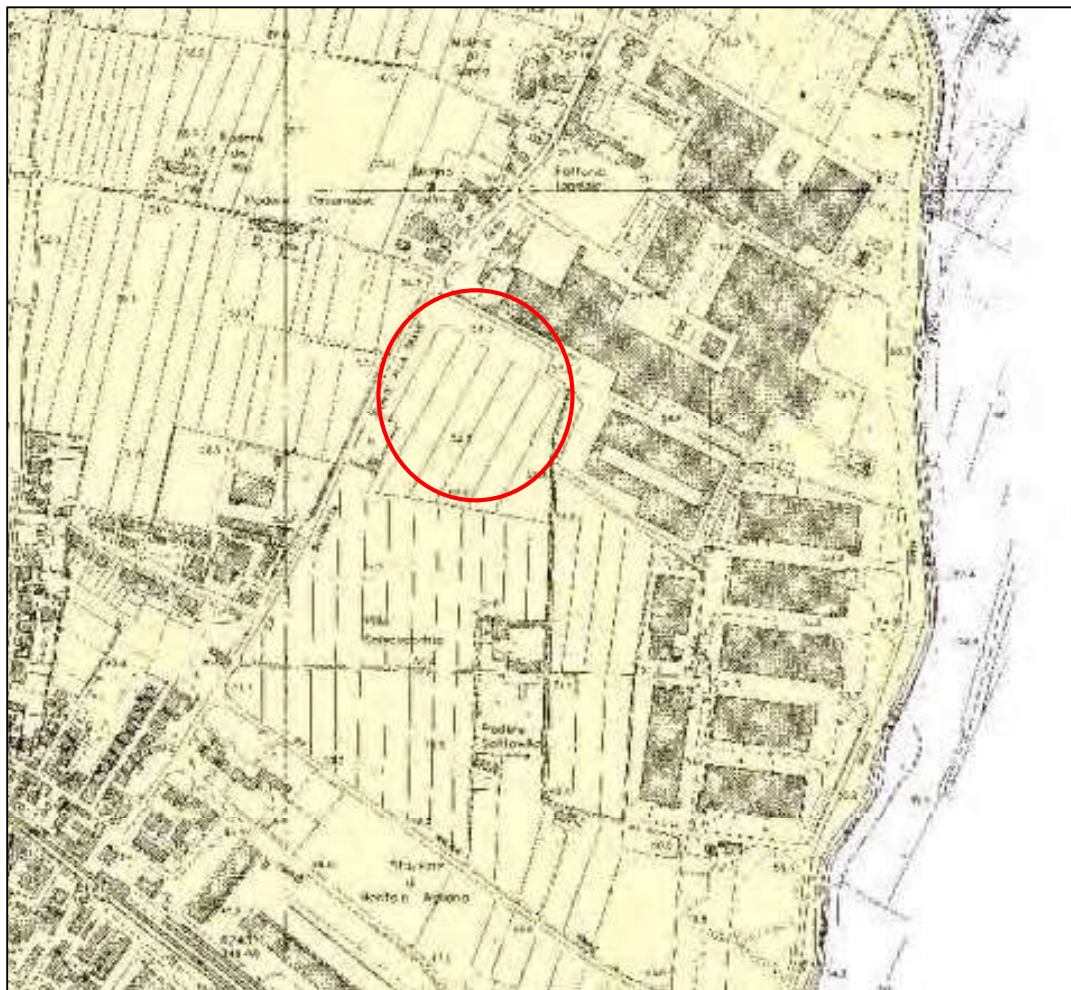


Il progetto non ricade in aree a pericolosità geomorfologica

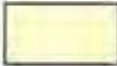



RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ
ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

PERICOLOSITA' PER FATTORI GEOMORFOLOGICI
Estratto dal Regolamento Urbanistico Tav. G3 – scala 1:10.000

QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 5



Legenda

- | | |
|---|--|
|  | G1 - Pericolosità geomorfologica bassa |
|  | G2 - Pericolosità geomorfologica media |
|  | G3 - Pericolosità geomorfologica elevata |
|  | G4 - Pericolosità geomorfologica molto elevata |

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ

ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

PERICOLOSITA' IDRAULICA

Ai sensi del PGRA – scala 1:10.000

QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 6



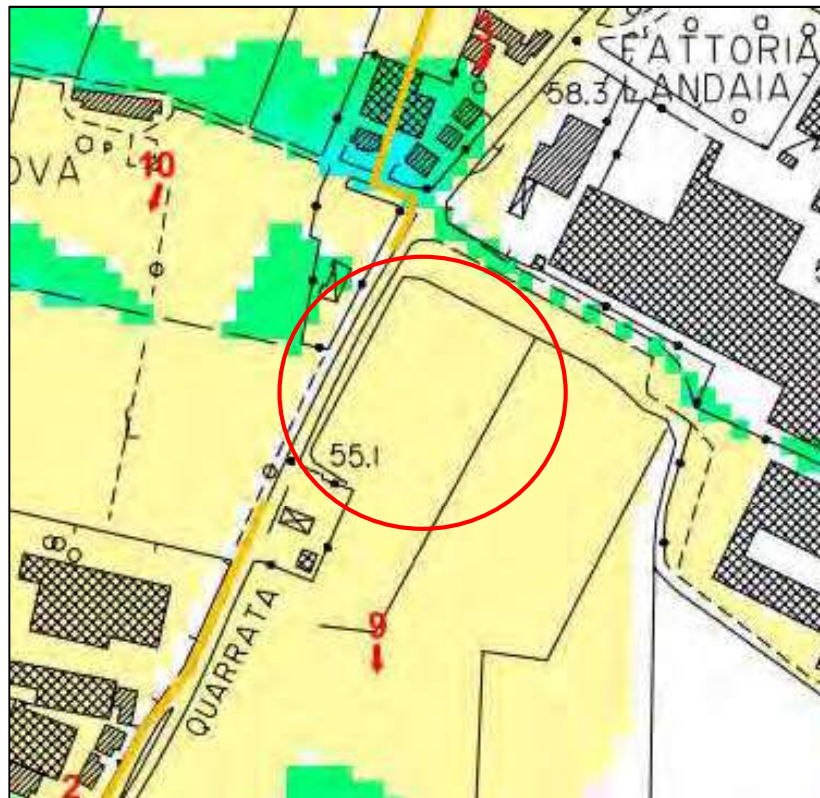
Pericolosità Dominio Fluviale

- P1
- P2
- P3

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ
ai sensi del DPGRT n° 5/R del 30/01/20

CARTA DEI BATTENTI DI ESONDAZIONE Tr200
Estratto da Regolamento Urbanistico - scala 1:5.000

QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 7



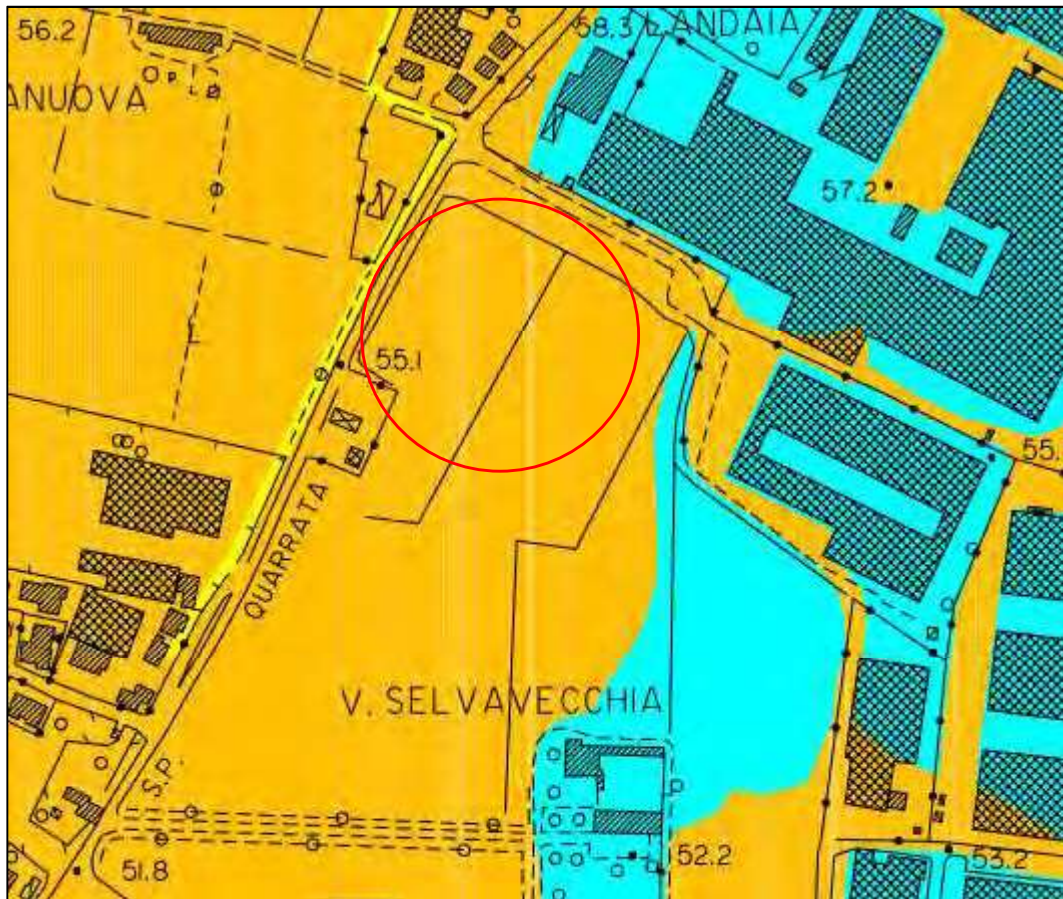
LEGENDA

	Aree di Transito
	Battente idrico fino a 0.3 m
	Battente idrico fino a 0.6 m
	Battente idrico fino a 0.9 m
	Battente idrico fino a 1.5 m
	Battente idrico fino a 3 m
	Battenti idrici maggiori di 3 m

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ
ai sensi del DPGRT n° 5/R del 30/01/20

PERICOLOSITA' IDRAULICA
Estratto da Regolamento Urbanistico - scala 1:5.000

QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 8



LEGENDA

- PI4 - Pericolosità idraulica molto elevata
- PI3 - Pericolosità idraulica elevata
- PI2 - Pericolosità idraulica media
- PI1 - Pericolosità idraulica moderata

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ
ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

MAGNITUDO IDRAULICA
Estratto da Piano Operativo - scala 1:10.000

QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 9



- Magnitudo Moderata: aree allagabili per alluvioni poco frequenti con battenti uguali o inferiori a 30 cm
- Magnitudo Severa o Molto Severa: aree allagabili per alluvioni poco frequenti con battenti superiori a 30 cm

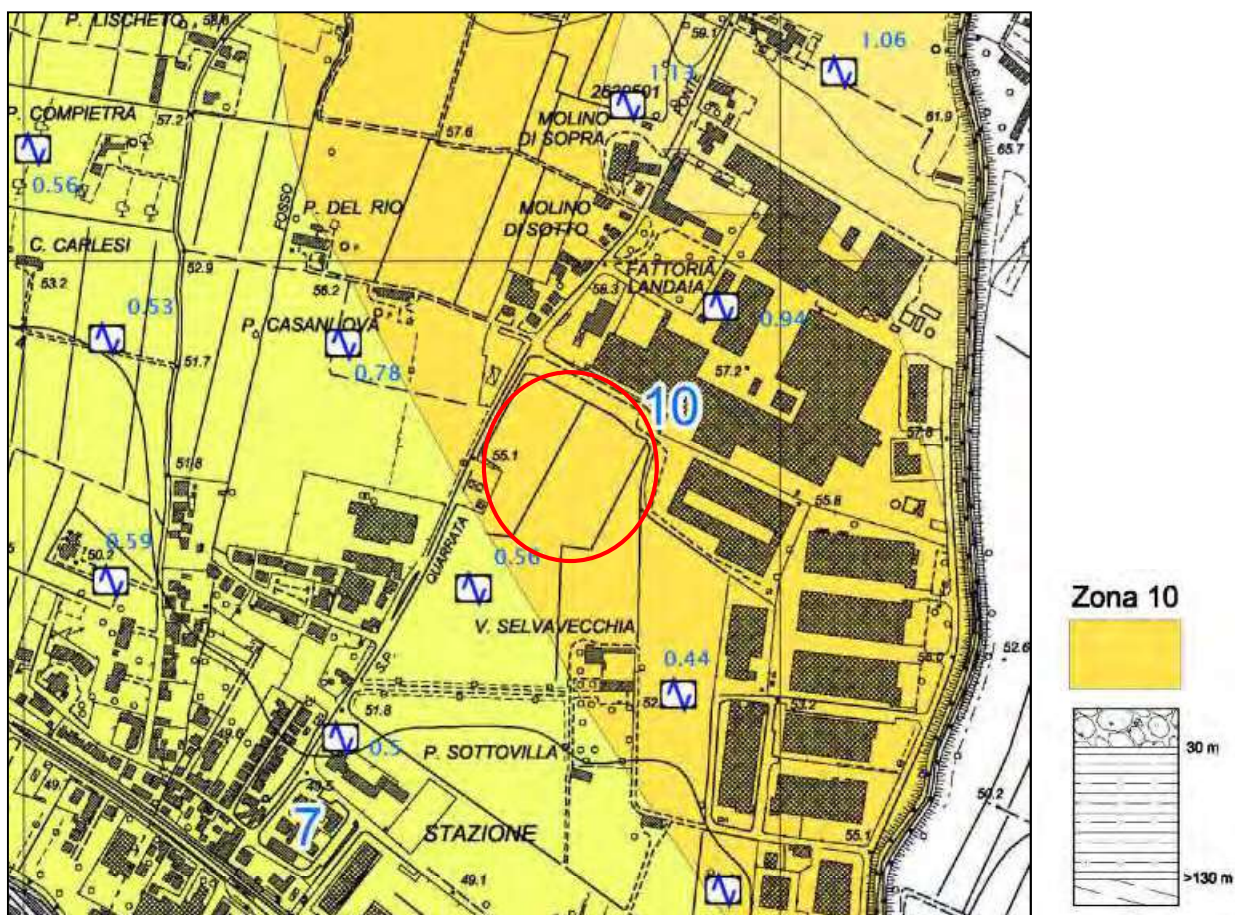
RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ





ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

CARTA DELLE MOPS

Estratto da Piano Operativo - scala 1:10.000

QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 10

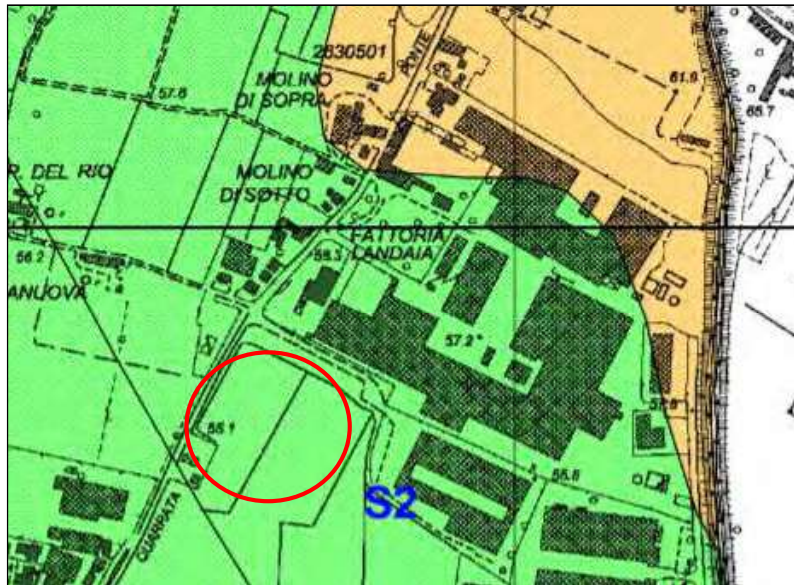


-  ML – Limi inorganici localmente argillosi da mediamente consistenti a molto consistenti
-  GM – Ghiaie da addensate a molto addensate con abbondante matrice limosa
-  LPS – Substrato Lapideo stratificato
-  ALS – Substrato stratificato costituito da un'alternanza di argilliti, siltiti e marne; presenti in subordine livelli di calcari silicei

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ
ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE
Estratto da Regolamento Urbanistico - scala 1:10.000

QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 11



RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ
ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

CARTA DEI DATI DI BASE

QUADRO CONOSCITIVO – FIGURA 12



Indagini effettuate sul lotto di interesse:

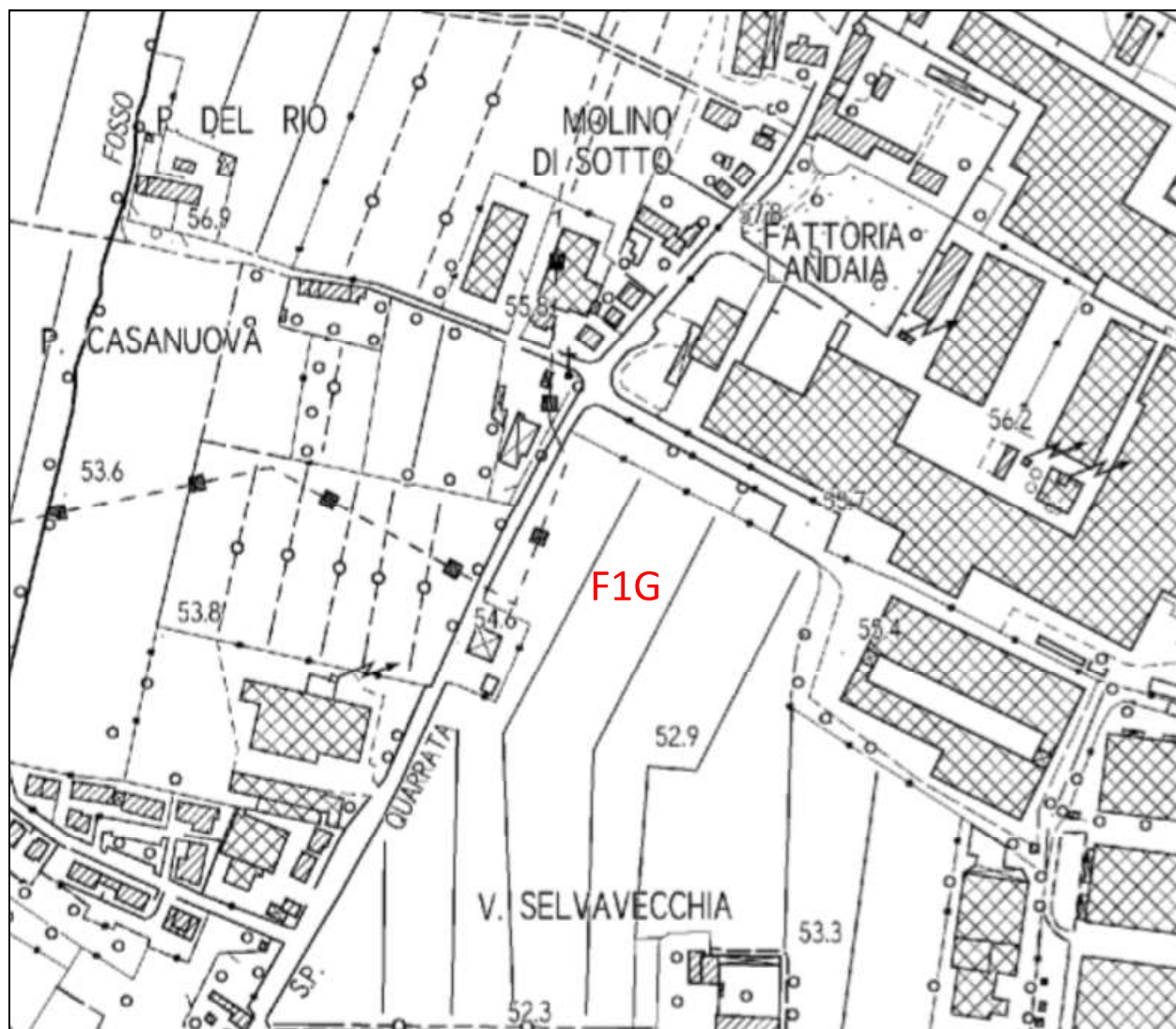
- prove penetrometriche
- scavi meccanici
- stendimento sismico

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ

ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

FATTIBILITÀ PER FATTORI GEOMORFOLOGICI – SCALA 1:5.000

ELABORATI DI PROGETTO – FIGURA 13



FG1 - FATTIBILITÀ senza particolari limitazioni

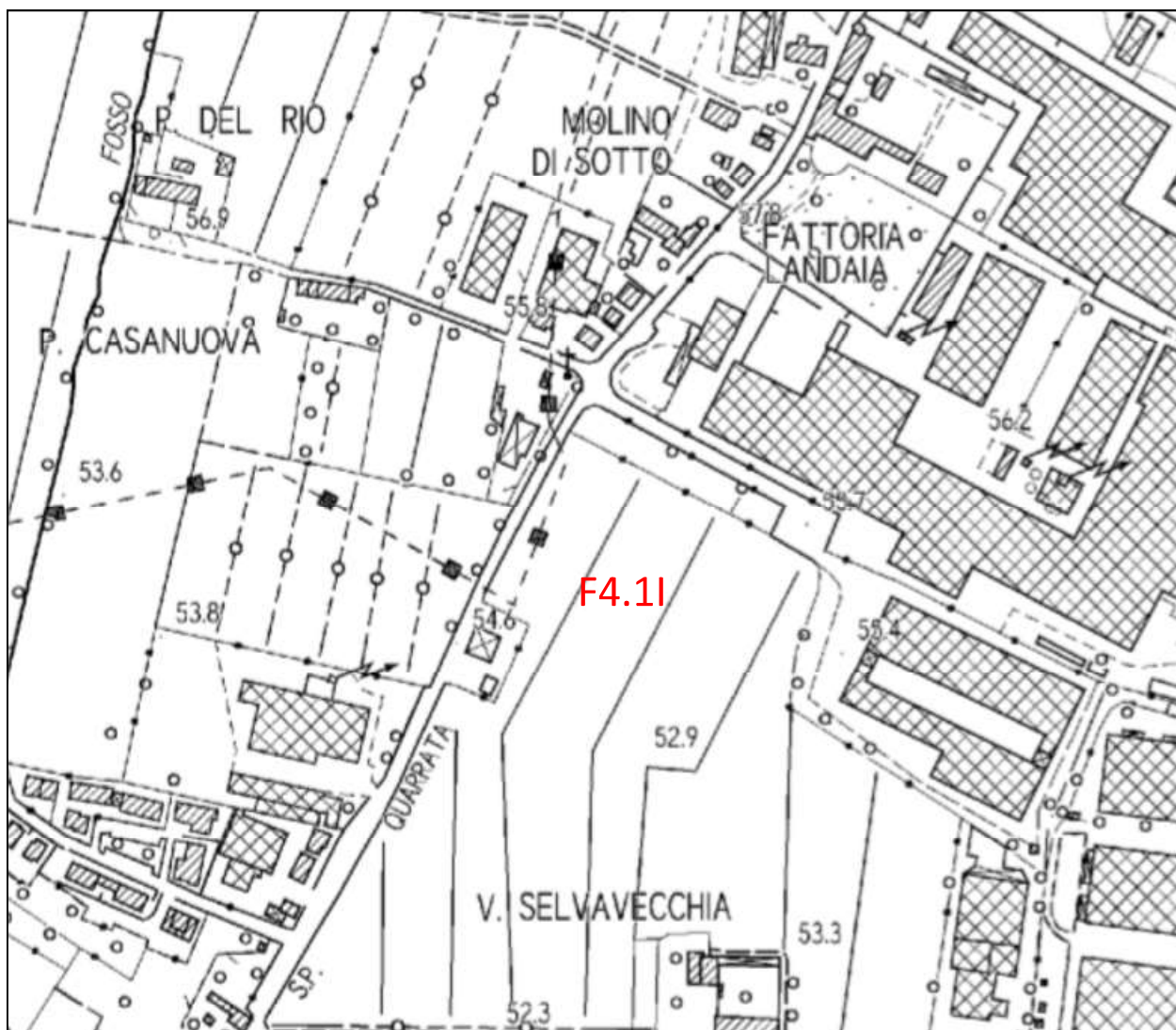
Per gli interventi compresi in questa classe le indagini dovranno essere svolte nella fase di progetto esecutivo per ogni singolo intervento ed avranno come obiettivo la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo. Nel dimensionamento e nella scelta dei tipi di indagine si dovrà fare riferimento a quanto riportato nel Regolamento regionale 1/R/2022 e nelle NTC 2018.

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ

ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

FATTIBILITÀ PER FATTORI IDRAULICI – SCALA 1:5.000

ELABORATI DI PROGETTO – FIGURA 14



FI4 FATTIBILITÀ LIMITATA

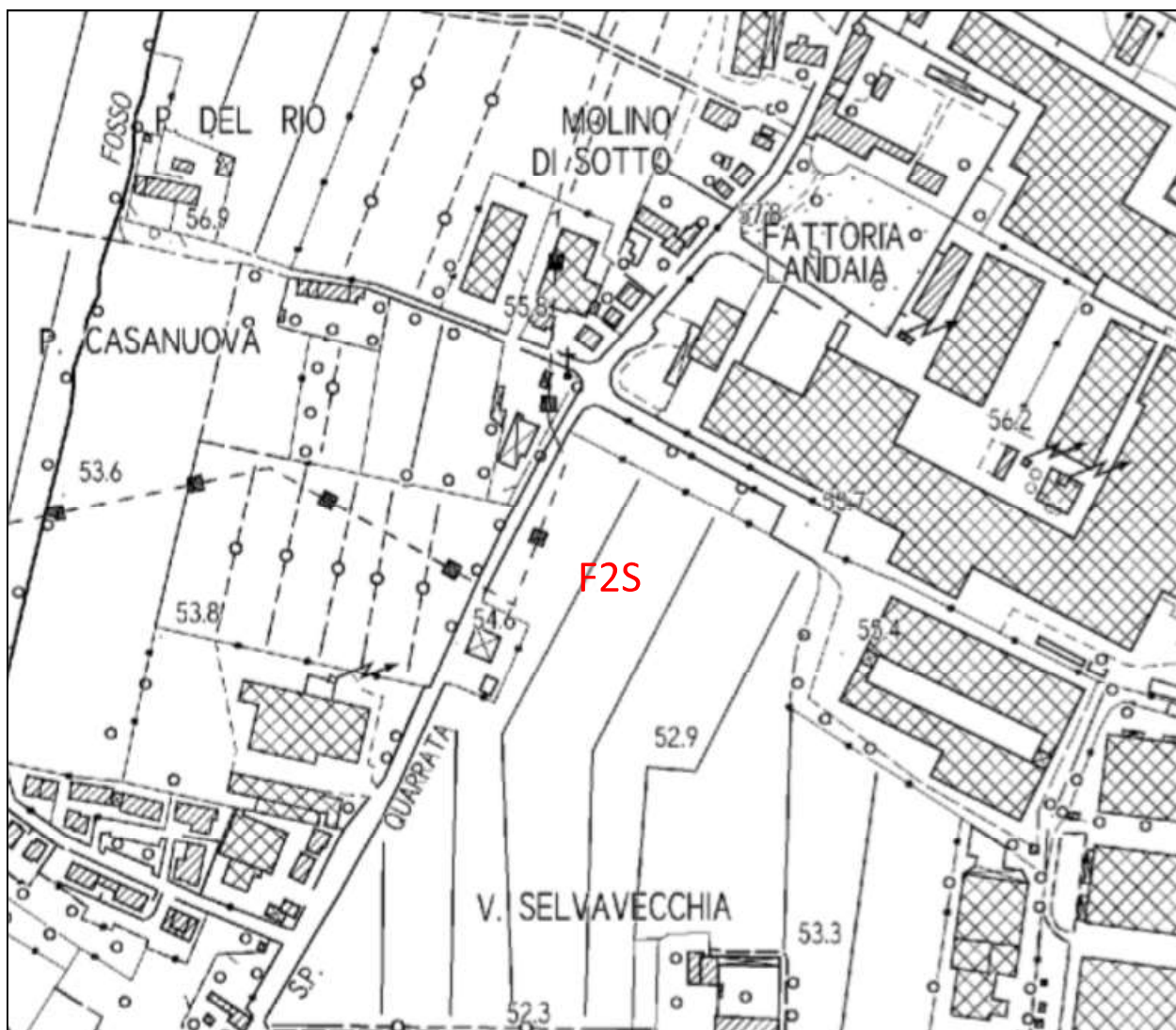
Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ

ai sensi del DPGR n° 5/R del 30/01/20

FATTIBILITÀ PER FATTORI SISMICI – SCALA 1:5.000

ELABORATI DI PROGETTO – FIGURA 15



FS1 FATTIBILITÀ CON NORMALI VINCOLI

Per gli interventi compresi in questa classe le indagini dovranno essere svolte nella fase di progetto esecutivo ed avranno come obiettivo la caratterizzazione sismica del sottosuolo. Nel dimensionamento e nella scelta dei tipi di indagine si dovrà fare riferimento a quanto riportato nel Regolamento regionale 1/R/2022.

ALLEGATO 2
INDAGINI UTILIZZATE COME DATI DI BASE

PENETRATIO s.n.c.

Via P.Maioli 37, 56028 San Miniato (PI)

tel.0571-418116

PEC: penetratiosnc@lamiapec.it

Rif: 122 cpt 2021

Rif arch int CPT 122_2021

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT1

committente: GEOM. MAISTO LORENZO

località: LOC. MONTALE

Comune: MONTEMURLO (PO)

Note:

data: 27/12/22

Numero di prove: 5

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Penetrometro: statico/dinamico PAGANI TG 63-200 da 20 ton, autoancorante

Sistema di ancoraggio: aste elicoidali di serie (mm) Ø100x750

Sistema di misura: cella di carico AEP con visualizzatore Pagani

Punta: conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)

Manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø 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 massima rilevabile dalla cella di carico 200 kN

Passo di lettura 0,20 m



CPT1



CPT2



CPT3



CPT4



CPT5

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda 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	----	----	--	-----	----	4,60	20,0	33,0	20,0	0,80	25,0
0,40	----	----	--	0,27	----	4,80	23,0	35,0	23,0	0,87	27,0
0,60	18,0	22,0	18,0	0,53	34,0	5,00	30,0	43,0	30,0	0,93	32,0
0,80	16,0	24,0	16,0	0,47	34,0	5,20	31,0	45,0	31,0	1,13	27,0
1,00	16,0	23,0	16,0	0,73	22,0	5,40	53,0	70,0	53,0	2,47	21,0
1,20	14,0	25,0	14,0	0,53	26,0	5,60	78,0	115,0	78,0	3,20	24,0
1,40	13,0	21,0	13,0	0,67	19,0	5,80	79,0	127,0	79,0	3,47	23,0
1,60	11,0	21,0	11,0	0,53	21,0	6,00	34,0	86,0	34,0	0,93	36,0
1,80	10,0	18,0	10,0	0,40	25,0	6,20	56,0	70,0	56,0	1,73	32,0
2,00	8,0	14,0	8,0	0,20	40,0	6,40	19,0	45,0	19,0	1,53	12,0
2,20	7,0	10,0	7,0	1,07	7,0	6,60	19,0	42,0	19,0	1,20	16,0
2,40	115,0	131,0	115,0	0,53	216,0	6,80	20,0	38,0	20,0	0,73	27,0
2,60	142,0	150,0	142,0	2,53	56,0	7,00	29,0	40,0	29,0	1,47	20,0
2,80	26,0	64,0	26,0	0,20	130,0	7,20	20,0	42,0	20,0	1,00	20,0
3,00	38,0	41,0	38,0	1,13	34,0	7,40	29,0	44,0	29,0	2,13	14,0
3,20	148,0	165,0	148,0	0,40	370,0	7,60	39,0	71,0	39,0	2,80	14,0
3,40	116,0	122,0	116,0	3,60	32,0	7,80	51,0	93,0	51,0	0,40	127,0
3,60	26,0	80,0	26,0	1,53	17,0	8,00	158,0	164,0	158,0	1,73	91,0
3,80	24,0	47,0	24,0	0,73	33,0	8,20	255,0	281,0	255,0	5,47	47,0
4,00	38,0	49,0	38,0	0,53	71,0	8,40	178,0	260,0	178,0	1,13	157,0
4,20	33,0	41,0	33,0	0,73	45,0	8,60	314,0	331,0	314,0	-----	----
4,40	26,0	37,0	26,0	0,87	30,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 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

2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda 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	----	----	--	-----	----	4,40	31,0	57,0	31,0	1,40	22,0
0,40	----	----	--	0,07	----	4,60	31,0	52,0	31,0	1,47	21,0
0,60	29,0	30,0	29,0	0,60	48,0	4,80	28,0	50,0	28,0	1,67	17,0
0,80	9,0	18,0	9,0	0,33	27,0	5,00	30,0	55,0	30,0	1,27	24,0
1,00	12,0	17,0	12,0	0,40	30,0	5,20	32,0	51,0	32,0	1,93	17,0
1,20	18,0	24,0	18,0	1,47	12,0	5,40	25,0	54,0	25,0	1,87	13,0
1,40	1,0	23,0	1,0	0,87	1,0	5,60	24,0	52,0	24,0	1,80	13,0
1,60	13,0	26,0	13,0	1,00	13,0	5,80	26,0	53,0	26,0	1,00	26,0
1,80	19,0	34,0	19,0	0,67	28,0	6,00	31,0	46,0	31,0	1,40	22,0
2,00	37,0	47,0	37,0	1,47	25,0	6,20	38,0	59,0	38,0	2,13	18,0
2,20	32,0	54,0	32,0	1,73	18,0	6,40	32,0	64,0	32,0	1,73	18,0
2,40	33,0	59,0	33,0	1,93	17,0	6,60	32,0	58,0	32,0	2,27	14,0
2,60	33,0	62,0	33,0	2,87	12,0	6,80	56,0	90,0	56,0	4,53	12,0
2,80	34,0	77,0	34,0	2,13	16,0	7,00	59,0	127,0	59,0	2,20	27,0
3,00	30,0	62,0	30,0	1,33	22,0	7,20	180,0	213,0	180,0	3,73	48,0
3,20	22,0	42,0	22,0	1,13	19,0	7,40	215,0	271,0	215,0	1,93	111,0
3,40	23,0	40,0	23,0	0,93	25,0	7,60	283,0	312,0	283,0	1,47	193,0
3,60	28,0	42,0	28,0	1,53	18,0	7,80	378,0	400,0	378,0	1,60	236,0
3,80	31,0	54,0	31,0	1,60	19,0	8,00	191,0	215,0	191,0	2,20	87,0
4,00	37,0	61,0	37,0	1,53	24,0	8,20	165,0	198,0	165,0	2,80	59,0
4,20	35,0	58,0	35,0	1,73	20,0	8,40	390,0	432,0	390,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 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 3

2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda 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	----	----	--	-----	----	5,20	26,0	60,0	26,0	1,40	19,0
0,40	----	----	--	0,47	----	5,40	27,0	48,0	27,0	1,33	20,0
0,60	32,0	39,0	32,0	0,07	480,0	5,60	30,0	50,0	30,0	1,53	20,0
0,80	16,0	17,0	16,0	0,93	17,0	5,80	32,0	55,0	32,0	1,27	25,0
1,00	9,0	23,0	9,0	0,47	19,0	6,00	31,0	50,0	31,0	1,67	19,0
1,20	6,0	13,0	6,0	0,27	22,0	6,20	24,0	49,0	24,0	1,67	14,0
1,40	6,0	10,0	6,0	0,33	18,0	6,40	25,0	50,0	25,0	1,73	14,0
1,60	7,0	12,0	7,0	0,40	17,0	6,60	24,0	50,0	24,0	1,73	14,0
1,80	13,0	19,0	13,0	0,47	28,0	6,80	26,0	52,0	26,0	2,07	13,0
2,00	13,0	20,0	13,0	1,00	13,0	7,00	51,0	82,0	51,0	3,47	15,0
2,20	15,0	30,0	15,0	1,40	11,0	7,20	38,0	90,0	38,0	2,80	14,0
2,40	18,0	39,0	18,0	1,00	18,0	7,40	31,0	73,0	31,0	2,00	16,0
2,60	22,0	37,0	22,0	1,80	12,0	7,60	21,0	51,0	21,0	1,53	14,0
2,80	29,0	56,0	29,0	1,80	16,0	7,80	21,0	44,0	21,0	1,93	11,0
3,00	33,0	60,0	33,0	1,80	18,0	8,00	26,0	55,0	26,0	1,33	19,0
3,20	35,0	62,0	35,0	1,87	19,0	8,20	14,0	34,0	14,0	0,93	15,0
3,40	33,0	61,0	33,0	1,73	19,0	8,40	10,0	24,0	10,0	0,93	11,0
3,60	31,0	57,0	31,0	1,80	17,0	8,60	22,0	36,0	22,0	1,53	14,0
3,80	29,0	56,0	29,0	1,07	27,0	8,80	25,0	48,0	25,0	1,73	14,0
4,00	38,0	54,0	38,0	1,67	23,0	9,00	40,0	66,0	40,0	2,07	19,0
4,20	29,0	54,0	29,0	1,47	20,0	9,20	60,0	91,0	60,0	3,67	16,0
4,40	30,0	52,0	30,0	1,20	25,0	9,40	86,0	141,0	86,0	2,00	43,0
4,60	33,0	51,0	33,0	1,93	17,0	9,60	224,0	254,0	224,0	1,73	129,0
4,80	32,0	61,0	32,0	1,93	17,0	9,80	170,0	196,0	170,0	3,53	48,0
5,00	32,0	61,0	32,0	2,27	14,0	10,00	345,0	398,0	345,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 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

2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda 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	----	----	--	-----	----	4,00	38,0	58,0	38,0	1,20	32,0
0,40	----	----	--	0,73	----	4,20	55,0	73,0	55,0	2,07	27,0
0,60	15,0	26,0	15,0	0,73	20,0	4,40	35,0	66,0	35,0	2,47	14,0
0,80	13,0	24,0	13,0	0,47	28,0	4,60	27,0	64,0	27,0	1,53	18,0
1,00	8,0	15,0	8,0	0,53	15,0	4,80	33,0	56,0	33,0	1,00	33,0
1,20	15,0	23,0	15,0	1,00	15,0	5,00	55,0	70,0	55,0	1,60	34,0
1,40	16,0	31,0	16,0	1,13	14,0	5,20	57,0	81,0	57,0	2,20	26,0
1,60	14,0	31,0	14,0	1,07	13,0	5,40	30,0	63,0	30,0	1,20	25,0
1,80	11,0	27,0	11,0	1,27	9,0	5,60	15,0	33,0	15,0	0,80	19,0
2,00	12,0	31,0	12,0	0,80	15,0	5,80	10,0	22,0	10,0	0,53	19,0
2,20	16,0	28,0	16,0	0,87	18,0	6,00	10,0	18,0	10,0	0,73	14,0
2,40	14,0	27,0	14,0	0,87	16,0	6,20	8,0	19,0	8,0	2,87	3,0
2,60	23,0	36,0	23,0	1,40	16,0	6,40	27,0	70,0	27,0	0,53	51,0
2,80	27,0	48,0	27,0	1,20	22,0	6,60	14,0	22,0	14,0	1,93	7,0
3,00	24,0	42,0	24,0	1,20	20,0	6,80	60,0	89,0	60,0	3,47	17,0
3,20	22,0	40,0	22,0	1,40	16,0	7,00	77,0	129,0	77,0	1,40	55,0
3,40	19,0	40,0	19,0	1,07	18,0	7,20	200,0	221,0	200,0	2,20	91,0
3,60	19,0	35,0	19,0	1,67	11,0	7,40	267,0	300,0	267,0	3,20	83,0
3,80	56,0	81,0	56,0	1,33	42,0	7,60	354,0	402,0	354,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 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 5

2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda 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	----	----	--	-----	----	4,80	21,0	43,0	21,0	1,47	14,0
0,40	----	----	--	1,47	----	5,00	25,0	47,0	25,0	1,80	14,0
0,60	13,0	35,0	13,0	0,40	32,0	5,20	21,0	48,0	21,0	1,33	16,0
0,80	25,0	31,0	25,0	1,07	23,0	5,40	18,0	38,0	18,0	1,33	13,0
1,00	13,0	29,0	13,0	0,53	24,0	5,60	22,0	42,0	22,0	1,27	17,0
1,20	14,0	22,0	14,0	1,00	14,0	5,80	20,0	39,0	20,0	1,53	13,0
1,40	13,0	28,0	13,0	0,80	16,0	6,00	29,0	52,0	29,0	2,27	13,0
1,60	11,0	23,0	11,0	0,67	16,0	6,20	37,0	71,0	37,0	3,00	12,0
1,80	12,0	22,0	12,0	0,67	18,0	6,40	39,0	84,0	39,0	3,00	13,0
2,00	14,0	24,0	14,0	0,87	16,0	6,60	40,0	85,0	40,0	2,47	16,0
2,20	16,0	29,0	16,0	1,27	13,0	6,80	34,0	71,0	34,0	2,53	13,0
2,40	16,0	35,0	16,0	1,13	14,0	7,00	35,0	73,0	35,0	2,27	15,0
2,60	17,0	34,0	17,0	1,00	17,0	7,20	33,0	67,0	33,0	2,13	15,0
2,80	23,0	38,0	23,0	1,07	22,0	7,40	32,0	64,0	32,0	2,67	12,0
3,00	26,0	42,0	26,0	1,13	23,0	7,60	38,0	78,0	38,0	2,73	14,0
3,20	18,0	35,0	18,0	0,80	22,0	7,80	40,0	81,0	40,0	2,27	18,0
3,40	13,0	25,0	13,0	0,93	14,0	8,00	58,0	92,0	58,0	3,33	17,0
3,60	13,0	27,0	13,0	0,87	15,0	8,20	100,0	150,0	100,0	4,60	22,0
3,80	19,0	32,0	19,0	0,80	24,0	8,40	125,0	194,0	125,0	2,60	48,0
4,00	17,0	29,0	17,0	0,80	21,0	8,60	165,0	204,0	165,0	2,53	65,0
4,20	18,0	30,0	18,0	0,73	25,0	8,80	198,0	236,0	198,0	3,40	58,0
4,40	20,0	31,0	20,0	0,53	37,0	9,00	165,0	216,0	165,0	3,40	49,0
4,60	26,0	34,0	26,0	1,47	18,0	9,20	358,0	409,0	358,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- 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)

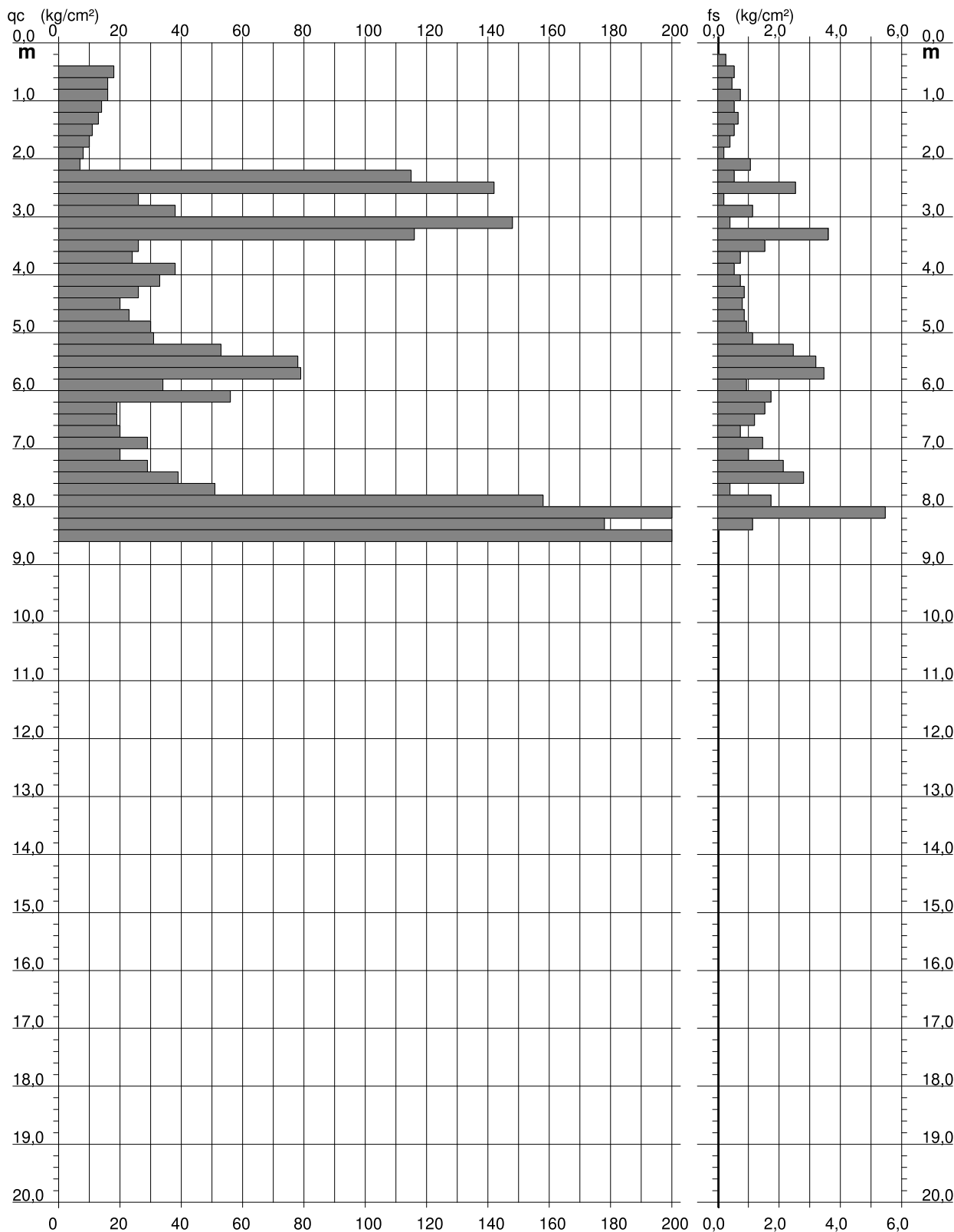
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



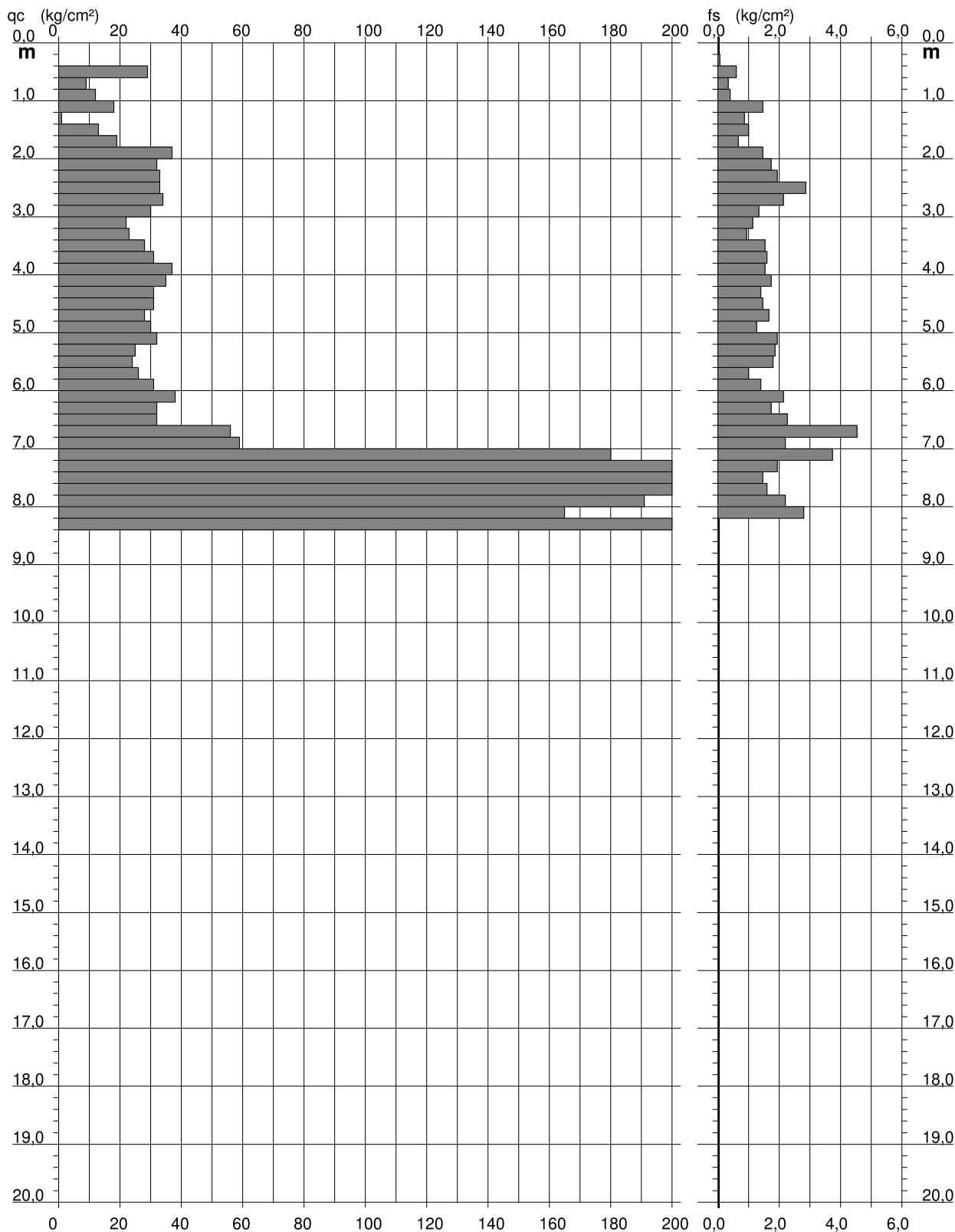
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



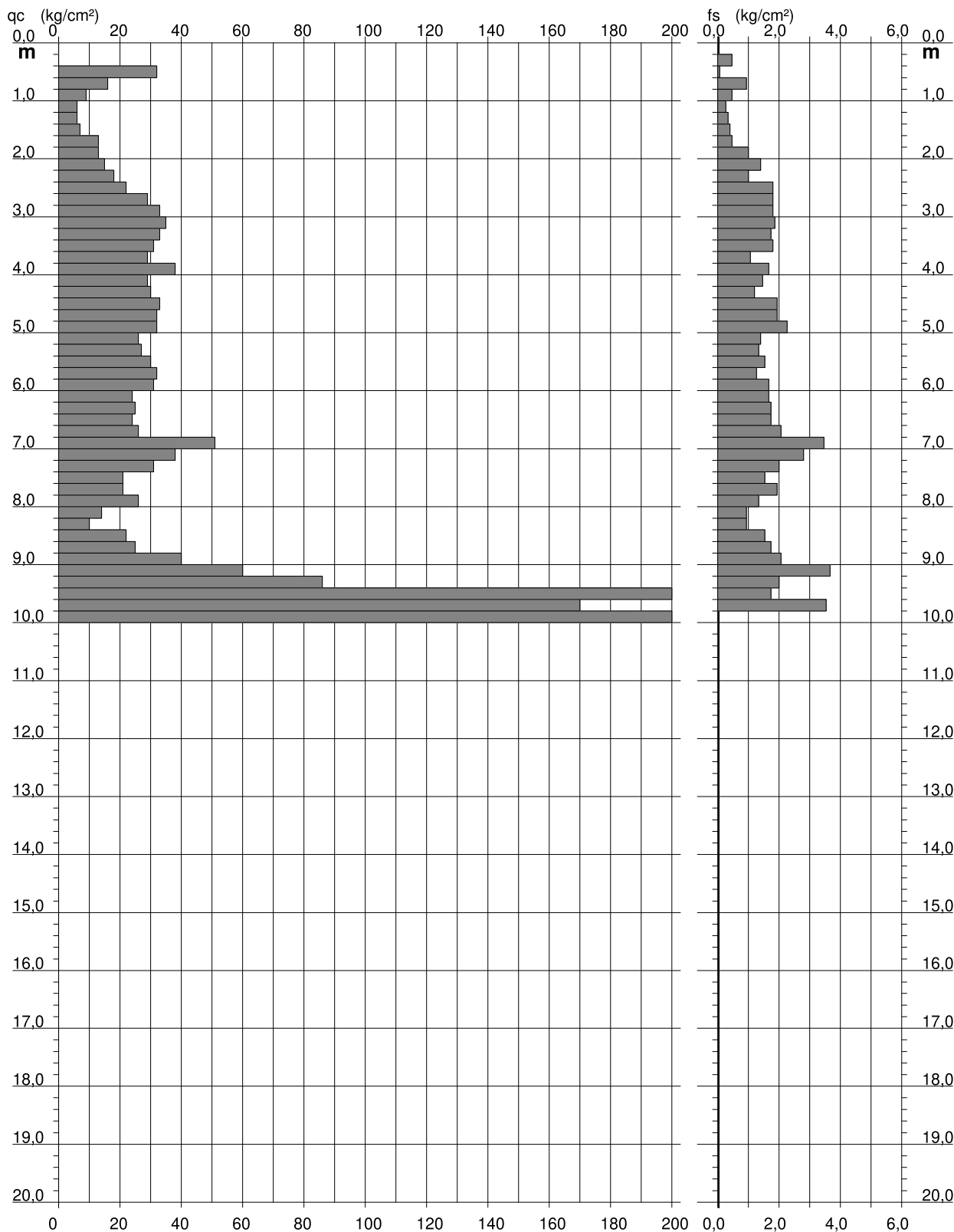
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA

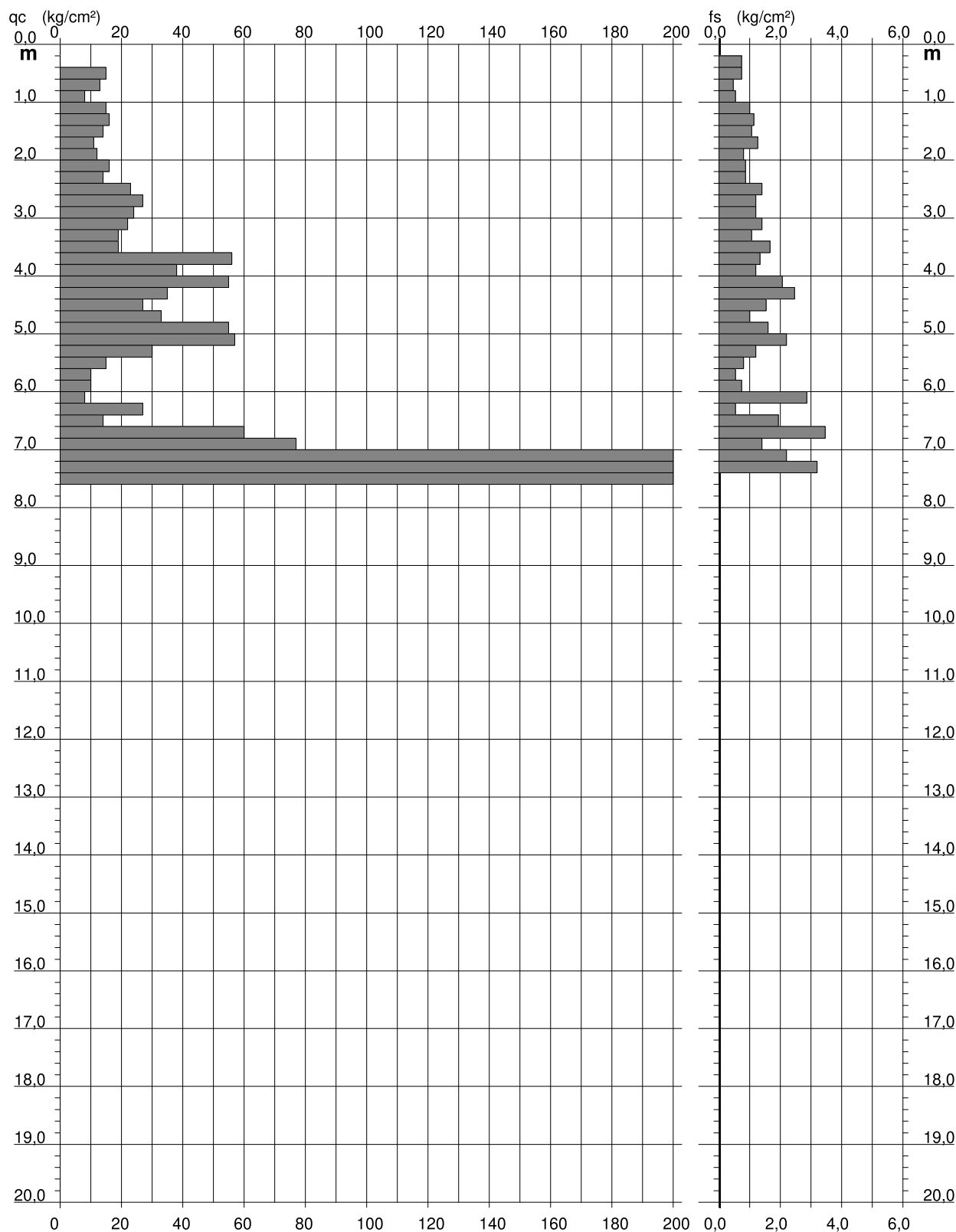
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA

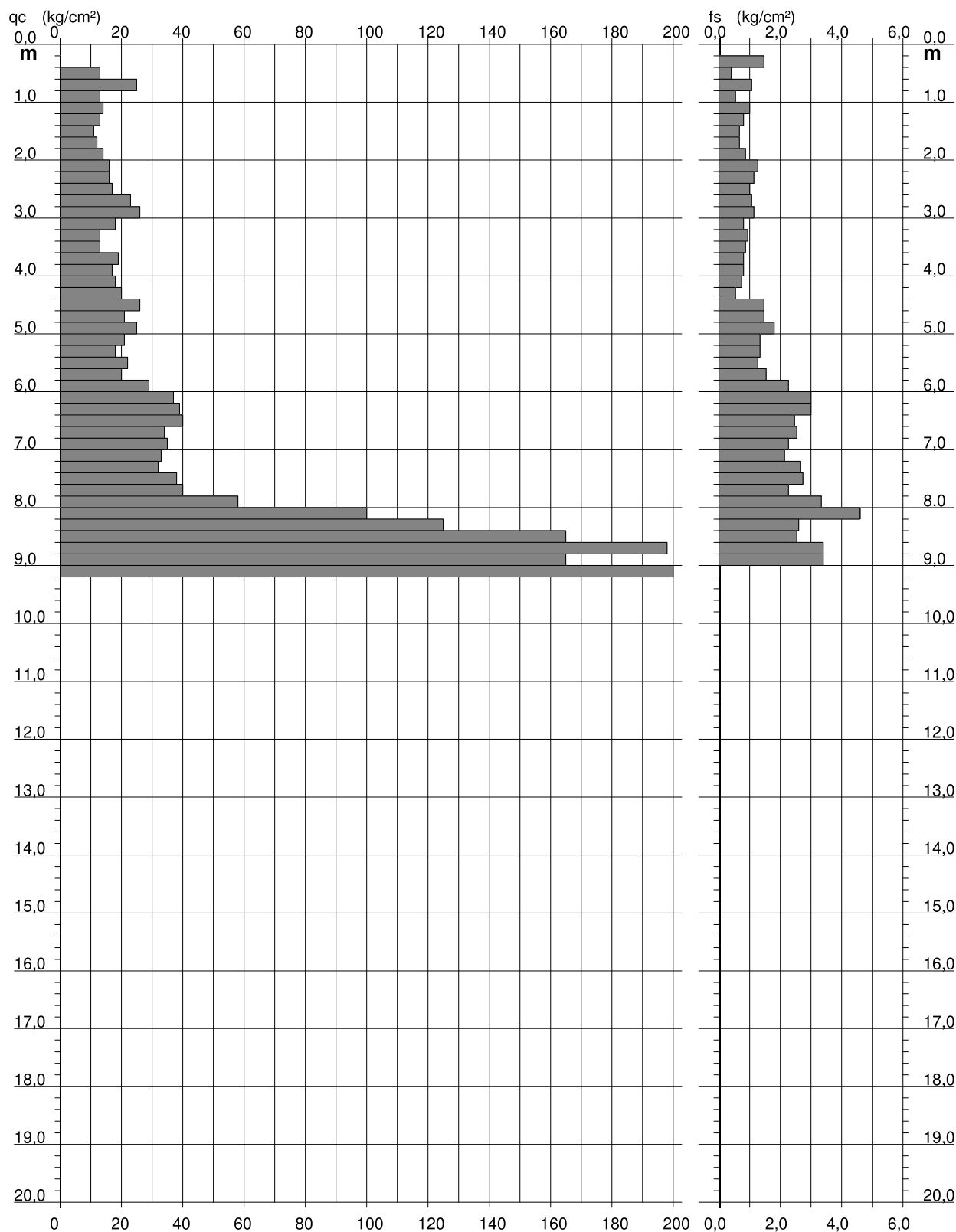
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

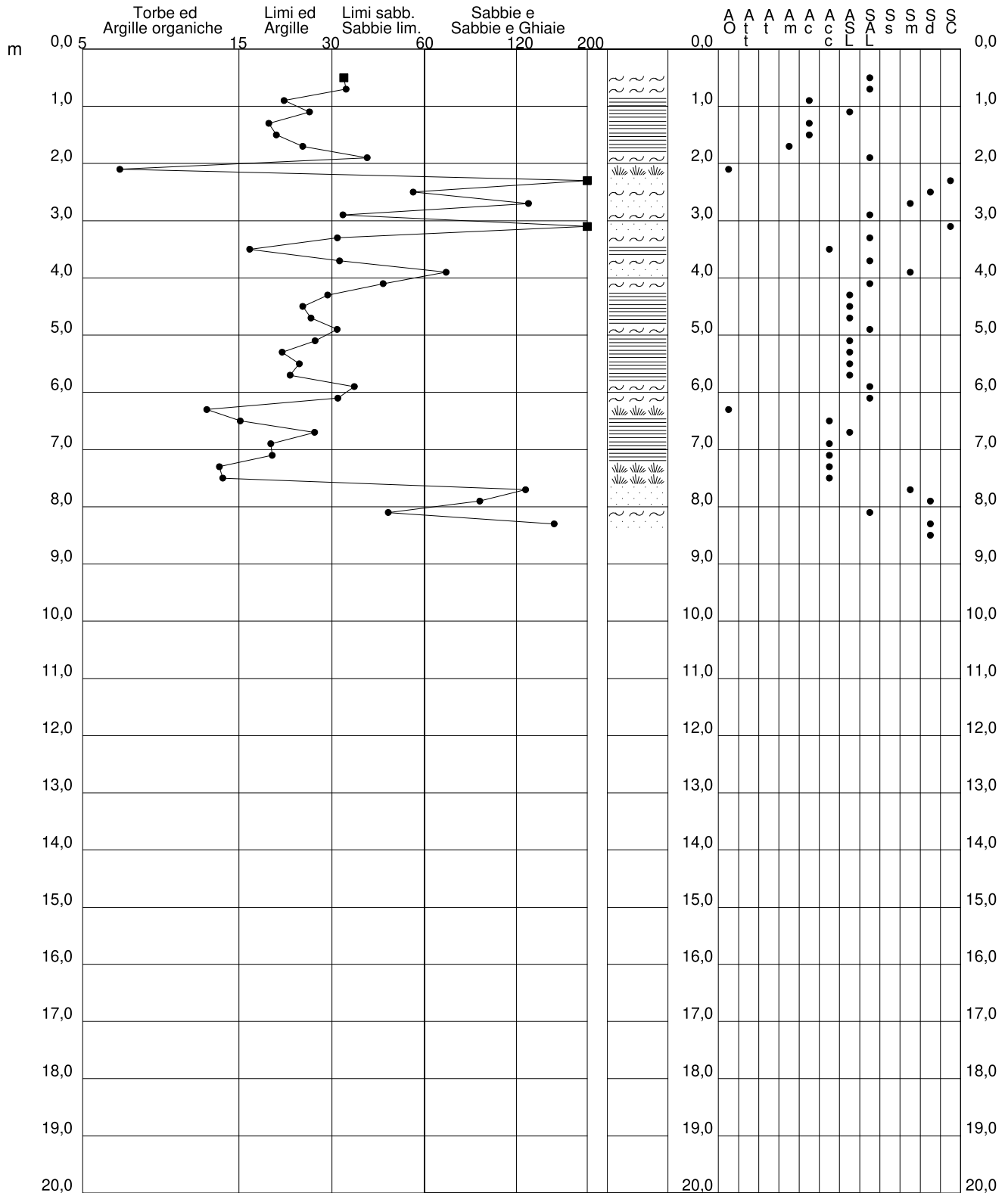
2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

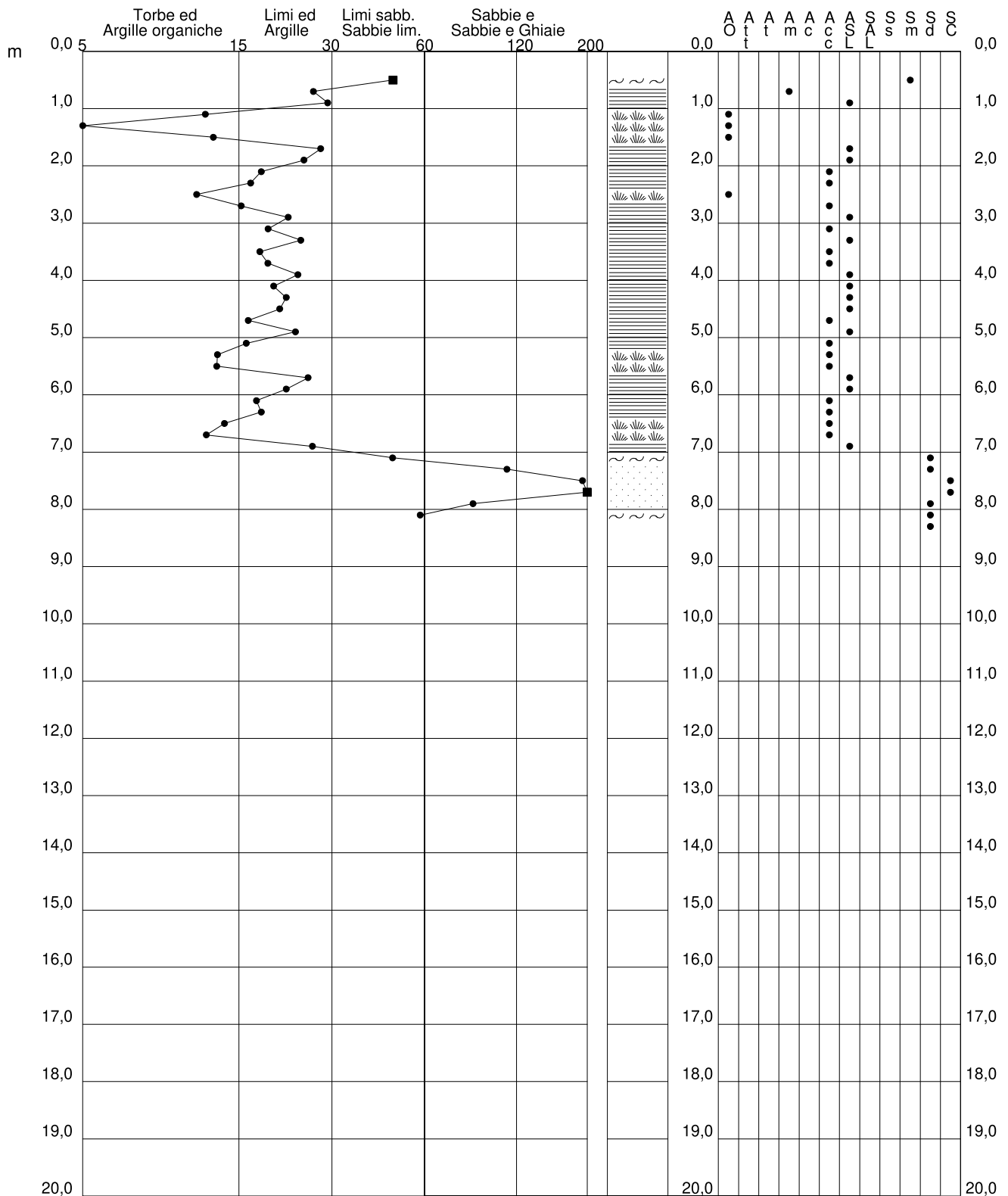
2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

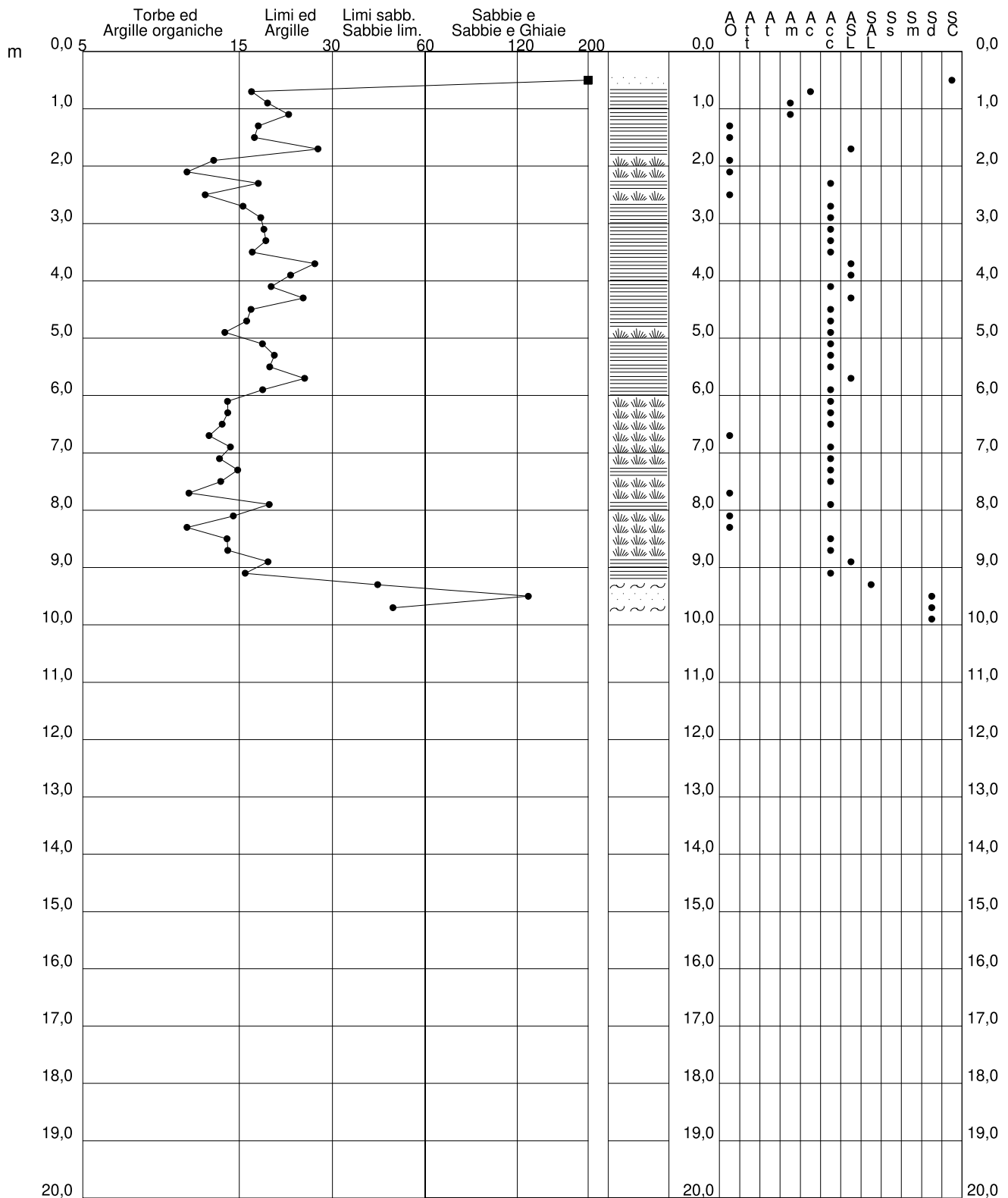
2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

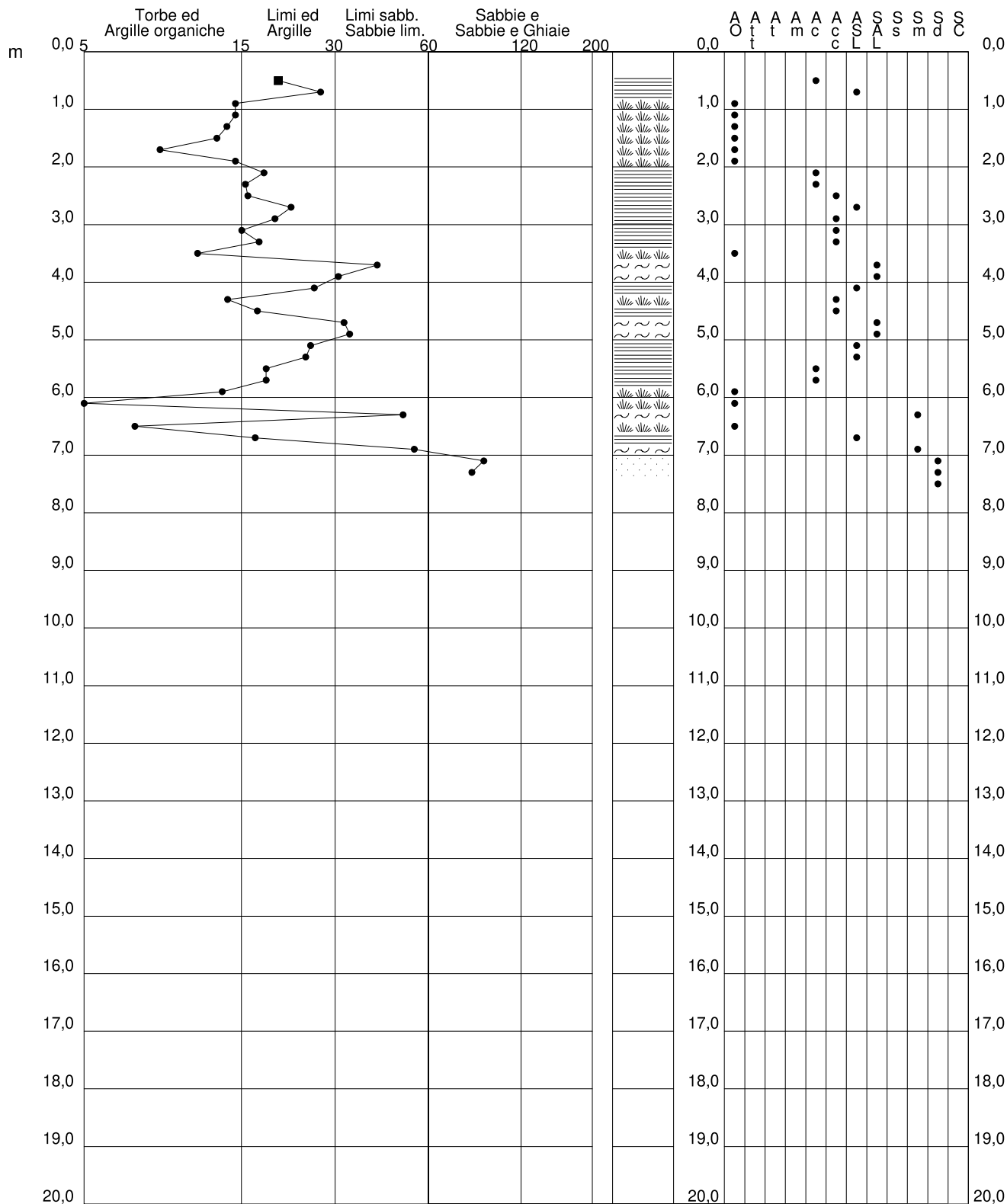
2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 5

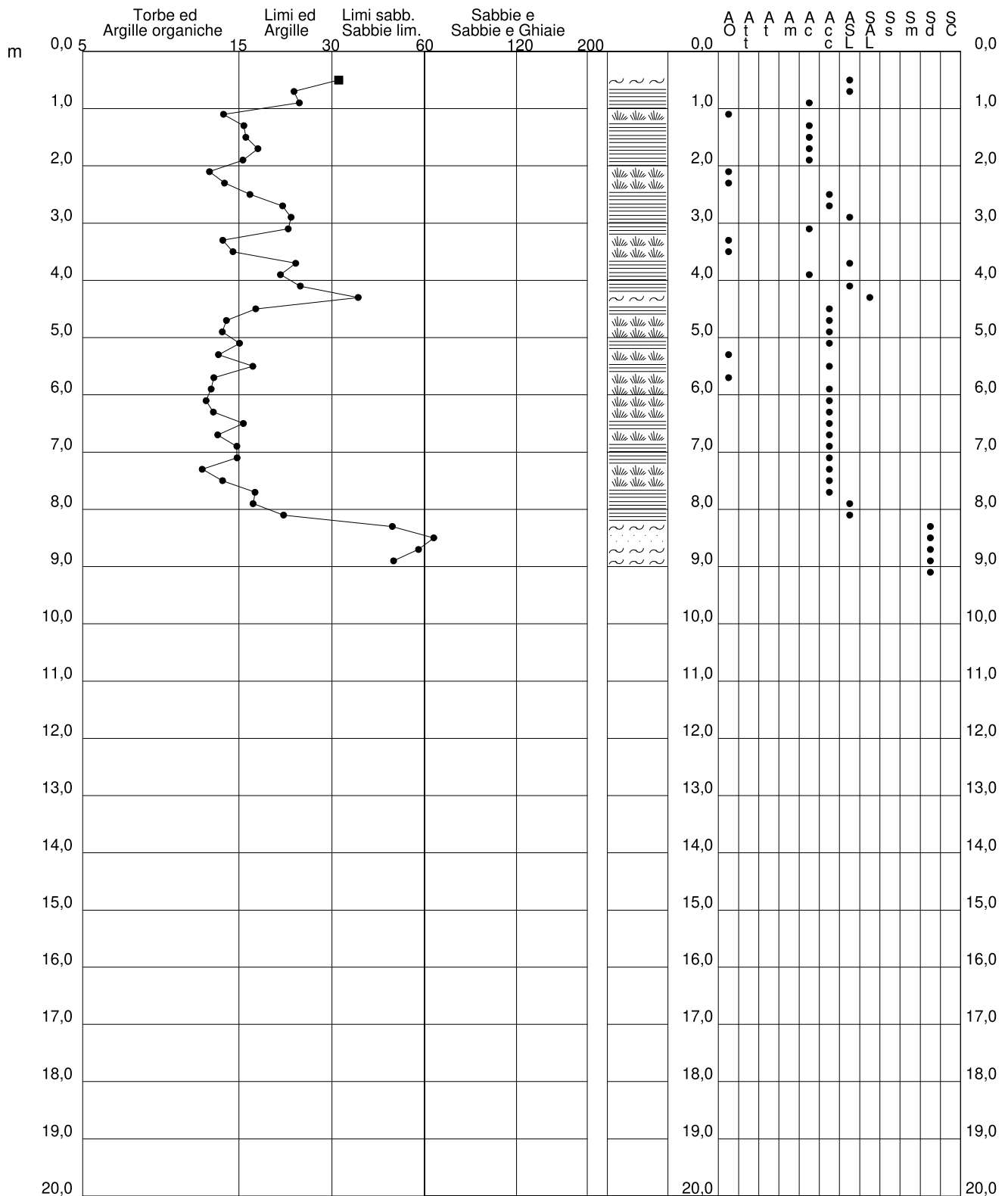
2.0105-157

- committente : GEOM. MAISTO LORENZO
 - lavoro : -
 - località : MONTEMURLO, LOC. MONTALE VIA GARIBALDI
 - assist. cantiere :

- data : 27/12/2022
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)





Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Settore A – Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

LABOTER Srl

Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr. 2436/13

Committente : Geom. Lorenzo Maisto
Cantiere : Via Garibaldi - Montale (PT)

Verbale Accettazione n° : 573 del 12/12/2022
Data Certificazione : 21/12/2022
Campioni n°: 5
Certificati da n° a n° : 06023-06042



**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

Riferimento			Caratteristiche fisiche							Limiti di consistenza				Granulometria				Classificazione
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	γ kN/m ³	γ_{sec} kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	LL %	LP %	IP %	IC %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	CNR-UNI
scavo	1	0.6-1.0	19,0	18,6	15,6	19,7	0,69	40,9	74,0	28,1	18,3	9,8	0,93		39,8	44,2	16,0	A4 - I.G. = 6
scavo	2	0.6-1.1	20,8	18,7	15,5	19,6	0,71	41,5	79,3	24,6	ND			0,3	46,3	43,6	9,8	A4 - I.G. = 5
scavo	3	0.6-1.0	20,8	18,8	15,6	19,6	0,70	41,1	80,6	24,5	ND				49,6	38,6	11,8	A4 - I.G. = 4
scavo	4	0.6-1.0	25,4	18,7	14,9	19,2	0,78	43,7	88,1	25,1	ND			0,2	28,3	64,2	7,3	A4 - I.G. = 8
scavo	5	0.6-1.0	19,7	18,6	15,6	19,6	0,70	41,2	75,8	25,0	ND			0,3	46,7	43,7	9,3	A4 - I.G. = 5



COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 0.6-1.0

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19,0	%
Peso di volume	18,6	kN/m ³
Peso di volume secco	15,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,7	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,692	
Porosità	40,9	%
Grado di saturazione	74,0	%
Limite di liquidità	28,1	%
Limite di plasticità	18,3	%
Indice di plasticità	9,8	%
Indice di consistenza	0,93	
Passante al set. n° 42	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A4	I.G. = 6

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	39,8	%
Limo	44,2	%
Argilla	16,0	%
D 10	0,000944	mm
D 50	0,034123	mm
D 60	0,059486	mm
D 90	0,258509	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 42	96,2	%
Passante set. 200	64,2	%

COMPRESSIONE

σ	kPa
c_u	kPa
σ_{Rim}	kPa
$c_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
c'	kPa
ϕ'	°
c'_{Res}	kPa
ϕ'_{Res}	°

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

--

Tipi di campione: Massivo Qualità del campione: Q 2

Posizione delle prove CF GR	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Limo con sabbia argilloso MUNSELL SOIL COLOR: 7.5YR 5/3 Brown
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06026	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 14/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 17/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 0.6-1.0

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	96,2	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	64,2	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	28,1	%
Limite di plasticità	18,3	%
Indice di plasticità	9,8	%

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A4 INDICE DI GRUPPO: 6

Tipi usuali dei materiali principali:
Limi poco compressibili



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06023	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 13/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 14/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 0.6-1.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19,0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06024	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 13/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 13/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 0.6-1.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,6 kN/m³



**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

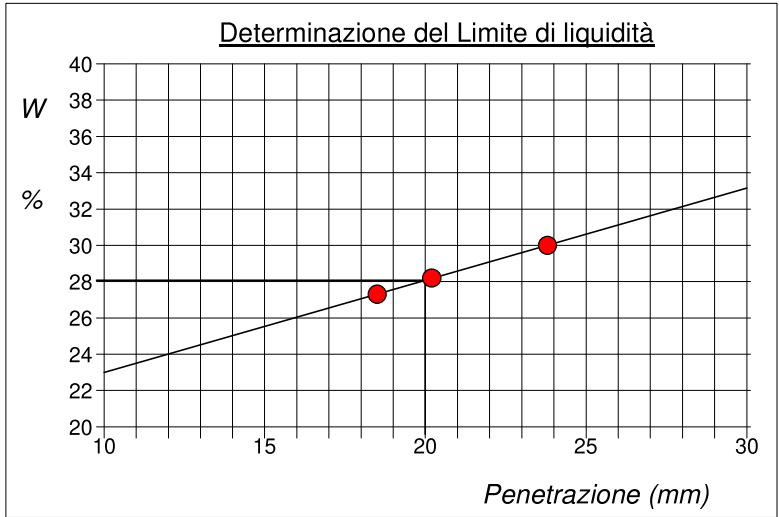
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06025	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 16/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 17/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 0.6-1.0

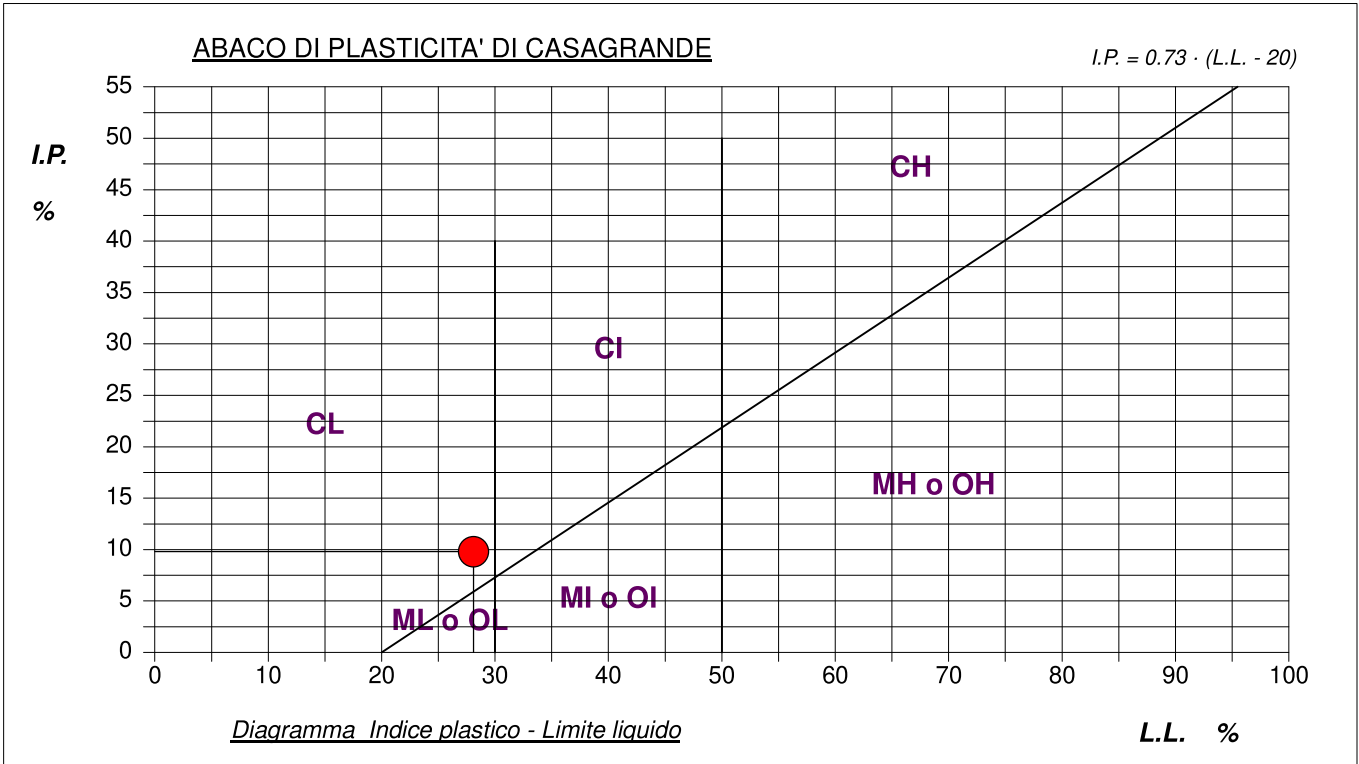
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	28,1	%
Limite di plasticità	18,3	%
Indice di plasticità	9,8	%
Indice di consistenza	0,93	
Passante al set. n° 42	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa plasticità
M - Limi inorganici	I - Media plasticità
O - Argille e limi organici	H - Alta plasticità





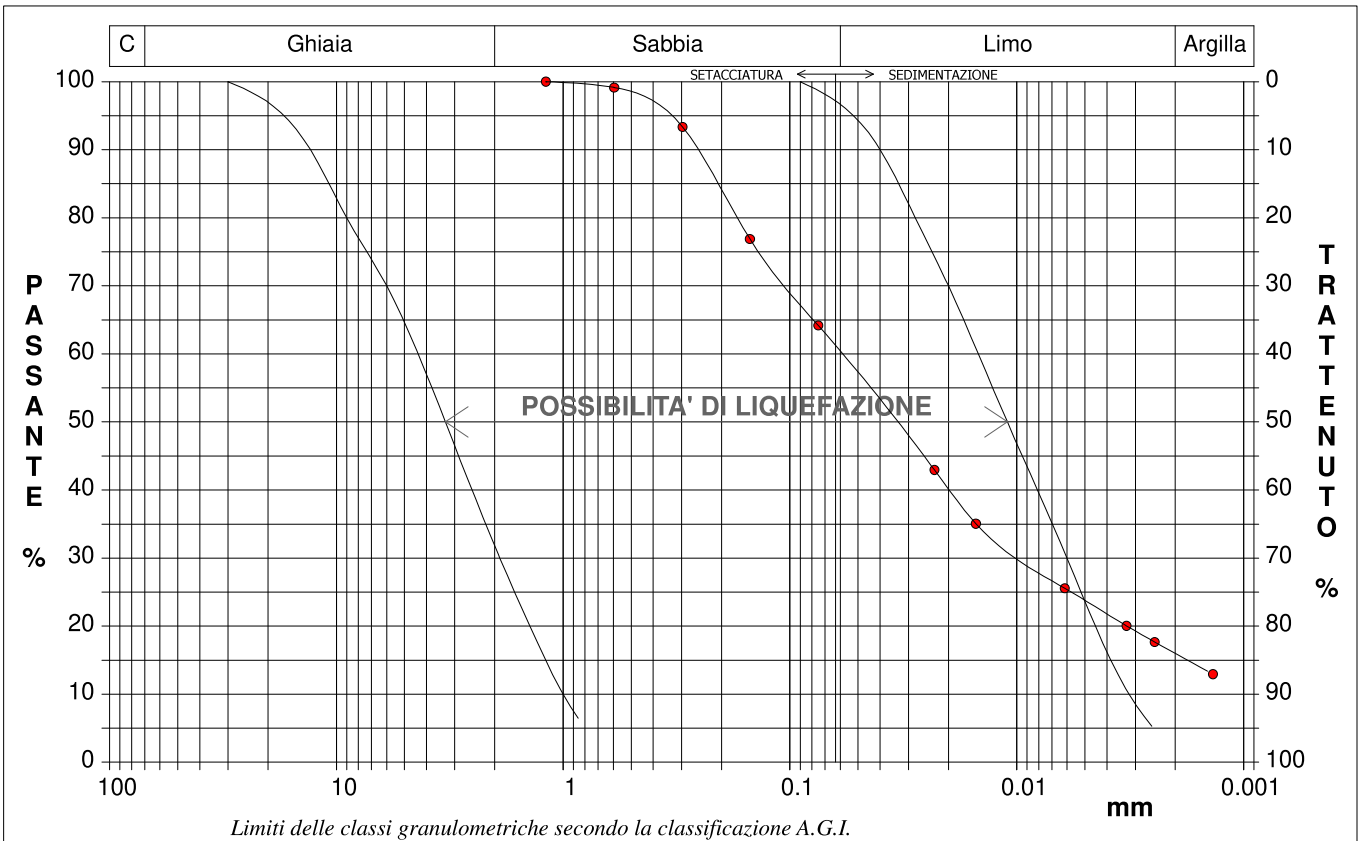
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06026	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 14/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 17/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 0.6-1.0

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D ₁₀	0,00094 mm
Sabbia	39,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	96,2 %	D ₃₀	0,00935 mm
Limo	44,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	64,2 %	D ₅₀	0,03412 mm
Argilla	16,0 %			D ₆₀	0,05949 mm
Coefficiente di uniformità	63,02	Coefficiente di curvatura	1,56	D ₉₀	0,25851 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
1,1900	100,00	0,0231	42,95	0,0014	12,94				
0,5950	99,15	0,0151	35,05						
0,2970	93,34	0,0061	25,57						
0,1500	76,88	0,0033	20,05					Setacci	4
0,0750	64,17	0,0025	17,68					Punti sediment.	6

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.44
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 0.6-1.1

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,8	%
Peso di volume	18,7	kN/m³
Peso di volume secco	15,5	kN/m³
Peso di volume saturo	19,6	kN/m³
Peso specifico	26,5	kN/m³
Indice dei vuoti	0,708	
Porosità	41,5	%
Grado di saturazione	79,3	%
Limite di liquidità	24,6	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 42	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A4	I.G. = 5

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,3	%
Sabbia	46,3	%
Limo	43,6	%
Argilla	9,8	%
D 10	0,002060	mm
D 50	0,052449	mm
D 60	0,077925	mm
D 90	0,288382	mm
Passante set. 10	99,7	%
Passante set. 42	94,0	%
Passante set. 200	59,1	%

COMPRESSIONE

σ	kPa
c_u	kPa
σ_{Rim}	kPa
$c_u \text{ Rim}$	kPa

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
c'	kPa
ϕ'	°
c'_{Res}	kPa
ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm²/sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA**OSSERVAZIONI**

Tipi di campione: Massivo Qualità del campione: Q 2

Posizione delle prove CF GR	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Sabbia con limo debolmente argillosa MUNSELL SOIL COLOR: 10YR 5/4 Yellowish brown
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06030	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 15/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 19/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 0.6-1.1

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

Passante setaccio 10 (2 mm)	99,7	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94,0	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	59,1	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	24,6	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità	- - -	%

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A4 INDICE DI GRUPPO: 5

Tipi usuali dei materiali principali:
Limi poco compressibili



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06027	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 13/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 14/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 0.6-1.1

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,8 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06028	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 13/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 13/12/22

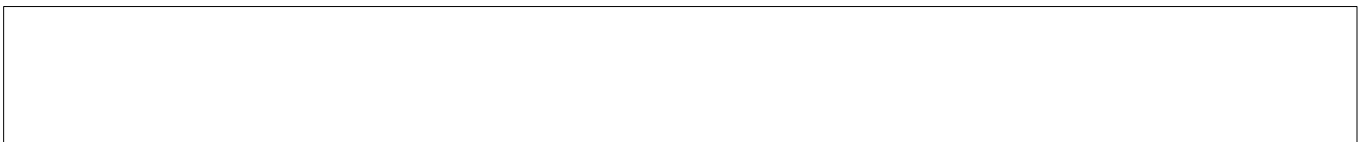
COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 0.6-1.1

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,7 kN/m³



**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

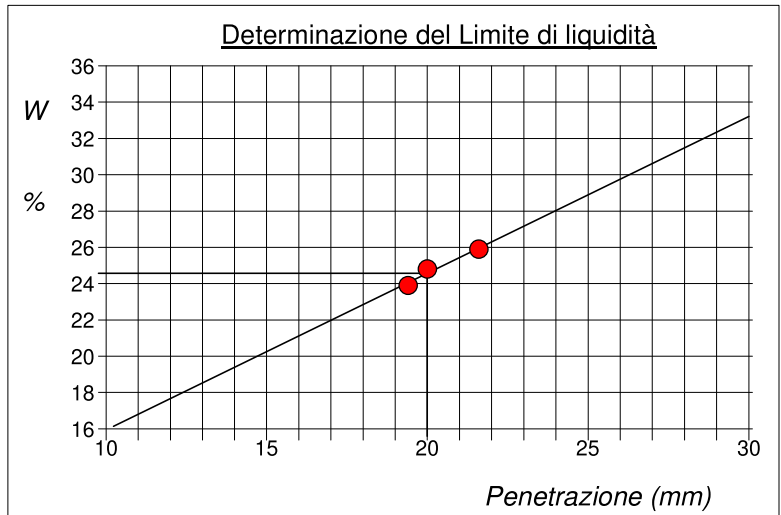
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06029	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 16/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 17/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 0.6-1.1

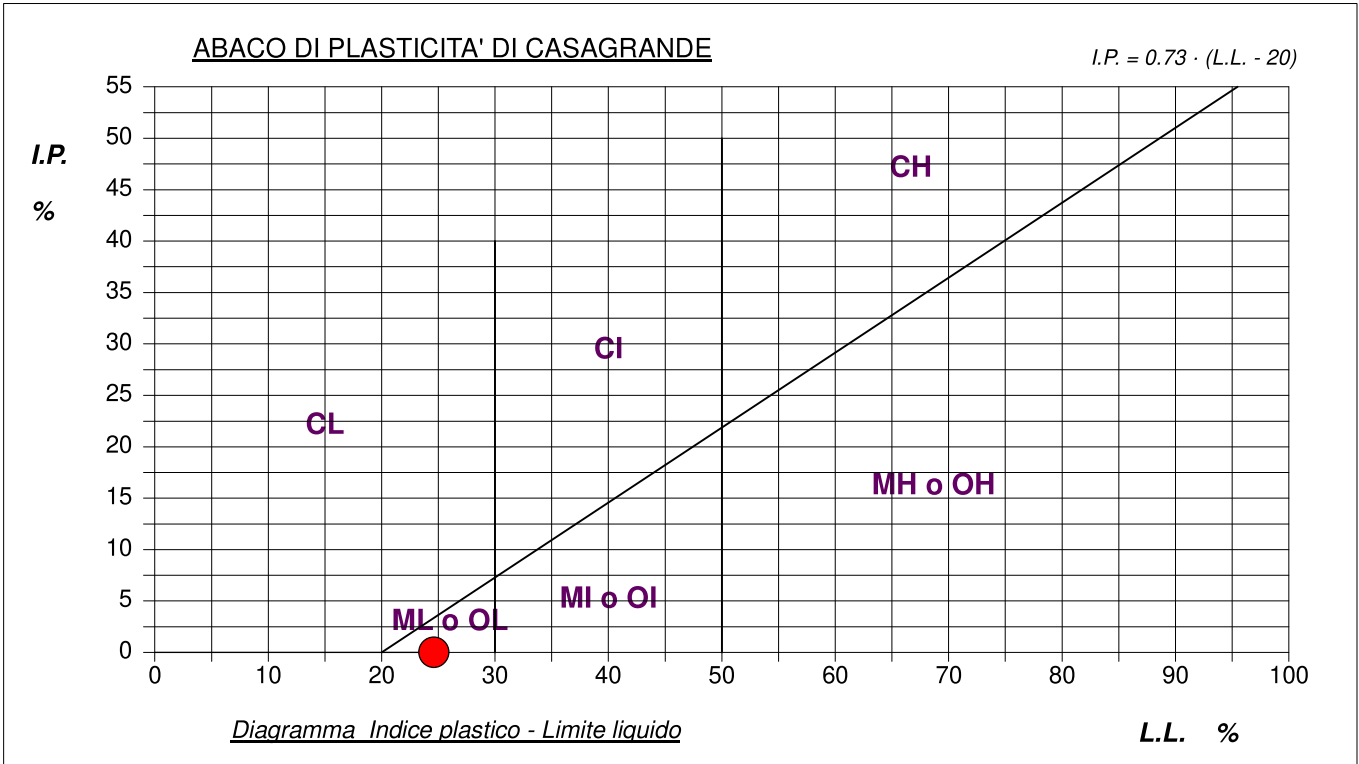
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	24,6	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 42	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa plasticità
M - Limi inorganici	I - Media plasticità
O - Argille e limi organici	H - Alta plasticità



**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

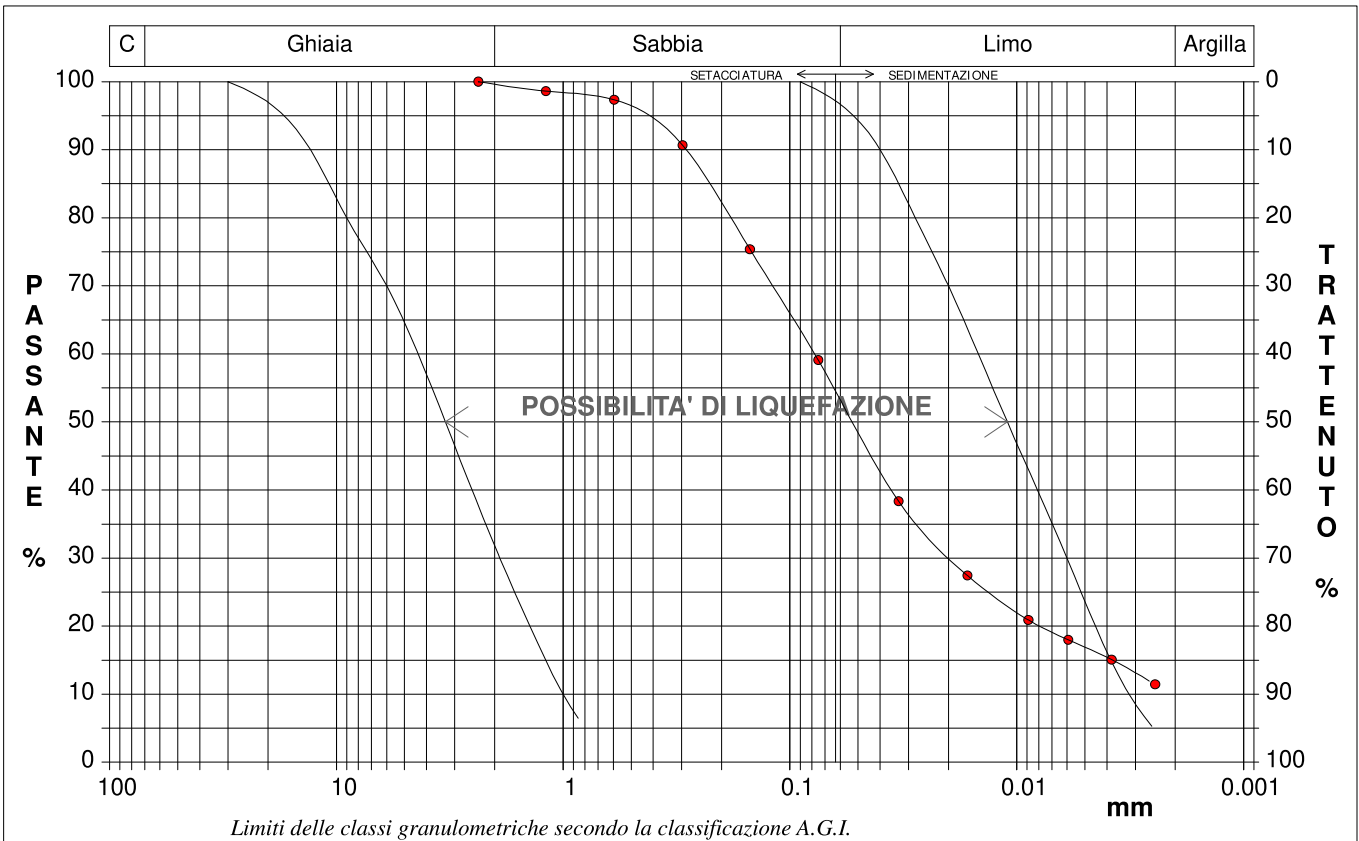
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06030	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 15/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 19/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 0.6-1.1

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	0,3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,7 %	D10	0,00206 mm
Sabbia	46,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94,0 %	D30	0,01944 mm
Limo	43,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	59,1 %	D50	0,05245 mm
Argilla	9,8 %			D60	0,07792 mm
Coefficiente di uniformità	37,83	Coefficiente di curvatura	2,35	D90	0,28838 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,3600	100,00	0,0750	59,10	0,0038	15,08				
1,1900	98,61	0,0332	38,36	0,0025	11,45				
0,5950	97,35	0,0165	27,45						
0,2970	90,66	0,0089	20,90					Setacci	5
0,1500	75,38	0,0059	17,99					Punti sediment.	6


LABOTER S.r.l.

 Via Nazario Sauro n.440
 51100 Pistoia
 Tel. 0573 570566
 e-mail: laboter@laboterpt.it

 DWV Business Assurance
 Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
 UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
 Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

 Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
 Settore A - Prove di Laboratorio su terre
 Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)
SONDAGGIO: scavo CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 0.6-1.0

CARATTERISTICHE FISICHE			ANALISI GRANULOMETRICA			COMPRESSIONE	
Umidità naturale	20,8	%	Ghiaia		%	σ	kPa
Peso di volume	18,8	kN/m ³	Sabbia	49,6	%	c_u	kPa
Peso di volume secco	15,6	kN/m ³	Limo	38,6	%	σ_{Rim}	kPa
Peso di volume saturo	19,6	kN/m ³	Argilla	11,8	%	$c_{u \text{ Rim}}$	kPa
Peso specifico	26,5	kN/m ³	D 10	0,001458	mm	TAGLIO DIRETTO	
Indice dei vuoti	0,697		D 50	0,058607	mm	Prova consolidata-lenta	
Porosità	41,1	%	D 60	0,097275	mm	c'	kPa
Grado di saturazione	80,6	%	D 90	0,291170	mm	ϕ'	°
Limite di liquidità	24,5	%	Passante set. 10	100,0	%	c'_{Res}	
Limite di plasticità	N.D.	%	Passante set. 42	94,2	%	ϕ'_{Res}	
Indice di plasticità		%	Passante set. 200	54,5	%	kPa	
Indice di consistenza		%				°	
Passante al set. n° 42	SI						
Limite di ritiro		%					
CNR-UNI 10006/00	A4	I.G. = 4	PERMEABILITA'				
			Coefficiente k			cm/sec	

COMPRESSIONE TRIASSIALE				PROVA EDOMETRICA				
C.D.	C _d	kPa	ϕ_d	°	σ	E	C _v	k
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°	kPa	kPa	cm ² /sec	cm/sec
	C _{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°				
U.U.	C _u	kPa	ϕ_u	°				



OSSERVAZIONI

Tipi di campione: Massivo Qualità del campione: Q 2

Posizione delle prove	cm	R _p	VT	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF GR		kPa	kPa		
	0				Sabbia con limo argillosa MUNSELL SOIL COLOR: 10YR 6/3 Pale brown
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06034	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 14/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 17/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 0.6-1.0

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0	%	Limite di liquidità	24,5	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94,2	%	Limite di plasticità	N.D.	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	54,5	%	Indice di plasticità	- - -	%

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A4 INDICE DI GRUPPO: 4

Tipi usuali dei materiali principali:
Limi poco compressibili



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06031	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 13/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 14/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 0.6-1.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,8 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06032	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 13/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 13/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 0.6-1.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,8 kN/m³



LABOTER S.r.l.
Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

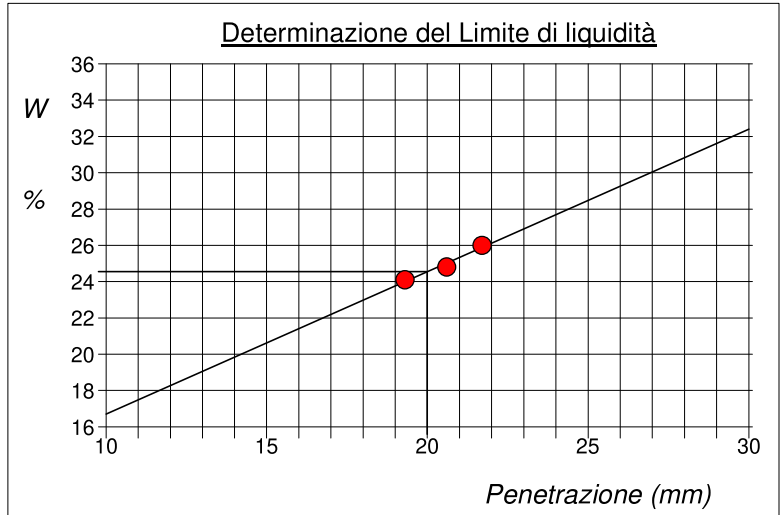
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06033	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 16/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 17/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 0.6-1.0

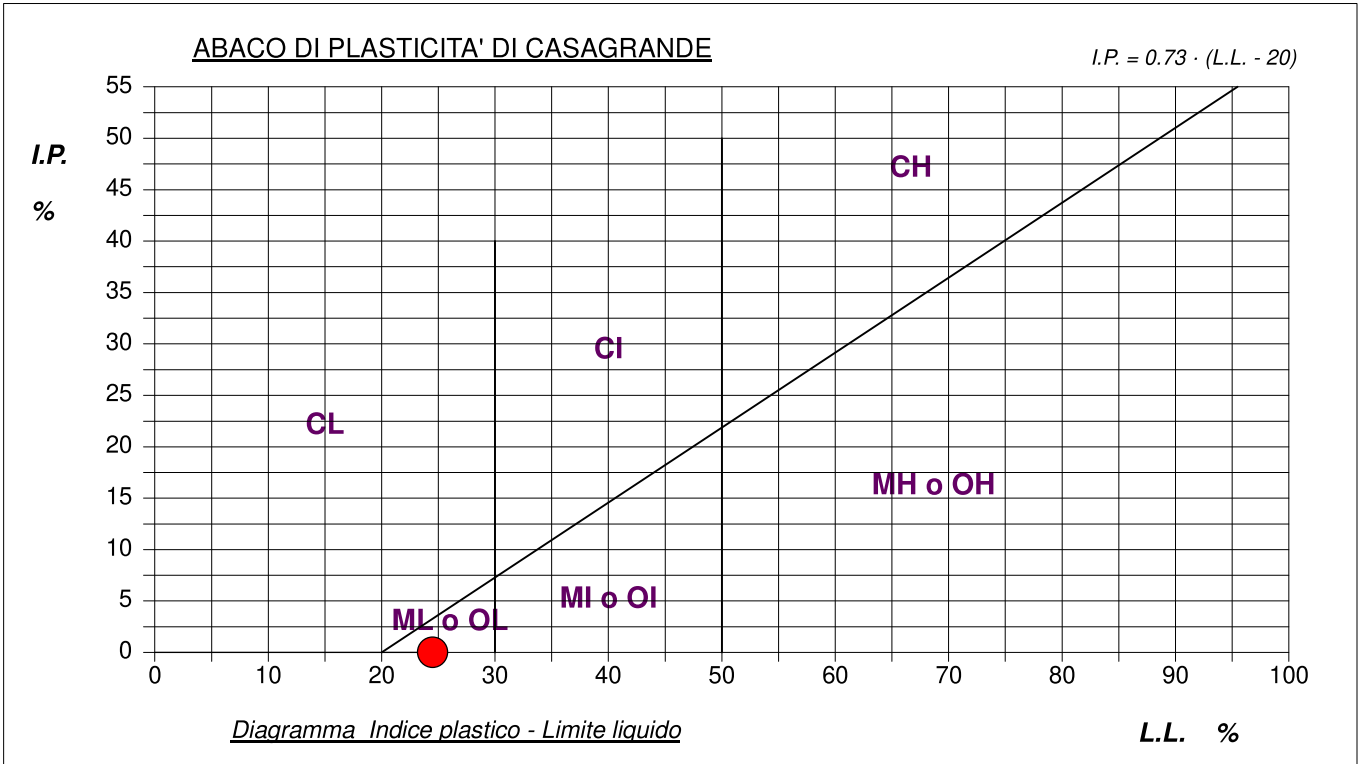
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	24,5	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 42	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa plasticità
M - Limi inorganici	I - Media plasticità
O - Argille e limi organici	H - Alta plasticità



**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

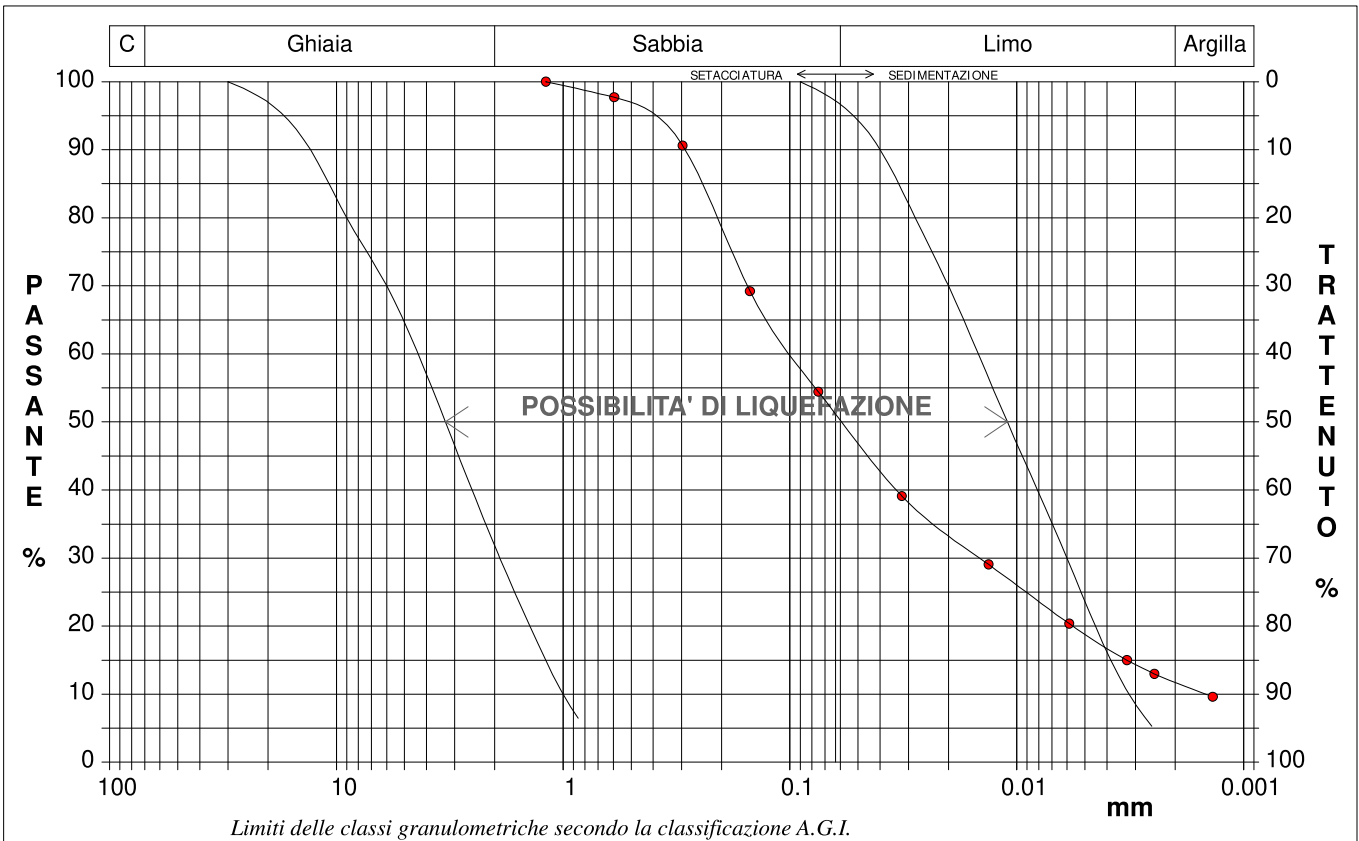
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06034	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 14/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 17/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m 0.6-1.0

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D ₁₀	0,00146 mm
Sabbia	49,6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94,2 %	D ₃₀	0,01444 mm
Limo	38,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	54,5 %	D ₅₀	0,05861 mm
Argilla	11,8 %			D ₆₀	0,09727 mm
Coefficiente di uniformità	66,72	Coefficiente di curvatura	1,47	D ₉₀	0,29117 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
1,1900	100,00	0,0321	39,13	0,0014	9,64				
0,5950	97,70	0,0133	29,07						
0,2970	90,62	0,0059	20,36						
0,1500	69,23	0,0033	15,00					Setacci	4
0,0750	54,46	0,0025	12,99					Punti sediment.	6



COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m 0.6-1.0

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	25,4	%
Peso di volume	18,7	kN/m ³
Peso di volume secco	14,9	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,2	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,777	
Porosità	43,7	%
Grado di saturazione	88,1	%
Limite di liquidità	25,1	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 42	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A4	I.G. = 8

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,2	%
Sabbia	28,3	%
Limo	64,2	%
Argilla	7,3	%
D 10	0,002340	mm
D 50	0,021205	mm
D 60	0,036215	mm
D 90	0,192289	mm
Passante set. 10	99,8	%
Passante set. 42	96,8	%
Passante set. 200	76,7	%

COMPRESSIONE

σ	kPa
c_u	kPa
σ_{Rim}	kPa
$c_{u Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
c'	kPa
ϕ'	°
c'_{Res}	kPa
ϕ'_{Res}	°

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipi di campione: Massivo Qualità del campione: Q 2

Posizione delle prove CF GR	cm	R_p kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Limo con sabbia debolmente argilloso MUNSELL SOIL COLOR: 2.5Y 5/4 Light olive brown
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06038	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 15/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 19/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m 0.6-1.0

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

Passante setaccio 10 (2 mm)	99,8 %	Limite di liquidità	25,1 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	96,8 %	Limite di plasticità	N.D. %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	76,7 %	Indice di plasticità	- - - %

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A4 INDICE DI GRUPPO: 8

Tipi usuali dei materiali principali:
Limi poco compressibili



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06035	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 13/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 14/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m 0.6-1.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 25,4 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06036	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 13/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 13/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m 0.6-1.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,7 kN/m³



**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06037** Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22

DATA DI EMISSIONE: 21/12/22 Inizio analisi: 16/12/22

Apertura campione: 13/12/22 Fine analisi: 17/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto

RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)

SONDAGGIO: scavo

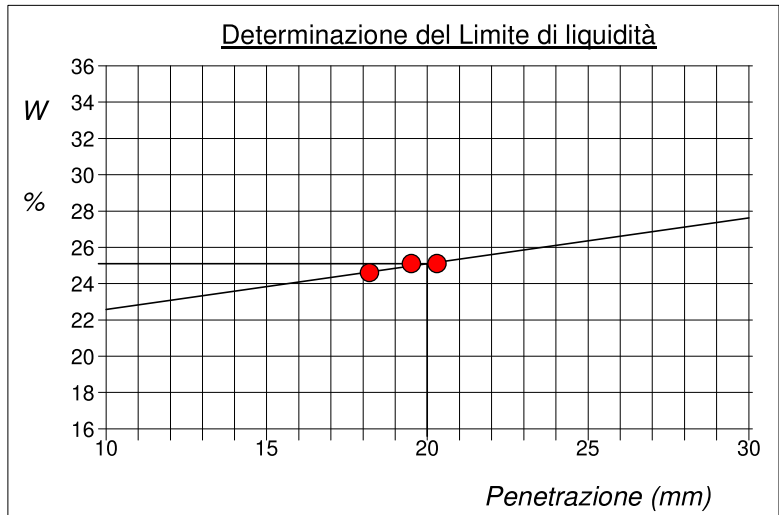
CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 0.6-1.0

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	25,1	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 42	SI	



C - Argille inorganiche

L - Bassa plasticità**M - Limi inorganici**

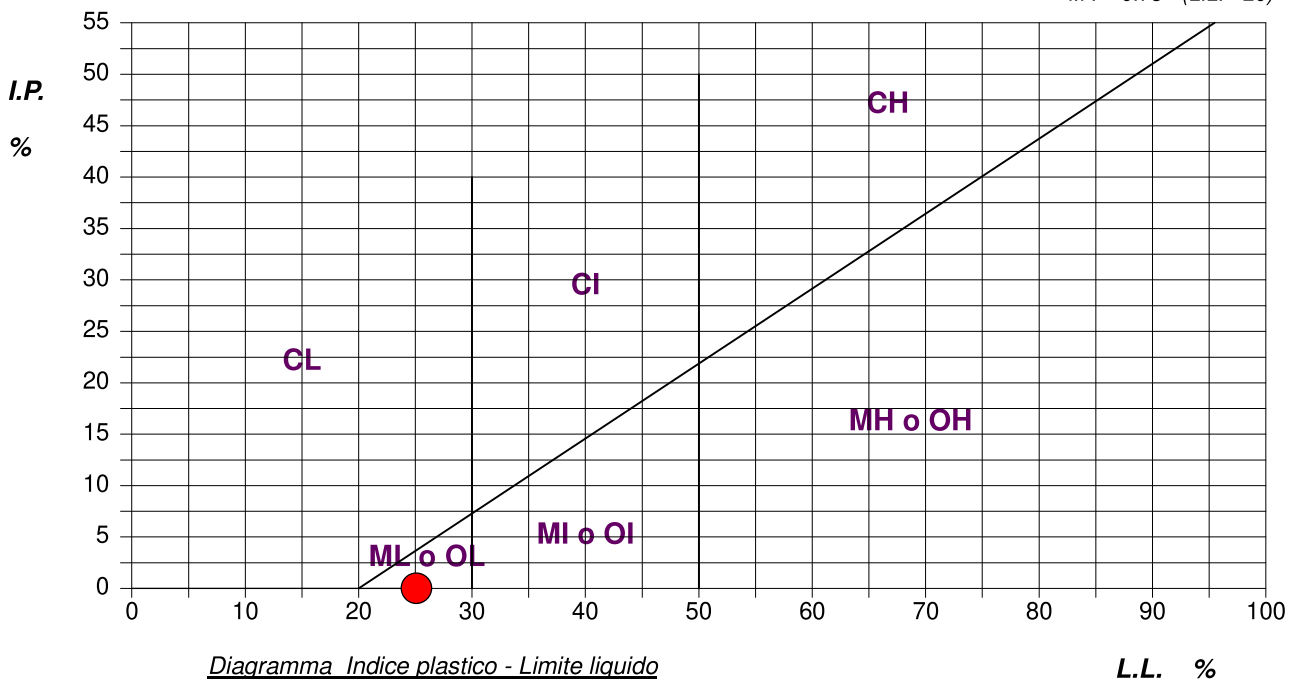
I - Media plasticità

O - Argille e limi organici

H - Alta plasticità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

I.P. = 0.73 · (L.L. - 20)





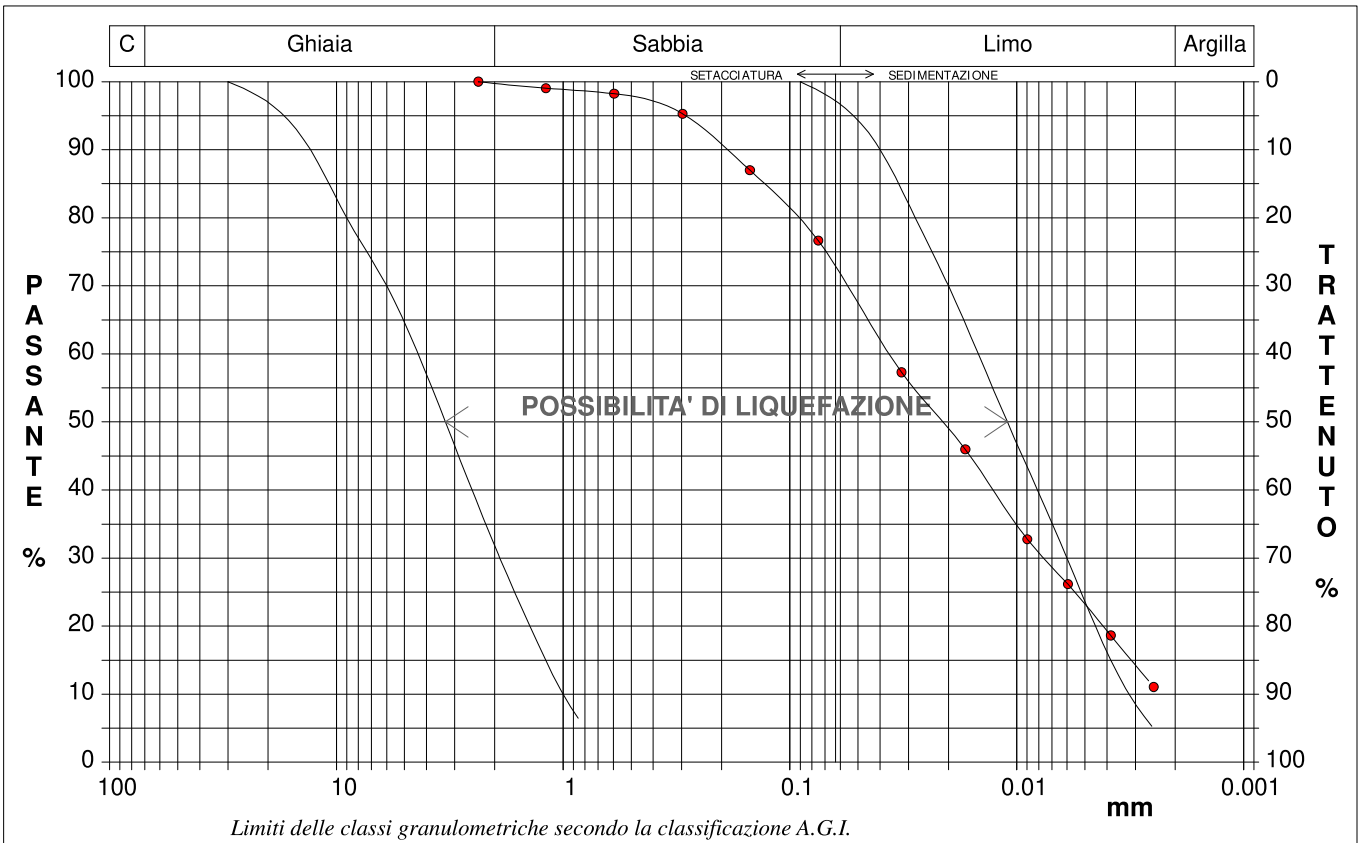
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06038	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 15/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 19/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m 0.6-1.0

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	0,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,8 %	D ₁₀	0,00234 mm
Sabbia	28,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	96,8 %	D ₃₀	0,00756 mm
Limo	64,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	76,7 %	D ₅₀	0,02120 mm
Argilla	7,3 %			D ₆₀	0,03621 mm
Coefficiente di uniformità	15,48	Coefficiente di curvatura	0,67	D ₉₀	0,19229 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,3600	100,00	0,0750	76,65	0,0038	18,62				
1,1900	99,04	0,0322	57,29	0,0025	11,07				
0,5950	98,24	0,0168	45,97						
0,2970	95,28	0,0090	32,77					Setacci	5
0,1500	86,98	0,0060	26,16					Punti sediment.	6



COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m 0.6-1.0

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19,7	%
Peso di volume	18,6	kN/m ³
Peso di volume secco	15,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,6	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,700	
Porosità	41,2	%
Grado di saturazione	75,8	%
Limite di liquidità	25,0	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 42	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A4	I.G. = 5

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,3	%
Sabbia	46,7	%
Limo	43,7	%
Argilla	9,3	%
D 10	0,002148	mm
D 50	0,053055	mm
D 60	0,081078	mm
D 90	0,297000	mm
Passante set. 10	99,7	%
Passante set. 42	93,4	%
Passante set. 200	58,4	%

COMPRESSIONE

σ	kPa
C _u	kPa
σ _{Rim}	kPa
C _{u Rim}	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
C'	kPa
φ'	°
C' _{Res}	kPa
φ' _{Res}	°

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	φ _d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	φ' _{cu}	°
	C _{cu}	kPa	φ _{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	φ _u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C _v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipi di campione: Massivo Qualità del campione: Q 2

Posizione delle prove		cm	R _p kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	0				Sabbia con limo debolmente argillosa MUNSELL SOIL COLOR: 7.5YR 5/3 Brown
		10				
		20				
		30				
		40				
		50			50	

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06042	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 15/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 19/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m 0.6-1.0

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

Passante setaccio 10 (2 mm)	99,7 %	Limite di liquidità	25,0 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93,4 %	Limite di plasticità	N.D. %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	58,4 %	Indice di plasticità	- - - %

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A4 INDICE DI GRUPPO: 5

Tipi usuali dei materiali principali:
Limi poco compressibili



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06039	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 13/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 14/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m 0.6-1.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19,7 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06040	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 13/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 13/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m 0.6-1.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,6 kN/m³



**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06041** Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22

DATA DI EMISSIONE: 21/12/22 Inizio analisi: 16/12/22

Apertura campione: 13/12/22 Fine analisi: 17/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto

RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)

SONDAGGIO: scavo

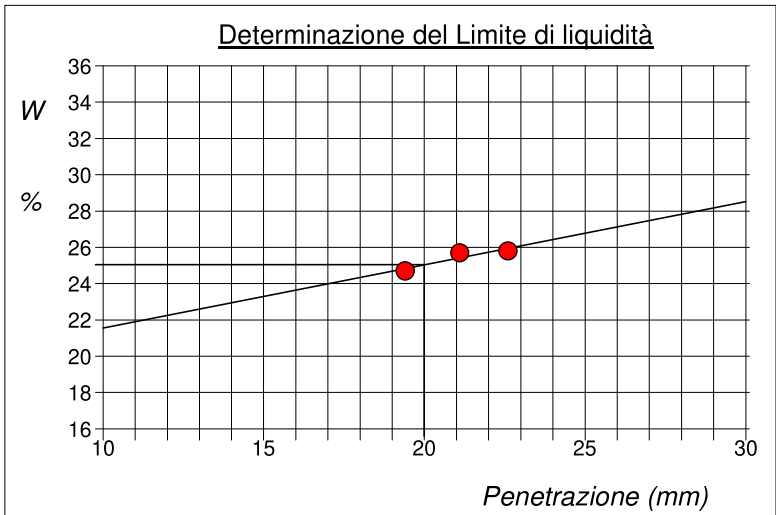
CAMPIONE: 5

PROFONDITA': m 0.6-1.0

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	25,0	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 42	SI	



C - Argille inorganiche

L - Bassa plasticità**M - Limi inorganici**

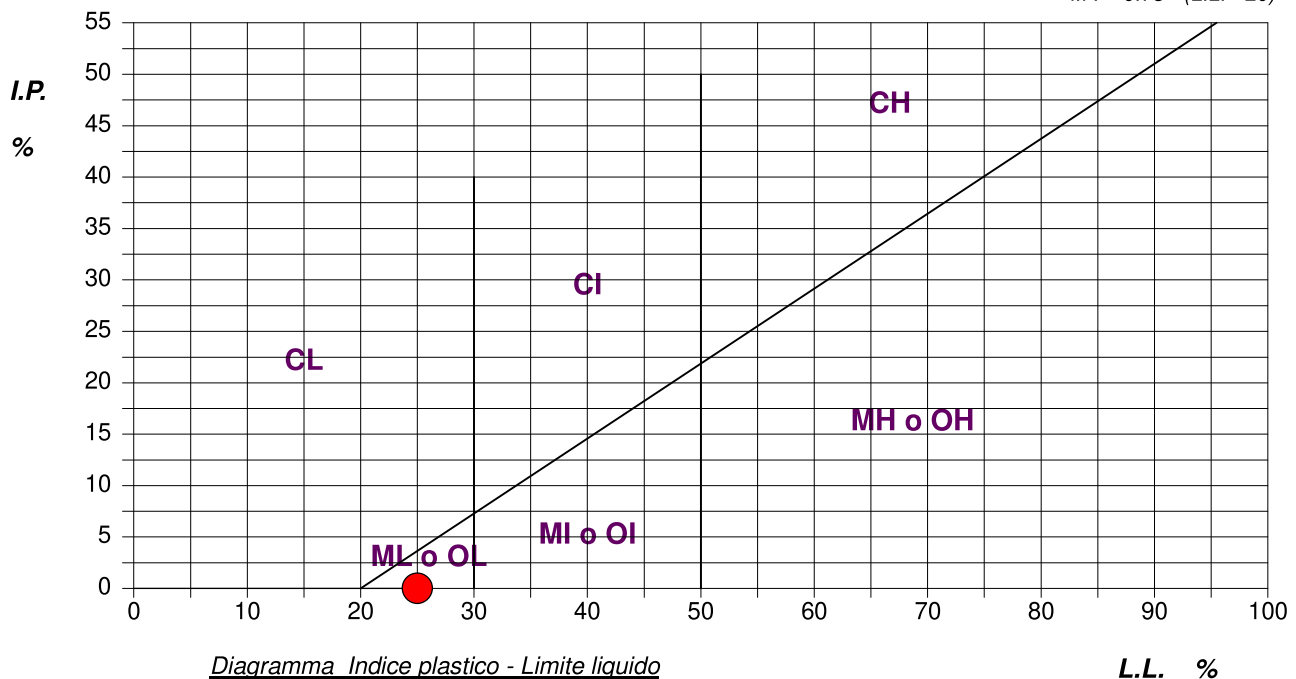
I - Media plasticità

O - Argille e limi organici

H - Alta plasticità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

I.P. = 0.73 · (L.L. - 20)





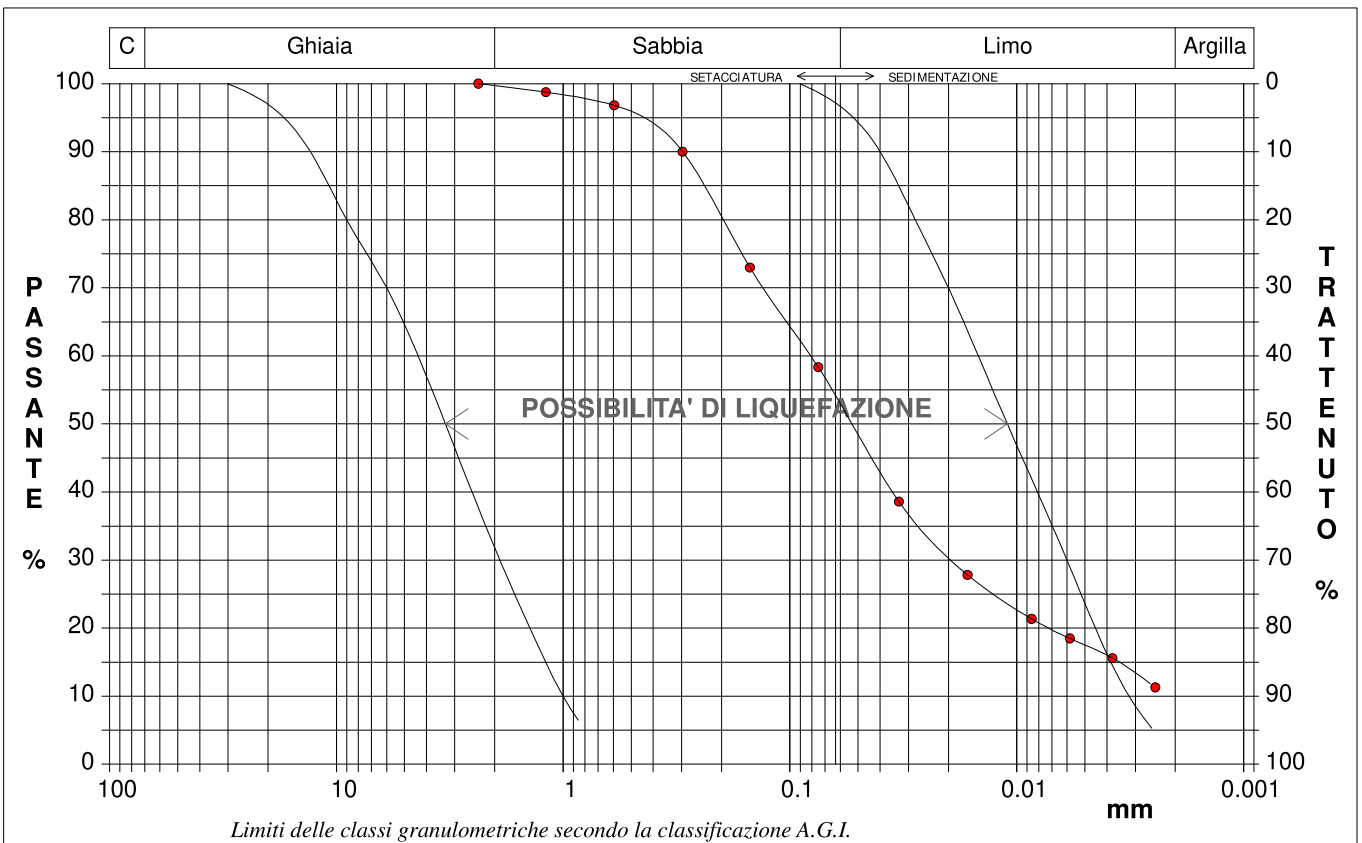
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06042	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/12/22	Inizio analisi: 15/12/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 573 del 12/12/22		Apertura campione: 13/12/22	Fine analisi: 19/12/22

COMMITTENTE: Geom. Lorenzo Maisto		
RIFERIMENTO: Via Garibaldi - Montale (PT)		
SONDAGGIO: scavo	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m 0.6-1.0

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	0,3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,7 %	D10	0,00215 mm
Sabbia	46,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93,4 %	D30	0,01895 mm
Limo	43,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	58,4 %	D50	0,05305 mm
Argilla	9,3 %			D60	0,08108 mm
Coefficiente di uniformità		37,74	Coefficiente di curvatura		2,06
				D90	0,29700 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,3600	100,00	0,0750	58,35	0,0038	15,61				
1,1900	98,75	0,0331	38,59	0,0024	11,30				
0,5950	96,82	0,0165	27,82						
0,2970	90,00	0,0086	21,36					Setacci	5
0,1500	72,99	0,0058	18,48					Punti sediment.	6

PENETRATIO s.n.c

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)
P.IVA 02174580502

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W.
ESEGUITA IN VIA GARIBALDI
NEL COMUNE DI MONTALE (PT)**

~~~~~



**GENNAIO 2023**

**Committente: Geol. Elisa Lazzi**



**INDICE**

|                                                       |   |
|-------------------------------------------------------|---|
| 1 PREMESSE.....                                       | 3 |
| 2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH..... | 3 |
| 3 IL METODO M.A.S.W.....                              | 5 |
| 4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE.....         | 6 |
| 5 INTERPRETAZIONE DEI DATI.....                       | 7 |

**ALLEGATI:**

- *Grafici “common-shot gather”, spettro di velocità, profilo verticale onde S e modello sismostratigrafico*
- *Report di calcolo*
- *Documentazione fotografica*

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W.  
ESEGUITA IN VIA GARIBALDI  
NEL COMUNE DI MONTALE (PT)**



### **1 PREMESSE**

La presente relazione descrive i risultati della prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) eseguita, su indicazioni della Dott. Geol. Elisa Lazzi, in Via Garibaldi nel Comune di Montale (PT).

L'indagine M.A.S.W. è stata effettuata con l'obiettivo di determinare il parametro  $V_{s_{eq}}$ , necessario al fine della classificazione dei suoli, per la definizione dell'azione sismica di progetto, volendo procedere con l'approccio semplificato secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018 – "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni").

### **2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH**

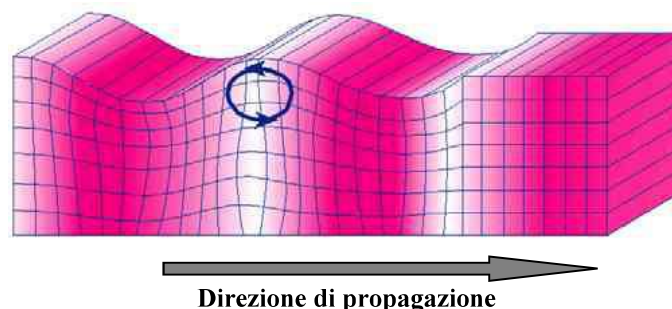
Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 1) e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera.

L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a  $0.92V_s$ .

In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e  $0.92V_s$ .

La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).



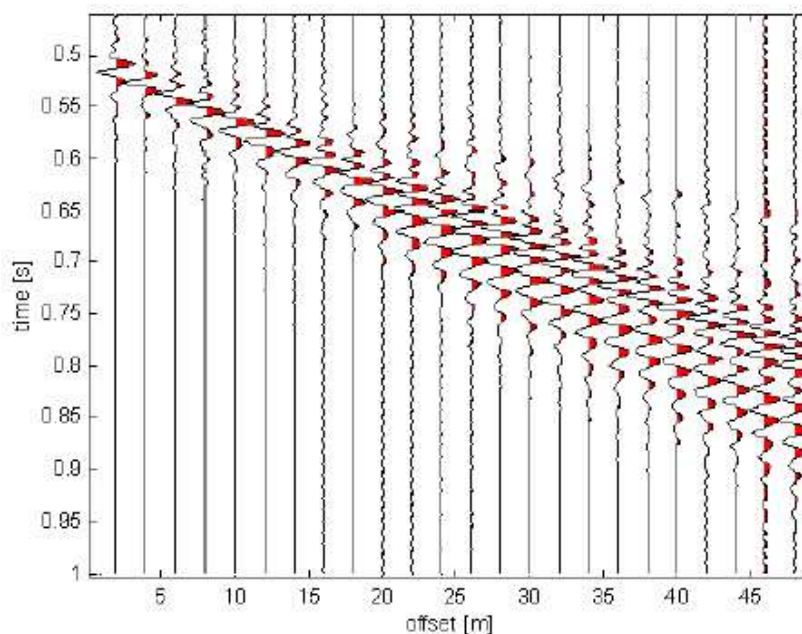
**Fig. 1 - Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto al senso di propagazione dell'onda.**

La determinazione della velocità delle onde di taglio  $V_s$  tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde  $P$  (7%) ed  $S$  (26%).

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione innanzitutto della  $V_s$ , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018, mentre la velocità delle onde  $P$  misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde  $S$  è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde  $P$ , risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle  $V_s$ , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. In caso di variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale si propaga a una diversa velocità (velocità di fase) che a sua volta corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda. (Fig. 2)

Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.



**Fig. 2 – Segnali sismici che evidenziano (in rosso) le onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato. Risulta evidente il fenomeno della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato.**

### **3 IL METODO M.A.S.W.**

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è un'efficiente e accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_S$ .

Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso tecniche computazionali, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 3 fasi fondamentali:

- acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
- estrazione del modo fondamentale dalla curva di dispersione (grafico velocità di fase rispetto alla frequenza) delle onde superficiali di Rayleigh;
- inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle  $V_S$ .

Per ottenere un profilo  $V_S$  vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume ( $P$  e  $S$ ), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni.

Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella possibilità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali. Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni. Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico.

### **4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE**

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO12-24/2002 Sismic Unit", avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB

- . distortion: 0,01%
- . sampler:
  - 25 msec (191 punti)
  - 50 msec (383 punti)
  - 100 msec (756 punti)
  - 200 msec (1530 punti)
  - 400 msec (3060 punti)
  - 800 msec (6121 punti)
  - 1000 msec
- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 12-24" vers. 7.00.

L'attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spazati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni "Geospace" a 4,5 Hz, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per il profilo MASW in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 24
- spaziatura fra i geofoni: 2,00 m
- n. shots: sono state effettuate 4 rilevazioni, impiegando la massa battente, a distanze di 2,0 m / 4,0 m / 8,0 m / 11,0 dalla linea geofonica
- tempo di acquisizione: 1.000 msec

Il profilo è da considerare sostanzialmente orizzontale, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono modesti (nell'ordine del decimetro).

## **5 INTERPRETAZIONE DEI DATI**

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW versione 6.0 professional, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs tramite il processo d'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh acquisite con la tecnica MASW. Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo.

Il processo si articola in due fasi:

- determinazione dello spettro di velocità dove è possibile identificare la curva di dispersione, mediante il picking riconoscendo il solo modo fondamentale o anche i modi superiori.
- inversione della curva di dispersione mediante algoritmi genetici.

Per il processo d'inversione si procede definendo un intervallo di ricerca sia per quanto riguarda le velocità che per gli spessori, all'interno del quale il software valuta tutte le possibili soluzioni fornendo quella più rispondente al picking eseguito. Risulta evidente che la rispondenza tra modello reale del sito e quello ottenuto dal processo d'inversione risente fortemente degli intervalli impostati all'interno dei quali il software esegue la ricerca. Il modello calcolato sarà più prossimo a quello reale tante più informazioni del sito si avranno a disposizione e quindi tanto più gli intervalli di ricerca saranno stringenti.

È possibile inoltre procedere con la modellazione diretta inserendo un modello di partenza del sito e confrontando la curva sintetica calcolata dal software con quella di dispersione ottenuta dalle rilevazioni con tecnica MASW.

Nel caso in esame il *picking* della curva di dispersione è stato eseguito riconoscendo il modo fondamentale, nonché il primo e il secondo superiori, utilizzando il grafico spettro di velocità/velocità di fase relativo allo shot con offset di 8,00 m, che è risultato con sufficiente grado di definizione. Anche gli spettri relativi agli altri shots sono risultati confrontabili con quello preso in esame.

I profili di velocità delle onde S ottenuti sono profili semplificati multistrato derivanti da parametri di partenza quali spessori e ranges di velocità. Tali parametri sono stimabili con indagini aggiuntive quali sondaggi geognostici, prove penetrometriche, indagini di sismica in foro o a rifrazione. In assenza di tali approfondimenti non è possibile ottenere il modello reale sismo-stratigrafico, ma sarà comunque possibile fornire un valore di  $V_{s_{eq}}$  affidabile.

Il software winMasw presenta come soluzione due modelli: il *modello migliore*, cioè quello che presenta la differenza minore tra la curva osservata e calcolata, e un *modello medio* calcolato secondo un'operazione statistica, fornendo per ciascun modello il valore di  $V_{s_{eq}}$ .

Di seguito sono riportate le velocità  $V_s$  e gli spessori dei livelli sismici costituenti i due modelli.

- secondo il MODELLO MEDIO

| strato n.     | 1   | 2   | 3   | 4   |
|---------------|-----|-----|-----|-----|
| VS (m/s):     | 201 | 306 | 453 | 644 |
| spessori (m): | 6,5 | 7,3 | 7,8 |     |

- secondo il MODELLO MIGLIORE:

| strato n.     | 1    | 2    | 3    | 4   |
|---------------|------|------|------|-----|
| VS (m/s):     | 202  | 316  | 494  | 616 |
| spessori (m): | 6,64 | 7,62 | 7,66 |     |



Come evidenziato dalle tabelle sopra riportate e nella colonna sismostratigrafica in allegato 1, l'indagine sismica non ha intercettato il substrato ( $V_s > 800$  m/s) entro la profondità di -30,00 m dal p.c. di riferimento.

In ottemperanza con quanto riportato nel D.M. 17 gennaio 2018 il valore della  $V_{s_{eq}}$  è quindi definito dal parametro  $V_{s_{30}}$ .

Con i dati ottenuti per la zona di indagine si ha:

- $V_{s_{30}}$  del modello medio: **346 m/s**
- $V_{s_{30}}$  del modello migliore: **350 m/s**

Per le categorie di suolo che permettono l'approccio semplificato si rimanda alla Tab. 3.2.II del D.M. 17 gennaio 2018.

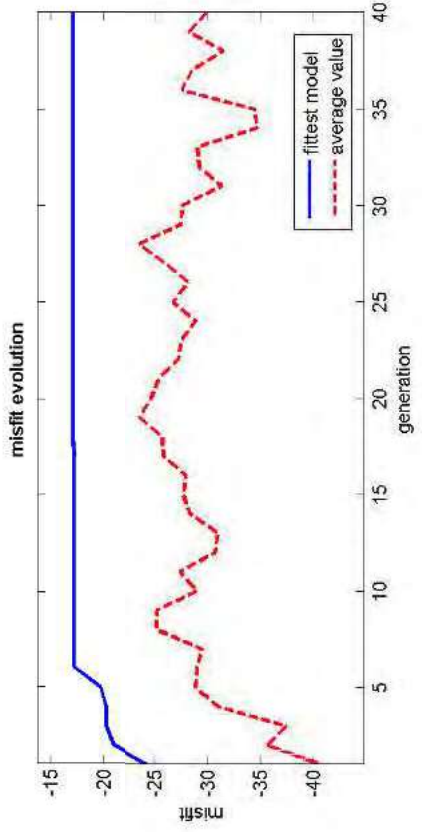
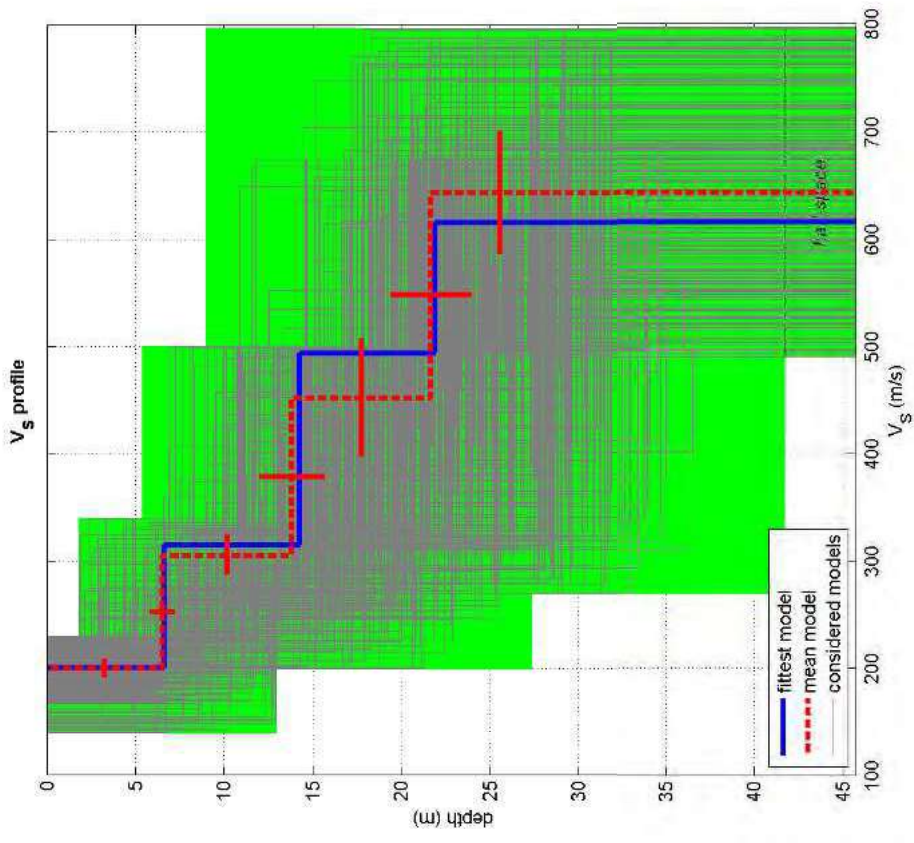
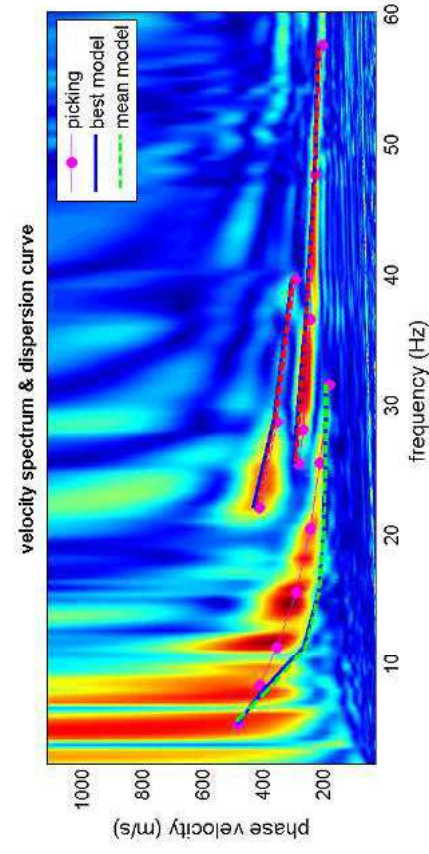
Pur precisando che la scelta della corretta categoria di sottosuolo spetta al Progettista, sulla base delle proprie conoscenze e valutazioni geologiche del sito, oltre che ai risultati della presente indagine sismica riportati nelle soprastanti tabelle, si identifica una categoria di sottosuolo **C** secondo la tabella 3.2.II del DM 17 gennaio 2018 (aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni), corrispondente a "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".

San Miniato (PI), 18/01/2023

**Penetratio s.n.c.**

Dott. Geol. G. Lotti

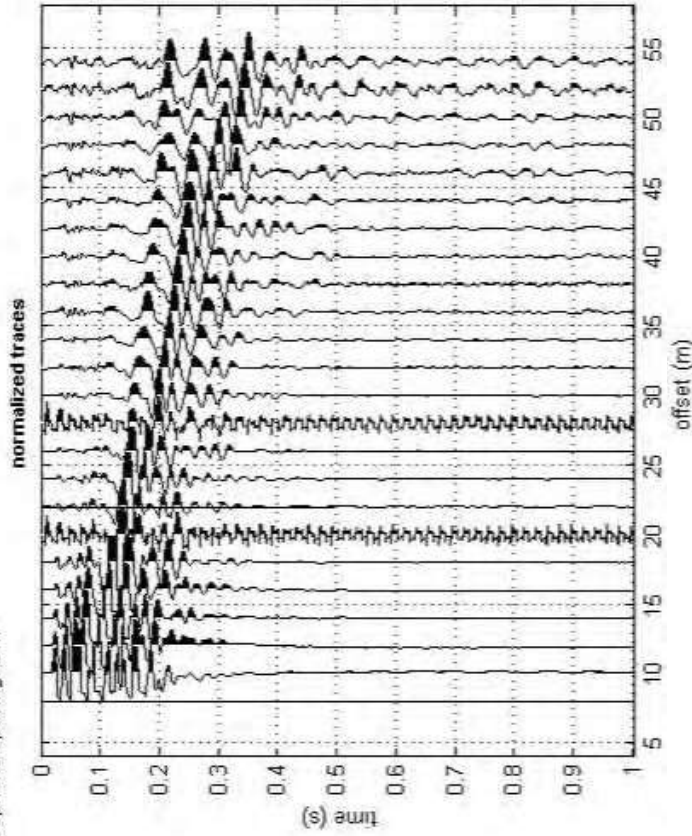




dataset: 8m.SGY  
 dispersion curve: 8m.cdp  
 $V_s30$  (best model): 350 m/s  
 $V_s30$  (mean model): 346 m/s

### #1: uploading & processing (MA SW analyses)

dataset: 8m.SGY  
 sampling: 0.131 ms  
 minimum offset: 8 m  
 geophone spacing: 2 m



resampling: 1       60

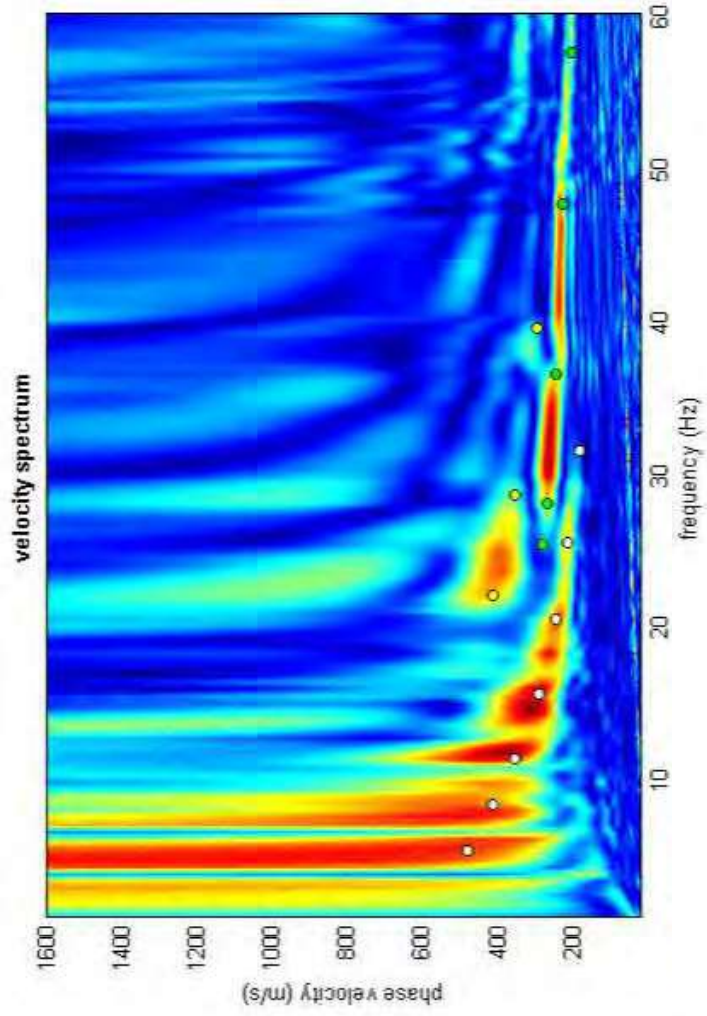
filtering & spectra:     refraction:  100

other tools & setting: 1.00215 time length to visualize (s)

### #2: velocity spectrum, modelling & picking (MA SW & ReMi analyses)

MASW: compute velocity spectrum   f-k

handling the spectra:     **8m.edp**



general setting:  3   Refraction  H/V body waves  H/V modes (SW ellipticity) 0

Vs (m/s) Poisson thickness (m): 

|      |      |    |
|------|------|----|
| 100  | 0.4  | 1  |
| 180  | 0.35 | 2  |
| 260  | 0.35 | 5  |
| 400  | 0.35 | 5  |
| 600  | 0.35 | 7  |
| 800  | 0.35 | 80 |
| 1200 | 0.3  | 0  |
| 0    | 0.2  | 0  |

modelling:  ZVF  elastic  shows DC

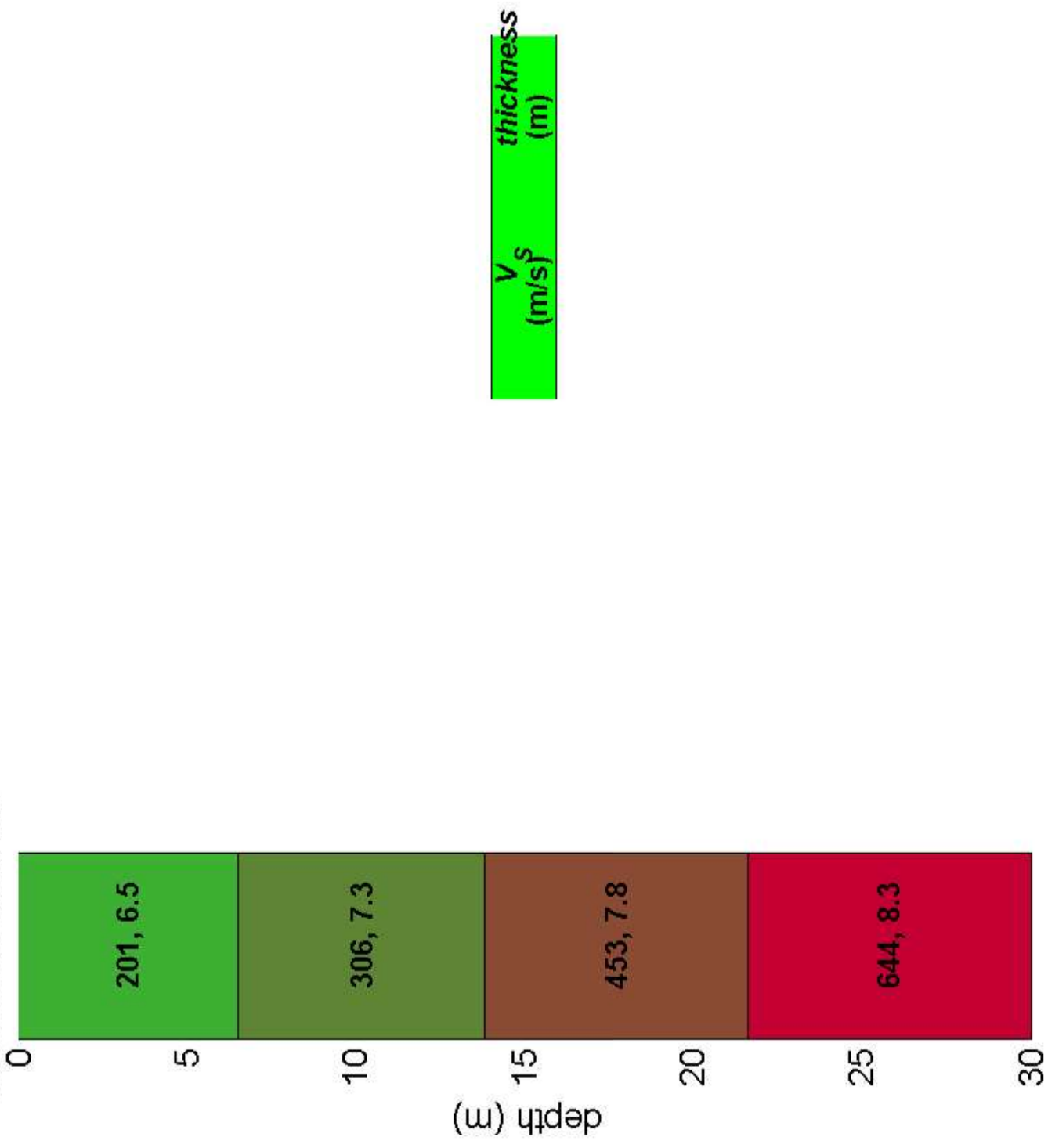
visualize curves

picking:     **8m.edp**

to select the last point of the considered mode click the right button

inversion:

## Subsurface model



## Analyzing phase velocities

```

==o== SECTION#1
dataset: 8m.SGY
minimum offset (m): 8
geophone spacing (m): 2
sampling (ms): 0.131
Dispersion curve: 8m.cdp
Number of individuals: 30
Number of generations: 31

```

## Rayleigh-wave dispersion analysis

## Analyzing phase Velocities

|                                                |     |          |      |
|------------------------------------------------|-----|----------|------|
| Adopted search space (minimum Vs & thickness): | 139 | 1.798996 | 200  |
| 3.597993                                       | 270 | 3.597993 | 490  |
| Adopted search space (maximum Vs & thickness): | 230 | 12.95277 | 340  |
| 14.39197                                       | 500 | 14.39197 | 797  |
| Adopted Poisson values:                        | 0.4 | 0.35     | 0.35 |

output folder: C:\Users\Giuseppe\Desktop\sismiche temp\output\_disp

## ==o== SECTION#2

## Rayleigh wave analysis

```

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -40.6794
-24.1614
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -35.6948
-20.9309
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -37.4364
-20.2174
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -31.0075
-20.2174
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -28.8766
-19.7176
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -28.9872
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -29.4936
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -25.1432
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -25.1861
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -29.0083
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -27.3451
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -30.681
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -30.9895
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -28.3519
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -27.6991
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -27.9131
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -25.7963
-17.2259
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -25.7144
-17.1143
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -23.546
-17.1143

```

winMASW\_report

Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -24.6541  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -25.3323  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -27.2142  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -27.491  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -28.8607  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -26.7269  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -28.1775  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -25.9696  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -23.5242  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -27.4461  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -27.5701  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -31.3419  
-17.1143

Checking the new search space (for the finer search)

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -29.1963  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -29.0238  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -34.6966  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -34.4606  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -27.5279  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -28.5221  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -31.4541  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -28.2083  
-17.1143  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -29.9123  
-17.1143

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 202 316 494 616  
Thickness (m): 6.6 7.6 7.7

Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35

Number of models considered to calculate the average model: 416

#####  
RESULTS  
#####

Dataset: 8m.SGY  
Analyzed curve/spectrum: 8m.cdp

===== SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

winMASW\_report

Analyzing Rayleigh-wave Dispersion

=====

MEAN MODEL

Vs (m/s): 201 306 453 644  
Standard deviations (m/s): 8 18 54 57

Thickness (m): 6.5 7.3 7.8  
Standard deviations (m): 0.7 1.8 2.3

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 492 637 943 1341  
Density (gr/cm3): 1.88 1.94 2.04 2.13  
Vp/Vs ratio: 2.45 2.08 2.08 2.08  
Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35  
Shear modulus (MPa): 76 182 419 881  
Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0

Fundamental mode

Mean model

| f(Hz)   | VR(m/s)  |
|---------|----------|
| 5.33413 | 497.937  |
| 8.34322 | 367.4498 |
| 11.3523 | 259.1025 |
| 15.5873 | 213.6379 |
| 20.491  | 197.9207 |
| 25.5062 | 192.7687 |
| 31.5243 | 190.6232 |

First higher mode

Mean model

|         |          |
|---------|----------|
| 25.3947 | 291.9754 |
| 28.0695 | 283.7283 |
| 36.5395 | 256.1357 |
| 47.6842 | 227.5823 |
| 57.6031 | 216.5784 |

Second higher mode

Mean model

|         |          |
|---------|----------|
| 22.0513 | 423.1428 |
| 28.6267 | 361.5274 |
| 39.5486 | 300.3565 |

===== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 202 316 494 616  
thickness (m): 6.6435 7.6158 7.6566

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 495 658 1028 1282  
Density (gr/cm3): 1.88 1.95 2.06 2.11  
Vp/Vs ratio: 2.45 2.08 2.08 2.08  
Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35  
Shear modulus (MPa): 77 195 503 802  
Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

winMASW\_report

| F(Hz)   | VR(m/s)  |
|---------|----------|
| 5.33413 | 486.0184 |
| 8.34322 | 385.5282 |
| 11.3523 | 265.1908 |
| 15.5873 | 215.0245 |
| 20.491  | 198.7982 |
| 25.5062 | 193.6411 |
| 31.5243 | 191.5267 |

First higher mode)  
best model

|         |          |
|---------|----------|
| 25.3947 | 297.4251 |
| 28.0695 | 288.7152 |
| 36.5395 | 257.7793 |
| 47.6842 | 228.1616 |
| 57.6031 | 217.2632 |

Second higher mode)  
best model

|         |          |
|---------|----------|
| 22.0513 | 432.7095 |
| 28.6267 | 365.3293 |
| 39.5486 | 305.4546 |

Vs5 (mean model): 201 m/s  
Vs5 (best model): 202 m/s

Vs20 (mean model): 286 m/s  
Vs20 (best model): 292 m/s

Vs30 (mean model): 346 m/s  
Vs30 (best model): 350 m/s

==o== SECTION#6

Results saved in the folder "C:\Users\Giuseppe\Desktop\sismiche  
temp\output\_disp".

=====

winMASW  
Surface Waves & Beyond  
www.winmasw.com

Number of models used to define the mean model: 416  
Vs5 for the best model: 202  
Vs30 for the best model: 350  
Analyzing phase velocities

Elapsed time is 23.432881 seconds.



