

COMUNE DI PRATO

PRESENTAZIONE STUDIO DI FATTIBILITÀ
Ai sensi dell'art. 1, comma 304, lettera a),
della Legge 27 Dicembre 2013, n. 147 e ss.mm.ii.

PROGETTO DI COMPENDIO IMMOBILIARE A PREVALENTE DESTINAZIONE SPORTIVA
DENOMINATO "ORATORIO DELLO SPORT"

DA PREVEDERSI IN UN'AREA DEL COMUNE DI PRATO, LOC.TÀ CHIESANUOVA,
POSTA TRA VIA MELIS FEDERIGO E VIA MONTALESE, VIALE NAM-DINH E VIA DELLA PACE

STUDIO DI FATTIBILITÀ

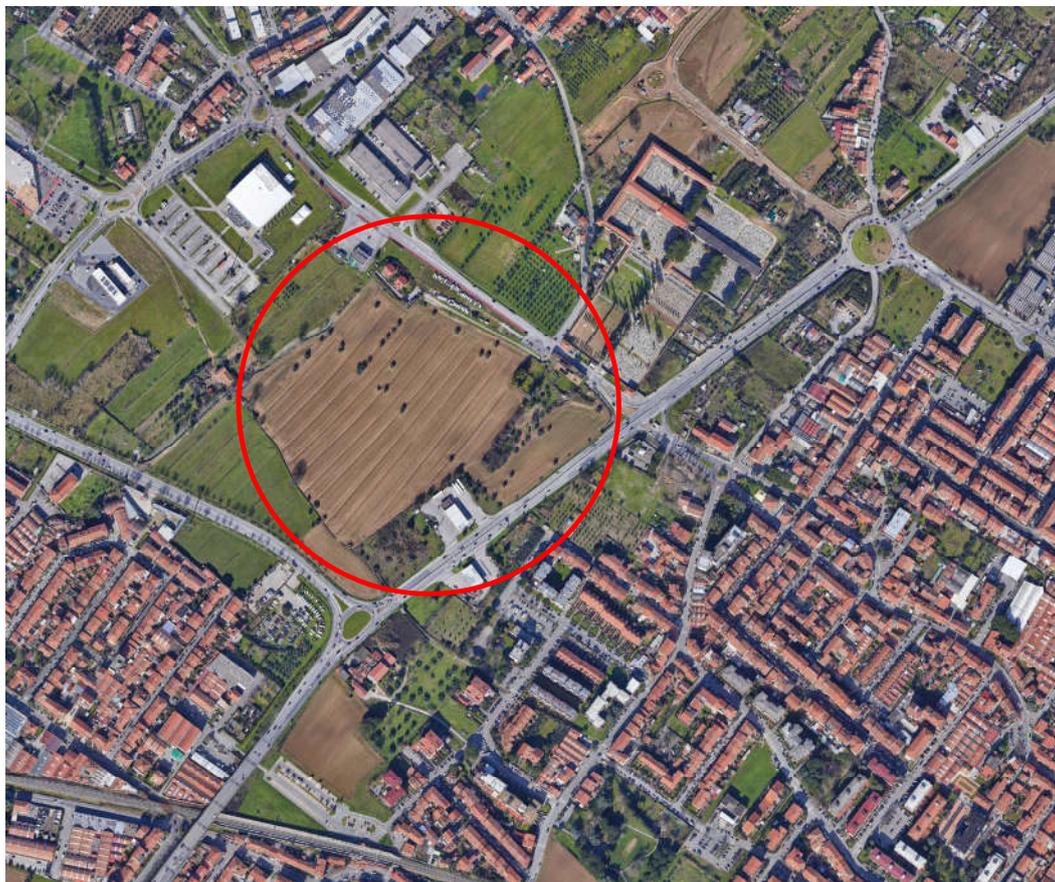
SEZIONE RG - RELAZIONE GEOLOGICA

PROPONENTE	FAIPO S.r.l. <small>Via Pier della Francesca, 39 - 59100 Prato (PO) C.F. - P.IVA 02462100971</small>	A.C. PRATO SSD a r.l. <small>Via Tacca, 29 - 59100 Prato (PO) C.F. 84000130488 - P.IVA 00335970976</small>
------------	--	--

PROGETTISTI	PROJECT MANAGEMENT	EDISISTEM S.r.l. ARCH. GIOVANNI VALENTINI	
	PROGETTAZIONE URBANISTICA PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA	ARCH. MARCO VALENTINI ARCH. RACHELE BELLI	
	PROGETTAZIONE OPERE DI URBANIZZAZIONE PROGETTAZIONE OPERE IDRAULICHE	A4 INGEGNERIA ING. DAVID MALOSI	
	STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE CONSULENZA GEOLOGICA, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA	SINERGIA S.r.l.s GEOL. LUCA GARDONE GEOL. EMANUELE MONTINI	
	PROGETTAZIONE OPERE A VERDE CONSULENZA PAESAGGISTICA	INLAND ARCH. ANDREA MELI PAES. CATERINA BIANCOLI	
	PROGETTAZIONE IMPIANTI PREVENZIONE INCENDI ACUSTICA	ING. MASSIMO DE MASI	
	STUDIO DEL TRAFFICO E DELLA MOBILITA'	TAGES Soc. Coop.	

ELABORATO	-
RELAZIONE GEOLOGICA	RG 01

REVISIONE	DESCRIZIONE	DATA
-	Presentazione Studio di Fattibilità	Giugno 2022
Rev. 1	Presentazione Studio di Fattibilità	Dicembre 2022



Proponente: FAIPO S.r.l. A.C. PRATO SSD a r.l.		Titolo Progetto Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.	
Titolo Documento RELAZIONE GEOLOGICA		Codice Commessa 02006	
		Codice Documento REL_GEO	
CONTRIBUTI SPECIALISTICI E STRUMENTALI			
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE: GEOTECNICA PALAZZI - GIOMARELLI srl / ENKI srl			
LABORATORIO GEOTECNICO: CNG srl			
Tabella Revisioni			
Revisione: A	Descrizione: EMESSO PER APPROVAZIONE	N° pagine: 36	
	Stesura: E. MONTINI	Data: 06/06/2022	Firma: MON
	Approvazione: L. GARDONE	Data: 09/06/2022	Firma: GAR
Revisione: B	Descrizione: EMESSO PER APPROVAZIONE	N° pagine: 36	
	Stesura: E. MONTINI	Data: 19/12/2022	Firma: MON
	Approvazione: L. GARDONE	Data: 19/12/2022	Firma: GAR

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	5
3. QUADRO DI RIFERIMENTO PIANIFICATORIO.....	6
3.1 ZONAZIONI DI PERICOLOSITÀ DA PIANO STRUTTURALE	6
3.2 INTERAZIONI DEL PROGETTO CON LE NORME DELL’AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ARNO	7
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	8
4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	8
4.2 GEOMORFOLOGIA.....	10
4.3 IDROGRAFIA.....	10
4.3 IDROGEOLOGIA.....	10
5. LE INDAGINI DI ARCHIVIO – MAGGIO 2020	14
5.1 CARATTERISTICHE DELLA CAMPAGNA DI INDAGINI	14
5.2 PROVE PENETROMETRICHE.....	14
5.3 INDAGINE GEOFISICA.....	15
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE DI SUPPORTO AL PROGETTO – SETTEMBRE 2021 .	16
6.1 CARATTERISTICHE DELLA CAMPAGNA DI INDAGINE	16
6.2 SONDAGGI	16
6.3 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	18
6.4 INDAGINE GEOFISICA DOWN – HOLE	21
6.5 TOMOGRAFIA SISMICA IN ONDE P E SH, ANALISI MASW ZVF+THF	21
6.6 INDAGINE SISMICA PASSIVA - HVSR.....	23
7. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	24
8. CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITÀ DELLA ZONA.....	26
8.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	26
8.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONALE.....	28
8.3 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	28
8.4 LIQUEFAZIONE DEI TERRENI.....	32
9. CONCLUSIONI.....	34

ALLEGATI

Elaborati cartografici

- Tavola 1: *Corografia generale (estratto da 1:10.000 CTR)*
- Tavola 2: *Inquadramento di dettaglio (estratto da 1:2.000 CTR)*
- Tavola 3: *Carta pericolosità geologica (estratto PS vigente)*
- Tavola 4: *Carta pericolosità idraulica (estratto PS vigente)*
- Tavola 5: *Carta pericolosità sismica (estratto PS vigente)*
- Tavola 6: *Carta pericolosità e rischio idraulico (estratto PGRA AdB Appennino Settentrionale)*
- Tavola 7: *Carta geologica (estratto CARG 263140 Scala 1:10.000)*
- Tavola 8: *Carta morfologica (estratto PS vigente)*
- Tavola 9: *Carta idrogeologica (estratto PS vigente)*
- Tavola 10: *Carta dei battenti idrici $T_r=200$ anni (estratto PS vigente)*
- Tavola 11: *Carta delle problematiche idrogeologiche (estratto PS vigente)*
- Tavola 12: *Carta delle indagini con tracce di sezione – Stato di Progetto*
- Tavola 13: *Sezione litotecnica – Sezione 1*
- Tavola 14: *Sezione litotecnica – Sezione 2*

Altro:

- All. 1 – Report stratigrafico
- All. 2 – Relazione Tecnica Geotecnica Palazzi-Giomarelli s.r.l. per prospezione sismica con metodologia Down-Hole
- All. 3 – Relazione Tecnica ENKI s.r.l. per tomografia onde P ed Sh ed acquisizione ZVF+THF per analisi MASW
- All. 4 – Certificati CNG s.r.l. per risultati prove geotecniche di laboratorio
- All. 5 – Certificato SESAME

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 3/36
-----------	---	-----------

1. Premessa

La presente relazione illustra e riassume i risultati di un'indagine geologica effettuata nel territorio del Comune di Prato, commissionata dalla Società FAIPO s.r.l., a supporto del Piano Attuativo "Oratorio dello Sport". Nello specifico si tratta di un progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in Località Chiesanuova, posta tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace (Tavola 1 – Tavola 2).

Le indagini geologiche svolte a supporto del progetto, in ottemperanza a quanto espressamente previsto dal DPGR 53/R/2011 così come modificato dal DPGR 5/R/2020 e secondo quanto disciplinato dal DPGR 1/R/2022 per il quale tenuto conto delle volumetrie nonché delle altezze in gronda il progetto rientra nella classe di indagine 4, vanno ad integrare il quadro conoscitivo sito specifico dell'area prendendo atto dell'esistente riferito sia alle Indagini geologiche di supporto al nuovo Piano Strutturale del Comune di Prato sia alle risultanze emerse dalla campagna geognostica condotta nel Maggio 2020 nell'ambito dello studio di Fattibilità Geologica condotto dal Dott. Geol. Andrea Fiaschi.

Sono state preliminarmente verificate, con specifici sopralluoghi e nuovi rilievi di campo, le locali condizioni di assetto geomorfologico e idrogeologico locale. Per quanto riguarda il modello geologico e geotecnico sitospecifico, i dati preesistenti citati poc'anzi, sono stati adeguatamente integrati con nuove indagini geognostiche dirette ed indirette basate sull'esecuzione di tre nuove verticali spinte fino alla profondità massima di 35 metri dal locale piano di campagna e dall'esecuzione di una prova sismica in foro Down-Hole. Contestualmente all'esecuzione delle verticali sono stati prelevati un totale di n.4 campioni di terreno indisturbato in fustella, da avviare ad analisi di laboratorio, ed effettuate n.7 prove penetrometriche SPT in foro. Ad integrazione di quanto riportato è stata effettuata una stesa sismica P-Sh con restituzione di un profilo tomografico ed acquisizione ZVF+THF per l'analisi MASW.

Tale compendio viene fornito in allegato e deve intendersi parte integrante della presente relazione.

<i>FAIPO srl</i>	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 4/36
------------------	---	-----------

2. Quadro normativo di riferimento

Lo studio è stato effettuato secondo quanto previsto dal seguente quadro normativo:

- **Decreto Ministeriale 17.01.2018** - Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- **Consiglio Superiori dei Lavori Pubblici** -Istruzione per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Circolare del 27 luglio 2018;
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** - Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale n.42 del 20/02/2018
- **DPGR 19/01/2022 n° 1/R** - Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale 10 novembre 2014, n.65 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico;
- **D.P.G.R. 05 febbraio 2020 n° 5/R** – Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014 n.65 in materia di indagini geologiche;
- **Eurocodice 7.1 (1997)** - Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- **Eurocodice 7.2 (2002)** - Progettazione geotecnica – Parte 2: Progettazione assistita da prove di laboratorio;
- **Eurocodice 7.3 (2002)** - Progettazione geotecnica – Parte 2: Progettazione assistita con prove in sito;
- **Eurocodice 8 (1998)** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- **Strumento urbanistico vigente**

<i>FAIPO srl</i>	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 5/36
------------------	---	-----------

3. Quadro di riferimento pianificatorio

3.1 Zonazioni di pericolosità da Piano Strutturale

Il Piano Strutturale del Comune di Prato è stato adottato con deliberazione del C.C. n.40 del 31 maggio 2012 e successivamente approvato con deliberazione del C.C. n.19 del 21 marzo 2013. Dal 16 maggio 2019 è efficace la “Variante al Piano Strutturale per l’adeguamento del quadro conoscitivo alle direttive del D.P.G.R. 53/R/2011 e al P.G.R.A.” approvata con deliberazione del C.C. n.16 del 11 marzo 2019. In base ai documenti geologici di supporto, per quanto concerne la pericolosità geologica (Tavola 3), lo studio allegato Piano Strutturale attribuisce a tale area una pericolosità media (**G.2**) corrispondente ad *aree caratterizzate da bassa propensione al dissesto in relazione alla pendenza del versante ed alla litologia:*

- *Terreni alluvionali con pendenze minori del 25%;*
- *Terreni litoidi alterati e fratturati con pendenze minori del 50%;*
- *Terreni litoidi competenti.*

Per quanto riguarda invece la pericolosità idraulica, secondo quanto riportato nella Carta della Pericolosità Idraulica allegata al vigente Piano Strutturale, l’area ricade in una zona a pericolosità molto elevata (**I.4**) (Tavola 4) comprendente *“aree interessate da allagamenti per eventi con Tr inferiore o uguale a 30 anni e assimilabile alle aree P3 del PGRA”*.

Secondo quanto riportato all’interno dello specifico studio idraulico redatto dalla società A4 Ingegneria, allo stato attuale e per eventi con $Tr=200$ anni e durata critica di 1 ora, l’area è interessata da ampi fronti di allagamento. Al fine di risultare coerenti con quanto stabilito, in materia di pericolosità idraulica, dalla L.R. 41/2018, gli edifici in progetto nell’area interessata da tali battenti saranno caratterizzati da un piano di calpestio posto al di sopra della stessa quota di battente più un franco di sicurezza. Il recupero dei volumi sottratti all’esonazione sarà gestito tramite la realizzazione di una cassa d’espansione connessa ad un sistema di captazione delle acque di transito.

Nello specifico dell’opera in progetto, si svilupperà in adiacenza al Fosso Vella per tutto il tratto a cielo aperto ed interesserà un’area complessiva di circa 17.000 m² comprese le opere di arginatura. Queste ultime avranno un coronamento pari a 58.70 m s.l.m. sul lato nord della cassa e pari a 58.00 m s.l.m. sul lato sud. Anche il fondo della cassa presenta una quota variabile tra un massimo di 55.50 m s.l.m. sul lato nord e un minimo di 55.00 m s.l.m. sul lato sud. Il livello massimo raggiungibile in cassa è assunto pari a 57.60 m s.l.m. ed è tale da garantire un franco di sicurezza pari a 40 cm. Il volume complessivamente stoccabile risulta pari a circa 30.000 m³. Il caricamento della cassa di espansione avverrà principalmente tramite un’opera di presa

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un’area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.	pag. 6/36
Relazione geologica		

direttamente connessa con il Fosso Vella e secondariamente tramite il sistema di smaltimento delle acque meteoriche connesso al canale di intercetto posto sul lato sud del lotto. Lo svuotamento avverrà tramite lo scarico di fondo realizzato per la cassa di espansione relativa al presente progetto. Inoltre la cassa sarà dotata dello uno sfioratore di sicurezza, collocato in prossimità dell'opera di restituzione e realizzato per la cassa di espansione relativa al presente progetto.

In generale l'opera avrà la triplice funzione di messa in sicurezza idraulica del lotto dalle acque di ruscellamento provenienti da nord, mitigazione del rischio idraulico per le aree circostanti mediante laminazione dei picchi di piena del Fosso Vella ed infine compensazione delle nuove impermeabilizzazioni. La realizzazione della cassa d'espansione sarà antecedente alla trasformazione urbanistico edilizia dell'area con conseguente coerenza normativa delle opere di nuova edificazione con quanto previsto dalla vigente norma in materia L.R. 41/2018.

Dal punto di vista della pericolosità sismica, l'area di interesse ricade in pericolosità sismica locale media (**S.2**) (Tavola 5) definita come *“zone stabili suscettibili di amplificazioni locali; zone dove affiora il substrato roccioso con pendenze superiori ai 15°; zone dove affiora il substrato roccioso fatturato.”* Nello specifico, secondo quanto riportato nella carta tematica allegata al vigente Piano Strutturale, si evidenzia la presenza di un substrato roccioso ad una profondità compresa tra 150 e 200 metri dal locale piano campagna.

3.2 Interazioni del progetto con le norme dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno

Il Piano di Bacino del Fiume Arno è redatto, adottato e approvato ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della legge 18 maggio 1989, n. 183, quale stralcio del Piano di Bacino. Esso ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale, attraverso le proprie disposizioni, persegue l'obiettivo generale di garantire livelli di sicurezza adeguati ai fenomeni di dissesto idraulico e geomorfologico in atto o potenziali. A seguito della pubblicazione del D.P.C.M. 06/05/2005 “Approvazione del Piano di Bacino del Fiume Arno – Stralcio Assetto Idrogeologico” sulla Gazzetta Ufficiale n. 230 del 03/10/2005, il PAI entra ufficialmente in vigore dopo l'adozione con deliberazione n.185 del 11/11/2004.

Con l'entrata in vigore del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) D.C.I. n. 235 del 3 marzo 2016, i contenuti del PAI relativi alla pericolosità idraulica ed al rischio idraulico sono trattati nel PGRA e nella relativa disciplina di piano. **Allo stato attuale, il PAI mantiene i propri contenuti e le proprie norme d'uso per quanto riguarda la pericolosità ed il rischio da frana nel bacino.** Quindi il PAI “frane” è lo strumento del Piano di Bacino per l'individuazione delle aree a pericolosità da frana, e impone agli strumenti pianificatori locali vincoli e condizioni

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 7/36
-----------	---	-----------

per l'analisi del territorio. Nella fattispecie, sulla base della cartografia dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno definita a livello di sintesi, per la pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante l'area in studio ricade esternamente alle zone classificate.

Come si è accennato, per quanto riguarda la pericolosità ed il rischio idraulico da gennaio 2016 sono in vigore il Piano di gestione Rischio Alluvioni (PGRA) ed il Piano di Gestione delle Acque (PGA) che recepiscono le direttive europee 2000/60/CE e 2007/60/CE. I Piano sono stati adottati dal Comitato Istituzionale Integrato il 17 dicembre 2015 con delibere n.230, 231 e 232, questi rappresentano due strumenti di pianificazioni territoriale fondamentali per la gestione delle risorse idriche e per la difesa dai dissesti idrogeologici. Al loro interno comprendono tutti gli aspetti legati alla gestione del rischio alluvioni (prevenzione, protezione e preparazione) includono quindi sia la fase previsionale delle alluvioni sia i sistemi di allertamento sia la gestione in fase di evento. Prendendo quindi atto delle suddette modifiche normative l'area interessata dall'intervento ricade in una porzione di territorio classificato in pericolosità da alluvione elevata (**P3**), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempi di ritorno compresi minori / uguali a 30 anni (Tavola 6). Così come descritto nel precedente capitolo in merito alla pericolosità idraulica da vigente Piano Strutturale, il progetto prevede la messa in sicurezza idraulica tramite la progettazione degli edifici caratterizzati da piani di calpestio posti al di sopra della quota di battente massimo atteso per eventi alluvionali con $Tr=200$ e durata critica di 1 ora. Sarà previsto un ulteriore franco di sicurezza. La compensazione dei volumi sottratti all'esondazione attesa sarà gestita tramite la realizzazione di una cassa d'espansione in fregio al Fosso Vella, la quale sarà antecedente alle opere di urbanizzazione previste e nuova edificazione. Il progetto sarà quindi coerente rispetto alla normativa vigente L.R. 41/18 in materia di rischio idraulico.

4. Inquadramento territoriale

4.1 Inquadramento geologico generale

L'area di intervento si inserisce nel bacino fluvio-lacustre di Firenze-Prato-Pistoia, un'ampia depressione colmata da sedimenti fluvio-lacustri e fluviali avente una lunghezza di 45 km ed una larghezza massima di 10 km con sviluppo sudest-nordovest. Il margine nordest è segnato da una zona di faglia con rigetto totale di alcune centinaia di metri: il margine opposto, sudovest, non appare interessato da faglie importanti. Faglie trasversali all'asse del bacino hanno successivamente dislocato i sedimenti lacustri e, in particolare, hanno sollevato la conca di Firenze rispetto al resto del bacino. Tale sollevamento si verificò probabilmente in una fase in cui il bacino era ancora lontano dal colmamento sedimentario e determinò l'erosione dei depositi lacustri nella conca di Firenze, mentre nel restante bacino Prato-Pistoia continuava la sedimentazione lacustre fino al colmamento o quasi. I sedimenti lacustri sono attribuibili al Villafranchiano, sulla base del rinvenimento di macrofossili e sono costituiti prevalentemente da

<i>FAIPO srl</i>	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 8/36
------------------	---	-----------

argille limose, talvolta leggermente sabbiose; strati di ghiaie a matrice limosa talvolta si intercalano alle argille con frequenza diversa nei vari livelli sedimentari. La frequenza e lo spessore delle ghiaie diminuisce procedendo dai margini verso il centro della piana. In tale periodo l'area di Prato corrispondeva già ad una situazione di delta-conoide, nel quale l'ambiente di sedimentazione passava da conoide fluviale a delta lacustre. L'evoluzione sedimentaria del bacino è andata verso un aumento dell'apporto macroclastico: le ghiaie sono divenute prevalenti e la conoide è avanzata nella pianura raggiungendo quasi il margine opposto. Durante l'Olocene la produzione di materiale grossolano è diminuita ed il Fiume Bisenzio ha iniziato ad incidere la sua conoide. La successione sedimentaria nell'area di Prato termina con un piccolo spessore, ma continuo, di limo argilloso più o meno sabbioso, corrispondente alla deposizione fluviale al di fuori dell'alveo, in occasione degli eventi di esondazione. Lo spessore di questo deposito è minore di un metro nella parte alta della conoide, mentre raggiunge un massimo di 5 m nelle parti distali della stessa, dove tende a confondersi con i sedimenti lacustri o palustri.

Nello specifico dell'area di interesse (Tavola 7) sono presenti depositi alluvionali recenti appartenenti alla conoide del Fiume Bisenzio o più in generale appartenenti al Supersistema del Fiume Arno. Si tratta per lo più di depositi di conoide del limitrofo Fiume Bisenzio e di depositi alluvionali recenti eteropici, da fini a grossolani, di natura prevalentemente limoso argillosa con presenza di una frazione sabbiosa più o meno abbondante.

<i>FAIPO srl</i>	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 9/36
------------------	---	-----------

4.2 Geomorfologia

L'area oggetto di studio si colloca nel settore nord-ovest del territorio comunale di Prato, in località Chiesanuova, ad una quota media di circa 58 metri s.l.m.. Allo stato attuale il luogo risulta avere una vocazione ad uso agricolo, al margine di un contesto urbano fortemente urbanizzato, caratterizzato da una sedimentazione detritica limo argillosa di conoide alluvionale. Secondo quanto riportato nella Carta Geomorfologica di supporto al Piano Strutturale comunale (Tavola 8), in coerenza con quanto emerso dai numerosi sopralluoghi effettuati nell'area, non si riscontra la presenza di dinamiche gravitative in atto né tantomeno quiescenti. Attualmente l'area è interessata da estese colture agricole a seminativo.

4.3 Idrografia

Il reticolo idrografico interessante l'area in esame si riconduce al più ampio sistema idrografico del Fiume Bisenzio ed ai suoi numerosi tributari minori, tra affluenti e fossi collettori delle acque reflue superficiali. Nello specifico dell'area oggetto di intervento si evidenzia la presenza del Fosso Vella nella parte NO-NE del lotto il quale, ai sensi della DCR 20/2019, risulta essere regolarmente classificato all'interno del reticolo idrografico della Regione Toscana. Allo stato attuale il suddetto corso idrico è in buona parte intubato eccetto per un tratto lungo circa 200 metri il quale scorre incassato tra scarpate alte circa 2-3 metri. I vari sopralluoghi effettuati hanno inoltre messo in evidenza la presenza di numerosi fossi per lo più campestri con funzione di drenaggio delle acque superficiali e direzione SO-NE.

4.3 Idrogeologia

L'assetto idrogeologico dell'area si inserisce nel contesto della conoide del Fiume Bisenzio formatasi in seguito al progressivo abbassamento del bacino il quale veniva costantemente compensato dal notevole trasporto solido dei vari corsi d'acqua. Nell'area di Prato le ghiaie diventano prevalenti man mano che la conoide avanza all'interno della piana, interagendo sia con le conoidi dei corsi limitrofi sia con i depositi fluvio lacustri di natura limo argillosa. I corpi lenticolari ghiaiosi, talvolta anche ciottoli, della conoide del Bisenzio raggiungono uno spessore massimo di circa 50 metri garantendo talvolta ottimi tassi di portate ai pozzi presenti nell'area. Il corpo principale della conoide risulta compreso nei primi 55 metri di profondità dal locale piano di campagna, valore medio stimato sulla base dei singoli livelli ghiaiosi presenti nelle verticali dei sondaggi bibliografici interessanti l'area pratese.

Secondo quanto riportato all'interno della Carta Idrogeologica (Tavola 9) allegata al vigente Piano Strutturale comunale, l'area di progetto risulta compresa tra la isopieza di 46 m s.l.m. e quella di

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 10/36
-----------	---	------------

44 m s.l.m. con un gradiente idraulico Nord-Ovest → Sud-Est circa. Nonostante l'areale di intervento presenti quote del piano campagna variabili, assumendo un valor medio pari a circa 58 m s.l.m., la superficie piezometrica derivante si attesta a circa 12-14 metri di profondità. Si tiene a precisare che lo studio idrogeologico dal quale sono state dedotte le curve isopiezometriche relative alla Carta Idrogeologica del Piano Strutturale comunale sono risalenti al 2011. Secondo quanto riportato dal suddetto documento l'area è inoltre interessata da terreni caratterizzati da permeabilità primaria alta con la presenza di due pozzi limitrofi, a nord dell'area di progetto, ad uso irriguo e domestico. Per quanto riguarda il battente di esondazione, valutato per eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni, lo studio specifico allegato al Piano Strutturale (Tavola 10) riporta un battente idraulico fino a 0.50 metri dal locale piano campagna; la porzione ovest risulta essere invece interessata da battenti di esondazione più importanti compresi tra 0.75 metri e 1.00 metro dal locale piano campagna.

Per quanto riguarda gli aspetti legati alla vulnerabilità delle acque sotterranee, la Carta delle problematiche idrogeologiche (Tavola 11) allegata al vigente Piano Strutturale comunale, caratterizza l'area di interesse in una classe di pericolosità "Alta" in ragione della presenza di terreni sciolti. La Carta riporta inoltre le curve isopiezometriche di un rilievo relativo a giugno 2015, successivo a quanto riportato nella Carta Idrogeologica pocanzi esposta. Nello specifico di tale studio, l'area interessata dalle opere di progetto risulta compresa tra le isopieze 47 m s.l.m. e 51 m s.l.m. corrispondenti ad una superficie piezometrica posta tra 7 e 11 metri di profondità dal locale piano campagna con gradiente idraulico Nord-Est → Sud-Ovest.

<p><i>FAIPO srl</i></p>	<p>Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.</p> <p>Relazione geologica</p>	<p>pag. 11/36</p>
-------------------------	--	-------------------



Figura 1 – Campagna geognostica 2020, indagini eseguite, sulla precedente ipotesi progettuale

Nell’ambito della campagna geognostica condotta nel maggio 2020, a cura del Geol. Andrea Fiaschi, sono state eseguite n.7 prove penetrometriche sia statiche che dinamiche pesanti DPSH di cui 4 attrezzate con tuo piezometrico (punto 1 – 2 – 6 – 7) e spinte fino alla profondità massima di 15 metri dal locale piano campagna.

Lo studio delle stratigrafie dei pozzi disponibili in zona ha messo in evidenza l’esistenza di un sistema acquifero caratterizzato dallo sviluppo di più falde localizzate in corrispondenza dei livelli di ghiaie con matrice sabbiosa e/o limosa ad elevata permeabilità, intercalate da livelli limosi-argillosi scarsamente permeabili. L’analisi storica freaticometrica condotta su tali pozzi, sia superficiali che profondi, ha messo in evidenza di due quote piezometriche distinte: per i pozzi superficiali si registrano quote piezometriche prossime al piano campagna mentre per i pozzi profondi si registrano quote piezometriche ben più profonde fino a 20 metri dal locale piano campagna. Se ne deduce la presenza di almeno due falde di cui una libera a scarsa profondità ed una in pressione nei livelli permeabili profondi.

Le misure condotte nei tubi piezometrici installati all'interno delle sopracitate prove penetrometriche, in data 05/05/2020, hanno confermato la presenza di una quota piezometrica coerente con quanto emerso dall'analisi sui limitrofi pozzi nonché coerente con quanto riportato nella Carta delle problematiche idrogeologiche (Tavola 11), nello specifico:

- Piezometro punto 1: 8.3 m dal locale piano di campagna;
- Piezometro punto 2: 11.3 m dal locale piano di campagna;
- Piezometro punto 6: 8.2 m dal locale piano di campagna;
- Piezometro punto 7: 7 m dal locale piano di campagna.

Campagna settembre 2021

Nell'ambito della campagna geognostica condotta a settembre 2021, due delle tre nuove verticali sono state attrezzate a piezometro. Nello specifico si tratta del sondaggio S1 spinto fino alla profondità massima di 35 metri dal locale piano campagna e finestrato nell'intervallo di profondità 8 – 20 m e del sondaggio S3 spinto fino alla profondità massima di 25 metri con finestratura nell'intervallo di profondità 8 – 15 m.

Le letture piezometriche effettuate nelle suddette verticali hanno confermato l'andamento di una quota piezometrica posta a circa 10 metri di profondità dal locale piano campagna in coerenza con quanto emerso dalla campagna geognostica condotta nel 2020 nonché dalla ricognizione cartografica bibliografica:

Sondaggio <i>Attrezzato a piezometro</i>	Quota <i>m s.l.m.</i>	Profondità <i>m da p.c.</i>	Tratto finestrato <i>m da p.c.</i>	Letture 14/09/2021 <i>m da p.c.</i>	Letture 01/10/2021 <i>m da p.c.</i>
S1	57.071	35.00	8 - 20	10.50	9.41
S3	59.221	25.00	8 - 15	10.10	10.64

Le litologie attraversate dalle nuove verticali realizzate confermano la presenza di corpi lenticolari più o meno estesi di naturale granulare in matrice argillosa limosa, interclusi all'interno di orizzonti limo argillosi talvolta debolmente sabbiosi. La presenza di corpi lenticolari maggiormente granulari, peraltro di varia pezzatura, risulta in accordo con quanto emerso in via preliminare dalla campagna geognostica condotta nel maggio 2020. In data 01/10/2021, al fine di poter comprendere meglio l'entità dell'eventuale circolazione idrica presente, si è deciso di condurre una prova di svuotamento speditiva sul piezometro S1. La prova, condotta ad una portata di circa 30 l/m ha portato allo svuotamento del piezometro in circa 13 minuti con una perdita di carico idraulico pari a circa 13 metri. A seguito dello svuotamento si è la risalita della tavola d'acqua che ha recuperato il livello statico iniziale in circa 4 minuti.

Nessun effetto di abbassamento correlato è stato osservato sull'altro piezometro realizzato in corrispondenza della verticale S3. È ragionevole, pertanto, ipotizzare che si tratti di un sistema multifalda semiconfinato in cui le lenti, caratterizzate da tessiture granulometriche ghiaioso sabbiose, seppur in matrice limo argillosa, siano caratterizzate, per quanto osservare, da una circolazione idrica di modesta entità e scarsa ricarica. **Si raccomanda tuttavia che per lo sviluppo della progettazione esecutiva, tali potenzialità siano preventivamente investigate tramite una campagna di test idrogeologici atti a verificare le caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero più superficiale, potenzialmente coinvolto nelle opere interrato.**

5. Le indagini di archivio – Maggio 2020

5.1 Caratteristiche della campagna di indagini

Nell'ambito dello studio preliminare di fattibilità geologica ed idrogeologica condotto dal Geol. Andrea Fiaschi, a supporto del Piano Attuativo denominato "Oratorio dello Sport, per una prima caratterizzazione geologica dell'area furono eseguite le seguenti prove (Tavola 12):

- n.7 prove penetrometriche con configurazione statico/dinamica (CPT/DPSH);
- n.1 Prospezione sismica MASW;
- n.1 Stazione di microtremore a stazione singola HVSR.

Di seguito si riporta una sintesi dei dati acquisiti.

5.2 Prove penetrometriche

Le prove penetrometriche eseguite si sono spinte fino alla profondità massima di 15 metri dal locale piano di campagna, questo per permettere la corretta installazione del tubo piezometrico in alcune delle prove eseguite.

Le penetrometrie sono state eseguite in configurazione statico/dinamica allo scopo di raggiungere le profondità necessarie: nel caso della configurazione statica CPT è stato utilizzato un penetrometro cingolato "Pagani TG 63-100 KN" con punta meccanica tipo "Begemann" di diametro pari 35.7 mm, area punta pari a 10 cm², superficie del manicotto laterale pari a 150 cm² ed avanzamento costante pari a 2 cm/s. Per quanto riguarda la configurazione dinamica DPSH si è basata sull'utilizzo di una massa battente di 63.5 kg da un'altezza di caduta di 75 cm, diametro della punta di 50.5 mm; i numeri di colpi della prova DPSH sono stati convertiti ai corrispondenti della prova SPT.

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 14/36
-----------	---	------------

Le prove penetrometriche hanno evidenziato la presenza di litotipi a composizione prevalentemente limoso-argillosa con interclusi al loro interno orizzonti granulari ghiaiosi e/o sabbiosi. In calce alla presente, si allega il certificato originale prodotto dalla ditta esecutrice completo dell'andamento dei parametri di resistenza con la profondità (qc: resistenza di punta e fs: resistenza laterale), dell'interpretazione litologica secondo i principali autori e dell'elaborazione dei dati geotecnici.

5.3 Indagine geofisica

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame, ed in particolare i valori di velocità delle onde di taglio sono state eseguite una prova MASW e una misura HVSR.

La combinazione delle metodologie investigative sopra riportate, tra loro complementari, consente di ottenere, in simili contesti, una sorta di radiografia del sottosuolo sino a profondità compatibili alle necessità investigative emerse, nel rispetto dei disposti normativi sia nazionali (NTC18) che regionali (DPGR 19/01/2022 n° 1/R).

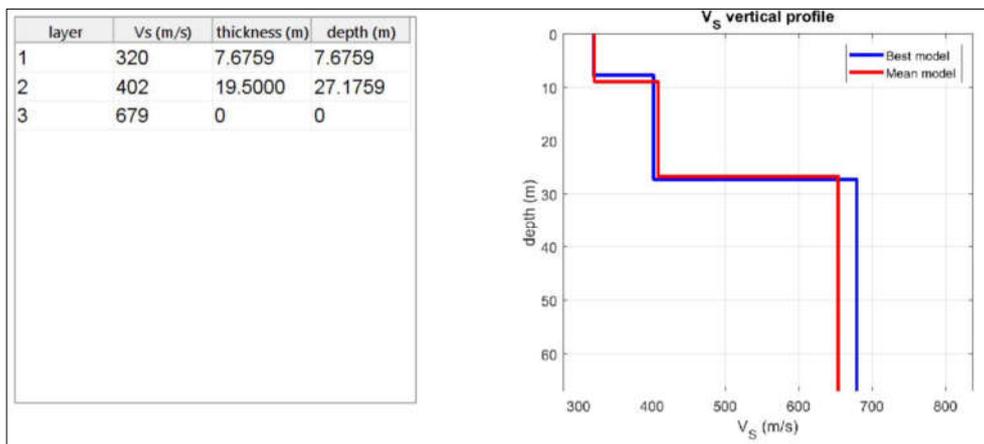
La tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della propagazione delle onde di superficie (Rayleigh), permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio S nel sottosuolo, portando quindi a determinare anche il parametro $V_{s,eq}$ (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio).

Il metodo HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio), è una tecnica di sismica "passiva" che si basa sulla misura delle vibrazioni del terreno indotte da sorgenti non controllate, attraverso un apparato di registrazione dotato di 3 velocimetri disposti nelle tre direzioni dello spazio, e sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali (H) e verticali (V) di quello che viene definito "rumore sismico", "vibrazione ambientale" o "microtremore", costituito da piccole vibrazioni del terreno dell'ordine di 10⁻⁴-10⁻² cm. Le prospezioni hanno fornito in sintesi le seguenti indicazioni.

Dai risultati dell'indagine HVSR non risultano evidenti picchi di frequenza statisticamente significativi, per cui si potrebbe escludere un effetto di amplificazione sismica per motivi stratigrafici, per lo meno nel range di interesse ingegneristico.

Dall'analisi congiunta delle due metodologie utilizzate, deriva il seguente modello sismo stratigrafico delle onde V_s :

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 15/36
-----------	---	------------



Per una più completa visione dei risultati geofisici ottenuti si rimanda al contributo specialistico in allegato al presente documento.

6. Indagini geognostiche di supporto al progetto – Settembre 2021

6.1 Caratteristiche della campagna di indagine

Tenuto conto dei dati dimensionali delle opere previste nel progetto, secondo quanto disciplinato dal DPGR 1/R/2022, la classe di indagine di riferimento è la 4. In ragione di ciò, oltre ad utilizzare il materiale investigativo pregresso segnatamente riferito alle indagini di supporto alla relazione di fattibilità del 2020, si è provveduto ad eseguire tre ulteriori sondaggi spinti fino alla profondità massima di 35 metri dal locale piano campagna, di cui due attrezzati a piezometro mentre l'altro completato per eseguire una prova di simica in foro (Down-Hole). Al fine di verificare l'eventuale presenza di discontinuità litologiche (a livello areale e definire bidimensionalmente il modello litostratigrafico) si è provveduto all'esecuzione di una stesa sismica P-Sh con restituzione di un profilo tomografico ed acquisizione ZVF+THF per l'analisi MASW.

In corrispondenza di tali verticali, pur nella difficoltà di prelevare campioni indisturbati per la frequente presenza di inclusi e lenti di ghiaia, siamo riusciti a comporre n.4 campioni di terreno indisturbati sottoposti successivamente ad analisi di laboratorio per la definizione dei principali parametri geotecnici caratteristici. Nell'ambito delle prove in sito sono stati infine eseguite n.7 prove dinamiche in avanzamento SPT. In Tavola 12, sono rappresentate con la rispettiva ubicazione, tutte le indagini condotte.

6.2 Sondaggi

Le nuove verticali di prospezione, perforate dalla ditta Geotecnica Palazzi-Giomarelli s.r.l., si sono spinte fino alla profondità massima di 35 metri dal locale piano campagna. Nello specifico,

come visibile nella Tavola 12, le verticali S1 e S3 sono state attrezzate a piezometro mentre il sondaggio S2 è stato allestito per eseguire la prova geofisica di tipo Down-Hole.

I nuovi sondaggi realizzati vanno ad integrare il quadro conoscitivo pregresso derivante dalla precedente campagna geognostica. Di seguito si riporta una sintesi delle principali unità litrostratigrafiche riscontrate nell'area.

- I litotipi prevalenti riscontrati nelle verticali di indagine sono di natura limo argillosa, di colore ocracea, con frequente presenza di ossidi di Fe e Mn sottoforma di fiammature rossastre nonché presenza di noduli e concrezioni calcaree di colore biancastro (d~1cm);
- Presenza di modesti orizzonti, seppur talvolta anche oltre i 50 cm, di limi sabbiosi debolmente argillosi di colore oca mediamente addensati;
- Presenza di orizzonti lenticolari ghiaiosi in matrice limo argillosa talvolta saturi e molto poco addensati. La pezzatura dei clasti è variabile, si passa da poco più di un 1 cm fino ad arrivare a clasti di qualche centimetro di diametro, spesso frastagliati;
- Alle massime profondità investigate si riscontra la presenza di livelli argillosi debolmente limosi grigi azzurri, consistenti.

Di seguito si riporta una sintesi delle prove S.P.T. eseguite in avanzamento all'interno dei due sondaggi.

Sondaggio	Quota <i>m s.l.m.</i>	Profondità <i>m da p.c.</i>	Profondità SPT <i>m da p.c. – (Nspt)</i>
S1	50.071	35.00	7.50 – 8.00 (33) 19.50 – 20.00 (34) 28.50 – 29.00 (20)
S2	58.259	30.00	4.00 – 4.50 (45) 15.00 – 15.50 (44)
S3	59.221	25.00	3.50 – 4.00 (37) 6.40 – 6.90 (26)

I valori di Nspt riscontrati, secondo la classificazione di Terzaghi e Peck per i litotipi argillosi, corrispondono ad una consistenza da compatta a molto compatta.

Contestualmente alla perforazione delle verticali citate sono stati prelevati un totale di n.4 campioni di terreno indisturbato di cui 3 dai sondaggi attrezzati a piezometro ed 1 dal sondaggio attrezzato per la prova sismica Down – Hole. I campioni sono stati sottoposti a prove di

<i>FAIPO srl</i>	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.	pag. 17/36
Relazione geologica		

laboratorio con particolare riferimento, nel caso della trattazione idrogeologica dell'area, alle prove di permeabilità in cella edometrica.

6.3 Prove geotecniche di laboratorio

Sui quattro campioni di terreno indisturbato prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle proprietà indice, dei parametri di resistenza al taglio (prova di Taglio Diretto) e di comprimibilità (prova di Compressione Edometrica). I risultati delle analisi, condotte dal laboratorio CNG s.r.l., sono contenuti nel seguente quadro sinottico riepilogativo, oltre che fornite, sottoforma di certificati, in allegato alla presente relazione.

<i>FAIPO srl</i>	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 18/36
------------------	---	------------

DETERMINAZIONE		SONDAGGIO	1	1	2	3										
		CAMPIONE	1	2	2	2										
		da m	12,00	26,00	21,00	14,00										
		a m	12,50	26,50	21,50	14,30										
		N° laborat	4827	4828	4830	4832										
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	W_n	(%)	24,8	27,5	23,8	23,2										
INDICE DEI VUOTI	e	(-)	0,71	0,75	0,71	0,64										
POROSITA'	n	(%)	41,5	42,8	41,6	39,1										
GRADO DI SATURAZIONE	S_r	(%)	96,7	100	94,0	100										
PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	(kN/m ³)	19,79	19,56	19,94	20,46										
PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	(kN/m ³)	15,86	15,34	16,11	16,61										
PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	(kN/m ³)	19,92	19,56	20,18	20,46										
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	(kN/m ³)	27,10	26,82	27,56	27,26										
FRAZIONE GHIAIOSA	G	(%)	1,3	0,0	0,0	0,0										
FRAZIONE SABBIOSA	S	(%)	44,0	11,7	29,2	12,3										
FRAZIONE LIMOSA	L	(%)	36,8	65,7	55,3	57,6										
FRAZIONE ARGILLOSA	A	(%)	15,9	22,5	15,5	30,1										
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	(%)	33,9	44,0	45,9	36,3										
LIMITE DI PLASTICITA'	W_p	(%)	21,4	26,8	23,4	18,2										
INDICE DI PLASTICITA'	IP	(%)	12,5	17,1	22,4	18,1										
INDICE DI CONSISTENZA	IC	(-)	0,7	1,0	1,0	0,7										
LIMITE DI RITIRO	W_s	(%)														
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S. (S.I.)	U.S.C.S	(-)	CL	ML	CL	CL										
CLASSIFICAZIONE AASHTO	AASHTO	(-)	A-6	A-7-6	A-7-6	A-6										
VANE TEST (MEDIA DI PIU' VALORI)		(kPa)	/	100	143	98										
POCKET PENETROMETER (MEDIA O RANGE DI PIU' VALORI)		(kPa)	/	269	347	194										
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA	σ	(kPa)		191	344	181										
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO CD*	ε	(%)		3,3	12,8	13,2										
	c'	(kPa)		18	26											
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO	φ'	(°)		26	27											
	c_r	(kPa)														
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE UU	φ_r	(°)														
	c_u	(kPa)														
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CIU	φ_u	(°)														
	c	(kPa)														
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CID	φ	(°)														
	c'	(kPa)														
MODULO DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	E (kPa)	12.3/25(kPa)														
		25/49(kPa)	8160	6000		6122										
		49/98(kPa)	7948	8164		7614										
		98/196(kPa)	8395	12718	35103	8955										
		196/392(kPa)	11540	12782	34807	11067										
		392/785(kPa)	12424	21716	25690	15512										
		785/1569(kPa)	24575	28090	22664	24358										
		1569/3138(kPa)	48197	40840	36288	45102										
COEFFICIENTE DI CONSOLIDAZIONE	C_v cm ² /sec	12.3/25(kPa)														
		25/49(kPa)														
		49/98(kPa)	N.D.				3,48E-03									
		98/196(kPa)	2,33E-03	2,56E-03		2,59E-03										
		196/392(kPa)	1,12E-03	1,73E-03	6,15E-03	2,80E-03										
		392/785(kPa)	7,30E-04	1,81E-03	4,03E-03	1,80E-03										
		785/1569(kPa)	5,25E-04	1,36E-03	1,95E-03											
		1569/3138(kPa)		1,22E-03	1,45E-03											
3138/6276(kPa)																
PROVA DI COLONNA RISONANTE	RC	/														
PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO	TTC	/														
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO IN CELLA EDOMETRICA	RG	(kPa)														
PROVA PROCTOR	PR	γ _d (kN/m ³)														
		w (%)														
PROVA CBR	CBR	(a 2,5 mm)														
CONTENUTO IN CARBONATI TOTALI	CAT	(%)														
PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA EDOMETRICA	K	(m/sec)														

Le analisi di laboratorio confermano la natura dei litotipi attraversati dalle nuove verticali perforate, tipici di ambienti di conoide fluviale.

Sondaggio	Campione	Profondità <i>m da p.c.</i>	Frazione ghiaiosa %	Frazione sabbiosa %	Frazione limosa %	Frazione argillosa %
S1	C1	12.00	1.3	44	38.8	15.9
		12.50				
S2	C2	26.00	0	11.7	65.7	22.5
		26.50				
S2	C2	21.00	0	29.2	55.3	15.5
S3	C2	14.00	0	12.3	57.6	30.1
		14.30				
Valore medio			0.3	24.3	54.3	21

Sulla scorta dei risultati ottenuti, il cui compendio integrale è fornito in allegato al presente documento, le litologie limo argillose rinvenute nei campioni di terreno indisturbato prelevati e ritenute caratteristiche dell'area in esame, presentano valori di conducibilità idraulica media pari a circa $1.52 \cdot 10^{-8}$ cm/s. Tali valori di permeabilità idraulica riscontrati nell'area sono coerenti con le litologie rinvenute, prevalentemente di natura limo argillosa seppur con frazioni sabbiose talvolta preponderanti. Il battente idraulico riscontrato all'interno delle prove penetrometriche, nell'ambito della campagna geognostica di maggio 2020 nonché all'interno dei sondaggi attrezzati a piezometro recentemente perforati, è plausibile pensare che sia riconducibile ai vari corpi lenticolari di natura granulare riscontrati durante la perforazione delle nuove verticali. I suddetti orizzonti, la cui descrizione e parametrizzazione viene affrontata nei capitoli successivi, durante le fasi di esecuzione dei suddetti sondaggi, risultavano essere caratterizzati da una matrice limo argillosa scarsamente sostenuta, poco addensata e satura di acqua.

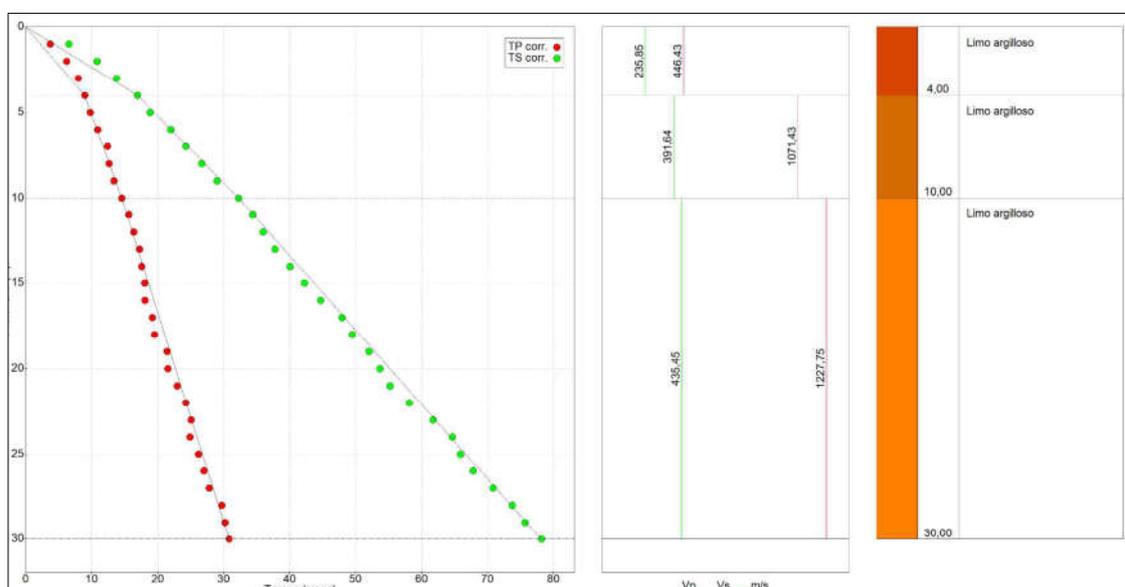
La successione stratigrafica limo argillosa predominante dotata di buone caratteristiche geotecniche viene talvolta intercalata da passanti maggiormente sabbiosi, come nel caso del sondaggio S1, in cui si è riscontrato un passaggio di limo sabbioso di circa 5-6 metri di spessore confermato peraltro dal campione S1-C1 il quale presenta tenori di frazione sabbiosa più elevati rispetto ai campioni contermini. I frequenti corpi lenticolari ghiaiosi rinvenuti, seppur in matrice limo argillosa, risultano spesso poco addensati e saturi, aspetto che conferma l'evoluzione sedimentologica del Conoide del Fiume Bisenzio.

6.4 Indagine geofisica Down – Hole

Nel foro di sondaggio denominato S2, opportunamente attrezzato, è stata realizzata un'indagine sismica di tipo Down – Hole tramite sismografo DOREMI ed un sensore da pozzo SSBH a cinque canali di cui il primo verticale per l'acquisizione delle Vp, e gli altri quattro orizzontali per le onde SH. Per la metodologia della prova e per la visione completa dei risultati ottenuti si fa riferimento alla relazione specialistica in allegato rilasciata da Geotecnica Palazzi-Giomarelli s.r.l.

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti.

Strato	Descrizione	Profondità [m]	Velocità onde P [m/s]	Velocità onde SH [m/s]
1	Limo argilloso	0-4	446	236
2	Limo argilloso	4-10	1.071	392
3	Limo argilloso	10-30	1.228	435



6.5 Tomografia sismica in onde P e Sh, analisi MASW ZVF+THF

L'indagine, condotta dalla società ENKI s.r.l., si è articolata tramite 2 stese sismiche a 24 geofoni con passo intergeofonico di 3 metri e offset di 15 metri, con sovrapposizione di 6 geofoni e restituzione di un unico profilo tomografico 2D delle onde di compressione Vp e di taglio Vs (Figura 1).

Il medesimo stendimento è stato successivamente interessato da un'acquisizione ZVF+THF ossia con energizzazione verticale ed acquisizione con geofoni verticali per l'analisi MASW della componente verticale delle onde di Rayleigh ed energizzazione trasversale e acquisizione con geofoni orizzontali disposti con asse perpendicolare alla stesa per l'analisi MASW delle onde di Love.

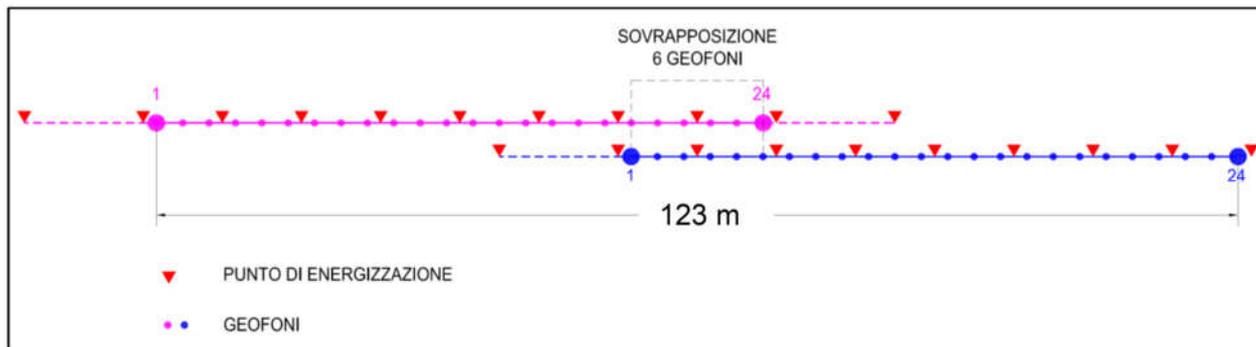


Figura 1 – Schema dei due stendimenti sovrapposti.

Per una completa descrizione metodologica della prova, nonché per la visione integrale dei risultati ottenuti, si rimanda al contributo specialistico in allegato redatto da ENKI s.r.l. Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti.

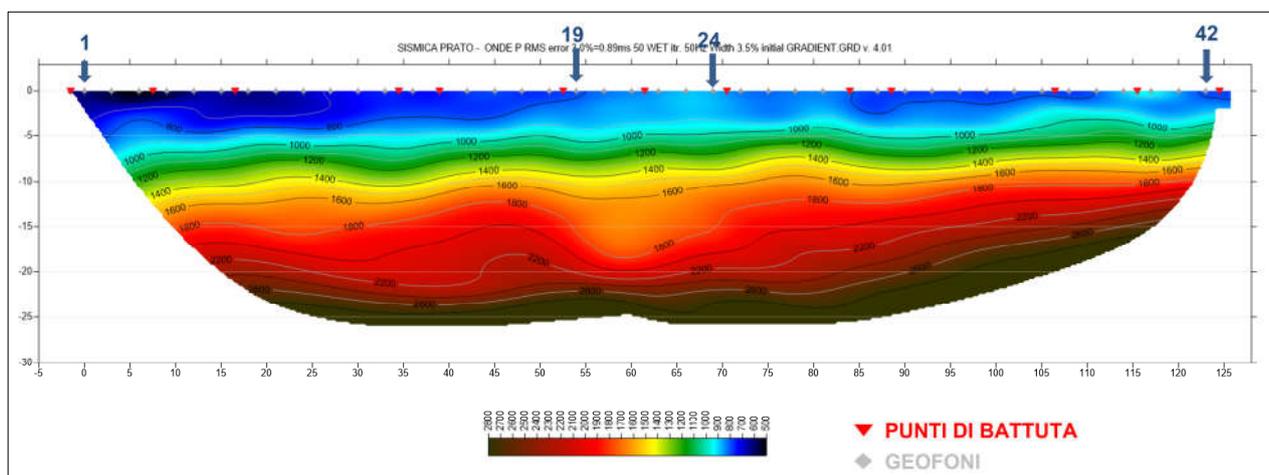


Figura 2 – Tomografia sismica in onde P.

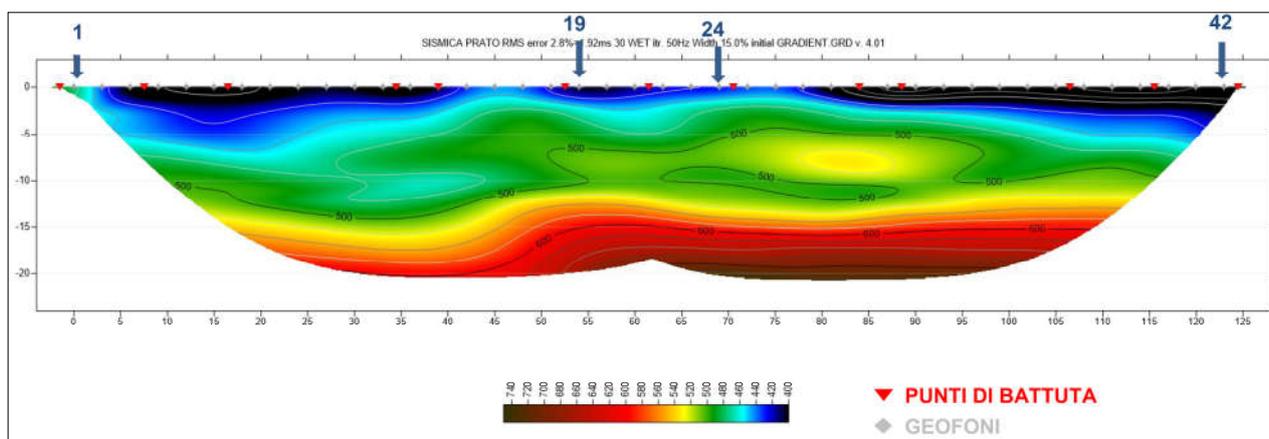


Figura 3 – Tomografia sismica in onde Sh.

PROF. (m)	SPESSORE (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/mc)	ν
2,28	2,28	293	306	804	2000	0,42
5,81	3,53	367	386	1058	2070	0,43
16,63	10,82	400	413	1053	2070	0,42
21,79	5,16	421	433	1097	2080	0,41
-	-	653	685	1530	2160	0,39
	VsEQ	433	444			

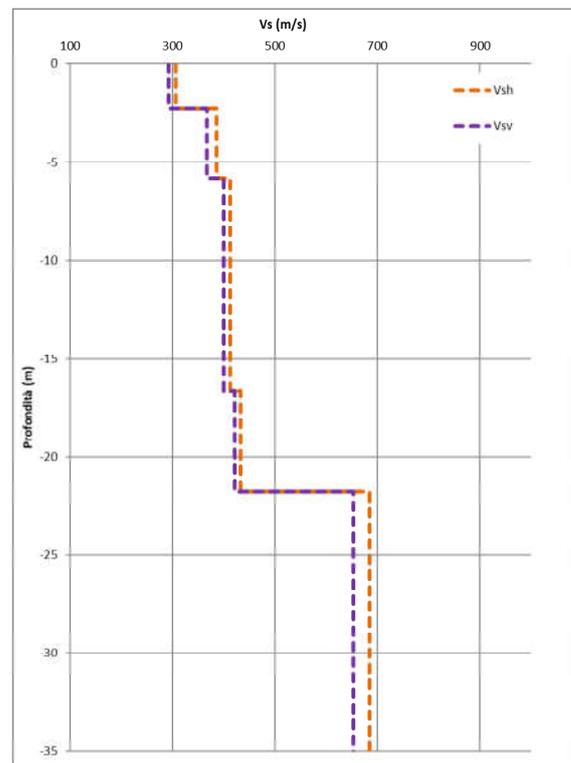
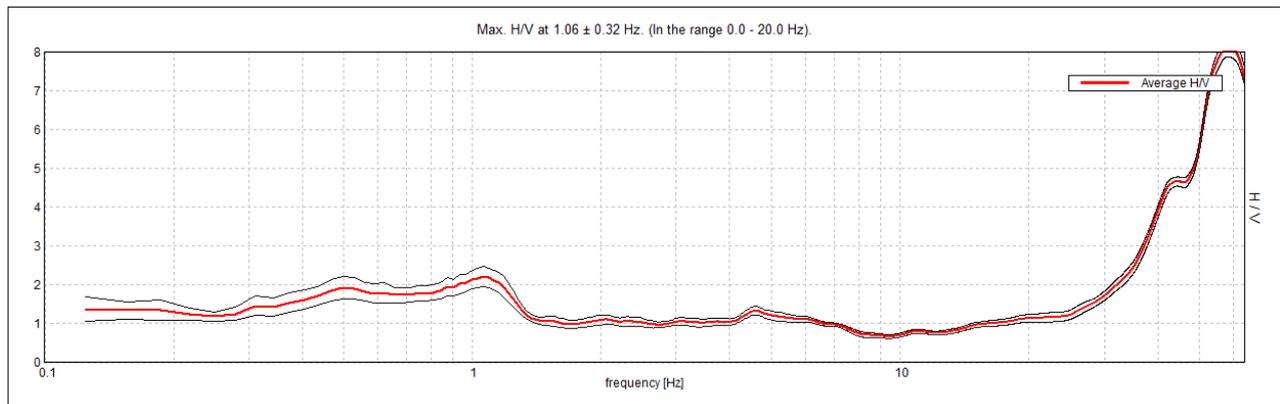


Figura 4 – Analisi MASW ZVF+THF, profili di velocità.

6.6 Indagine sismica passiva - HVSR

La campagna geognostica ha inoltre previsto la realizzazione di una prova di sismica passiva mediante stazione con tromografo digitale con lo scopo di definire la frequenza di risonanza caratteristica del sito. Con riferimento a tale tecnica è stato utilizzato un tromografo digitale modello “TrominoEngy Plus”, il quale racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione, con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz. I tre velocimetri sono in grado di registrare il rumore sismico ambientale. La corretta acquisizione ed elaborazione del segnale viene confermata dalla check-list proposta dalla procedura Sesame, vedi “Criteria for a reliable HVSR curve”, dal quale si evince la corretta analisi ed interpretazione del segnale mentre non si rileva la presenza di chiari e significativi picchi.

All'interno del range di frequenza tra 0-20 Hz, frequenza rappresentativa per le analisi di interesse litostratigrafico, non è stata rilevata la presenza di picchi tipici dei cambi repentini di litologia.



Il grafico mostra, al netto di un picco anomalo nella porzione superficiale ascrivibile alla porzione di terreno allentato dalle varie attività agricole effettuate nell'area, un andamento in cui non si riscontrano evidenti picchi nelle profondità investigate. Il picco mostrato nell'intorno di circa 1.06 Hz è verosimilmente ascrivibile a profondità ben oltre i 50 metri dal locale piano campagna.

7. Modello geologico e geotecnico

Le prospezioni effettuate, confrontate con le risultanze emerse dalle indagini pregresse, hanno consentito di elaborare il modello litotecnico di riferimento. I risultati emersi vanno ad integrare e confermare il modello litostratigrafico interpretativo emerso dalla pregressa campagna condotta nel maggio 2020. Nello specifico, così come confermato dalle analisi di laboratorio condotte, i terreni rinvenuti nell'area in esame sono costituiti prevalentemente da limi e argille di deposizione fluvio lacustre con frequenti intercalazioni ghiaiose, seppur in matrice limo argillosa, in corpi lenticolari dotati spesso di discreta continuità laterale. Sulla base del confronto tra i rapporti stratigrafici delle verticali di indagine, è stato possibile ipotizzare alcune sezioni interpretative le cui tracce sono visibili in Tavola 12.

Il modello litotecnico presentato risulta essere pressoché in accordo con quanto desunto dalla precedente campagna geognostica condotta nel maggio 2020. Di seguito si riportano i livelli principali di interesse, aggiornati secondo quanto emerso dall'ultima campagna condotta, le cui profondità sono espresse in metri dal locale piano campagna:

- Terreno vegetale agricolo. Costituisce lo strato più superficiale di spessore circa 1 metro, spesso allentato. Non significativo sotto il profilo geotecnico in quanto dovrà essere totalmente asportato.
- Livello A: Limi ed argille mediamente consistenti di colore ocra con frequenti evidenze di ossidi di Fe e Mn sottoforma di fiammature e/o noduli rossastri. All'interno dell'orizzonte si riscontra talvolta la presenza di concrezioni carbonatiche di vario diametro ($d \sim 1\text{cm}$) e di colore

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.	pag. 24/36
Relazione geologica		

biancastro. Concrezioni che sporadicamente passano a modesti orizzonti decimetrici di diametri variabili riscontrati a varie profondità;

- Livello A1: Orizzonti lenticolari di ghiaie in matrice limo argillosa molto poca addensata e satura riscontrati alle profondità di circa 4 – 18 – 24 metri dal locale piano campagna nei sondaggi S2 ed S3. La dimensione dei clasti risulta eterogenea talvolta fino a qualche centimetro, spesso non classati e molto frastagliati;
- Livello A2: Orizzonte limo sabbioso di colore ocraceo marrone da mediamente consistente a poco consistente nelle porzioni in cui la frazione sabbiosa è preponderante rispetto a quella limosa. Sporadica presenza di piccoli clasti calcarei biancastri ($d < 1\text{cm}$). Livello riscontrato nel sondaggio S1 da 5 a 10 metri di profondità dal locale piano di campagna;
- Livello B: Argille debolmente limose di colore grigio azzurro consistente. Livello riscontrato nel sondaggio S1 alle massime profondità raggiunte, da circa 32 metri di profondità dal locale piano campagna fino a fondo foro posto a 35 metri di profondità.

Il modello geologico sopra ricostruito, seppur rivisitato nei termini e nelle profondità dei vari orizzonti, è in linea con gli esiti delle pregresse indagini eseguite nell'area. I rapporti stratigrafici sono visibili nelle sezioni di Tavola 14 – 15 – 16 – 17.

Ai fini dei calcoli e delle verifiche geotecniche, per ciascun livello individuato, vengono proposti parametri geomeccanici caratteristici, congruenti con la tipologia di terreni rilevata. Per la definizione dei parametri sono stati impiegati anche gli esiti della campagna geognostica di maggio 2020.

Livello A: prof: da circa 1,0 a 32,5 m da p.c. – limi argillosi mediamente consistenti			
Peso di volume	γ	[kN/m ³]	19,70
Coesione drenata	c'	[kPa]	15
Angolo di attrito interno	Φ'	°	26
Coesione non drenata	c_u	[kPa]	140
Modulo edometrico	E	[kPa]	7.000
Onde Sh	Vsh	[m/s]	354

Livello A1: orizzonti lenticolari ghiaiosi in matrice limo argillosa poco addensata (orizzonte intercluso entro il livello A)			
Peso di volume	γ	[kN/m ³]	19,00
Coesione drenata	c'	[kPa]	0
Angolo di attrito interno	Φ'	°	29

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.	pag. 25/36
Relazione geologica		

Modulo edometrico	E	[kPa]	20.000
-------------------	---	-------	--------

Livello A2: orizzonte sabbioso debolmente argilloso, da mediamente a poco consistente (orizzonte intercluso entro il livello A, riscontrato nel Sondaggio S1 da 5 a 10 metri da p.c.)			
Peso di volume	γ	[kN/m ³]	19,50
Coesione drenata	c'	[kPa]	19
Angolo di attrito interno	Φ'	°	27
Coesione non drenata	c_u	[kPa]	150
Modulo edometrico	E	[kPa]	11.000

Livello B: prof: da circa 32.50 da p.c. – argille debolmente limose grigio azzurre compatte			
Peso di volume	γ	[kN/m ³]	20,00
Coesione drenata	c'	[kPa]	25
Angolo di attrito interno	Φ'	°	26
Coesione non drenata	c_u	[kPa]	230
Modulo edometrico	E	[kPa]	13.000

8. Considerazioni sulla sismicità della zona

8.1 Categoria di sottosuolo

Secondo quanto previsto dalle NTC 2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è possibile valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Il parametro $V_{s,eq}$ rappresenta la media della velocità delle onde di taglio ed è dato dalla:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove h_i e $V_{s,i}$ indicano rispettivamente lo spessore e la velocità delle onde di taglio strato i -esimo e H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s; per depositi con profondità $H > 30$ m la $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$ ottenuto ponendo $H=30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo sono:

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.	pag. 26/36
Relazione geologica		

- A. Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m;
- B. Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- C. Depositati 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.
- D. Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.
- E. Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Le misure effettuate con tecnica sismica attiva MASW congiunta ZVF+THF, hanno consentito di ottenere delle informazioni sulla stratificazione acustico-elastica del sottosuolo ed in particolare hanno permesso di stimare il profilo verticale delle onde di taglio (V_s). Il valore numerico delle V_{seq} ottenuto è riportato nella tabella che segue.

INDAGINE	Vsv EQ	Vsh EQ	CLASSIFICAZIONE SOTTOSUOLO
ANALISI MASW S01	433	444	B

In base al profilo sismostratigrafico ottenuto, nonché alle velocità delle onde di taglio calcolate, il sito risulta compatibile con la **categoria di sottosuolo B**. Il risultato della prova di sismica attiva MASW risulta del tutto coerente sia con la prova Down-Hole effettuata nel sondaggio S2 sia con quanto riscontrato nell'ambito della precedente campagna geognostica condotta nel maggio 2020 nel quale emerse una V_{seq} compresa tra 393 e 440 m/s confermando pertanto la categoria di sottosuolo.

Per una più completa visione dei risultati emersi dall'indagine MASW si rimanda al contributo specialistico in allegato redatto da ENKI s.r.l.

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.	pag. 27/36
Relazione geologica		

8.2 Classificazione sismica regionale

L'aggiornamento della classificazione sismica della Toscana, a quattro anni di distanza dall'entrata in vigore della precedente classificazione, è stata approvata con Del. GRT n° 421 del 26.05.2014 (pubblicata su BURT Parte Seconda n. 22 del 04.06.2014). La nuova classificazione sismica è entrata in vigore 60 giorni dopo la pubblicazione sul BURT.

Tale aggiornamento dell'elenco di classificazione sismica è divenuto necessario a seguito della fusione di 14 comuni toscani, con conseguente istituzione dal 1° Gennaio 2014 di 7 nuove amministrazioni comunali. Si fa presente che i sette nuovi Comuni (Fabbriche di Vergemoli in provincia di Lucca, Crespina Lorenzana e Casciana Terme Lari in provincia di Pisa, Figline e Incisa Valdarno e Scarperia e San Piero in provincia di Firenze, Castelfranco Piandiscò e Pratovecchio Stia in provincia di Arezzo) si sono originati da fusione di comuni omogenei sotto il profilo della pericolosità sismica di base e della classificazione sismica, per cui l'aggiornamento ha previsto semplicemente la conferma della classificazione sismica dei comuni originari.

Il nuovo elenco e relativa mappa di classificazione sismica sono consultabili dal sito della Regione Toscana <http://www.regione.toscana.it/-/classificazione-sismica-della-toscana>.

Il Comune di Prato (Cod. Istat 09100005) rientra, secondo la recente riclassificazione in Zona 3.

8.3 Pericolosità sismica di base

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali, che sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale), T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).

Nell'Allegato B delle NTC sono riportati i valori di a_g , F_0 , T_c^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento.

Per tutti i punti che non ricadono precisamente su uno di tali punti i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame; p_i è il valore del parametro di interesse nell' i esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame; d è la distanza del punto in esame dall' i esimo punto della maglia suddetta.

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 28/36
-----------	---	------------

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	90	0,077	2,533	0,277
SLD	151	0,094	2,511	0,285
SLV	1424	0,208	2,400	0,314
SLC	2475	0,246	2,414	0,319

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,093	0,113	0,250	0,285
kv	0,046	0,057	0,125	0,143
amax [m/s ²]	0,907	1,108	2,448	2,796
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,019	0,023	0,070	0,080
kv	0,009	0,011	0,035	0,040
amax [m/s ²]	0,907	1,108	2,448	2,796
Beta	0,200	0,200	0,280	0,280

Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,053	0,095	--
kv	--	0,027	0,047	--
amax [m/s ²]	0,907	1,108	2,448	2,796
Beta	--	0,470	0,380	--

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,053	0,095	--
kv	--	0,027	0,047	--
amax [m/s ²]	0,907	1,108	2,448	2,796
Beta	--	0,470	0,380	--

Paratie NTC 2018

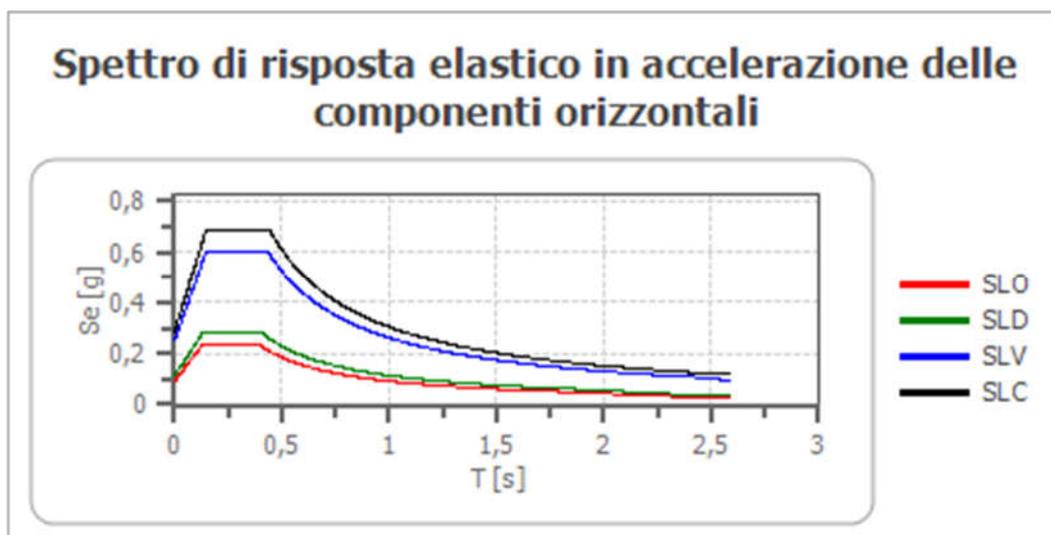
Altezza paratia (H): 3,0 [m]

Spostamento ammissibile us: 0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,072	0,088	0,194	0,221
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	0,907	1,108	2,448	2,796

Beta	0,776	0,776	0,776	0,776
------	-------	-------	-------	-------

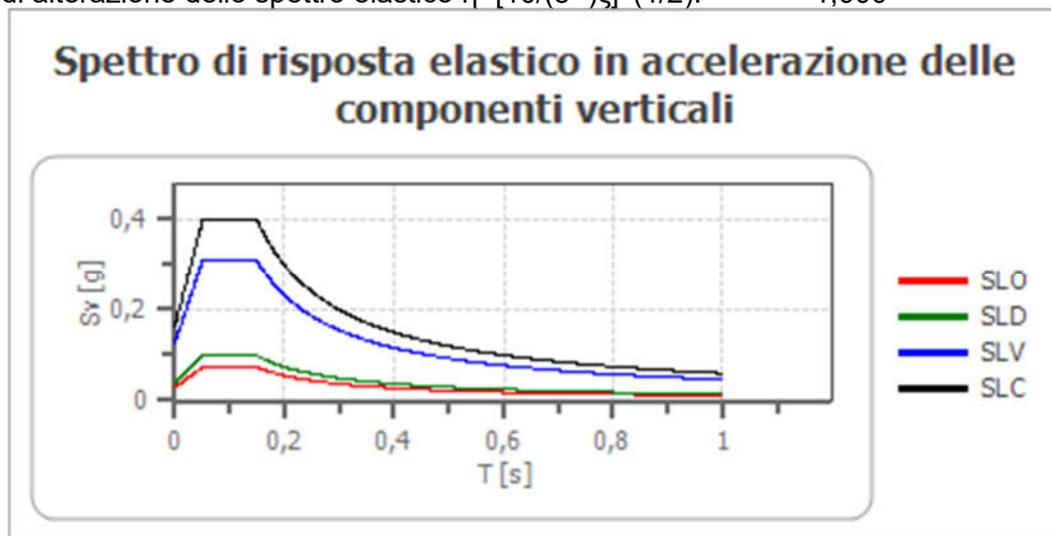
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,5	0,077	2,533	0,277	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,131	0,393	1,908	0,093	0,234
SLD	1,5	0,094	2,511	0,285	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,134	0,401	1,977	0,113	0,284
SLV	1,5	0,208	2,400	0,314	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,145	0,436	2,432	0,250	0,599
SLC	1,5	0,246	2,414	0,319	1,160	1,380	1,000	1,160	1,000	0,147	0,441	2,583	0,285	0,688

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{1/2}$: 1,000



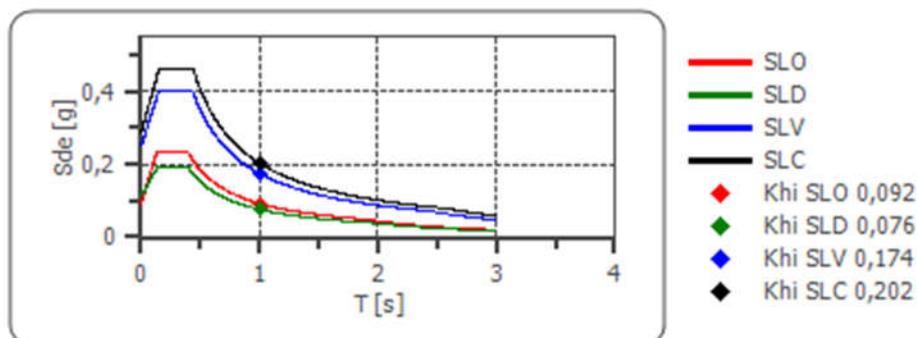
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,5	0,077	2,533	0,277	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,029	0,073
SLD	1,5	0,094	2,511	0,285	1	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,039	0,098
SLV	1,5	0,208	2,400	0,314	1	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,128	0,307
SLC	1,5	0,246	2,414	0,319	1	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,164	0,397

Spettro di progetto

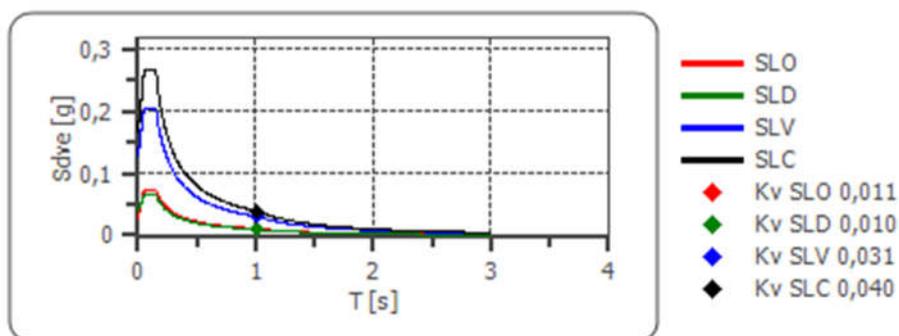
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,092	0,076	0,174	0,202
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,011	0,010	0,031	0,040

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



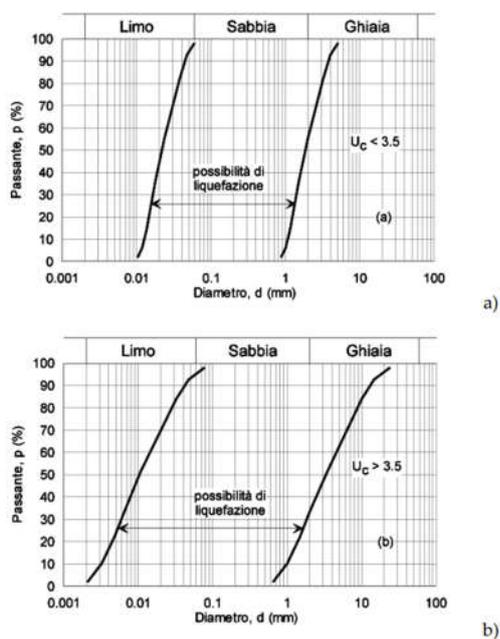
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizz ontale	1,5	0,077	2,533	0,277	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,131	0,393	1,908	0,093	0,234
SLO vertical e	1,5	0,077	2,533	0,277	1,200	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,029	0,073
SLD orizz ontale	1,5	0,094	2,511	0,285	1,200	1,410	1,000	1,200	1,500	0,134	0,401	1,977	0,113	0,189
SLD vertical e	1,5	0,094	2,511	0,285	1,200	1,410	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,039	0,065
SLV orizz ontale	1,5	0,208	2,400	0,314	1,200	1,390	1,000	1,200	1,500	0,145	0,436	2,432	0,250	0,399
SLV vertical e	1,5	0,208	2,400	0,314	1,200	1,390	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,128	0,205
SLC orizz ontale	1,5	0,246	2,414	0,319	1,160	1,380	1,000	1,160	1,500	0,147	0,441	2,583	0,285	0,459
SLC vert	1,5	0,246	2,414	0,319	1,160	1,380	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,164	0,265

8.4 Liquefazione dei terreni

Per quanto riguarda il fenomeno della liquefazione dei terreni, il D.M. 17/01/2018, in coerenza alle indicazioni degli Eurocodici, identifica i criteri di riferimento per l'esclusione della verifica alla liquefazione. La normativa elenca cinque criteri da impiegare come riferimento al fine di individuare la potenziale liquefacibilità dei terreni investigati. I primi due riguardano le azioni sismiche di progetto, i rimanenti tre la suscettibilità dei depositi sciolti. La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni profonde;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

- 1) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate dalla sottostante figura “a”, nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in figura “b” nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



L'analisi granulometrica effettuata sui n.4 campioni di terreno indisturbato prelevati durante la recente campagna geognostica condotta, ha restituito un fuso granulometrico valutato sulla totalità dei campioni compatibile con litologie di natura limo argillosa seppur con tenori di frazione sabbiosa talvolta importanti. Le litologie presenti nell'area, dal punto di vista granulometrico, sono pertanto esterne al range identificato dal punto di vista normativo per i terreni soggetti a fenomeni di liquefazione.

9. Conclusioni

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti, tenuto conto delle risultanze emerse dalla recente campagna geognostica condotta nonché dagli studi pregressi disponibili per le aree contermini, in base alle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni rinvenuti nell'area di intervento, all'assetto idrogeologico dell'areale, nonché alla tipologia degli interventi in progetto, si formula un giudizio di compatibilità geologica, del quale se ne conduce la fattibilità anche da un punto di vista programmatico e pianificatorio.

Le indagini condotte ed effettuate nell'ambito del perimetro previsto d'intervento, hanno confermato la presenza, all'interno di una sequenza di termini in prevalenza limo argillosi, di corpi lenticolari di estensione variabile, a tessitura ghiaioso sabbiosa matrice sostenuti. I livelli lenticolari sono eteropici e, per quanto potuto osservare, in condizioni di saturazione tali per cui, favorevoli all'instaurarsi di circolazioni idriche in condizioni semiconfinare con un battente idrico posto a circa 10 metri di profondità dal locale piano campagna. Tale circolazione idrica, verosimilmente suscettibile alle fluttuazioni stagionali, tenuto conto delle profondità alle quali si attesta e tenuto conto di quanto emerso dallo studio della Carta Idrogeologica allegata al Piano Strutturale comunale, non risulta interferente con le opere di progetto previste nell'area.

Come precisato tuttavia in relazione, occorrerà approfondire tale aspetto in concomitanza dello sviluppo della progettazione esecutiva, tramite appropriati test di emungimento e determinazione dei parametri idrodinamici caratteristici.

In merito agli aspetti idraulici, lo studio specialistico redatto dalla società A4 Ingegneria, al quale si rimanda per la visione integrale dei risultati ottenuti, ha riscontrato ampi fronti di allagamento valutati per eventi alluvionali con $T_r=200$ anni e durata critica di 1 ora. Al fine di risultare coerenti con quanto stabilito dalla vigente normativa in materia di rischio idraulico, L.R. 41/2018, gli edifici in progetto nell'area interessata da tali battenti saranno caratterizzati da un piano di calpestio posto al di sopra della stessa quota di battente più un franco di sicurezza. Il recupero dei volumi sottratti all'esondazione sarà gestito tramite la realizzazione di una cassa d'espansione connessa ad un sistema di captazione delle acque di transito.

Per quanto attiene le caratteristiche geotecniche dei terreni si potrà fare riferimento ai parametri caratteristici proposti elaborati sulla scorta delle procedure indicate dalle NTC2018. Il documento redatto soddisfa i requisiti richiamati dalla normativa vigente D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni e dal DPGR 19 gennaio 2022, n.1/R.

FAIPO srl	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 34/36
-----------	---	------------

Firenze, dicembre 2022

Il tecnico incaricato

geol. Luca Gardone

<i>FAIPO srl</i>	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 35/36
------------------	---	------------

ALLEGATI

<i>FAIPO srl</i>	Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace. Relazione geologica	pag. 36/36
------------------	---	------------

COMUNE DI PRATO

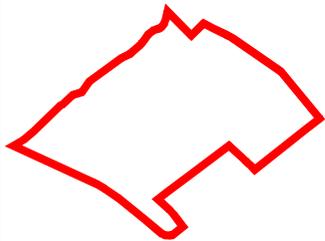
Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l. - A.C. PRATO SSD a r.l.

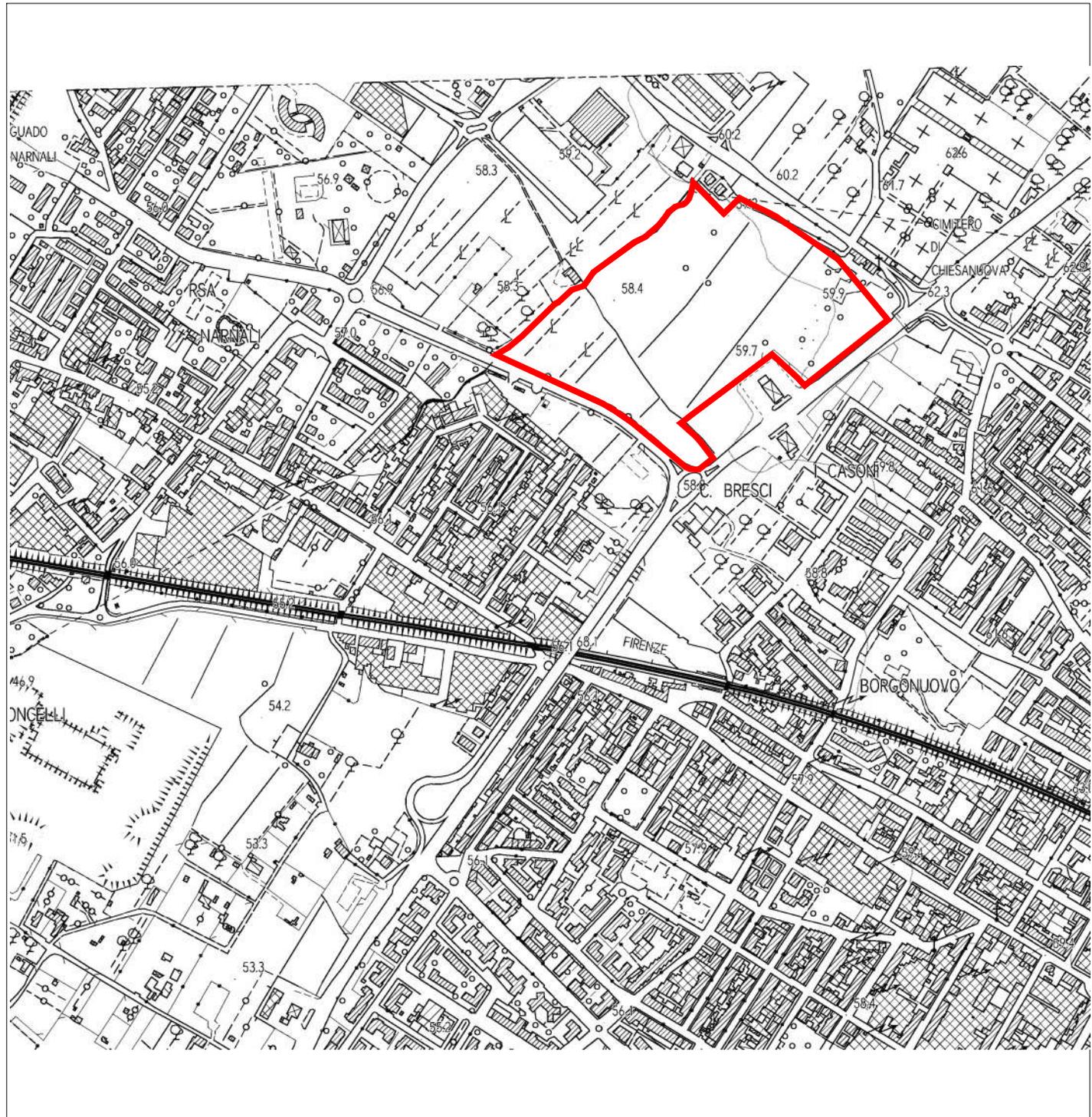
ELABORATO:
Corografia generale
(CTR Regione Toscana)

TAVOLA 1
SCALA 1:10.000

Legenda:



Area di intervento



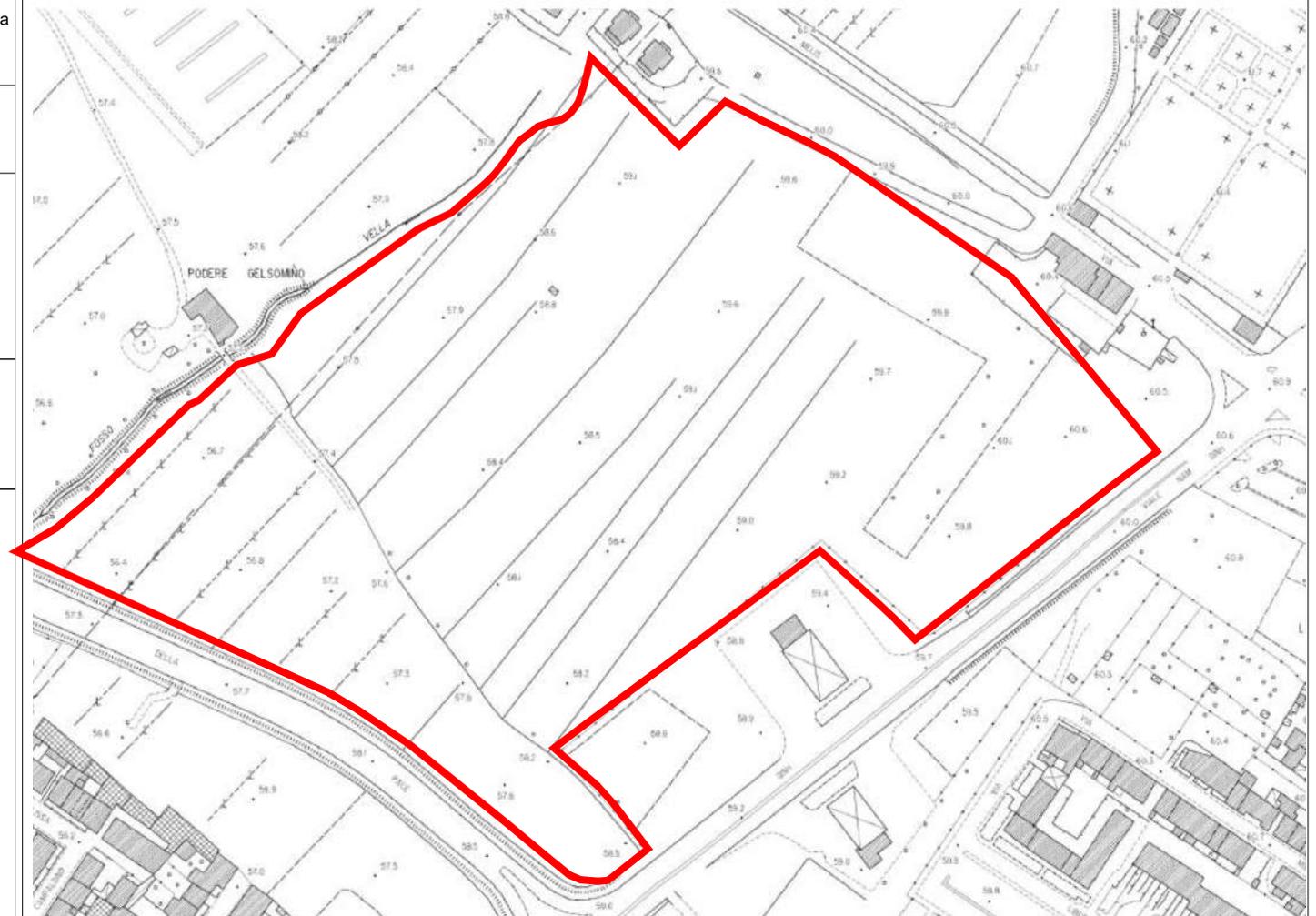
COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l. - A.C. PRATO SSD a r.l.

ELABORATO:
Inquadramento di dettaglio
(estratto da 1:2000 CTR)

TAVOLA 2
1:2.000



COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l.

ELABORATO:
Carta pericolosità geologica
(estratto PS vigente)

TAVOLA 3
SCALA GRAFICA

Legenda:

G.4 - MOLTO ELEVATA

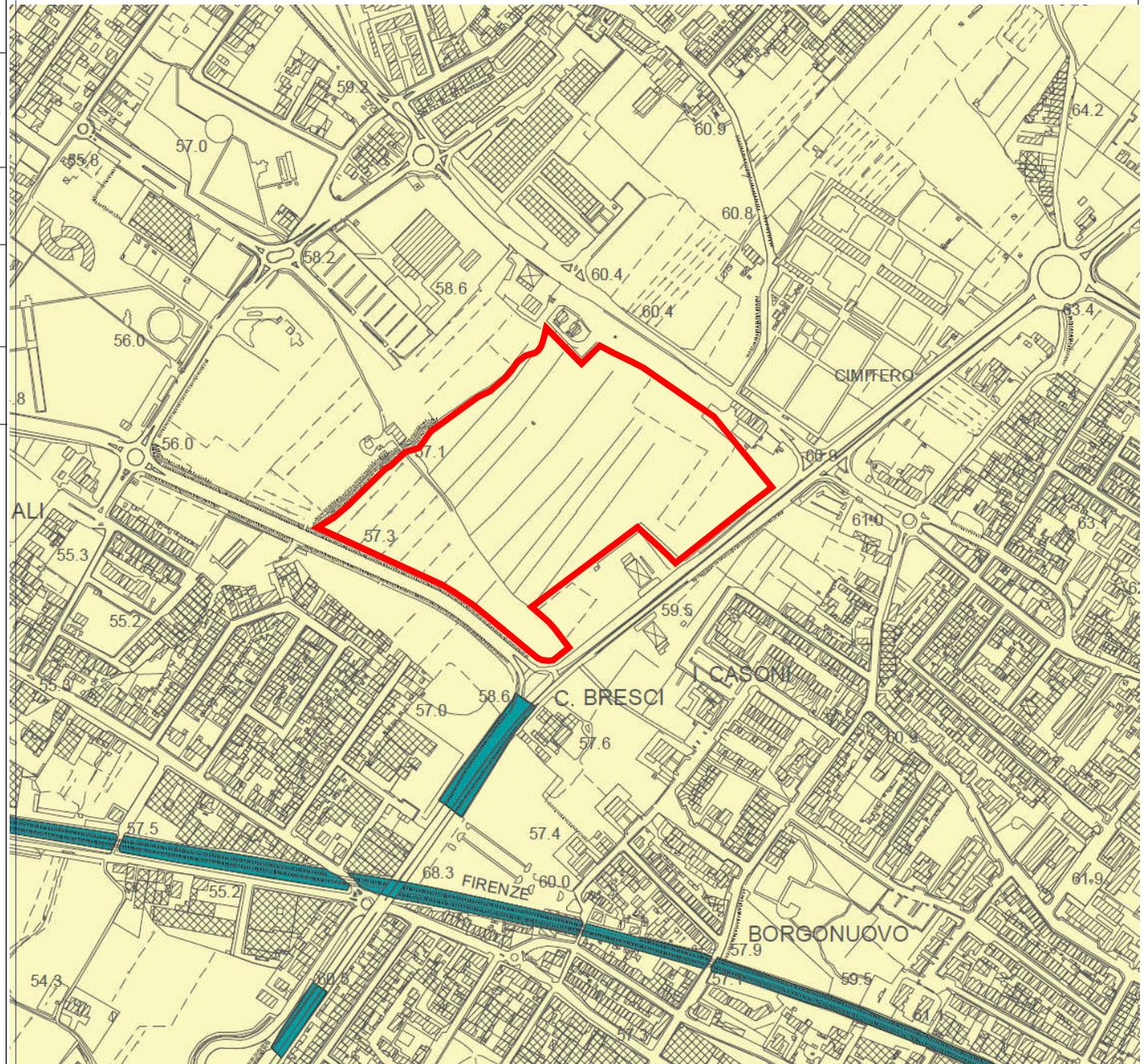
-  Movimenti franosi attivi (frane di crollo, di scivolamento, franosità diffusa)
-  Area instabile per sovrinfisso generalizzato
-  Scarpata morfologica attiva
-  Alveo in forte erosione

G.3 - ELEVATA

-  Movimenti franosi quiescenti
-  Area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante, alla litologia ed alla giacitura delle formazioni litoidi:
 - terreni alluvionali con pendenze maggiori del 25%
 - terreni litoidi alterati e fratturati con pendenze maggiori del 50% o con giacitura a franapoggio
 - terreni litoidi competenti con giacitura a franapoggio
-  Corpo detritico su versante con pendenza superiore al 25%
-  Area soggetta ad intensi fenomeni erosivi
-  Area di cava abbandonata
-  Area interessata da fenomeni carsici (doline)
-  Zona con elementi antropici a forte impatto (rilevati, dighe, riporti di terreno)

G.2 - MEDIA

-  Area interessata da movimenti franosi inattivi e stabilizzati
-  Area caratterizzata da bassa propensione al dissesto in relazione alla pendenza del versante ed alla litologia:
 - terreni alluvionali con pendenze minori del 25%
 - terreni litoidi alterati e fratturati con pendenze minori del 50%
 - terreni litoidi competenti
-  Corpo detritico su versante con pendenza inferiore al 25%



COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l. - A.C. PRATO SSD a r.l.

ELABORATO:
Carta pericolosità idraulica
(estratto PS vigente)

TAVOLA 4
SCALA GRAFICA

Legenda:

Pericolosità per alluvioni frequenti, molto elevata (I.4), da alluvione elevata (P3)

 aree interessate da allagamenti per eventi con Tr inferiore o uguale a 30 anni

Pericolosità per alluvioni poco frequenti, elevata (I.3), da alluvione media (P2)

 aree interessate da allagamenti per eventi con Tr compreso tra 30 e 200 anni

Pericolosità media (I.2), da alluvione bassa (P1)

 aree interessate da allagamenti per eventi con Tr superiore a 200 anni
aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- non vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono in condizioni di alto morfologico rispetto alla piana adiacente poste ad una quota superiore di 2 metri rispetto alla quota del piede dell'argine o del ciglio di sponda

Pericolosità idraulica bassa I.1

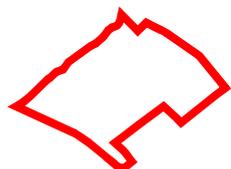
 aree collinari prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- non vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono poste in condizioni di alto morfologico rispetto al corso d'acqua

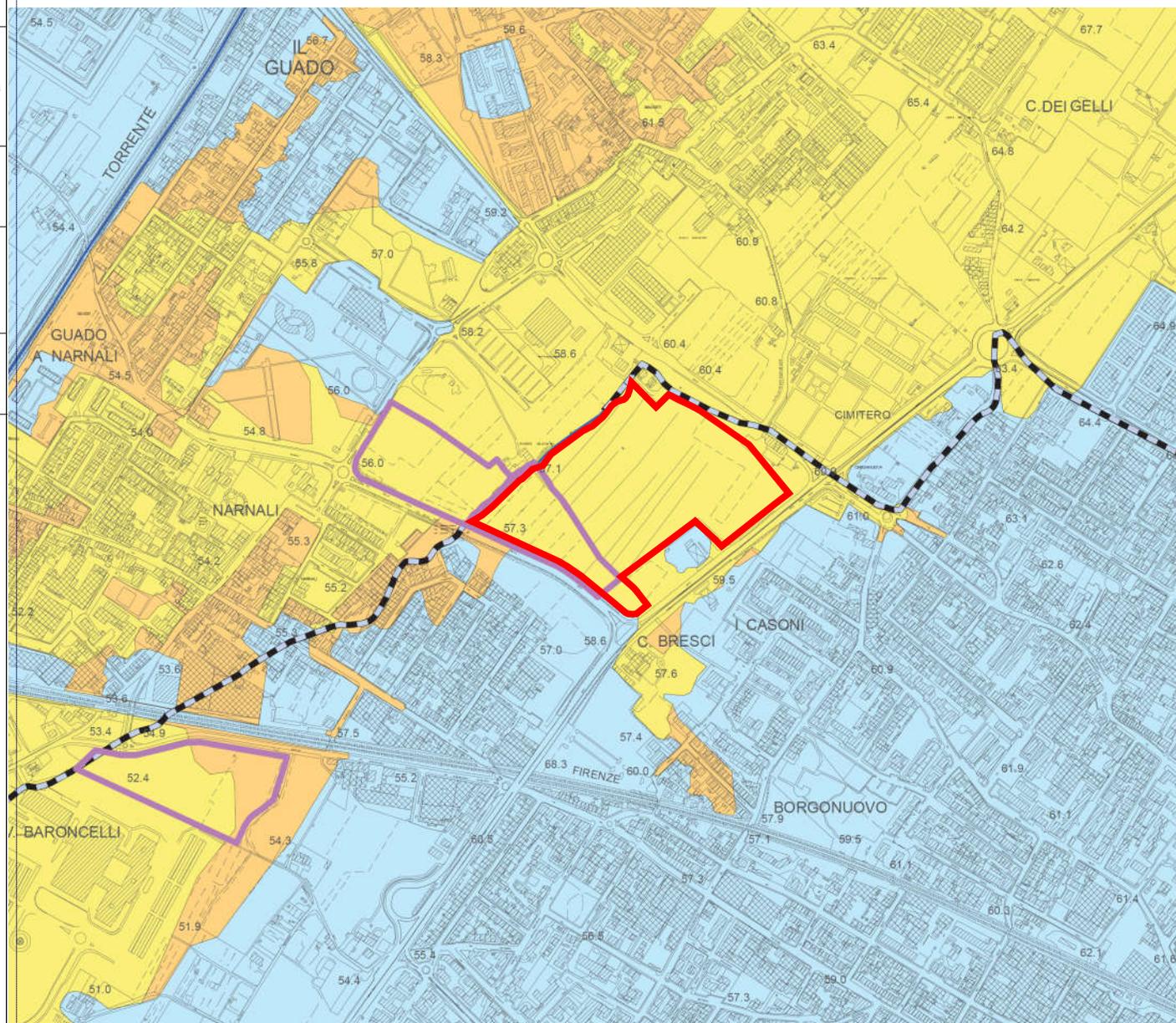
Aree destinate alla realizzazione delle opere di regimazione idraulica previste dal Genio Civile Valdarno Centrale e Tutela dell'acqua e da altri Enti

 opere da realizzare

 opere realizzate



Area di intervento



COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l. - A.C. PRATO SSD a r.l.

ELABORATO:
Carta pericolosità sismica
(estratto PS vigente)

TAVOLA 5
SCALA GRAFICA

Legenda:

S.4 Pericolosità sismica locale molto elevata

 Zona caratterizzata da fenomeni franosi attivi

S.3 Pericolosità sismica locale elevata

 Zona caratterizzata da fenomeni franosi quiescenti
Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto differenti
Zona caratterizzata da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato

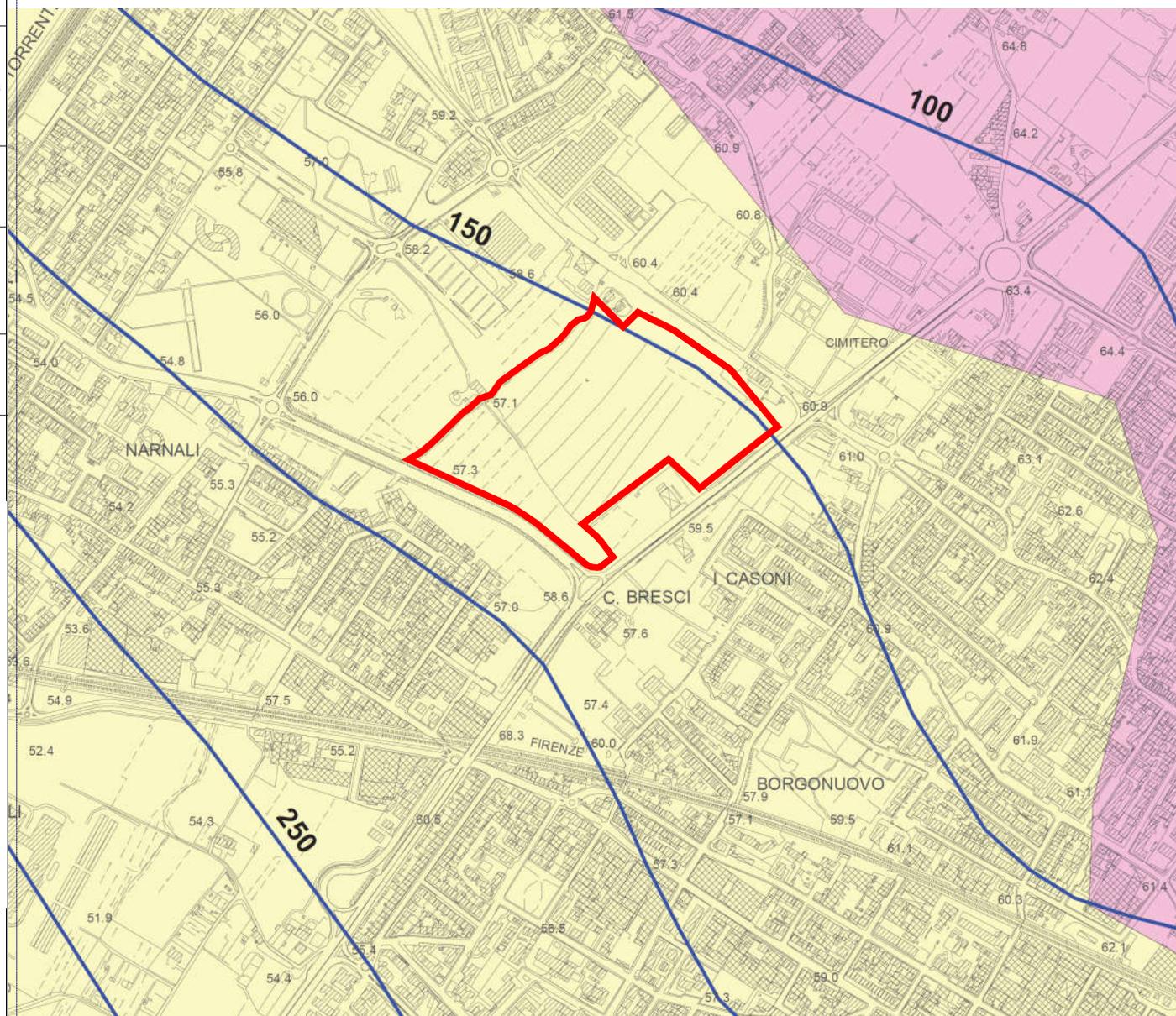
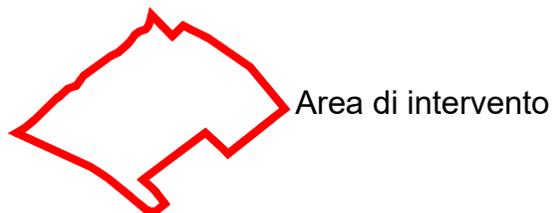
S.2 Pericolosità sismica locale media

 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
Zone dove affiora il substrato roccioso con pendenze superiori ai 15°
Zone dove affiora il substrato roccioso fratturato

S.1 Pericolosità sismica locale bassa

 Zone stabili dove affiora il substrato roccioso assimilabile al "bedrock sismico" dove le velocità delle onde Vs superano gli 800 m/sec

 100 Isobate del substrato roccioso (profondità in metri rispetto al piano di campagna)



COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l. - A.C. PRATO SSD a r.l.

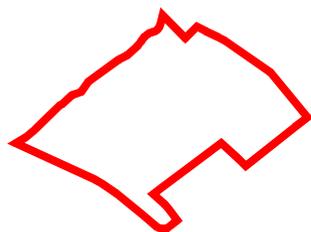
ELABORATO:
Carta pericolosità idraulica
(estratto PGRA)

TAVOLA 6
SCALA GRAFICA

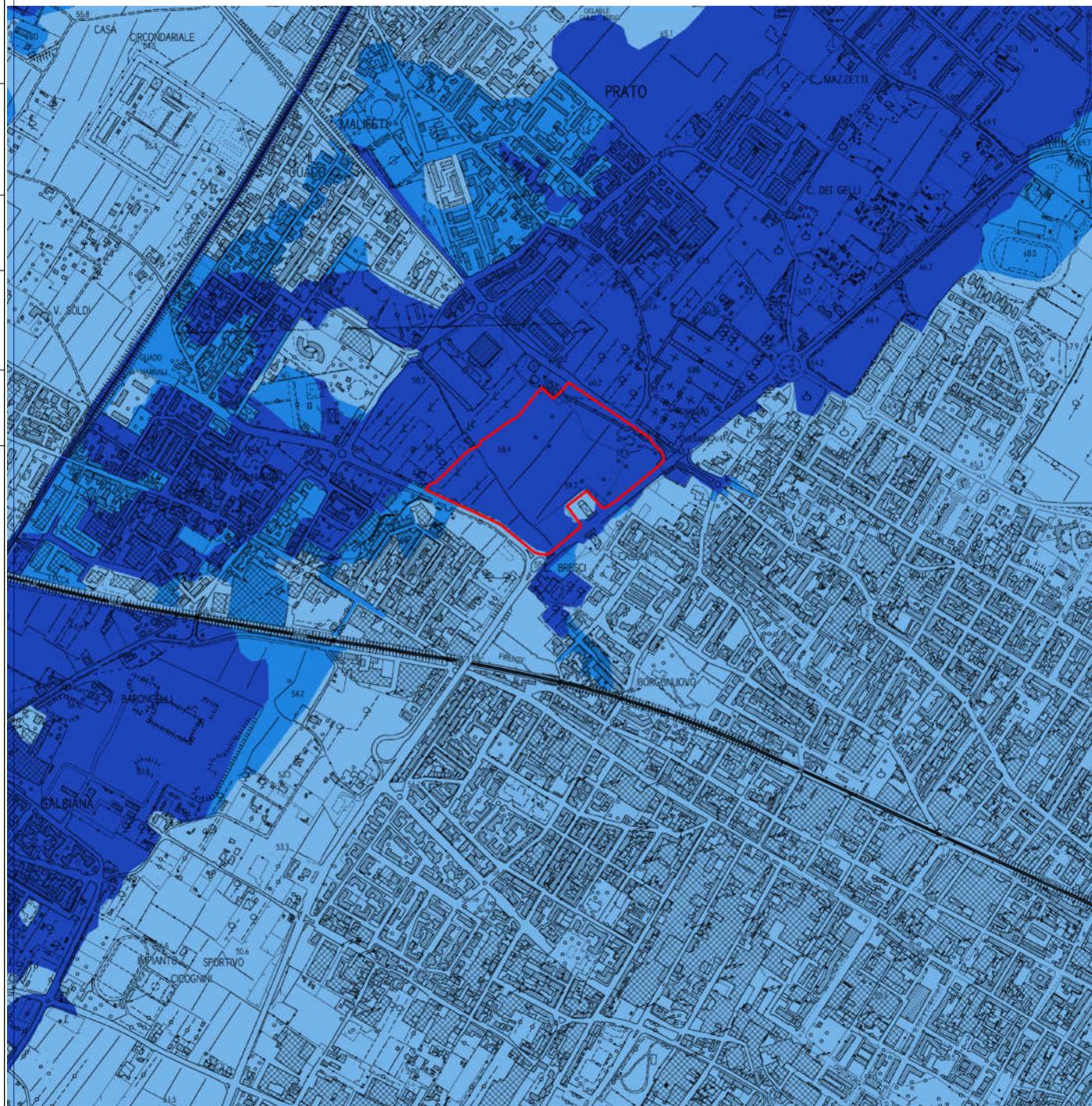
Legenda:

Pericolosità Idraulica PGRA

-  P1
-  P2
-  P3



Area di intervento



COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l. - A.C. PRATO SSD a r.l.

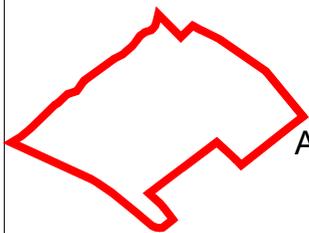
ELABORATO:
Carta geologica
(estratto CARG Regione Toscana Scala 1:10.000)

TAVOLA 7
SCALA GRAFICA

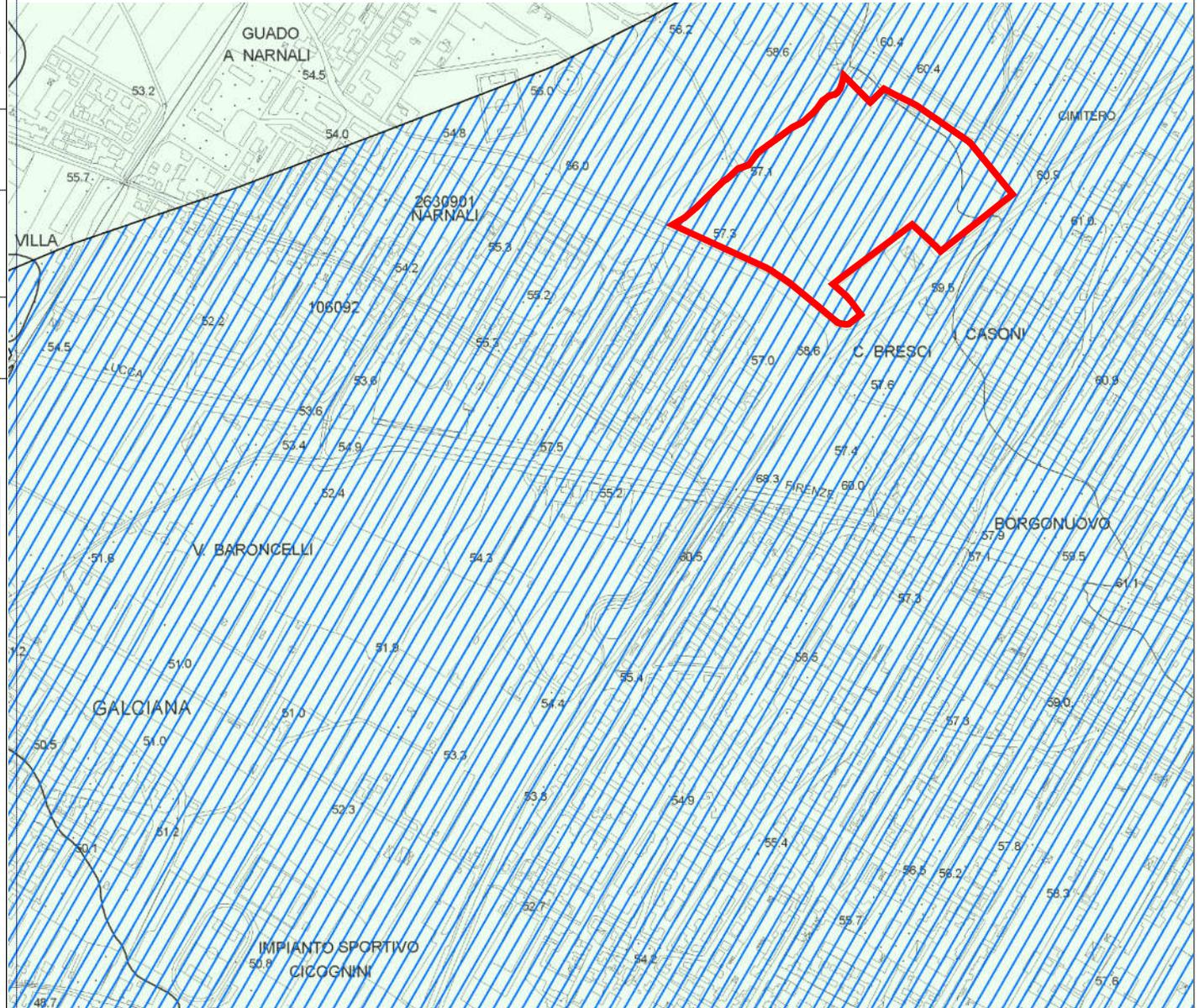
Legenda:



Sub-sistema 2: è costituito da depositi di conoide (con2) del F. Bisenzio e dai depositi alluvionali recenti (b) in rapporti eteropici fra loro. Questo sub-sistema si è sedimentato al di sopra di una supposta superficie di discontinuità erosiva sul Sub-sistema 1. Spessore compreso fra 5 e 10 metri. (Olocene). (Pleistocene superiore - Olocene).



Area di intervento



COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l. - A.C. PRATO SSD a r.l.

ELABORATO:
Carta morfologica
(estratto PS vigente)

TAVOLA 8
SCALA GRAFICA

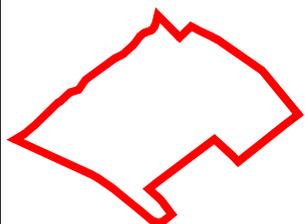
Legenda:

DINAMICHE DELLE ACQUE SUPERFICIALI
Forme di erosione

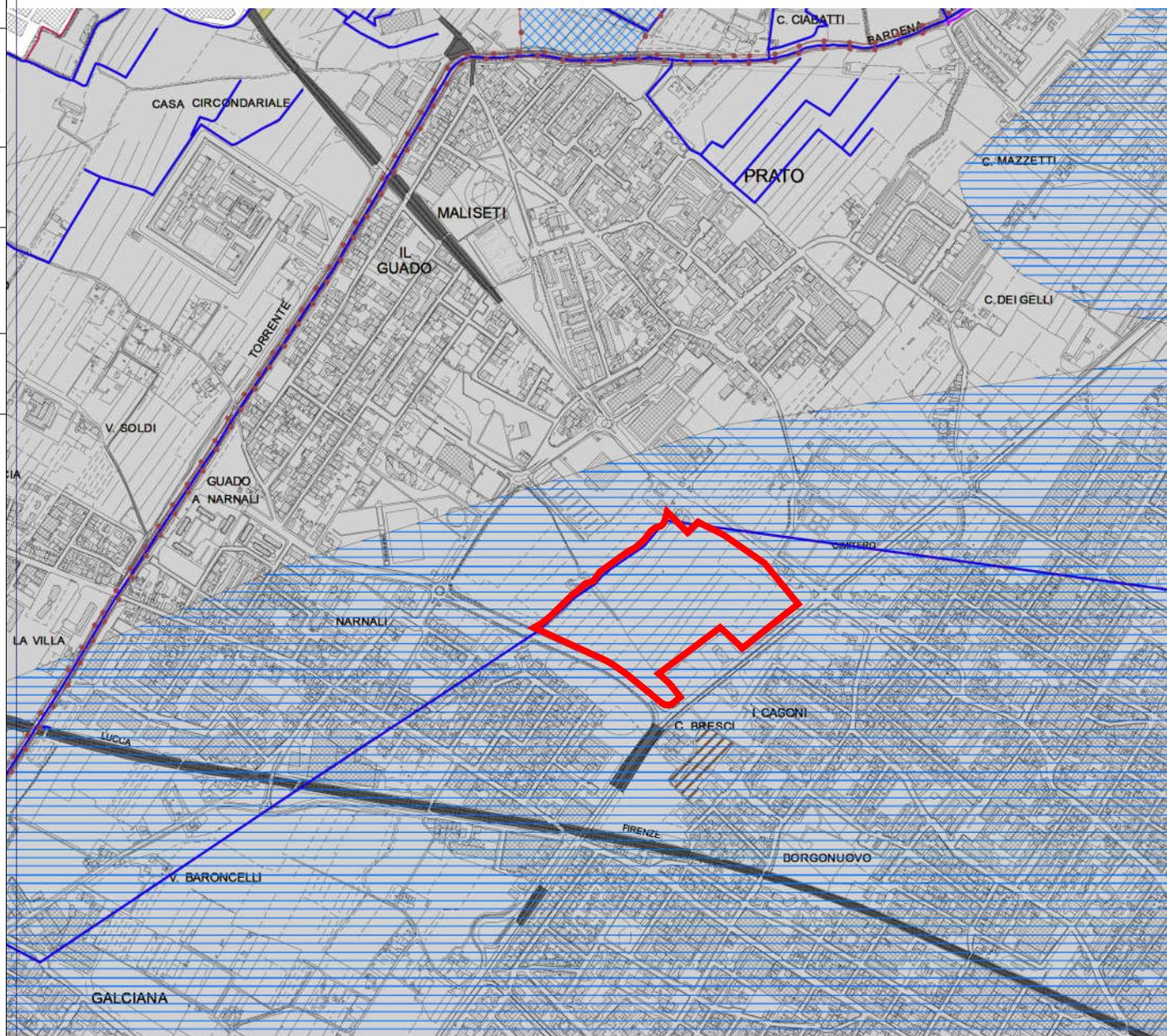
-  Alveo in approfondimento
-  Erosione areale
-  Erosione lineare severa
-  Sponda di incisione torrentizia
-  Orlo di terrazzo fluviale
-  Vallecola con fondo a U

Forme di accumulo

-  Conoide alluvionale



Area di intervento



COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l. - A.C. PRATO SSD a r.l.

ELABORATO:
Carta Idrogeologica
(estratto PS vigente)

TAVOLA 9
SCALA GRAFICA

Legenda:

Permeabilità primaria (per porosità)

- Alta
- Media
- Medio-bassa

Permeabilità secondaria (per fratturazione)

- Alta
- Media
- Medio-bassa
- Bassa

Area con falda superficiale (profondità <math>< 5 \text{ m}</math>)

- Lago
- Area umida
- Reticolo idrografico

Spartacque idrologico locale

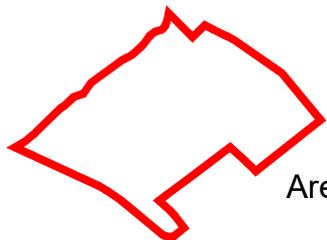
Curva topozoometrica dell'aquifero principale (in metri sul livello del mare) rilievo relativo a Marzo 2011

Pozzi privati di vario utilizzo

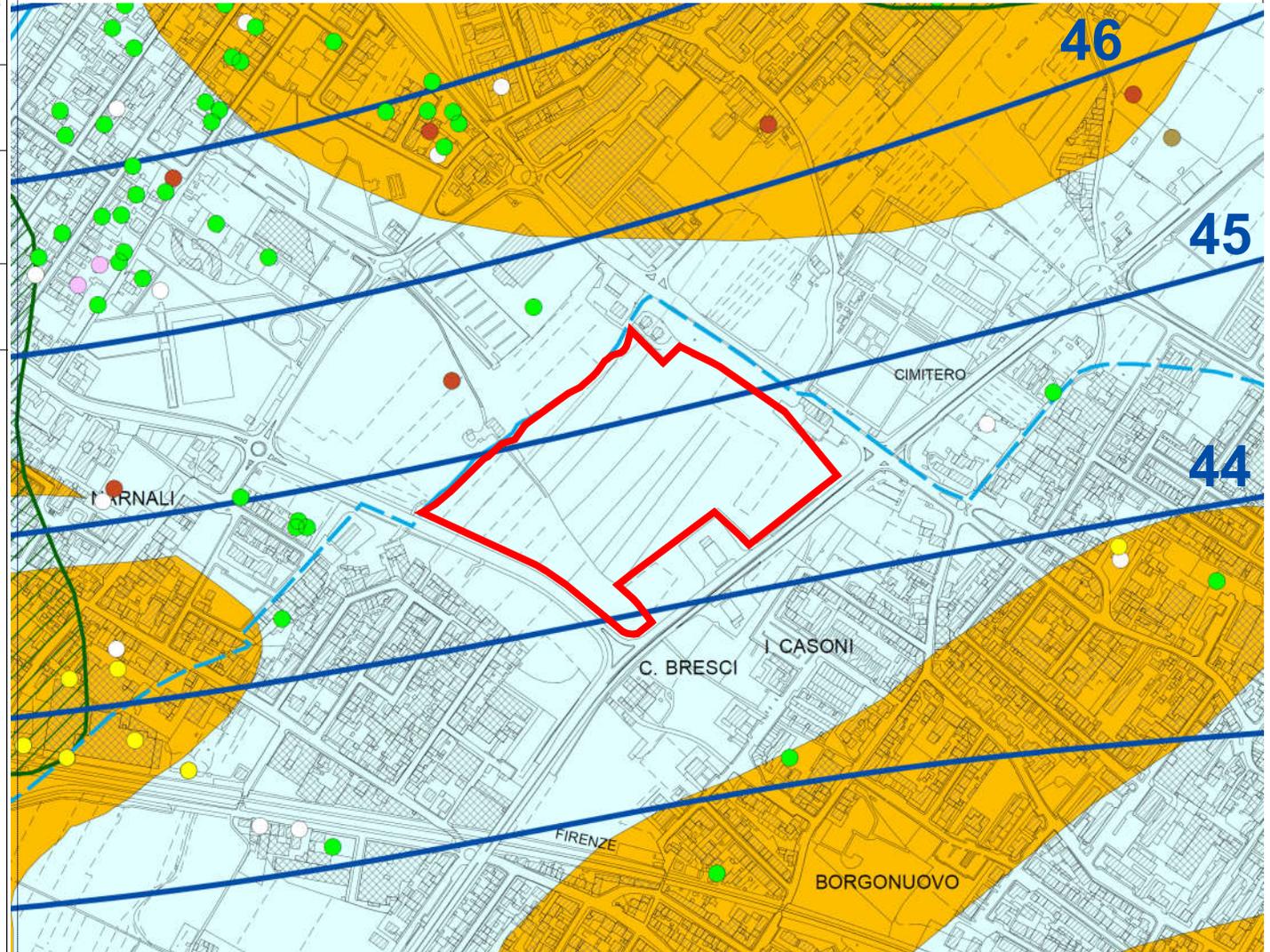
- Autolavaggio
- Domestico
- Idroelettrico
- Industriale
- Irrigazione
- Servizi antincendio
- Servizi igienici
- Zootecnico
- Non definito

Approvvigionamento idrico dell'acquedotto

- Pozzo
- Sorgente
- Punti di monitoraggio della falda



Area di intervento



COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l. - A.C. PRATO SSD a r.l.

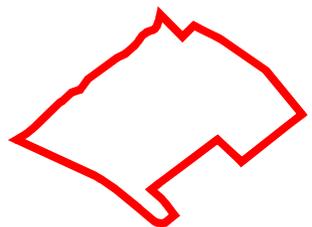
ELABORATO:
Carta dei battenti idrici Tr = 200 anni
(estratto PS vigente)

TAVOLA 10
SCALA GRAFICA

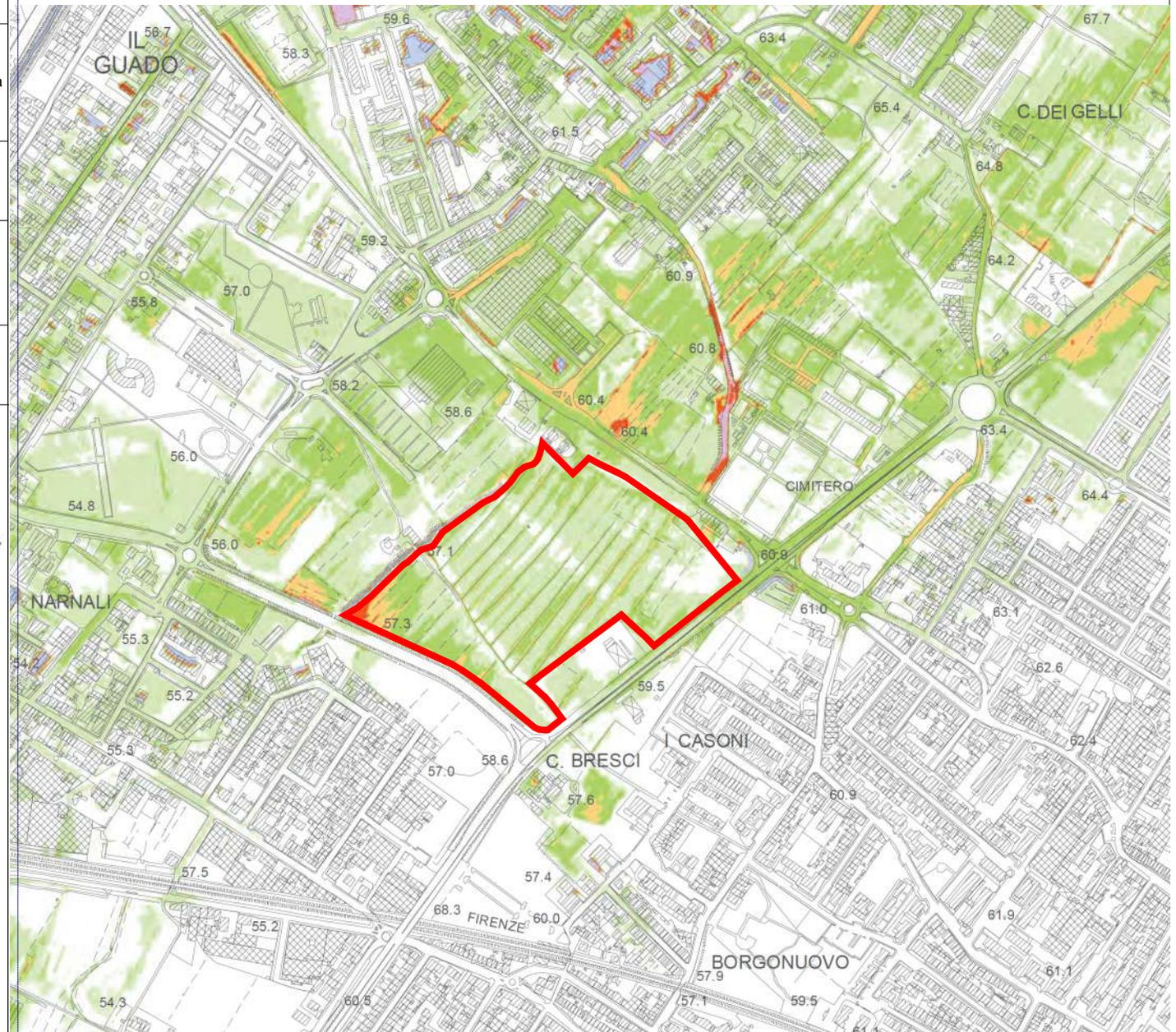
Legenda:

BATTENTI IDRAULICI PER EVENTI CON TEMPI DI RITORNO DI 200 ANNI *

Altezze d'acqua definite con lo studio idrologico-idraulico di dettaglio riferite alla quota del piano di campagna



Area di intervento



COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l. - A.C. PRATO SSD a r.l.

ELABORATO:
Carta delle problematiche idrogeologiche
(estratto PS vigente)

TAVOLA 11
SCALA GRAFICA

Legenda:

VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Formazioni litoidi

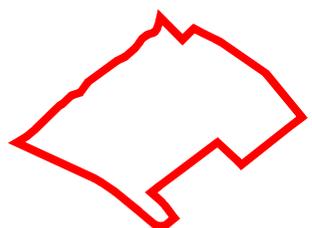
- Alta
- Media

Terreni sciolti

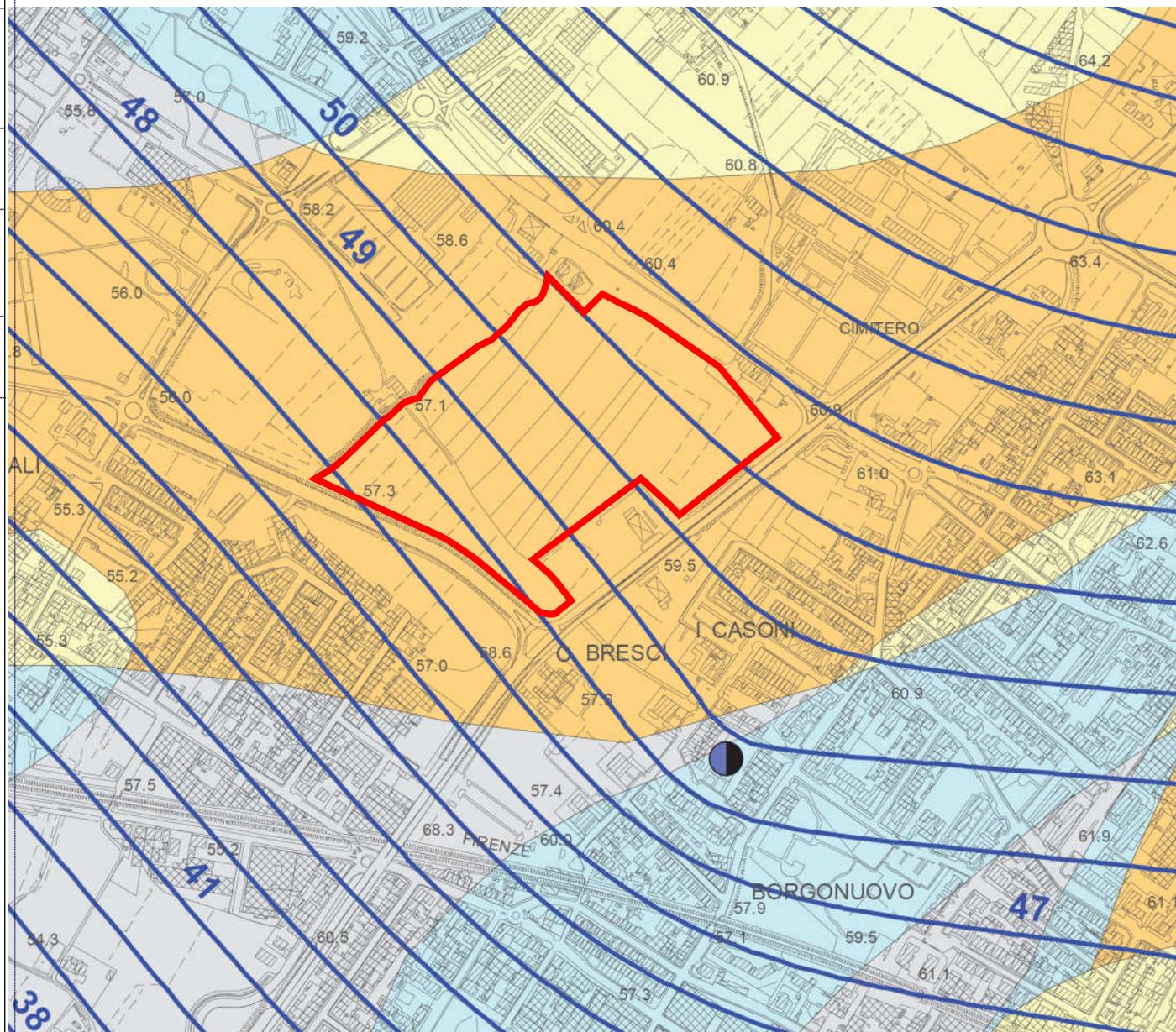
- Alta
- Media
- Medio-bassa
- Bassa

— Curva isopiezometrica della falda (in metri sul livello del mare) rilievo relativo a giugno 2015

● Piezometro della rete di rilevamento del livello della falda



Area di intervento



COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace.

Proponente:
FAIPO s.r.l. - A.C. PRATO SSD a r.l.

ELABORATO:
Carta delle indagini con tracce di sezione
Stato di progetto

TAVOLA 12 SCALA GRAFICA

Legenda:

----- Traccia di sezione campagna 2022

3
▼

Prova penetrometrica
campagna 2020

1p
▼

Prova penetrometrica
attrezzata a piezometro
campagna 2020

—

Prospezione sismica MASW
campagna 2020

S1-P
▼

Sondaggio attrezzato a
piezometro
campagna 2021

S2-DH
▼

Sondaggio per prova sismica
Down-Hole
campagna 2021

HVSR
□

Stazione di microtremore a
stazione singola HVSR
campagna 2021

— Prospezione sismica P-Sh e
MASW - campagna 2022



5p

SEZIONE A - A' | Stato di progetto

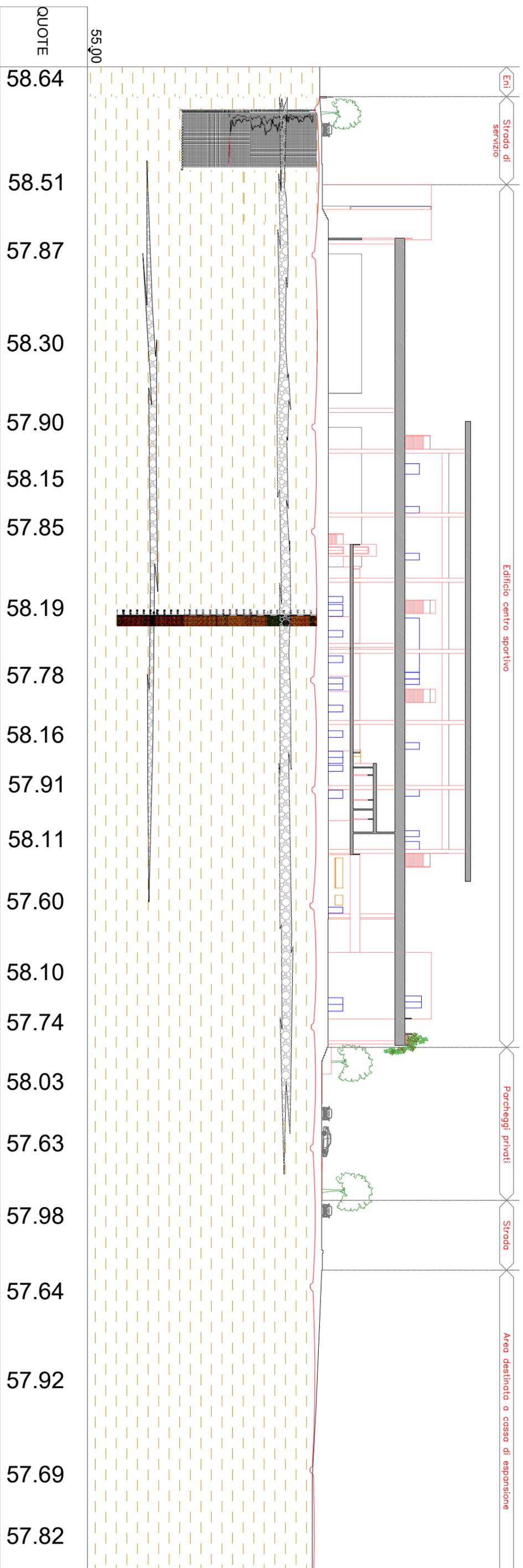
S2Eni
Strada di servizio

Edificio centro sportivo

Parcheggi privati

Strada

Area destinata a corso di espansione

**COMUNE DI PRATO**

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace

ELABORATO

Sezione litostratigrafica - Sezione 1

LEGENDA

Limi argillosi mediamente consistenti



Orizzonti lenticolari ghiaiosi in matrice limo argillosa poco addensata



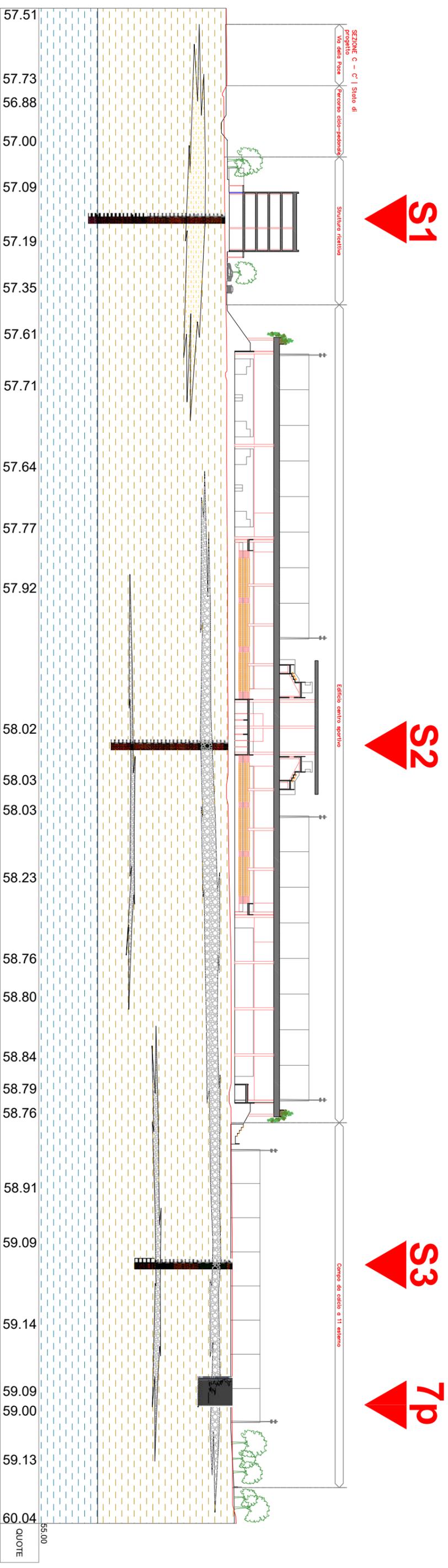
Orizzonte sabbioso debolmente argilloso, da mediamente a poco consistente



Argille debolmente limosa grigio azzurre compatte

	Cu [kPa]	ϕ [°]	E [kPa]	C' [kPa]
A	140	26	7.000	15
A1	-	29	20.000	0
A2	150	27	11.000	19
B	230	26	13.000	25

TAVOLA 13
scala 1:1.000



COMUNE DI PRATO

Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva da prevedersi in un'area del Comune di Prato, posta in località Chiesanuova tra Via Melis Federigo e Via Montalese, Viale Nam-Dinh e Via della Pace

ELABORATO
Sezione litografica - Sezione 2

TAVOLA 14
scala 1:1.000

LEGENDA

- A** Limi argillosi mediamente consistenti
- A1** Orizzonti lenticolari ghiaiosi in matrice limo argillosa poco addensata
- A2** Orizzonte sabbioso debolmente argilloso, da mediamente a poco consistente
- B** Argille debolmente limosa grigio azzurre compatte

	Cu [kPa]	ϕ [°]	E [kPa]	C' [kPa]
A	140	26	7.000	15
A1	-	29	20.000	0
A2	150	27	11.000	19
B	230	26	13.000	25

Progetto: Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva - Oratorio del Calcio

Località: Prato

Impresa: Geotecnica Palazzi Giomarelli

Data inizio: 10/09/2021 **Data fine:** 14/09/2021

Quota m s.l.m.: 57.071 m s.l.m.

Committente: Edisistem s.r.l.

Sonda: Beretta T41

Sondaggio: S1

Metodo di perforazione: Carotaggio continuo

Prof (m)	Litologia	Descrizione stratigrafica	% recupero					P.P.		S.P.T.	C	H ₂ O	Piezometro
			20	40	60	80	100	(m)	Kg/cmq				
0.9		Terreno vegetale di copertura limo argilloso ocreo.											
1.0													
2.0		Limo argilloso di colore ocra con locali passaggi decimetrici maggiormente sabbiosi, da molto consistente nella parte alta a consistente. Sporadica presenza di clasti biancastri con diametro inferiore al centimetro.											
3.0													
4.0													
5.0													
6.0		Limo sabbioso debolmente argilloso di colore ocreo marrone, da mediamente consistente a poco consistente nelle porzioni maggiormente sabbiose.											
7.0													
7.4		Passaggio molto sciolto da circa 8.5 metri a 10 metri.								7.5			
8.0		Sporadica presenza di piccoli clasti di diametro inferiore al centimetro.								12-15-18			
9.0										8.0			
10.0													
11.0													
12.0		Limo argilloso ocreo con presenza di sostenuta frazione sabbiosa da 10 metri a 11 metri e da circa 14.5 a 15 metri. Mediamente consistente con perdite nelle porzioni maggiormente sabbiose.											
13.0		Presenza di clasti di varie dimensioni dell'ordine del centimetro di diametro.										10.50	
14.0												14/09/2021	
15.0													
16.0													
17.0		Limo argilloso debolmente sabbioso color ocra molto poco consistente, a tratti sciolto. Passaggio ghiaioso in matrice limo argillosa da 18 metri a circa 18.6 metri, sciolto.											
18.0		Aumento della consistenza verso la parte terminale.											
19.0													
20.0										19.5			
										14-15-19			

TECNICO RILEVATORE:

Scala 1:100

Progetto: Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva - Oratorio del Calcio

Località: Prato

Impresa: Geotecnica Palazzi Giomarelli

Data inizio: 10/09/2021 **Data fine:** 14/09/2021

Quota m s.l.m.: 57.071 m s.l.m.

Committente: Edisistem s.r.l.

Sonda: Beretta T41

Sondaggio: S1

Metodo di perforazione: Carotaggio continuo

Prof (m)	Litologia	Descrizione stratigrafica	% recupero					P.P.		S.P.T.	C	H ₂ O	Piezometro
			20	40	60	80	100	(m)	Kg/cm ^q				
21.0		Limo argilloso debolmente sabbioso color ocra molto poco consistente. Passaggio ghiaioso in matrice limo argillosa a circa 23 metri.											
22.0		Sporadica presenza di altri passanti ghiaiosi in matrice limo argillosa eterometrici dell'ordine del centimetro di diametro.											
23.0		Limo argilloso debolmente sabbioso color ocra molto poco consistente.											
24.0		Sporadici passaggi decimetrici maggiormente sabbiosi.									26.0		
25.0											C2		
26.0		Limo argilloso sabbioso da poco a mediamente consistente a seconda della frazione argillosa presente.									26.5		
27.0													
28.0											28.5		
29.0										8-9-11			
30.0		Argilla debolmente limosa grigio azzurra consistente.											
31.0													
32.0													
33.0													
34.0													
35.0													
36.0													
37.0													
38.0													
39.0													
40.0													

TECNICO RILEVATORE:

Scala 1:100

Progetto: Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva - Oratorio del Calcio

Località: Prato

Impresa: Geotecnica Palazzi Giomarelli

Data inizio: 08/09/2021 **Data fine:** 09/09/2021

Quota m s.l.m.: 58.259 m s.l.m.

Committente: Edisistem s.r.l.

Sonda: Beretta T41

Sondaggio: S2

Metodo di perforazione: Carotaggio continuo

Prof (m)	Litologia	Descrizione stratigrafica	% recupero					P.P.		S.P.T.	C	H ₂ O	Down - Hole
			20	40	60	80	100	(m)	Kg/cm ²				
1.0		Terreno vegetale di copertura lino argilloso ocreo.											
2.0		Limo argilloso di colore ocra con locali passanti maggiormente sabbiosi, da molto consistente a consistente. Nella porzione bassa presenza di clasti biancastri di piccola dimensione (d~1cm).									2.5		
3.0											C1		
4.0										4.0			
5.0		Livello ghiaioso in matrice argilloso limosa ocrea scura. Clasti di colore da grigio sporco a biancastri di varia dimensione e forma. Si rinvencono elementi oltre il centimetro di diametro.								20-21-24			
6.0										4.5			
7.0		Limo argilloso ocreo scuro con abbondante presenza di materiale ghiaioso eterometrico fino a qualche centimetro di diametro. Consistente nelle porzioni limo argillose. Si rinvencono passanti circa decimetrici limo argillosi scarsamente consistenti.											
7.4													
8.0		Limo argilloso debolmente sabbioso di colore ocreo con abbondante presenza di materiale clastico ghiaioso ben classato con diametro variabile nell'ordine di circa 1 cm. Molto poco consistente.											
9.0													
9.9													
10.0													
11.0													
12.0		Limo argilloso da ocreo ad ocreo olivastro con locali passaggi decimetri maggiormente sabbiosi. Presenza di piccoli clasti biancastri di diametro inferiore al centimetro. Mediamente consistente.											
13.0													
14.0													
15.0										15.0			
16.0										18-21-23			
17.0										15.5			
18.0		Limo sabbioso debolmente argilloso di colore ocreo scarsamente consistente con passaggi maggiormente sabbiosi poco addensati. Presenza di piccoli clasti biancastri di diametro inferiore al centimetro.											
19.0													
20.0													

TECNICO RILEVATORE:

Scala 1:100

Progetto: Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva - Oratorio del Calcio

Località: Prato

Impresa: Geotecnica Palazzi Giomarelli

Data inizio: 08/09/2021 **Data fine:** 09/09/2021

Quota m s.l.m.: 58.259 m s.l.m.

Committente: Edisistem s.r.l.

Sonda: Beretta T41

Sondaggio: S2

Metodo di perforazione: Carotaggio continuo

Prof (m)	Litologia	Descrizione stratigrafica	% recupero					P.P.		S.P.T.	C	H ₂ O	Down - Hole	
			20	40	60	80	100	(m)	Kg/cmq					
21.0														
22.0														
23.0														
24.0														
24.5														
25.0		Orizzonte ghiaioso clasto sostenuto.												
26.0		Limo argilloso debolmente sabbioso di colore ocraceo con presenza di sporadici clasti inferiori al centimetro e qualche elemento di maggiore pezzatura. Da mediamente consistente a poco consistente nei livelli a frazione maggiormente sabbiosa.												
27.0														
28.0														
29.0														
30.0														
31.0														
32.0														
33.0														
34.0														
35.0														
36.0														
37.0														
38.0														
39.0														
40.0														

TECNICO RILEVATORE:

Scala 1:100

Progetto: Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva - Oratorio del Calcio

Località: Prato

Impresa: Geotecnica Palazzi Giomarelli

Data inizio: 06/09/2021 **Data fine:** 07/09/2021

Quota m s.l.m.: 59.221 m s.l.m.

Committente: Edisistem s.r.l.

Sonda: Beretta T41

Sondaggio: S3

Metodo di perforazione: Carotaggio continuo

Prof (m)	Litologia	Descrizione stratigrafica	% recupero					P.P.		S.P.T.	C	H ₂ O	Piezometro
			20	40	60	80	100	(m)	Kg/cm ^q				
0.6		Terreno vegetale di copertura limo argilloso marrone scuro.											
1.0		Limo argilloso giallo ocra molto consistente.											
1.5													
2.0		Limo argilloso ocreo scuro con frequente presenza di elementi ghiaiosi di vario diametro.											
3.0											2.5		
											C1		
											3.0		
4.0		Livello ghiaioso in matrice argilloso limosa ocrea scura. Clasti di colore da grigio sporco a biancastri di varia dimensione e forma. Si rinvennero elementi oltre il centimetro di diametro.								3.5			
										10-17-20			
										4.0			
5.0													
6.0		Limo argilloso ocreo con passaggi decimetrici di ghiaie eterometriche.											
7.0		Presenza di concrezioni di vario colore, da biancastre a nerastre con diametro variabile dell'ordine di circa d~1cm. Passaggio a circa 8 metri di profondità di un piccolo livello decimetrico ghiaioso.											
											6.4		
										21-14-12			
										6.9			
8.0													
8.6													
9.0													
10.0		Limo argilloso debolmente sabbioso di colore ocreo con abbondante presenza di materiale clastico ghiaioso eterometrico di dimensione variabile, da 1 centimetro a qualche centimetro. Scarsamente consistente.											
11.0													
12.0													
12.8													
13.0													
14.0		Limo argilloso da ocreo ad ocreo scuro mediamente consistente con sporadiche concrezioni carbonatiche biancastre con diametro da 1 cm a più piccole di 1 cm.											
											14.0		
											C2		
											14.5		
15.0													
16.0		Limo argilloso debolmente sabbioso ocreo scuro con clasti centimetrici mediamente diffusi e di varia dimensione. A 17.70 metri di profondità passaggio decimetrico (30 cm) di elementi ghiaiosi grossolani mal classati di diametro variabile dell'ordine del centimetro.											
17.0													
18.0													
18.30													
19.0		Livello di ghiaia da media a grossolana clasto sostenuto. Clasti eterogenei con diametri fino a 4-5 cm.											
		Limo argilloso debolmente sabbioso con debole presenza di concrezioni carbonatiche biancastre (d~1cm).											
19.4													
19.7													
20.0		Livello di ghiaia da media a grossolana clasto sostenuto.											

TECNICO RILEVATORE:

Scala 1:100

Progetto: Progetto di compendio immobiliare a prevalente destinazione sportiva - Oratorio del Calcio

Località: Prato

Impresa: Geotecnica Palazzi Giomarelli

Data inizio: 06/09/2021 **Data fine:** 07/09/2021

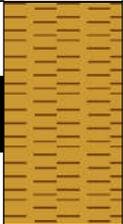
Quota m s.l.m.: 59.221 m s.l.m.

Committente: Edisistem s.r.l.

Sonda: Beretta T41

Sondaggio: S3

Metodo di perforazione: Carotaggio continuo

Prof (m)	Litologia	Descrizione stratigrafica	% recupero					P.P.		S.P.T.	C	H ₂ O	Piezometro	
			20	40	60	80	100	(m)	Kg/cm ²					
21.0		Livello argilloso ocreo mediamente consistente.												
22.0														
23.0														
24.0		Livello limo sabbioso con passaggio decimetrico (23.50 - 23.80) di ghiaia medio - grossolana in matrice limo sabbiosa ocrea.												
25.0														
26.0														
27.0														
28.0														
29.0														
30.0														
31.0														
32.0														
33.0														
34.0														
35.0														
36.0														
37.0														
38.0														
39.0														
40.0														

TECNICO RILEVATORE:

Scala 1:100

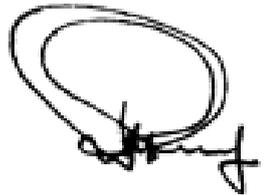


GeotecnicaGeofisicaGeognostica

Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.
per Faipo S.r.l.

Oratorio Calcio Prato
Prato

RISULTATI PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

VERBALE DI ACCETTAZIONE:	1300	DATA VERBALE :	23/09/21	IL DIRETTORE DEL LABORATORIO DOTT. RICCARDO RAMPI
COMMESSA:	1155	DATA EMISSIONE CERTIFICATI:	22/10/21	
CNG S.r.l. Sede Legale e Uffici Tecnici: Via Squinzano, 87 - 00133 - Roma Tel/Fax 06 2018088 - WEB: www.congeo.it - E-mail: cng@congeo.it - PEC: cngsrl@pec.it C. F. e P. I.V.A. 11215291003 - R.E.A. n. 1287827 - c.s. 10.000,00 € i.v. Azienda con Sistema Qualità Certificato N° IT239744				

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		Data: 22/10/2021
	Oratorio Calcio Prato		N° Commessa 1155
	Prato		N° Verbale 1300

QUADRO SINOTTICO DEI RISULTATI

DETERMINAZIONE		SONDAGGIO	1	1	2	3							
		CAMPIONE	1	2	2	2							
		da m	12,00	26,00	21,00	14,00							
		a m	12,50	26,50	21,50	14,30							
	N° laborat.	4827	4828	4830	4832								
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	W_n	(%)	24,8	27,5	23,8	23,2							
INDICE DEI VUOTI	e	(-)	0,71	0,75	0,71	0,64							
POROSITA'	n	(%)	41,5	42,8	41,6	39,1							
GRADO DI SATURAZIONE	S_r	(%)	96,7	100	94,0	100							
PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	(kN/m ³)	19,79	19,56	19,94	20,46							
PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	(kN/m ³)	15,86	15,34	16,11	16,61							
PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	(kN/m ³)	19,92	19,56	20,18	20,46							
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	(kN/m ³)	27,10	26,82	27,56	27,26							
FRAZIONE GHIAIOSA	G	(%)	1,3	0,0	0,0	0,0							
FRAZIONE SABBIOSA	S	(%)	44,0	11,7	29,2	12,3							
FRAZIONE LIMOSA	L	(%)	38,8	65,7	55,3	57,6							
FRAZIONE ARGILLOSA	A	(%)	15,9	22,5	15,5	30,1							
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	(%)	33,9	44,0	45,9	36,3							
LIMITE DI PLASTICITA'	W_p	(%)	21,4	26,8	23,4	18,2							
INDICE DI PLASTICITA'	IP	(%)	12,5	17,1	22,4	18,1							
INDICE DI CONSISTENZA	IC	(-)	0,7	1,0	1,0	0,7							
LIMITE DI RITIRO	W_s	(%)											
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S. (S.I.)	U.S.C.S	(-)	CL	ML	CL	CL							
CLASSIFICAZIONE AASHTO	AASHTO	(-)	A-6	A-7-6	A-7-6	A-6							
VANE TEST (MEDIA DI PIU' VALORI)		(kPa)	/	100	143	98							
POCKET PENETROMETER (MEDIA O RANGE DI PIU' VALORI)		(kPa)	/	269	347	194							
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA	σ	(kPa)		191	344	181							
	ε	(%)		3,3	12,8	13,2							
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO CD*	c'	(kPa)		18	26								
	φ'	(°)		26	27								
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO	c_r	(kPa)											
	φ_r	(°)											
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE UU	c_u	(kPa)											
	φ_u	(°)											
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CIU	c	(kPa)											
	φ	(°)											
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CID	c'	(kPa)											
	φ'	(°)											
MODULO DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	E (kPa)	12.3/25(kPa)											
		25/49(kPa)	8160	6000		6122							
		49/98(kPa)	7948	8164		7614							
		98/196(kPa)	8395	12718	35103	8955							
		196/392(kPa)	11540	12782	34807	11067							
		392/785(kPa)	12424	21716	25690	15512							
		785/1569(kPa)	24575	28090	22664	24358							
		1569/3138(kPa)	48197	40840	36288	45102							
		3138/6276(kPa)											
COEFFICIENTE DI CONSOLIDAZIONE	C_v cm ² /sec	12.3/25(kPa)											
		25/49(kPa)											
		49/98(kPa)	N.D.				3,46E-03						
		98/196(kPa)	2,33E-03	2,56E-03		2,59E-03							
		196/392(kPa)	1,12E-03	1,73E-03	6,15E-03	2,80E-03							
		392/785(kPa)	7,30E-04	1,81E-03	4,03E-03	1,80E-03							
		785/1569(kPa)	5,25E-04	1,36E-03	1,95E-03								
		1569/3138(kPa)		1,22E-03	1,45E-03								
3138/6276(kPa)													
PROVA DI COLONNA RISONANTE	RC	/											
PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO	TTC	/											
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO IN CELLA EDOMETRICA	RG	(kPa)											
PROVA PROCTOR	PR	γ _d (kN/m ³)											
		w (%)											
PROVA CBR	CBR	(a 2,5 mm)											
CONTENUTO IN CARBONATI TOTALI	CAT	(%)											
PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA EDOMETRICA	K	(m/sec)											

* NEL TD I VALORI DI C' E φ' SONO IL RISULTATO DI UNA RETTA DI INVILUPPO CHE PASSA PER I TRE PUNTI COME LINEA DI INTERPOLAZIONE, SENZA ALCUNA INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.	SOND.: 1 CAMP.: 1	PAGINA: 1
	Oratorio Calcio Prato Prato	da m: 12,00 a m: 12,50	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 4827
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIFICATI 22/10/21	

FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE CHIMICHE

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

CARATTERISTICHE FISICHE

UMIDITA' NATURALE	W_n	24,8 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	19,79 (kN/m ³)
INDICE DEI VUOTI	e	0,71 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	15,86 (kN/m ³)
POROSITA'	n	41,5 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	19,92 (kN/m ³)
GRADO DI SATURAZ.	S_r	96,7 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	27,10 (kN/m ³)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

SABBIA CON LIMO ARGILLOSA			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)		55,6
GHIAIA (%): 64 - 2 mm	1,3	SABBIA (%): 2 - 0,0625 mm	44,0	LIMO (%): 0,0625 - 0,0039 mm	38,8
			ARGILLA (%): < 0,0039 mm	15,9	U.S.C.S. AASHTO CL A-6

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'			CL	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		Plastica
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	33,9 (%)		LIMITE DI RITIRO	W_s	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	W_P	21,4 (%)		INDICE DI CONSISTENZA	IC	0,73 (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	12,5 (%)		ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac	1,6 (-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO			(kPa)	PERMEABILITA'	k	(m/sec)

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VAN TEST		/	Cu (kPa)	POCKET PENETROMETER		/	σ_f (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA				σ_f (kPa)		ε (%)	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.				VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI	
				C' (kPa)	C_r (kPa)	φ' (°)	φ_r (°)
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE		CID		CIU		UU	
		C' (kPa)	C (kPa)	C_u (kPa)			
		φ' (°)	φ (°)	φ_u (°)			

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

DA σ'	A σ'	E _{ed}	m _v	c _v	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)
25	49	8160	1,23E-04		
49	98	7948	1,26E-04	N.D.	N.D.
98	196	8395	1,19E-04	2,33E-03	2,77E-08
196	392	11540	8,67E-05	1,12E-03	9,71E-09
392	785	12424	8,05E-05	7,30E-04	5,87E-09
785	1569	24575	4,07E-05	5,25E-04	2,13E-09
1569	3138	48197	2,07E-05		

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR PESO DI VOL. UMIDO γ _n (kN/m ³)	P.VOLUME SEC. γ _d (kN/m ³)
INDICE CBR (5,0) (%) =		UMIDITA' W (%)

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.			SOND.: 1	PAGINA: 2
	per Faipo S.r.l.			CAMP.: 1	
	Oratorio Calcio Prato Prato			da m: 12,00 a m: 12,50	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155		ID. INTERNO: 4827		
DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 23/09/21	DATA APERTURA CAMPIONE 27/09/21	DATA EMISSIONE CERTIFICATO 22/10/21			

SCHEDA CAMPIONE

CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO

TIPO DI PERFORAZIONE	ASTE E CAROTIERE	TIPO DI CAMPIONATORE	SHELBY
TIPO DI CONTENITORE	INOX	LUNGHEZZA CONTENITORE (cm)	50
LUNGHEZZA REALE CAMPIONE (cm)	50	DIAMETRO CAMPIONE (mm)	85

DESCRIZIONE ED ANALISI PRELIMINARI

POCKET(kPa)	V.TEST(kPa)	CAMPIONE	UBICAZIONE PROVE	DESCRIZIONE
/	/			Sabbia con limo argillosa di colore avana scuro, consistente, plastica alla manipolazione, ricca di scorie nere e ocre e di cristallini micacei. La parte media e alta del campione è costituita da materiale molle-fluido ricco di clasti e non lavorabile.
/	/			
/	/			
196	86			
206	91		← ED	
/	/	Basso	STATO DICHIARATO DEL CAMPIONE: INDISTURBATO	
SABBIA CON LIMO ARGILLOSA			CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981):	1

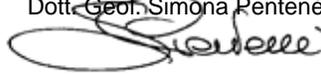
DETERMINAZIONI ESEGUITE

PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE	PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA X	27/09/21	28/09/21	PROVA TRIASSIALE TIPO CID		
PESO DI VOLUME NATURALE X	27/09/21	27/09/21	PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR		
PESO SPECIFICO DEI GRANULI X	14/10/21	15/10/21	PROVA C.B.R.		
ANALISI GRANULOMETRICA X	06/10/21	16/10/21	PROVA DI PERMEABILITA' IN EDOMETRO A CARICO VARIABILE		
LIMITI DI ATTERBERG X	16/10/21	18/10/21	PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA TRIASSIALE		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.			PERMEABILITA' IN PERMEAMETRO		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO			DETERMINAZIONE PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA X	27/09/21	08/10/21	PROVA DI RIGONFIAMENTO METODO HUDER-AMBERG		
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA			DETERMINAZIONE DEFORMAZIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA TRIASSIALE TIPO UU			DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI CARBONATI		
PROVA TRIASSIALE TIPO CIU			DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI SOSTANZE ORGANICHE		
PROVA DI COLONNA RISONANTE (RC)			PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO (TTC)		

NOTE

LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Rentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 3
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 1	PAGINA CERTIFICATO
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 12,00 a m: 12,50	1 di 1
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4827	N° CERTIFICATO 20100 wn	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 27/09/21	DATA FINE PROVA 28/09/21	

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE W_n
 ASTM D 2216

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO ARGILLOSA
--	---	---------------------------

PROVA DI RIFERIMENTO	W_1	W_2	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
PESO CAPS. (g)	29,05	29,16	29,74							
P.UMIDO+CAPS. (g)	48,18	47,77	54,9							
P.SECCO+CAPS. (g)	44,42	44,03	49,9							
W (%)	24,5	25,2	24,8							

PROVA DI RIFERIMENTO	ELL	ELL	ELL	UU	UU	UU	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
PESO CAPS. (g)										
P.UMIDO+CAPS. (g)										
P.SECCO+CAPS. (g)										
W (%)										

MEDIA VALORI W_n TRATTO PROVA TD	/	MEDIA VALORI W_n TRATTO PROVA Trx CID	/	MEDIA VALORI W_n TRATTO PROVA ELL	/	W_n MEDIO TOTALE 24,8 (%)
---------------------------------------	---	--	---	--	---	---

NOTE

I contenuti d'acqua naturale W_1 e W_2 si riferiscono all'apertura del campione.

LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 4
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 1	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 12,00 a m: 12,50	N° CERTIFICATO 20101 PV
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4827		
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 27/09/21	DATA FINE PROVA 27/09/21	

PESO DI VOLUME NATURALE γ_n
 ASTM D 2937

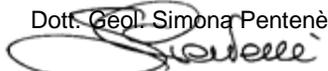
Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO ARGILLOSA
--	---	---------------------------

PROVA DI RIFERIMENTO	γ_{n1}	γ_{n2}	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
VOL. FUST. (cm ³)	31,85		39,27							
P. FUST. (g)	1,00		58,79							
PESO TOTALE (g)	104,81		138,16							
γ_n (kN/m ³)	19,76		19,82							

PROVA DI RIFERIMENTO	UU	UU	UU	ELL	ELL	ELL	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
VOL. FUST. (cm ³)										
P. FUST. (g)										
PESO TOTALE (g)										
γ_n (kN/m ³)										

MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA TD	/	MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA Trx CID	/	MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA ELL	/	γ_n MEDIO TOTALE 19,79 (kN/m³)
--	---	---	---	---	---	--

NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 5 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 12,00 a m: 12,50	
	N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4827	N° CERTIFICATO 20102 PGR
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 14/10/21	DATA FINE PROVA 15/10/21	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI γ_s
ASTM D 854

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO ARGILLOSA
--	---	---------------------------

NUMERO PICNOMETRO	10	5	γ_s	MEDIA DI 2 MISURAZIONI	27,09 (kN/m ³)
TEMPERATURA (°C)	20,2	20,2			
PESO PICNOMETRO + ACQUA (g)	209,57	200,27	γ_s	RIFERITO A 20°C	27,10 (kN/m ³)
PESO PICNOMETRO + ACQUA + TERRA (g)	219,16	209,85			
PESO TERRA SECCA (g)	15,02	15,02	G _s	(γ_s/γ_w)	2,763
PESO SPECIFICO γ_s (kN/m ³)	27,12	27,07			

NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 1 CAMP.: 1	PAGINA: 6 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 12,00 a m: 12,50	N° CERTIFICATO 20103 GR
RICEV. CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4827
		DATA INIZIO PROVA 06/10/21	DATA FINE PROVA 16/10/21	

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

CIOTTOLI %	0,0	GHIAIA %	1,3	SABBIA %	44,0	LIMO %	38,8	ARGILLA %	15,9	IND.GRUPPO	5
D₁₀ (mm)	0,003	D₃₀ (mm)	0,009	D₅₀ (mm)	0,035	D₆₀ (mm)	0,112	COEFF. DI UNIFORMITA'		44,7	
D₇₅ (mm)	0,360	D₈₄ (mm)	0,631	D₉₀ (mm)	0,948	D_{MAX} (mm)	4,750	COEFF. DI CURVATURA		0,3	
PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)				55,6		PERCENT. ARGILLA < 0,002 mm				7,9	
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI DI UDDEN-WENTWORTH:											
CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981)			1		IND.		SABBIA CON LIMO ARGILLOSA				
CLASSIFICAZIONE AASHTO			A-6		IND.		LIMO CON SABBIA DEB. ARGILLOSO				
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S.			CL		IND.		CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.:				
							Ghiaia = 1,3% Sabbia = 44% Limo = 46,7% Argilla = 7,9%				

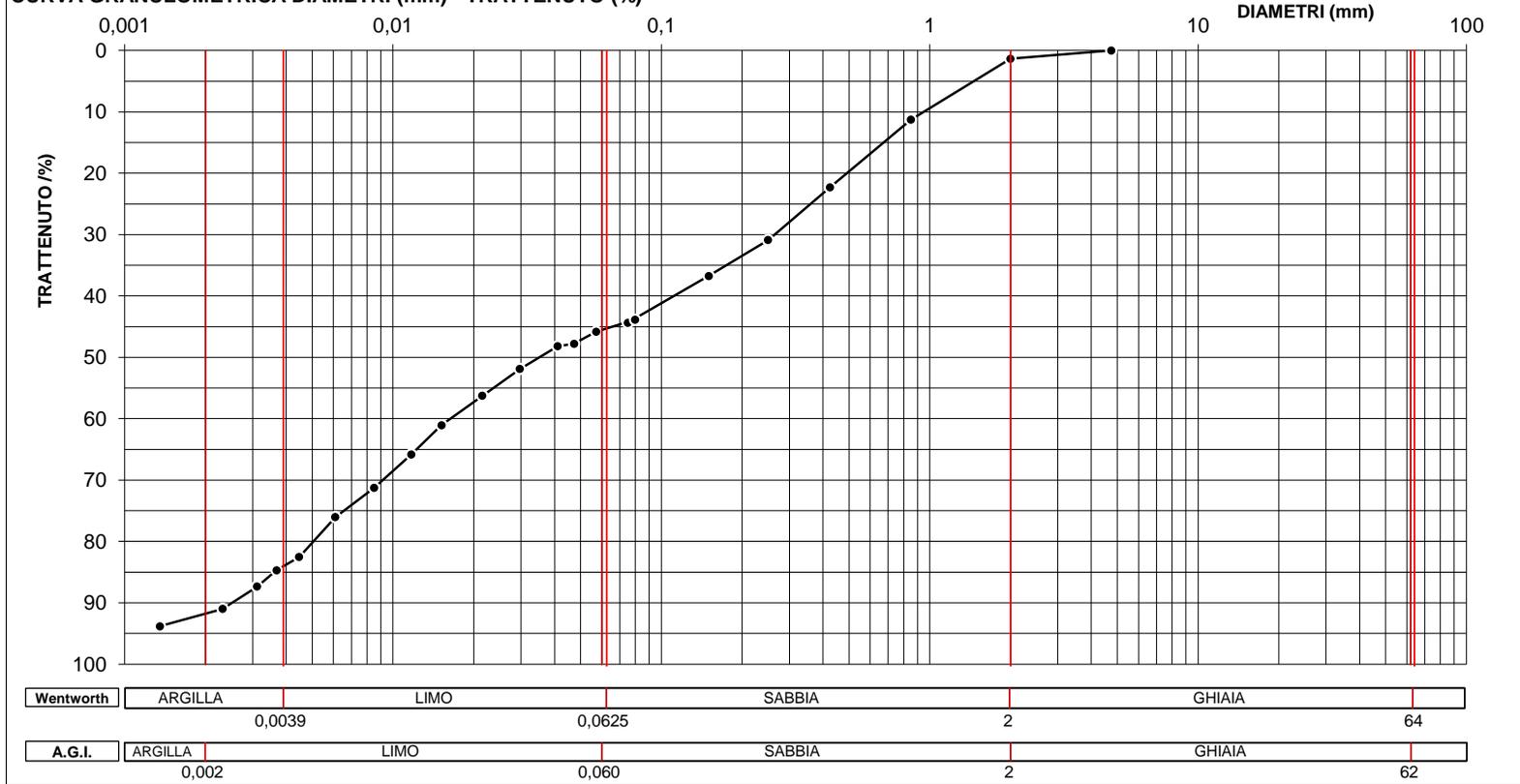
VAGLIATURA

Setacci	Diametri (mm)	Trattenuto (%)
12"	304,8000	0,00
6"	152,4000	0,00
3"	76,2000	0,00
2"	50,8000	0,00
1,5"	38,1000	0,00
1"	25,0000	0,00
3/4"	19,0000	0,00
3/8"	9,5000	0,00
4	4,7500	0,00
10	2,0000	1,33
20	0,8500	11,27
40	0,4250	22,30
60	0,2500	30,87
100	0,1500	36,75
200	0,0750	44,35

SEDIMENTAZIONE

Diametri (mm)	Trattenuto (%)
0,0798	43,86
0,0572	45,82
0,0473	47,78
0,0410	48,21
0,0297	51,91
0,0215	56,26
0,0152	61,04
0,0117	65,83
0,0085	71,26
0,0061	76,05
0,0045	82,52
0,0037	84,70
0,0031	87,36
0,0023	91,00
0,0014	93,83

CURVA GRANULOMETRICA DIAMETRI (mm) - TRATTENUTO (%)



LO SPERIMENTATORE
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Simona Pentenè


Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 1 CAMP.: 1	PAGINA: 7
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 12,00 a m: 12,50	PAGINA ALLEGATO 1 di 2
	DATA INIZIO PROVA	06/10/21	DATA FINE PROVA	

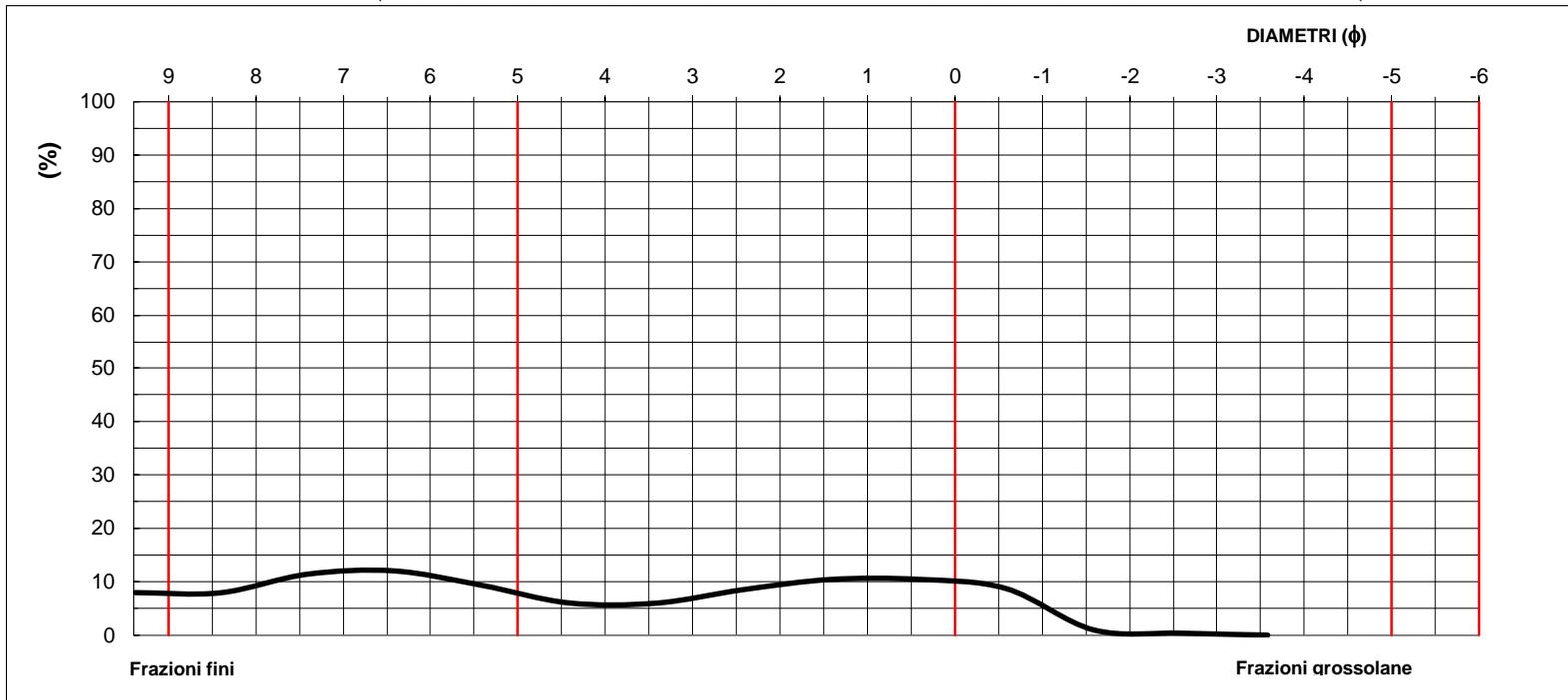
ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

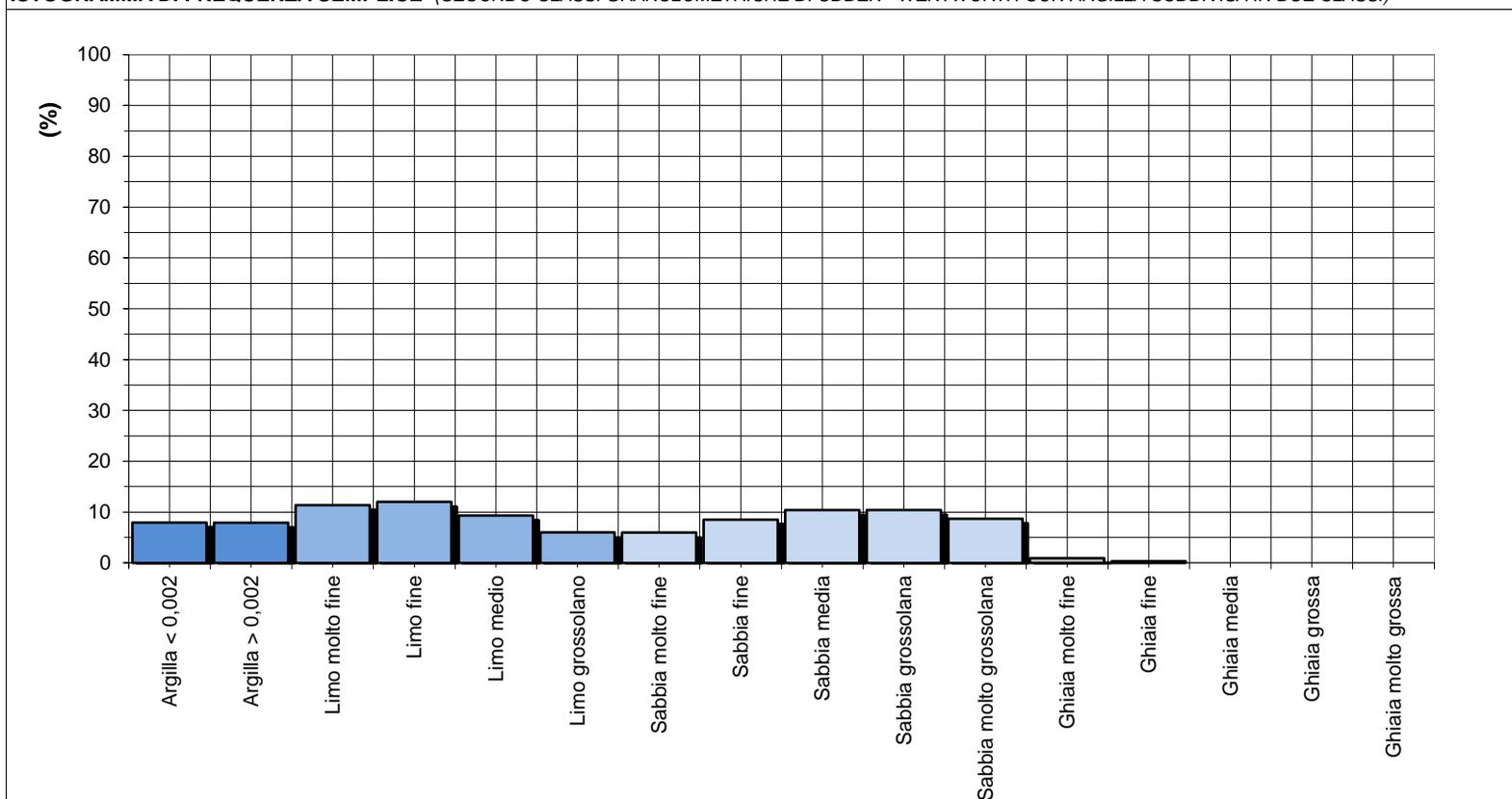
PARAMETRI STATISTICI (SECONDO FOLK & WARD)

INDICE DI APPIATTIMENTO	K_G	0,7	curva platicurtica	Mean Size	4,5
SIMMETRIA	Sk_i	0,1	curva simmetrica	Median (φ)	4,8
CLASSAZIONE	σ_i	-3,4	sedimento molto ben classato	Classi modali (φ)	
IL VALORE DEL D5 NON E' STATO INTERCETTATO DALLA CURVA GRANULOMETRICA PER CUI E' STATO RICAIVATO INTERPOLANDO GLI ULTIMI DUE VALORI CON LA RELATIVA INTERCETTA AL 5%				6,4	7,4

CURVA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH CON ARGILLA SUDDIVISA IN DUE CLASSI)



ISTOGRAMMA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH CON ARGILLA SUDDIVISA IN DUE CLASSI)





CNG S.r.l.
 LABORATORIO
 GEOTECNICO

Via Squinzano, 87 - 00133 Roma
 Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it

Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.
per Faipo S.r.l.

Oratorio Calcio Prato
 Prato

SOND.: 1

CAMP.: 1

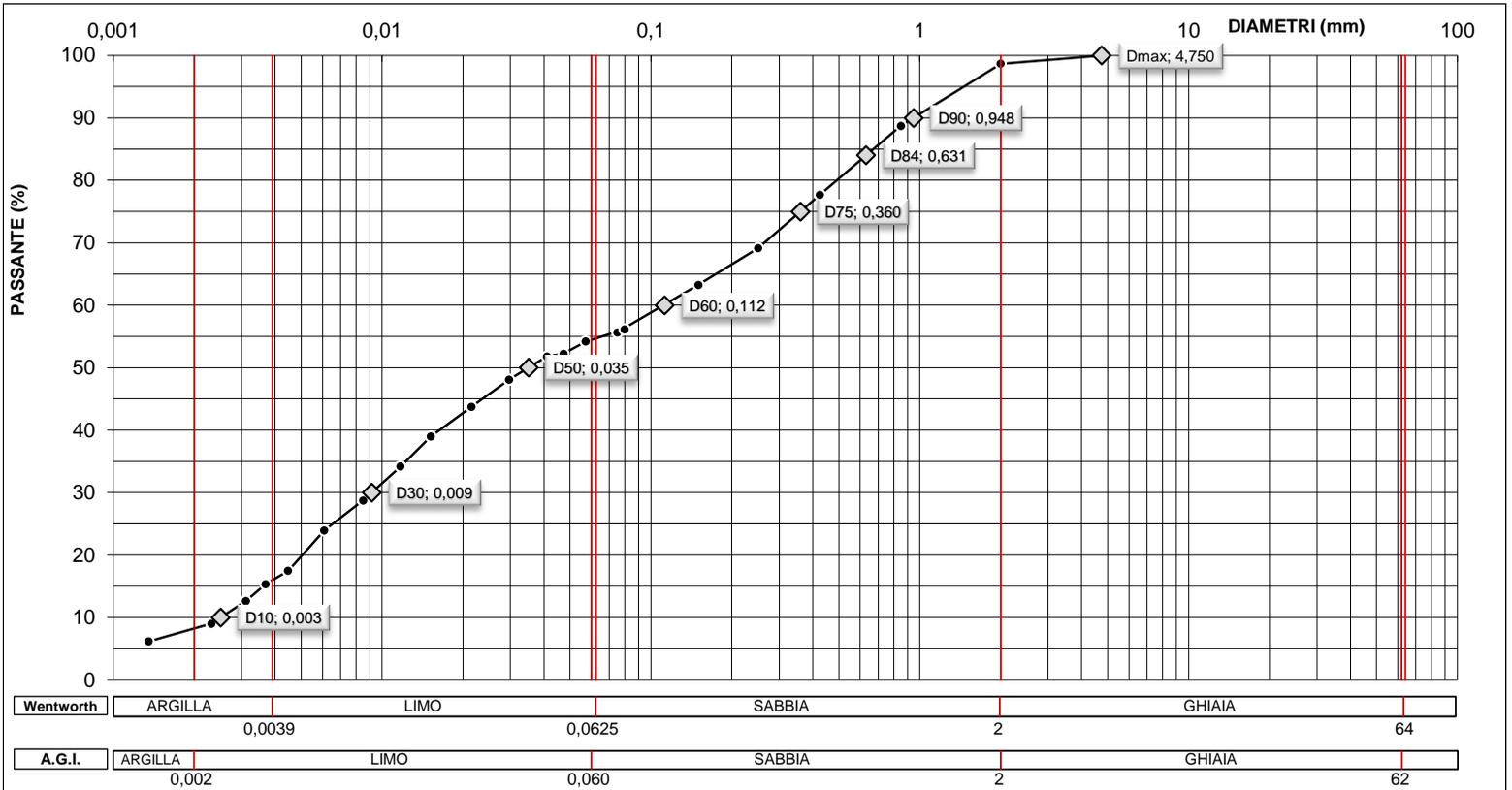
da m: 12,00

a m: 12,50

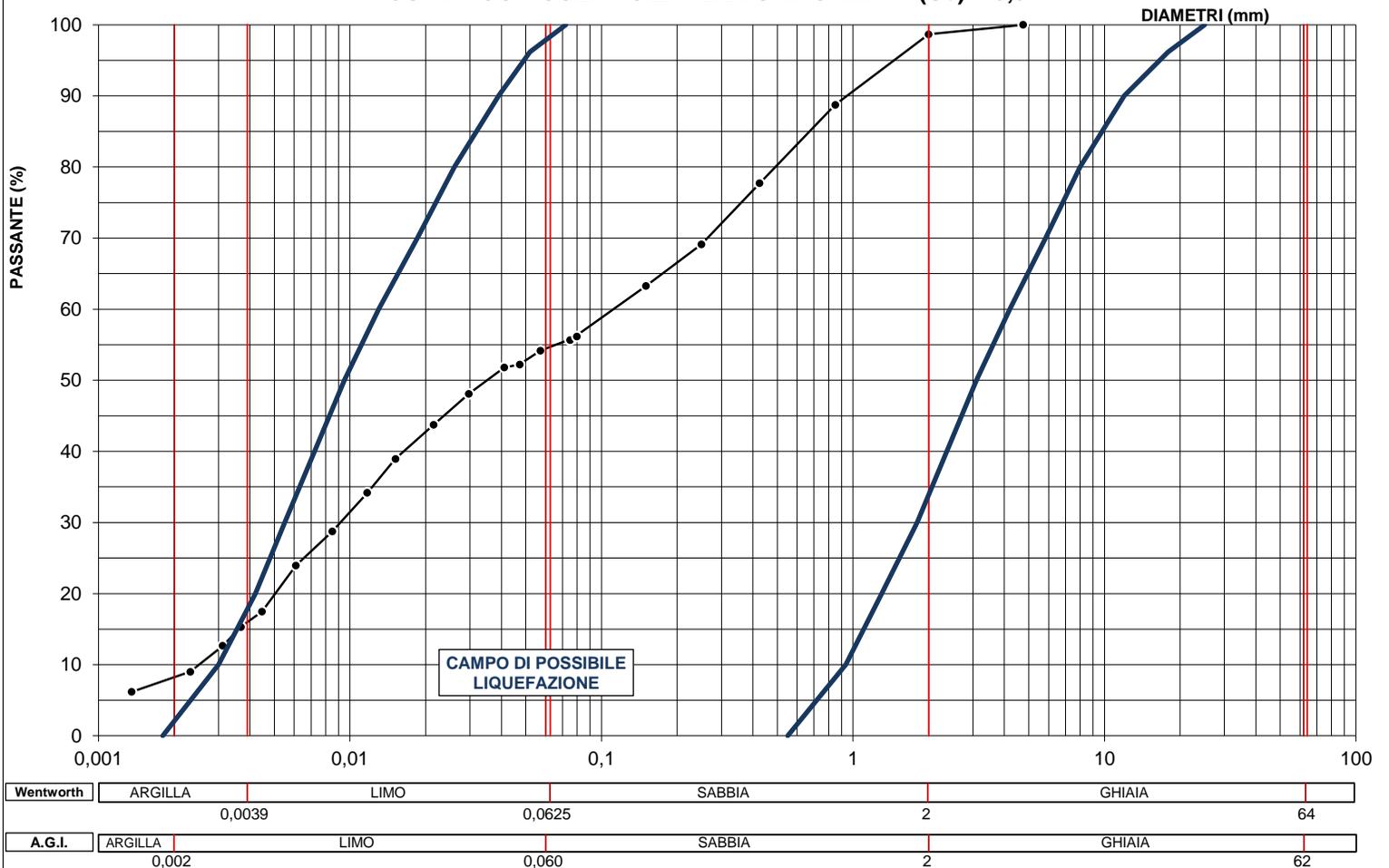
PAGINA: 8

PAGINA ALLEGATO
 2 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422
D PERCENTILI (DIAGRAMMA DIAMETRI (mm) - PASSANTE (%))



VERIFICA GRANULOMETRICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE
CURVA CON COEFFICIENTE DI UNIFORMITA' (Uc) > 3,5



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 1 CAMP.: 1	PAGINA: 9 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 12,00 a m: 12,50	N° CERTIFICATO 20104 LM
RICEV. CAMP. 23/09/21 DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	N° VERBALE 1300 N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4827	DATA INIZIO PROVA 16/10/21 DATA FINE PROVA 18/10/21	

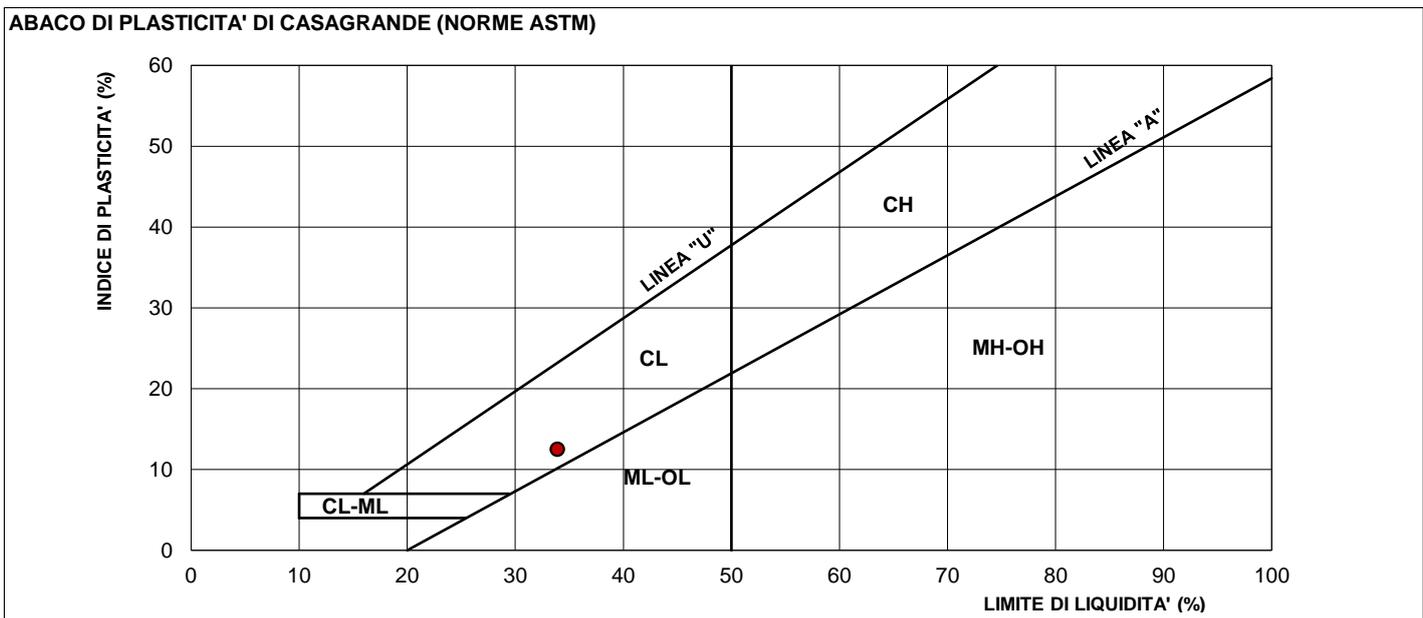
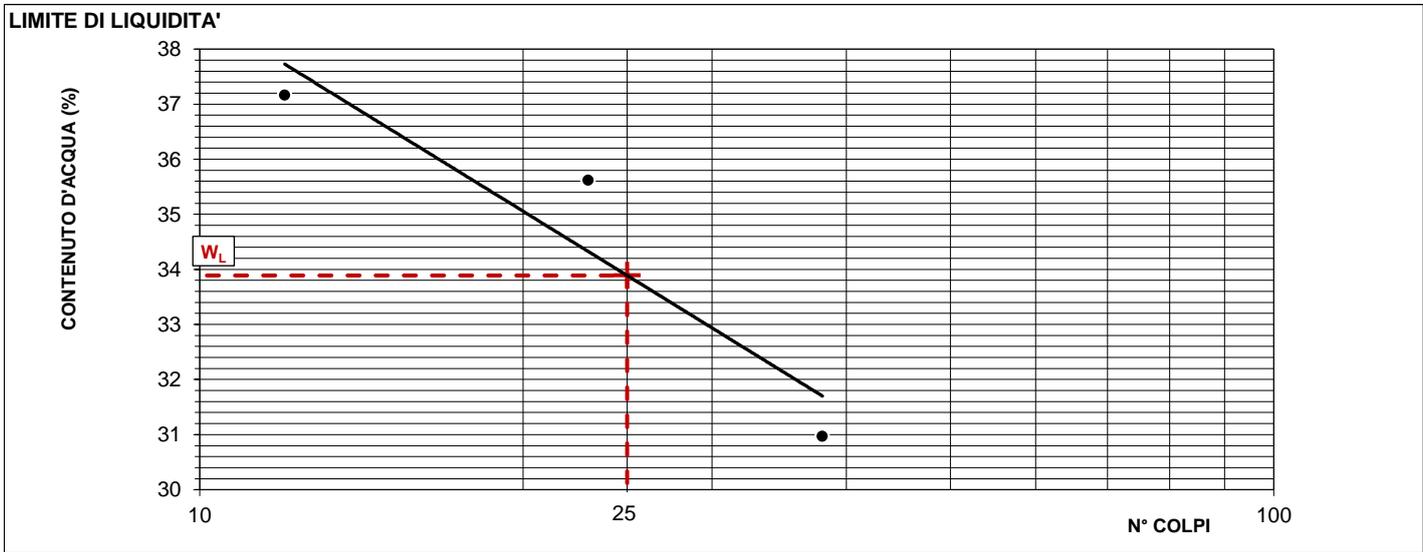
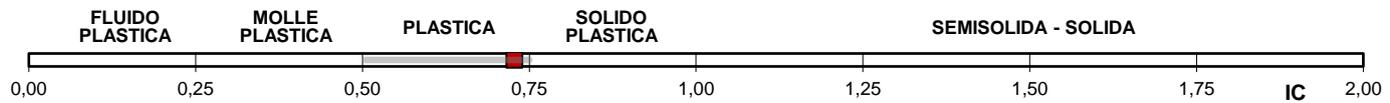
CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA
 ASTM D 4318

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO ARGILLOSA
--	---	---------------------------

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

DETERMINAZIONE	1 W _L	2 W _L	3 W _L	4 W _L	1 W _P	2 W _P
UMIDITA'	37,16	35,62	30,97		21,33	21,47
N° COLPI	12	23	38		Media	21,40

LIMITE DI LIQUIDITA' (W _L)	33,9	(%)	CONTENUTO NAT. D'ACQUA (W _n)	24,8	(%)
LIMITE DI PLASTICITA' (W _P)	21,4	(%)	INDICE DI CONSISTENZA (IC)	0,73	(-)
LIMITE DI RITIRO (W _S)		(%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	1,6	(-)
INDICE DI PLASTICITA' (IP)	12,5	(%)	CONSISTENZA SECONDO IC	Plastica	
CLASSIFICAZIONE AASHTO	A-6		CLASSIF. ABACO DI PLASTICITA'	CL	



NOTE

--

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 10
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 1	PAGINA CERTIFICATO
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 12,00 a m: 12,50	1 di 3
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4827	N° CERTIFICATO 20105 ED	
RICEV. CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 27/09/21	DATA FINE PROVA 08/10/21	

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA ASTM D 2435

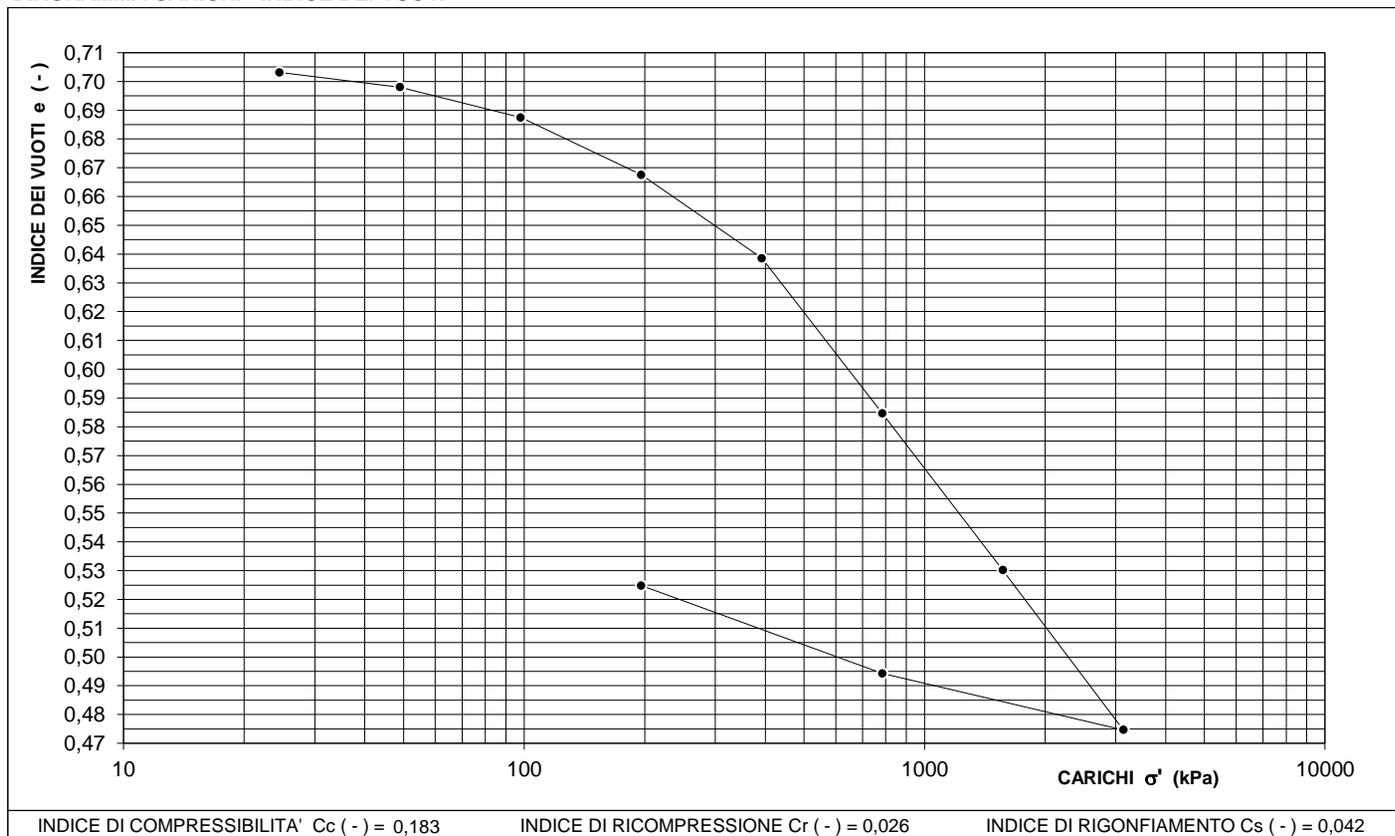
CARATTERISTICHE DEL PROVINO

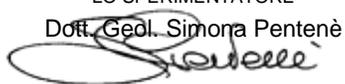
DIAMETRO	D	50,00	(mm)	PESO DI VOLUME	γ_n	19,82	(kN/m ³)
ALTEZZA INIZIALE	H	20,00	(mm)	PESO SPECIFICO	γ_s	27,10	(kN/m ³)
UMIDITA' NATURALE	w_n	24,80	(%)	UMIDITA' FINALE	w_f	19,16	(%)
INDICE DI COMPRESSIBILITA' C_c	0,18	(-)	INDICE DI RIGONFIAMENTO C_s	0,04	(-)		
Classe di qualità (BS 5930:1981):		1	SABBIA CON LIMO ARGILLOSA				

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

PRESSIONE	TEMPO	CEDIMENTI	IND. VUOTI	INTERVALLI DI CARICO		MODULO EDOM.	COEFFIC. DI COMPRESS.	COEFFIC. DI CONSOLID.	COEFFIC. DI PERMEAB.	INDICE DI COMPR. SEC.
σ'	t	δ	e	DA	A	E_{ed}	m_v	c_v	k	C_{\alpha(e)}
(kPa)	(h)	(mm)	(-)	σ'	σ'	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)	(-)
			0,706							
25	24	0,035	0,703	25	49	8160	1,23E-04			
49	24	0,095	0,698	49	98	7948	1,26E-04	N.D.	N.D.	N.D.
98	24	0,218	0,687	98	196	8395	1,19E-04	2,33E-03	2,77E-08	0,0015
196	24	0,452	0,668	196	392	11540	8,67E-05	1,12E-03	9,71E-09	0,0021
392	24	0,792	0,639	392	785	12424	8,05E-05	7,30E-04	5,87E-09	0,0028
785	24	1,423	0,585	785	1569	24575	4,07E-05	5,25E-04	2,13E-09	0,0034
1569	24	2,062	0,530	1569	3138	48197	2,07E-05			
3138	24	2,713	0,475							
785	24	2,483	0,494							
196	24	2,125	0,525							

DIAGRAMMA CARICHI - INDICE DEI VUOTI



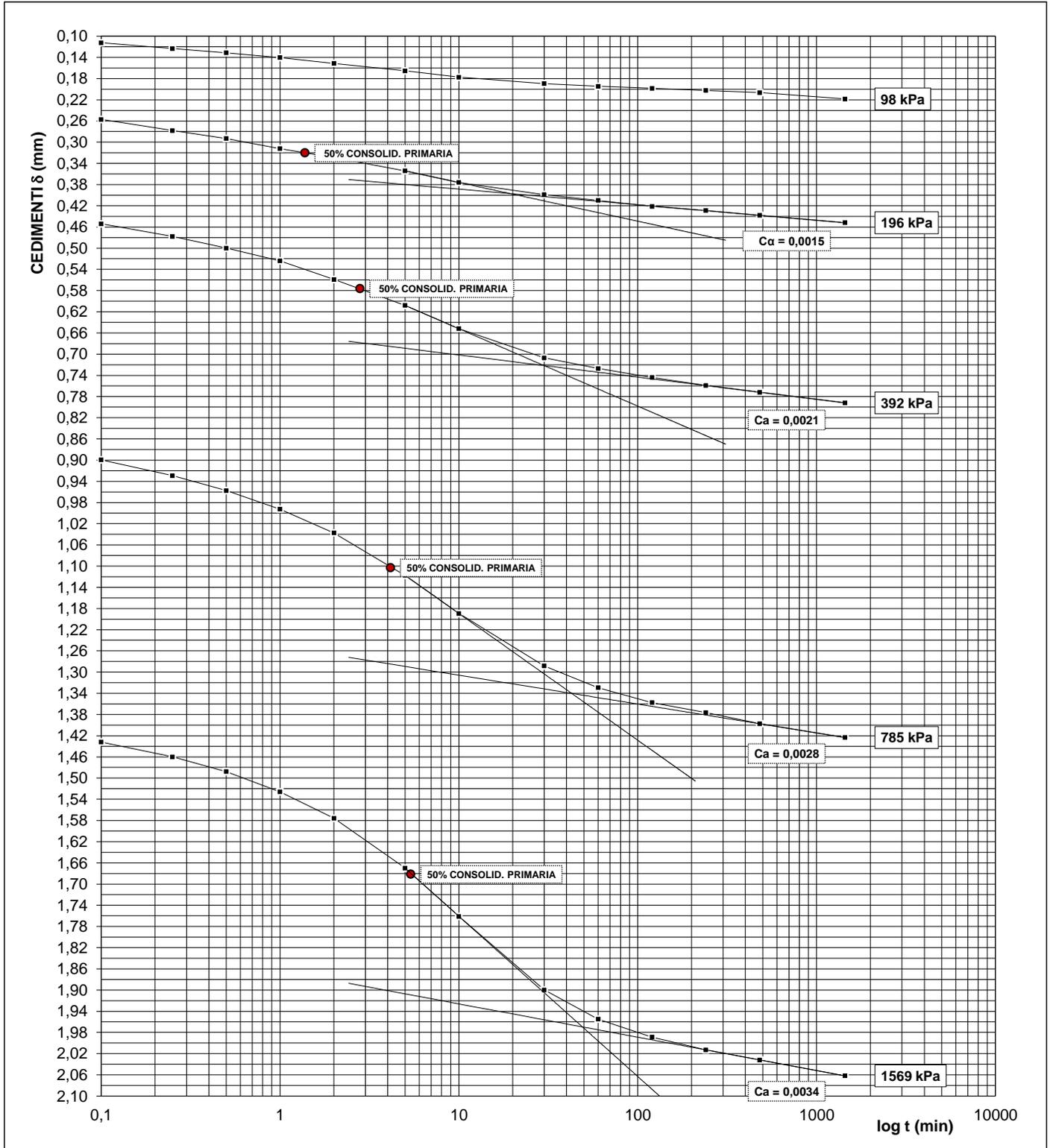
LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l. Oratorio Calcio Prato Prato		SOND.: 1 CAMP.: 1	PAGINA: 11 PAGINA CERTIFICATO 2 di 3
	N° VERBALE 1300 N° COMMESSA 1155	da m: 12,00 a m: 12,50	ID. INTERNO 4827	N° CERTIFICATO 20105 ED
RICEV. CAMP. 23/09/21 DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 27/09/21	DATA FINE PROVA 08/10/21		

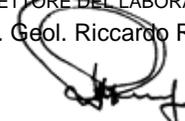
PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

DIAGRAMMA DEFORMAZIONI / LOG DEL TEMPO PER $\sigma'_v = 98 \text{ kPa}$ 196 kPa 392 kPa
 $\sigma'_v = 785 \text{ kPa}$ 1569 kPa



NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l. Oratorio Calcio Prato Prato		SOND.: 1 CAMP.: 1	PAGINA: 12 PAGINA CERTIFICATO 3 di 3
	N° VERBALE 1300 N° COMMESSA 1155	da m: 12,00 a m: 12,50	ID. INTERNO 4827	N° CERTIFICATO 20105 ED
RICEV. CAMP. 23/09/21 DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 27/09/21	DATA FINE PROVA 08/10/21		

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE DI PRECONSOLIDAZIONE σ'_p

METODO DI CASAGRANDE DIAGRAMMA INDICE DEI VUOTI - PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE

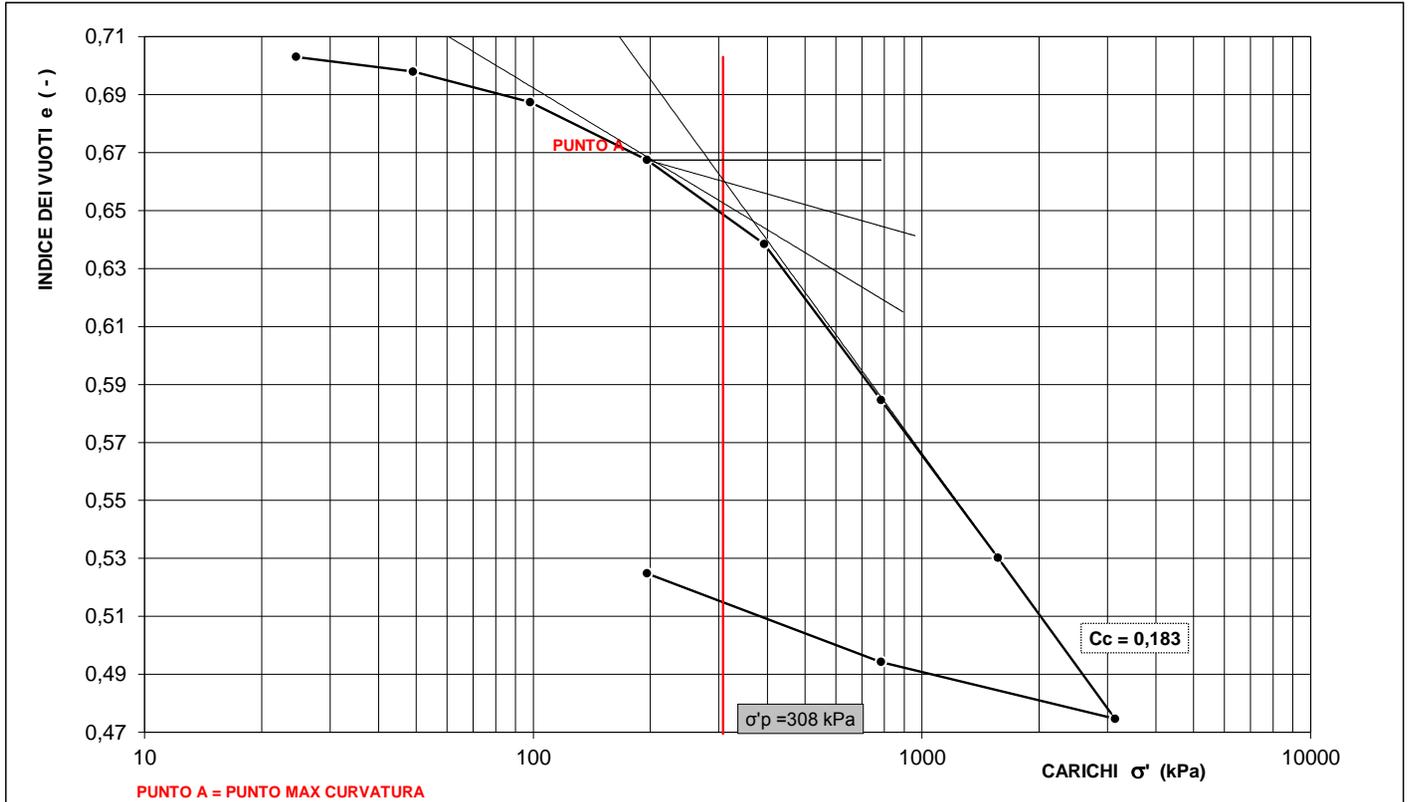
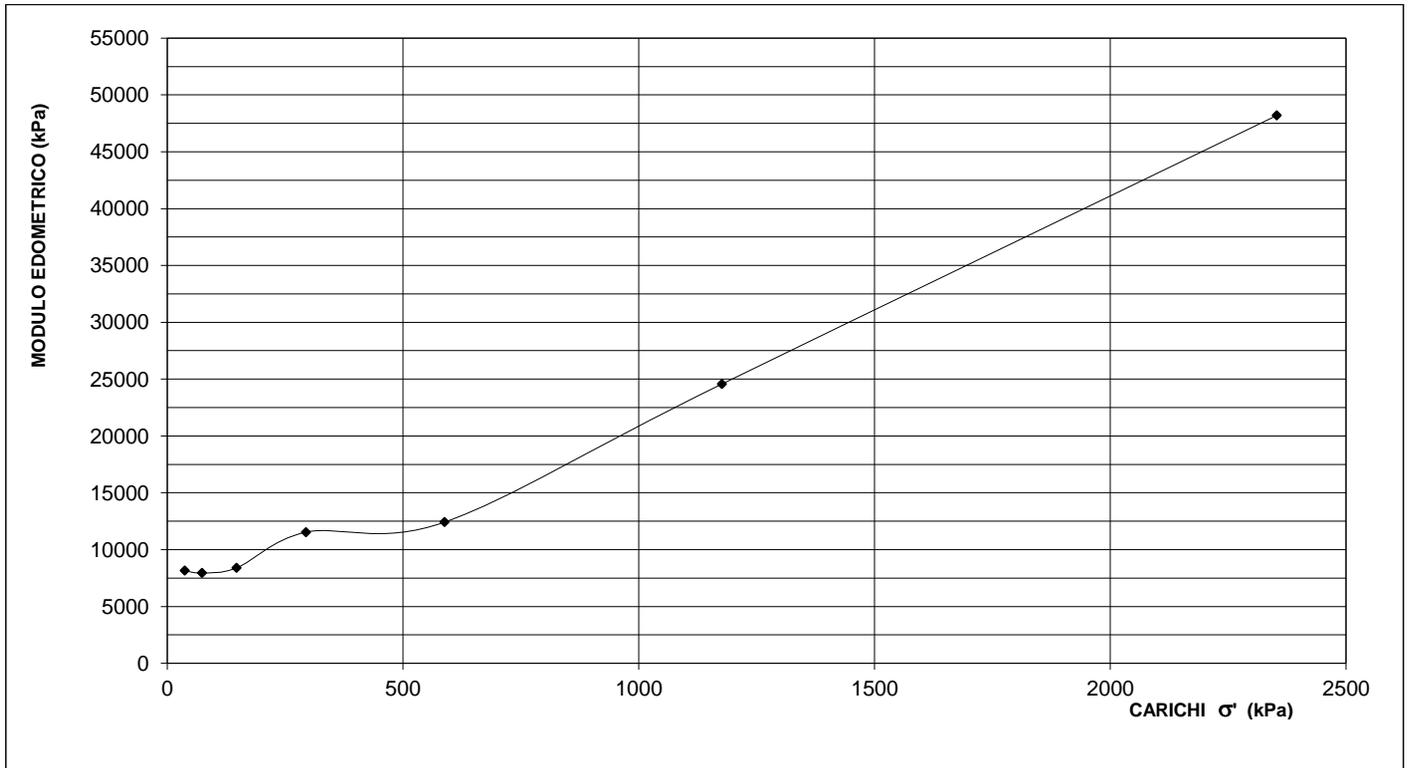


DIAGRAMMA MODULO EDMETRICO - PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.	SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 13
	Oratorio Calcio Prato Prato	da m: 26,00 a m: 26,50	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 4828
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIFICATI 22/10/21	

FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE CHIMICHE

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

CARATTERISTICHE FISICHE

UMIDITA' NATURALE	W_n	27,5 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	19,56 (kN/m ³)
INDICE DEI VUOTI	e	0,75 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	15,34 (kN/m ³)
POROSITA'	n	42,8 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	19,56 (kN/m ³)
GRADO DI SATURAZ.	S_r	100 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,82 (kN/m ³)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

LIMO ARGILLOSO SABBIOSO			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)		89,9
GHIAIA (%): 64 - 2 mm	0,0	SABBIA (%): 2 - 0,0625 mm	11,7	LIMO (%): 0,0625 - 0,0039 mm	65,7
				ARGILLA (%): < 0,0039 mm	22,5
				U.S.C.S.	AASHTO
				ML	A-7-6

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'		ML-OL	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		Solido-plastica
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	44,0 (%)	LIMITE DI RITIRO	W_s	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	W_p	26,8 (%)	INDICE DI CONSISTENZA	IC	0,96 (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	17,1 (%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac	1,8 (-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		(kPa)	PERMEABILITA'	k	(m/sec)

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VAN TEST (MEDIA DATI SU 5 MISURE)		100	C_u (kPa)	POCKET P. (MEDIA DATI SU 5 MISURE)		269	σ_f (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA				σ_f	191 (kPa)	ε	3,3 (%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.				VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI	
				C'	18 (kPa)	C_r	(kPa)
				φ'	26 (°)	φ_r	(°)
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	CID		CIU		UU		
	C'	(kPa)	C	(kPa)	C_u	(kPa)	
	φ'	(°)	φ	(°)	φ_u	(°)	

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

DA σ'	A σ'	E _{ed}	m _v	c _v	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)
25	49	6000	1,67E-04		
49	98	8164	1,22E-04		
98	196	12718	7,86E-05	2,56E-03	2,01E-08
196	392	12782	7,82E-05	1,73E-03	1,35E-08
392	785	21716	4,60E-05	1,81E-03	8,35E-09
785	1569	28090	3,56E-05	1,36E-03	4,86E-09
1569	3138	40840	2,45E-05	1,22E-03	2,98E-09

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR P.VOLUME SEC. γ _d (kN/m ³) PESO DI VOL. UMIDO γ _n (kN/m ³) UMIDITA' W (%)
INDICE CBR (5,0) (%) =	

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 14
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 26,00 a m: 26,50	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155		ID. INTERNO: 4828	
DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 23/09/21	DATA APERTURA CAMPIONE 28/09/21	DATA EMISSIONE CERTIFICATO 22/10/21		

SCHEDA CAMPIONE

CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO

TIPO DI PERFORAZIONE	ASTE E CAROTIERE	TIPO DI CAMPIONATORE	SHELBY
TIPO DI CONTENITORE	INOX	LUNGHEZZA CONTENITORE (cm)	50
LUNGHEZZA REALE CAMPIONE (cm)	50	DIAMETRO CAMPIONE (mm)	85

DESCRIZIONE ED ANALISI PRELIMINARI

POCKET(kPa)	V.TEST(kPa)	CAMPIONE	UBICAZIONE PROVE	DESCRIZIONE
206	76		← TD	Limo argilloso sabbioso di colore avana, leggermente strutturato e sensibile, da consistente a molto consistente, plastico alla manipolazione.
265	101		← ELL	
294	132		←	
324	101		←	
255	88		← ED	
269	100	Basso	STATO DICHIARATO DEL CAMPIONE: INDISTURBATO	
LIMO ARGILLOSO SABBIOSO			CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981):	1

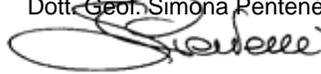
DETERMINAZIONI ESEGUITE

PROVE ESEGUITE		DATA INIZIO	DATA FINE	PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	X	28/09/21	13/10/21	PROVA TRIASSIALE TIPO CID		
PESO DI VOLUME NATURALE	X	28/09/21	12/10/21	PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR		
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	X	14/10/21	15/10/21	PROVA C.B.R.		
ANALISI GRANULOMETRICA	X	06/10/21	16/10/21	PROVA DI PERMEABILITA' IN EDOMETRO A CARICO VARIABILE		
LIMITI DI ATTERBERG	X	16/10/21	18/10/21	PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA TRIASSIALE		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.	X	07/10/21	13/10/21	PERMEABILITA' IN PERMEAMETRO		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO				DETERMINAZIONE PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA	X	28/09/21	09/10/21	PROVA DI RIGONFIAMENTO METODO HUDER-AMBERG		
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA	X	12/10/21	12/10/21	DETERMINAZIONE DEFORMAZIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA TRIASSIALE TIPO UU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI CARBONATI		
PROVA TRIASSIALE TIPO CIU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI SOSTANZE ORGANICHE		
PROVA DI COLONNA RISONANTE (RC)				PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO (TTC)		

NOTE

LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Rentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 15
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 26,00 a m: 26,50	1 di 1
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4828	N° CERTIFICATO 20106 wn	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 13/10/21	

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE W_n
 ASTM D 2216

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO ARGILLOSO SABBIOSO
--	---	-------------------------

PROVA DI RIFERIMENTO	W_1	W_2	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
PESO CAPS. (g)	29,82	29,41	28,73				28,19	29,41	29,91	
P.UMIDO+CAPS. (g)	54,29	54,44	57,41				62,68	65,25	64,08	
P.SECCO+CAPS. (g)	49,08	48,96	51,39				54,9	57,6	56,6	
W (%)	27,1	28,0	26,6				29,1	27,1	28,0	

PROVA DI RIFERIMENTO	ELL	ELL	ELL	UU	UU	UU	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
PESO CAPS. (g)	29,91									
P.UMIDO+CAPS. (g)	80,12									
P.SECCO+CAPS. (g)	69,65									
W (%)	26,3									

MEDIA VALORI W_n	28,1	MEDIA VALORI W_n	/	MEDIA VALORI W_n	26,3	W_n MEDIO TOTALE
TRATTO PROVA TD	(%)	TRATTO PROVA Trx CID		TRATTO PROVA ELL	(%)	27,5 (%)

NOTE

I contenuti d'acqua naturale W_1 e W_2 si riferiscono all'apertura del campione.

LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 16
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 26,00 a m: 26,50	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155		ID. INTERNO 4828	N° CERTIFICATO 20107 PV
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 12/10/21	

PESO DI VOLUME NATURALE γ_n
 ASTM D 2937

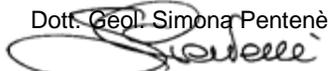
Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO ARGILLOSO SABBIOSO
--	---	-------------------------

PROVA DI RIFERIMENTO	γ_{n1}	γ_{n2}	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
VOL. FUST. (cm ³)			39,13				71,40	71,40	71,40	
P. FUST. (g)			58,70				88,80	88,80	88,80	
PESO TOTALE (g)			139,92				228,53	227,34	229,53	
γ_n (kN/m ³)			20,35				19,19	19,03	19,33	

PROVA DI RIFERIMENTO	UU	UU	UU	ELL	ELL	ELL	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
VOL. FUST. (cm ³)				85,29						
P. FUST. (g)				70,29						
PESO TOTALE (g)				243,33						
γ_n (kN/m ³)				19,90						

MEDIA VALORI γ_n	19,18	MEDIA VALORI γ_n	/	MEDIA VALORI γ_n	19,90	γ_n MEDIO TOTALE
TRATTO PROVA TD	(kN/m ³)	TRATTO PROVA Trx CID		TRATTO PROVA ELL	(kN/m ³)	19,56 (kN/m³)

NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 17 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 26,00 a m: 26,50	
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4828	N° CERTIFICATO 20108 PGR	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 14/10/21	DATA FINE PROVA 15/10/21	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI γ_s
ASTM D 854

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO ARGILLOSO SABBIOSO
--	---	-------------------------

NUMERO PICNOMETRO	3	21	γ_s	MEDIA DI 2 MISURAZIONI	26,82 (kN/m ³)
TEMPERATURA (°C)	20,5	20,1			
PESO PICNOMETRO + ACQUA (g)	208,74	207,20	γ_s	RIFERITO A 20°C	26,82 (kN/m ³)
PESO PICNOMETRO + ACQUA + TERRA (g)	218,28	216,72			
PESO TERRA SECCA (g)	15,04	15,01	G_s	(γ_s/γ_w)	2,735
PESO SPECIFICO γ_s (kN/m ³)	26,83	26,80			

NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 18
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4828	N° CERTIFICATO 20109 GR	
RICEV. CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 06/10/21	DATA FINE PROVA 16/10/21	

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

CIOTTOLI %	0,0	GHIAIA %	0,0	SABBIA %	11,7	LIMO %	65,7	ARGILLA %	22,5	IND.GRUPPO	12	
D₁₀ (mm)	0,002	D₃₀ (mm)	0,005	D₅₀ (mm)	0,012	D₆₀ (mm)	0,018	COEFF. DI UNIFORMITA'		9,0		
D₇₅ (mm)	0,032	D₈₄ (mm)	0,048	D₉₀ (mm)	0,077	D_{MAX} (mm)	4,750	COEFF. DI CURVATURA		0,7		
PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)				89,9		PERCENT. ARGILLA < 0,002 mm				9,8		
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI DI UDDEN-WENTWORTH:											LIMO ARGILLOSO SABBIOSO	
CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981)			1		IND.		CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.:					LIMO SABBIOSO DEB. ARGILLOSO
CLASSIFICAZIONE AASHTO			A-7-6		CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.:							Ghiaia = 0% Sabbia = 11,7% Limo = 78,5% Argilla = 9,8%
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S.			ML									

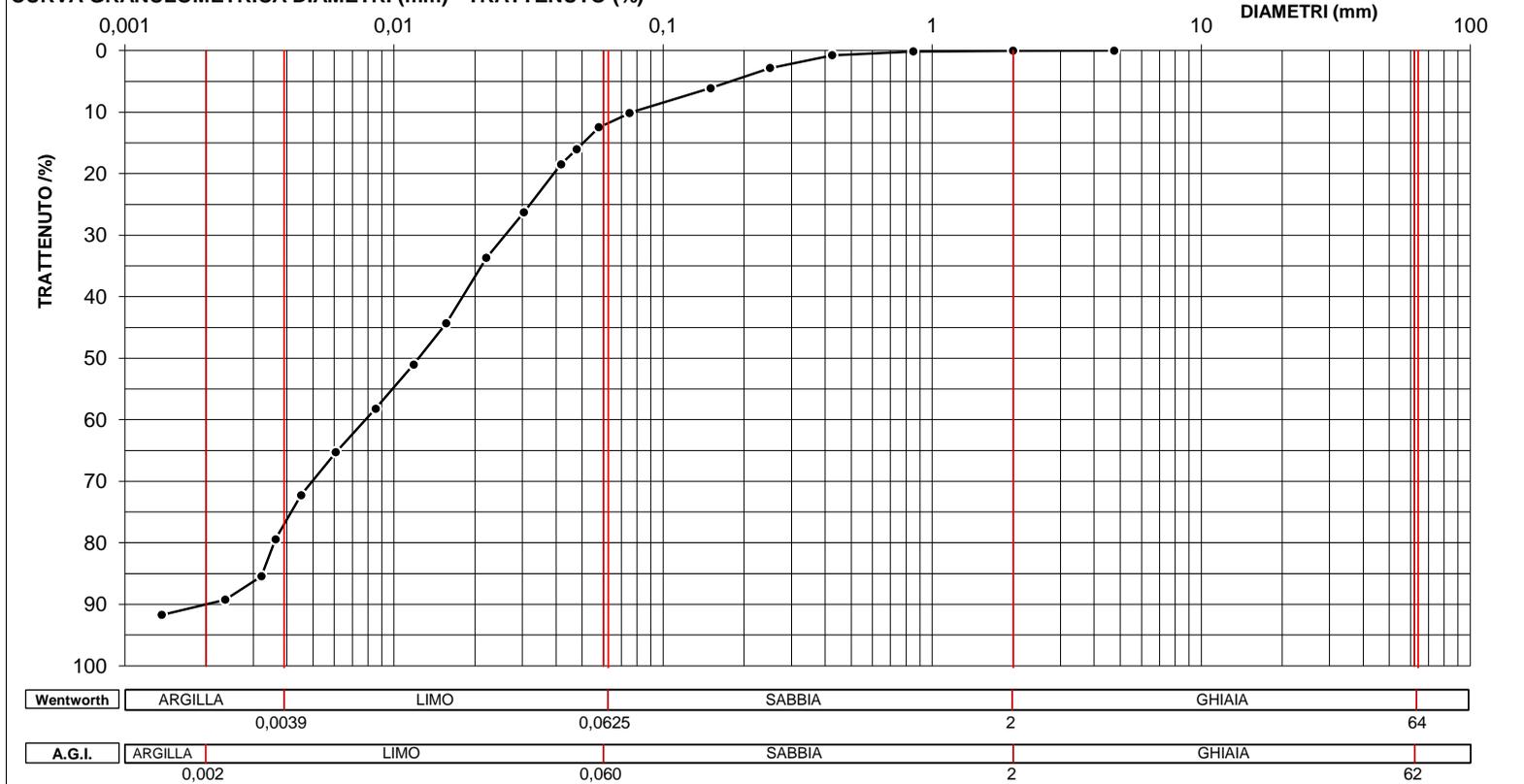
VAGLIATURA

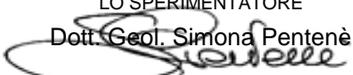
Setacci	Diametri (mm)	Trattenuto (%)
12"	304,8000	0,00
6"	152,4000	0,00
3"	76,2000	0,00
2"	50,8000	0,00
1,5"	38,1000	0,00
1"	25,0000	0,00
3/4"	19,0000	0,00
3/8"	9,5000	0,00
4	4,7500	0,00
10	2,0000	0,02
20	0,8500	0,12
40	0,4250	0,75
60	0,2500	2,83
100	0,1500	6,09
200	0,0750	10,12

SEDIMENTAZIONE

Diametri (mm)	Trattenuto (%)
0,0751	10,16
0,0577	12,46
0,0478	16,00
0,0418	18,48
0,0304	26,26
0,0220	33,70
0,0156	44,31
0,0118	51,04
0,0086	58,19
0,0061	65,27
0,0045	72,27
0,0036	79,43
0,0032	85,44
0,0024	89,25
0,0014	91,73

CURVA GRANULOMETRICA DIAMETRI (mm) - TRATTENUTO (%)



LO SPERIMENTATORE Dott. Geol. Simona Pentenè 	IL DIRETTORE DEL LABORATORIO Dott. Geol. Riccardo Rampi 
--	---

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.	SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 19
	Oratorio Calcio Prato Prato	da m: 26,00 a m: 26,50	PAGINA ALLEGATO 1 di 2
DATA INIZIO PROVA 06/10/21 DATA FINE PROVA 16/10/21			

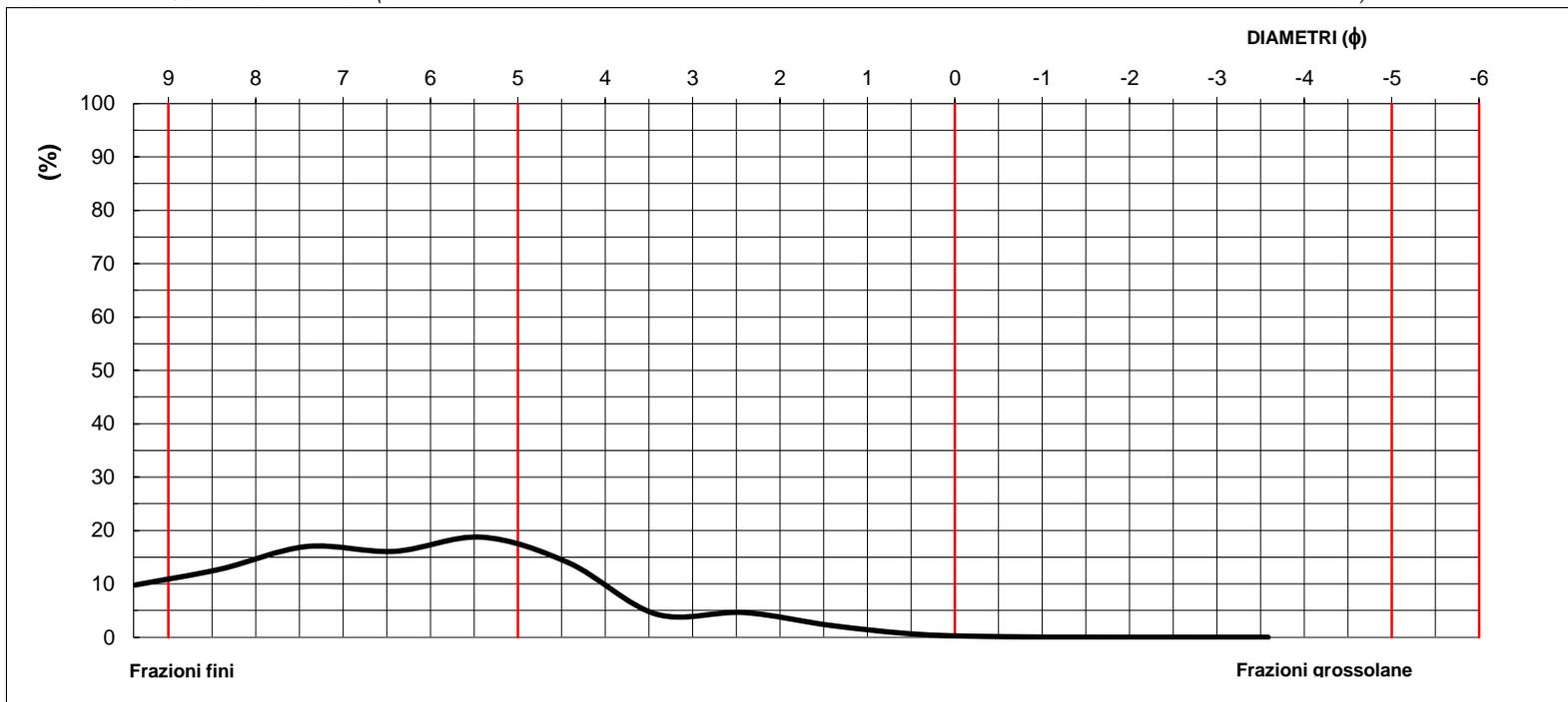
ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

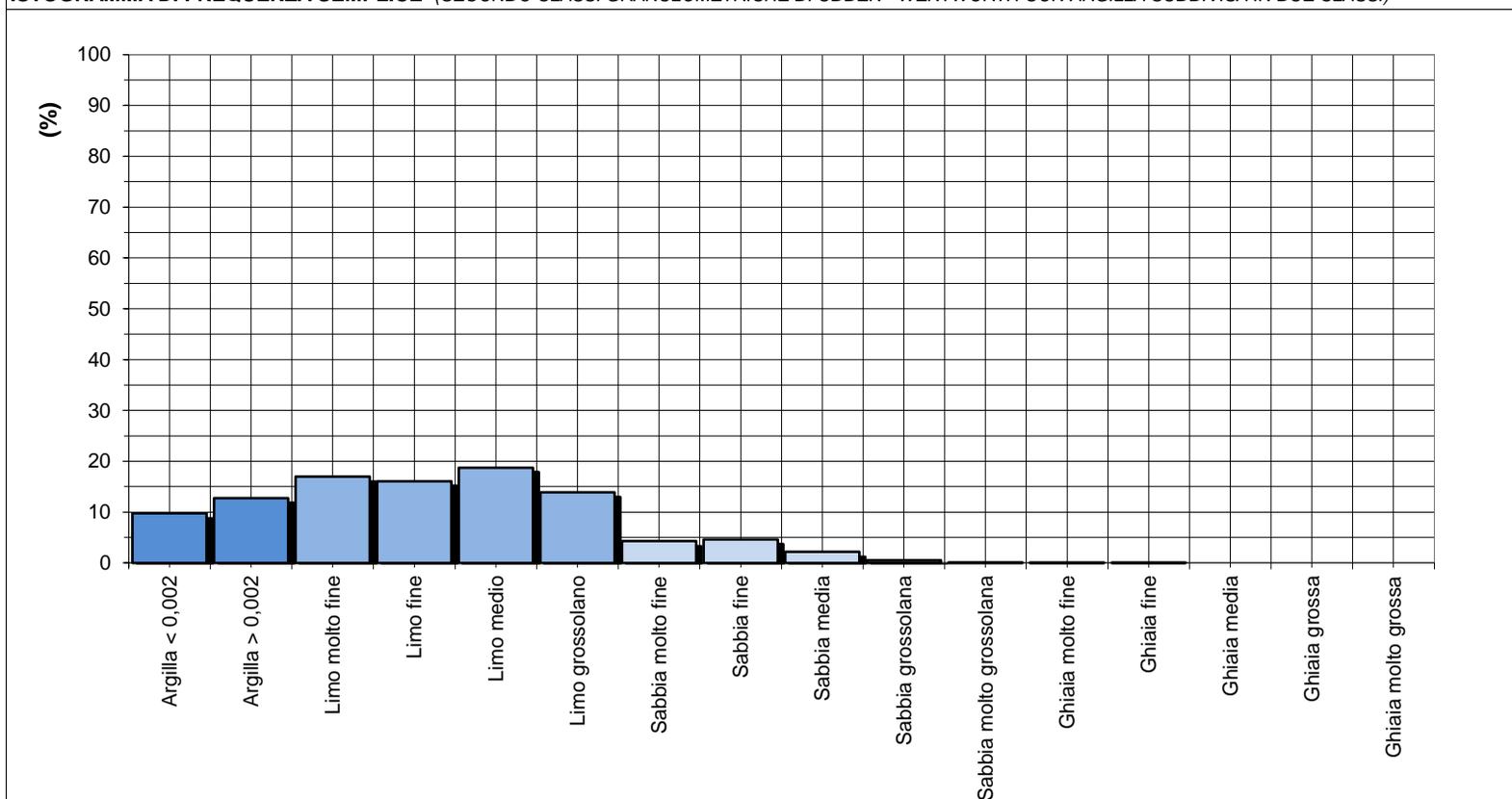
PARAMETRI STATISTICI (SECONDO FOLK & WARD)

INDICE DI APPIATTIMENTO	K_G	1,1	curva leptocurtica	Mean Size	6,3
SIMMETRIA	Sk_i	0,0	curva simmetrica	Median (φ)	6,3
CLASSAZIONE	σ_i	-2,2	sedimento molto ben classato	Classi modali (φ)	
IL VALORE DEL D5 NON E' STATO INTERCETTATO DALLA CURVA GRANULOMETRICA PER CUI E' STATO RICAVATO INTERPOLANDO GLI ULTIMI DUE VALORI CON LA RELATIVA INTERCETTA AL 5%				5,4	7,4

CURVA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH CON ARGILLA SUDDIVISA IN DUE CLASSI)



ISTOGRAMMA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH CON ARGILLA SUDDIVISA IN DUE CLASSI)





CNG S.r.l.
 LABORATORIO
 GEOTECNICO

Via Squinzano, 87 - 00133 Roma
 Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it

Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.
per Faipo S.r.l.

Oratorio Calcio Prato
 Prato

SOND.: 1
 CAMP.: 2
 da m: 26,00
 a m: 26,50

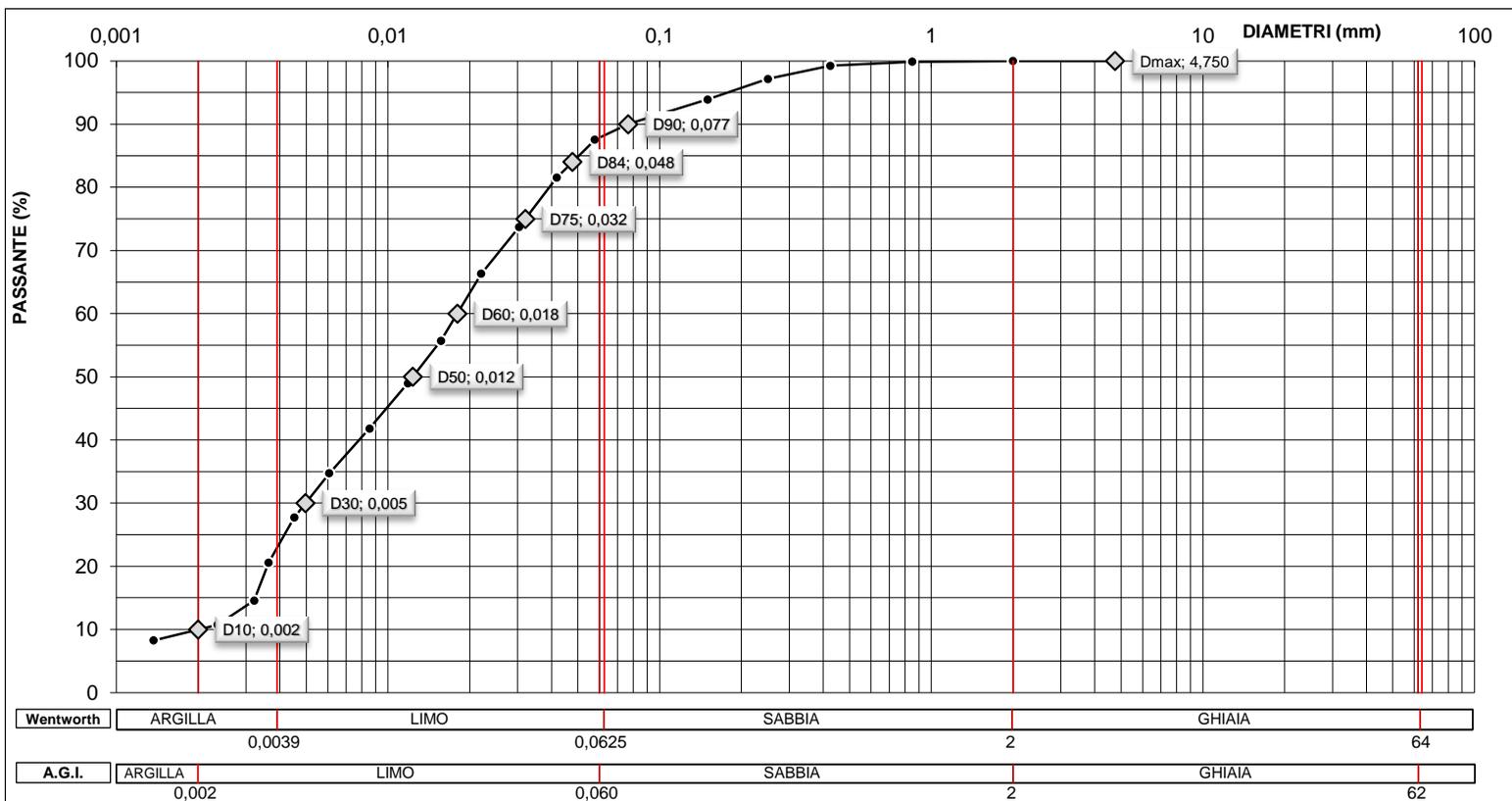
PAGINA: 20

PAGINA ALLEGATO
 2 di 2

DATA INIZIO PROVA 06/10/21 DATA FINE PROVA 16/10/21

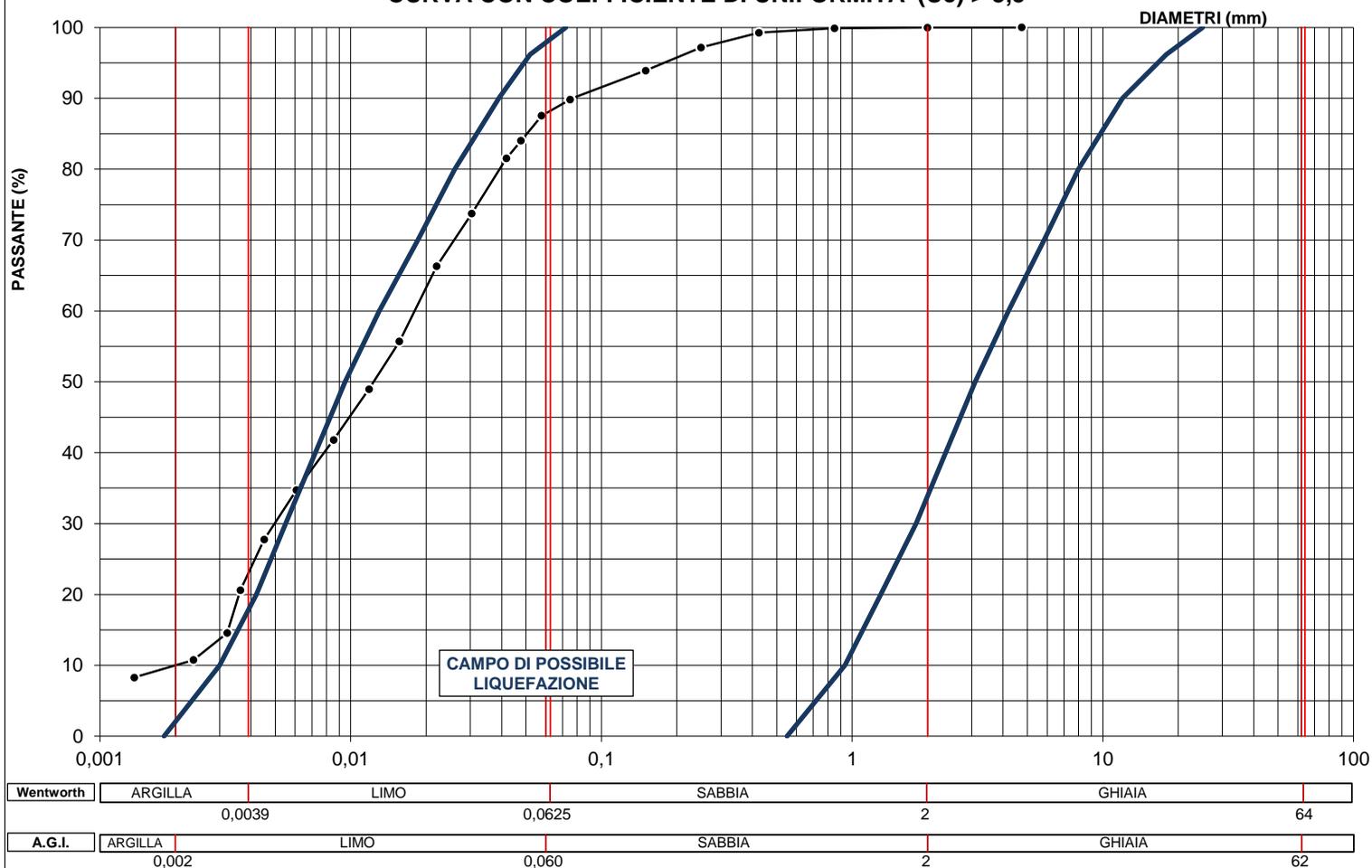
ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422

D PERCENTILI (DIAGRAMMA DIAMETRI (mm) - PASSANTE (%))



VERIFICA GRANULOMETRICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

CURVA CON COEFFICIENTE DI UNIFORMITA' (Uc) > 3,5



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 21 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 26,00 a m: 26,50	N° CERTIFICATO 20110 LM
RICEV. CAMP. 23/09/21 DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	N° VERBALE 1300 N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4828	DATA INIZIO PROVA 16/10/21 DATA FINE PROVA 18/10/21	

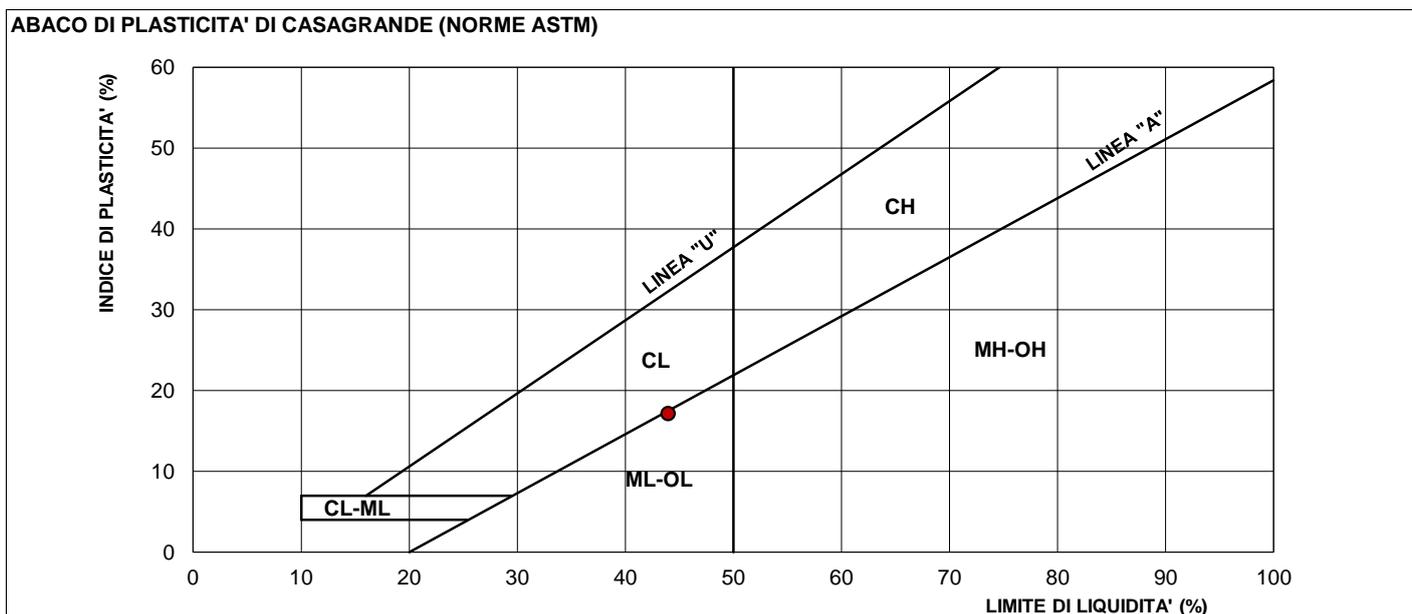
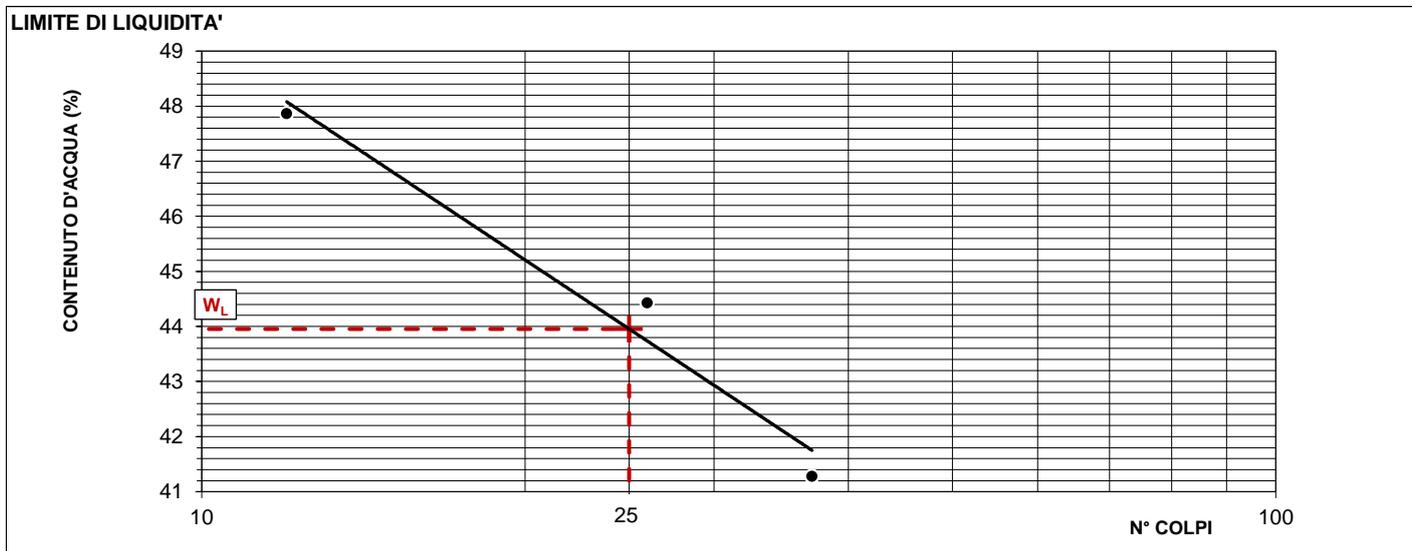
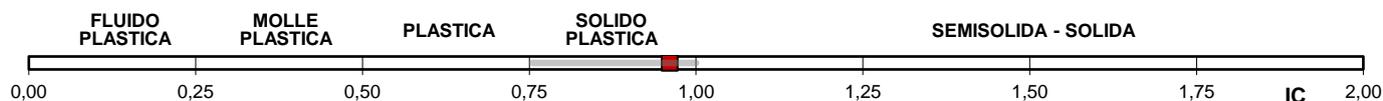
CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA ASTM D 4318

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO ARGILLOSO SABBIOSO
--	---	-------------------------

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

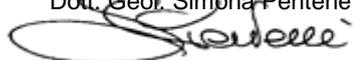
DETERMINAZIONE	1 W _L	2 W _L	3 W _L	4 W _L	1 W _P	2 W _P
UMIDITA'	47,86	44,43	41,27		26,81	26,84
N° COLPI	12	26	37		Media	26,82

LIMITE DI LIQUIDITA' (W _L)	44,0	(%)	CONTENUTO NAT. D'ACQUA (W _n)	27,5	(%)
LIMITE DI PLASTICITA' (W _P)	26,8	(%)	INDICE DI CONSISTENZA (IC)	0,96	(-)
LIMITE DI RITIRO (W _S)		(%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	1,8	(-)
INDICE DI PLASTICITA' (IP)	17,1	(%)	CONSISTENZA SECONDO IC	Solido-plastica	
CLASSIFICAZIONE AASHTO	A-7-6		CLASSIF. ABACO DI PLASTICITA'	ML-OL	



NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l. Oratorio Calcio Prato Prato		SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 22 PAGINA CERTIFICATO 1 di 3
	N° VERBALE 1300 N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4828	da m: 26,00 a m: 26,50	N° CERTIFICATO 20111 TD
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 07/10/21	DATA FINE PROVA 13/10/21	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D. ASTM D 3080

CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE						VELOCITA' DEL TAGLIO (mm/min) = 0,006					
PROVINO N°	LATO L (mm)	ALTEZZA H (mm)	INIZIO CONS. VOL. (cm ³)	UMIDITA' NAT. Wn (%)	PESO DI VOL. γ_n (kN/m ³)	CONSOLIDAZIONE 24 h		FINE CONSOL. VOL. (cm ³)	UMIDITA' FIN. Wf (%)	VALORI DI SFORZO MAX.	
						σ' (kPa)	CEDIM. (mm)			τ (kPa)	δ_t (mm)
1	59,90	19,90	71,40	29,1	19,19	98	0,940	68,0	26,9	65,00	2,397
2	59,90	19,90	71,40	27,1	19,03	147	1,140	67,3	24,4	92,28	2,681
3	59,90	19,90	71,40	28,0	19,33	196	1,170	67,2	24,8	113,24	5,466

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	INDISTURBATO	LIMO ARGILLOSO SABBIOSO
-----------------------------------	---	--------------	-------------------------

DIAGRAMMA SFORZO / SPOSTAMENTI

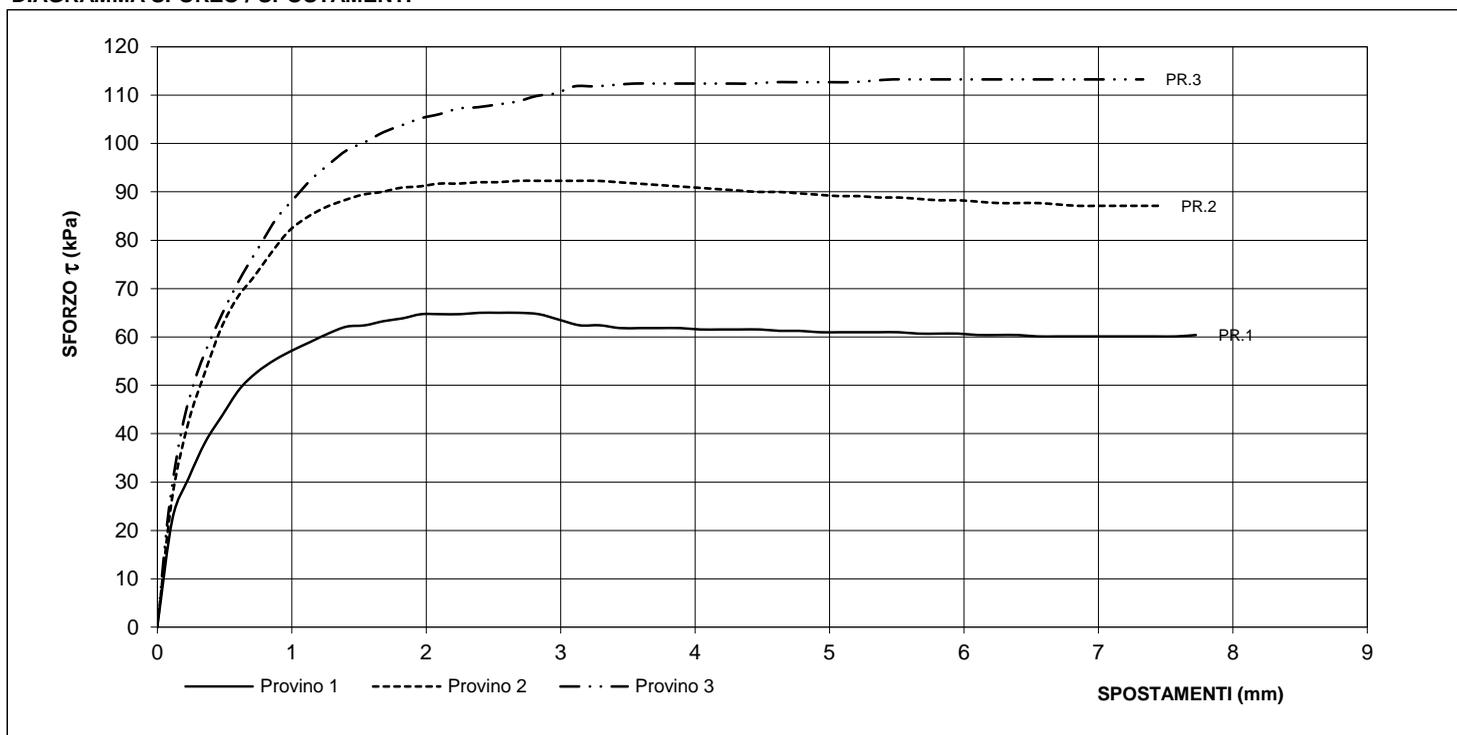
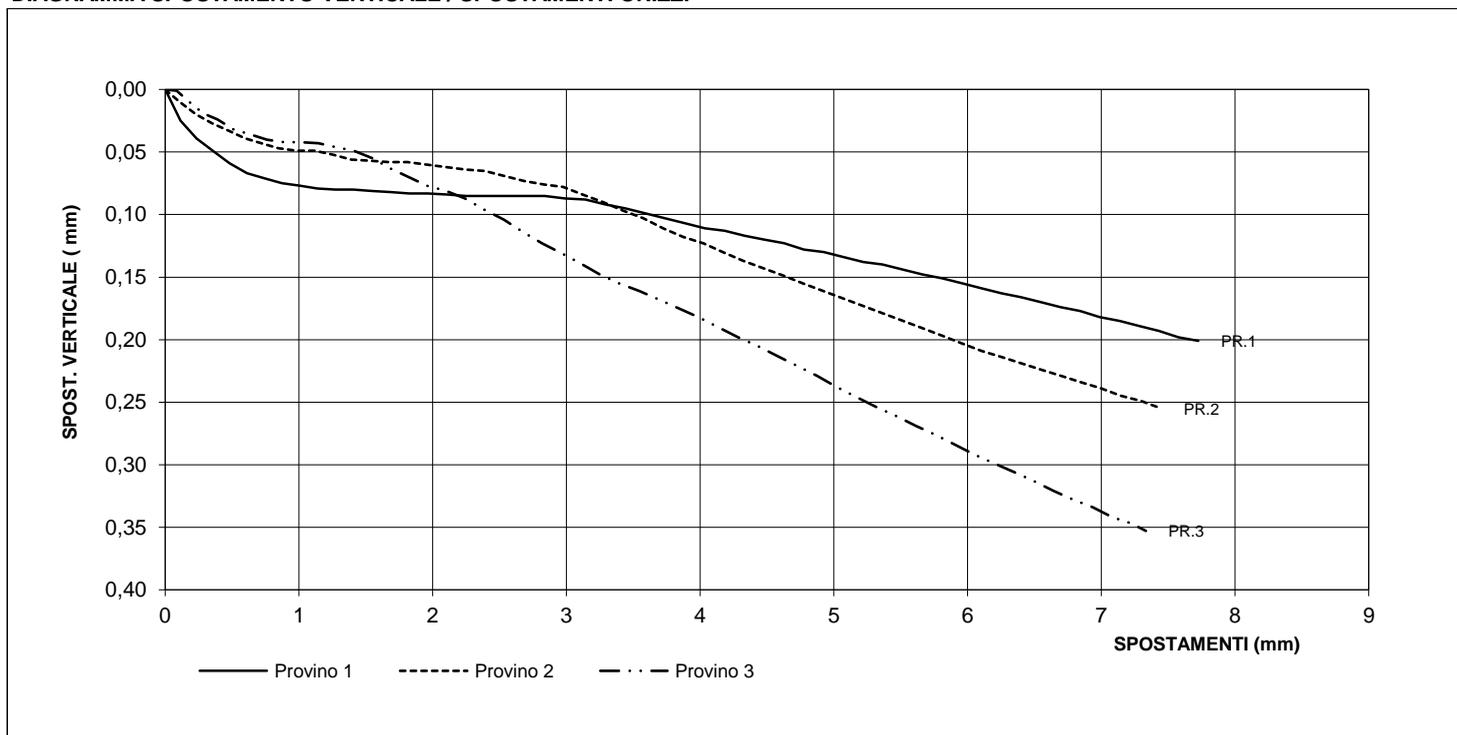
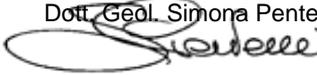


DIAGRAMMA SPOSTAMENTO VERTICALE / SPOSTAMENTI ORIZZ.



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 23
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 2 di 3
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 26,00 a m: 26,50	N° CERTIFICATO 20111 TD
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4828		
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 07/10/21	DATA FINE PROVA 13/10/21	

DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO

PROVINO 1

PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = **98**

Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,592	61,84	0,099	7,431	60,12	0,193			
0,114	22,50	0,025	3,739	61,84	0,103	7,578	60,12	0,198			
0,234	30,83	0,039	3,888	61,84	0,107	7,726	60,41	0,201			
0,358	38,30	0,049	4,036	61,56	0,111						
0,483	43,75	0,059	4,185	61,56	0,113						
0,612	49,21	0,067	4,334	61,56	0,117						
0,739	52,65	0,071	4,483	61,56	0,120						
0,873	55,24	0,075	4,629	61,27	0,123						
1,007	57,25	0,077	4,778	61,27	0,128						
1,139	58,97	0,079	4,926	60,98	0,130						
1,271	60,69	0,080	5,073	60,98	0,134						
1,407	62,13	0,080	5,221	60,98	0,138						
1,546	62,42	0,081	5,366	60,98	0,140						
1,685	63,28	0,082	5,515	60,98	0,144						
1,825	63,85	0,083	5,663	60,69	0,148						
1,964	64,71	0,083	5,812	60,69	0,151						
2,109	64,71	0,084	5,960	60,69	0,155						
2,251	64,71	0,085	6,105	60,41	0,159						
2,397	65,00	0,085	6,254	60,41	0,163						
2,542	65,00	0,085	6,400	60,41	0,166						
2,690	65,00	0,085	6,548	60,12	0,170						
2,839	64,71	0,085	6,695	60,12	0,174						
2,990	63,57	0,087	6,843	60,12	0,177						
3,142	62,42	0,088	6,988	60,12	0,182						
3,292	62,42	0,092	7,138	60,12	0,185						
3,442	61,84	0,095	7,283	60,12	0,189						

PROVINO 2

PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) =

147

Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,576	91,71	0,103	7,448	87,11	0,255			
0,110	26,52	0,010	3,727	91,42	0,111						
0,232	42,32	0,020	3,875	91,13	0,118						
0,351	52,37	0,027	4,026	90,85	0,123						
0,476	61,84	0,033	4,173	90,56	0,130						
0,597	68,16	0,039	4,322	90,27	0,137						
0,720	72,47	0,043	4,473	89,98	0,143						
0,847	77,35	0,047	4,624	89,98	0,149						
0,981	81,94	0,049	4,771	89,70	0,155						
1,119	84,81	0,049	4,921	89,41	0,161						
1,253	86,82	0,052	5,070	89,12	0,167						
1,392	88,26	0,056	5,219	89,12	0,173						
1,527	89,41	0,057	5,366	88,83	0,179						
1,670	89,98	0,058	5,515	88,83	0,185						
1,812	90,85	0,058	5,665	88,55	0,191						
1,954	91,13	0,060	5,812	88,26	0,197						
2,098	91,71	0,062	5,960	88,26	0,203						
2,244	91,71	0,064	6,107	87,97	0,209						
2,388	91,99	0,065	6,254	87,69	0,214						
2,534	91,99	0,069	6,404	87,69	0,219						
2,681	92,28	0,073	6,553	87,69	0,224						
2,829	92,28	0,076	6,699	87,40	0,229						
2,976	92,28	0,078	6,848	87,11	0,234						
3,126	92,28	0,084	6,997	87,11	0,239						
3,276	92,28	0,090	7,146	87,11	0,245						
3,426	91,99	0,097	7,299	87,11	0,249						

LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 24
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 3 di 3
Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 26,00 a m: 26,50	N° CERTIFICATO 20111 TD	
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4828		
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 07/10/21	DATA FINE PROVA 13/10/21	

DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO

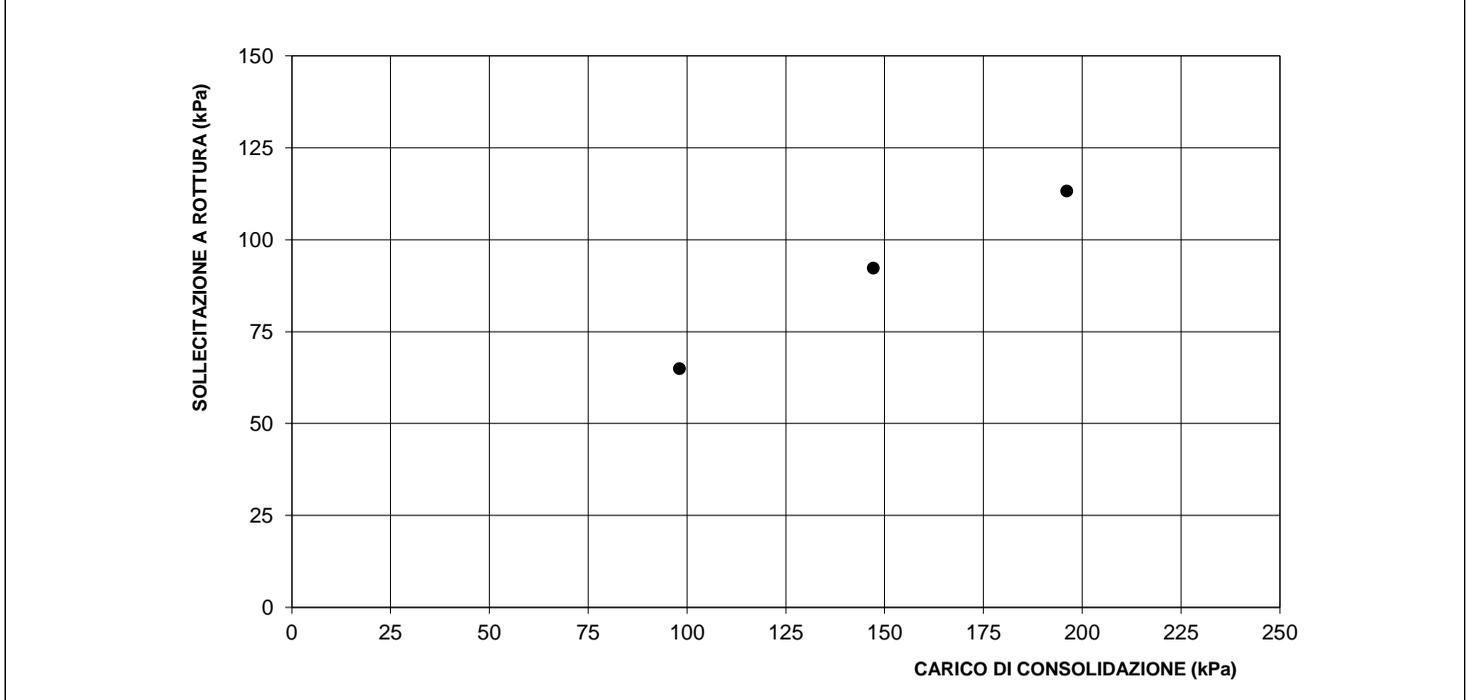
PROVINO 3

PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 196

Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,398	112,09	0,155	7,229	113,24	0,347			
0,085	23,94	0,001	3,546	112,38	0,161	7,334	113,24	0,353			
0,183	40,88	0,010	3,693	112,38	0,168						
0,285	51,51	0,019	3,841	112,38	0,175						
0,393	59,26	0,024	3,990	112,38	0,182						
0,512	66,44	0,032	4,136	112,38	0,190						
0,636	73,04	0,036	4,283	112,38	0,198						
0,761	78,78	0,040	4,432	112,38	0,205						
0,888	84,53	0,042	4,578	112,67	0,213						
1,015	88,55	0,042	4,727	112,67	0,221						
1,146	92,57	0,043	4,875	112,67	0,229						
1,278	95,73	0,046	5,024	112,67	0,238						
1,410	98,60	0,049	5,171	112,67	0,246						
1,548	100,32	0,055	5,319	112,96	0,254						
1,683	102,33	0,063	5,466	113,24	0,261						
1,820	103,77	0,070	5,614	113,24	0,269						
1,961	105,20	0,077	5,761	113,24	0,276						
2,100	106,06	0,081	5,907	113,24	0,284						
2,241	107,21	0,087	6,054	113,24	0,292						
2,387	107,50	0,096	6,202	113,24	0,299						
2,532	108,07	0,104	6,348	113,24	0,306						
2,676	108,65	0,114	6,495	113,24	0,313						
2,819	109,80	0,123	6,643	113,24	0,321						
2,965	110,37	0,131	6,792	113,24	0,328						
3,105	111,81	0,139	6,936	113,24	0,334						
3,253	111,81	0,148	7,083	113,24	0,342						

NOTE

DIAGRAMMA SOLLECITAZIONE A ROTTURA / CARICO

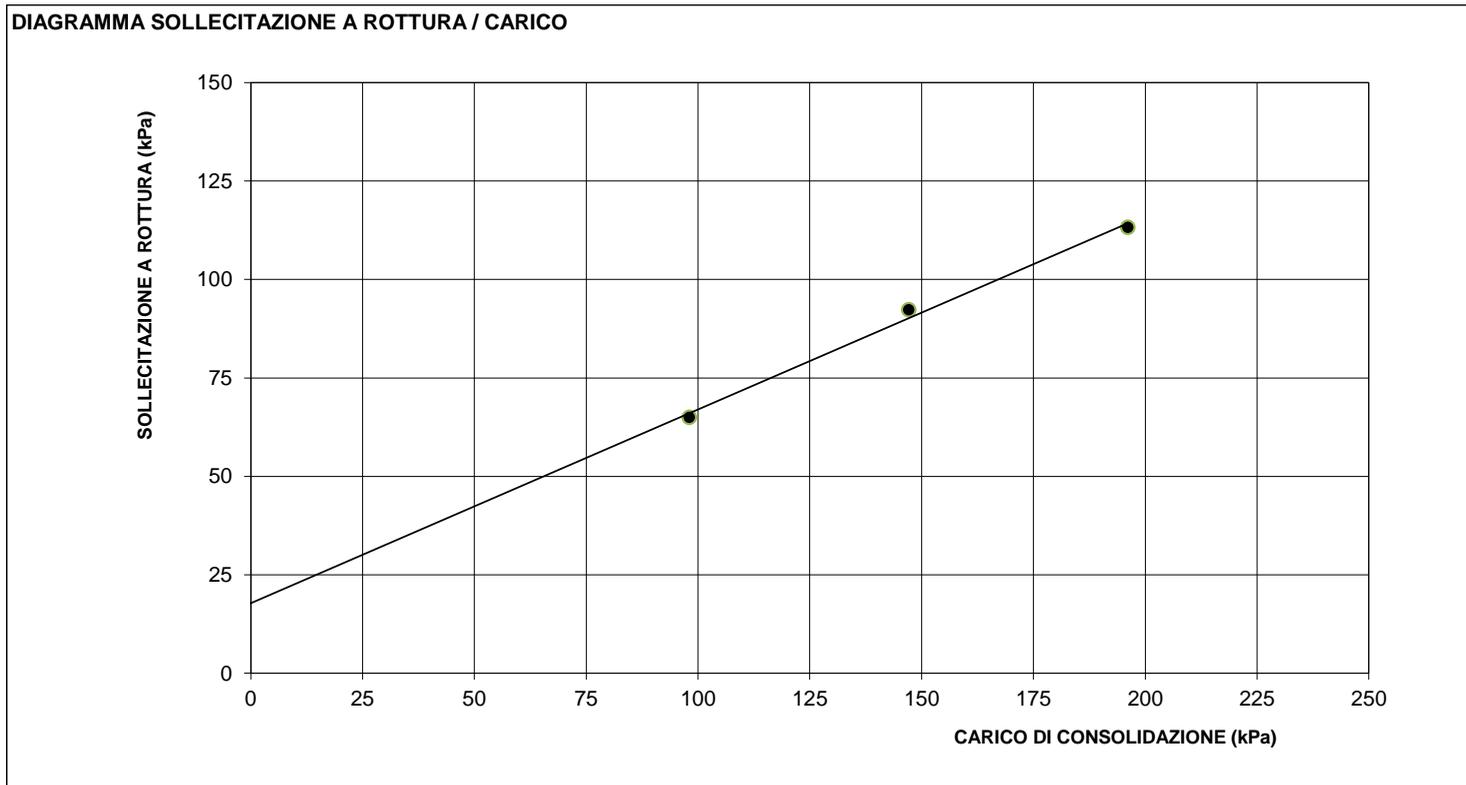


LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.	SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 25
	Oratorio Calcio Prato Prato	da m: 26,00 a m: 26,50	PAGINA ALLEGATO 1 DI 1
	DATA INIZIO PROVA 07/10/21	DATA FINE PROVA 13/10/21	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.
ASTM D 3080



RISULTATI TAGLIO DRENATO		NOTE
COESIONE EFFICACE (kPa)	18	LA RETTA DI INVILUPPO CHE PASSA PER I TRE PUNTI E' UNA LINEA DI INTERPOLAZIONE SENZA ALCUNA INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.
ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE	26	

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 26
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 26,00 a m: 26,50	1 di 3
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4828	N° CERTIFICATO 20112 ED	
RICEV. CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 09/10/21	

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA ASTM D 2435

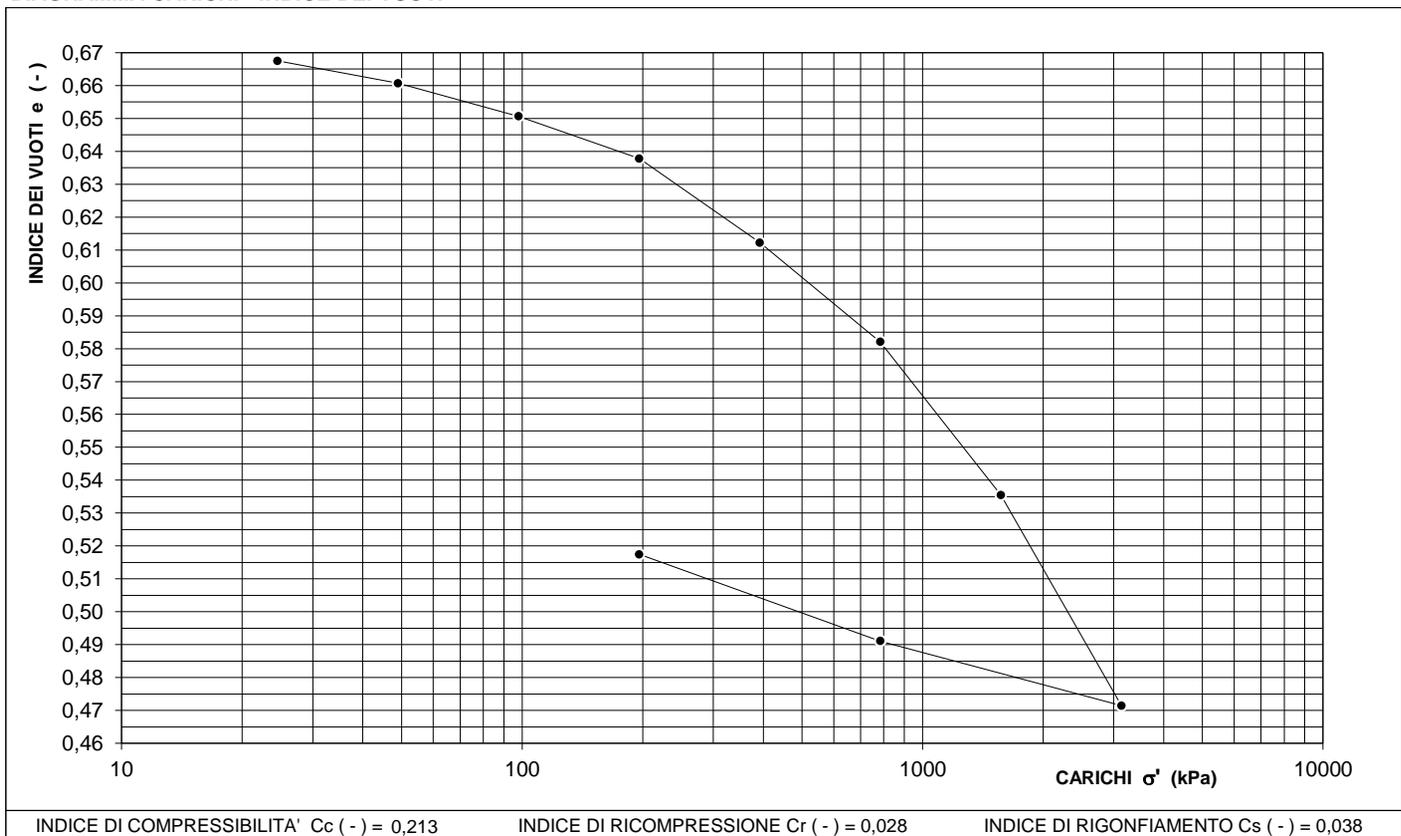
CARATTERISTICHE DEL PROVINO

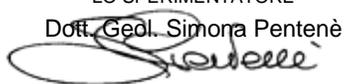
DIAMETRO	D	50,00	(mm)	PESO DI VOLUME	γ_n	20,35	(kN/m ³)
ALTEZZA INIZIALE	H	19,93	(mm)	PESO SPECIFICO	γ_s	26,82	(kN/m ³)
UMIDITA' NATURALE	w_n	26,57	(%)	UMIDITA' FINALE	w_f	21,61	(%)
INDICE DI COMPRESSIBILITA' C_c	0,21	(-)	INDICE DI RIGONFIAMENTO C_s	0,04	(-)		
Classe di qualità (BS 5930:1981): 1				LIMO ARGILLOSO SABBIOSO			

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

PRESSIONE	TEMPO	CEDIMENTI	IND. VUOTI	INTERVALLI DI CARICO		MODULO EDOM.	COEFFIC. DI COMPRESS.	COEFFIC. DI CONSOLID.	COEFFIC. DI PERMEAB.	INDICE DI COMPR. SEC.
σ'	t	δ	e	DA	A	E_{ed}	m_v	c_v	k	C_{\alpha(e)}
(kPa)	(h)	(mm)	(-)	σ'	σ'	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)	(-)
			0,668							
25	24	0,002	0,667	25	49	6000	1,67E-04			
49	24	0,083	0,661	49	98	8164	1,22E-04			
98	24	0,203	0,651	98	196	12718	7,86E-05	2,56E-03	2,01E-08	0,0008
196	24	0,357	0,638	196	392	12782	7,82E-05	1,73E-03	1,35E-08	0,0013
392	24	0,663	0,612	392	785	21716	4,60E-05	1,81E-03	8,35E-09	0,0014
785	24	1,023	0,582	785	1569	28090	3,56E-05	1,36E-03	4,86E-09	0,0021
1569	24	1,579	0,535	1569	3138	40840	2,45E-05	1,22E-03	2,98E-09	0,0037
3138	24	2,345	0,471							
785	24	2,110	0,491							
196	24	1,795	0,517							

DIAGRAMMA CARICHI - INDICE DEI VUOTI



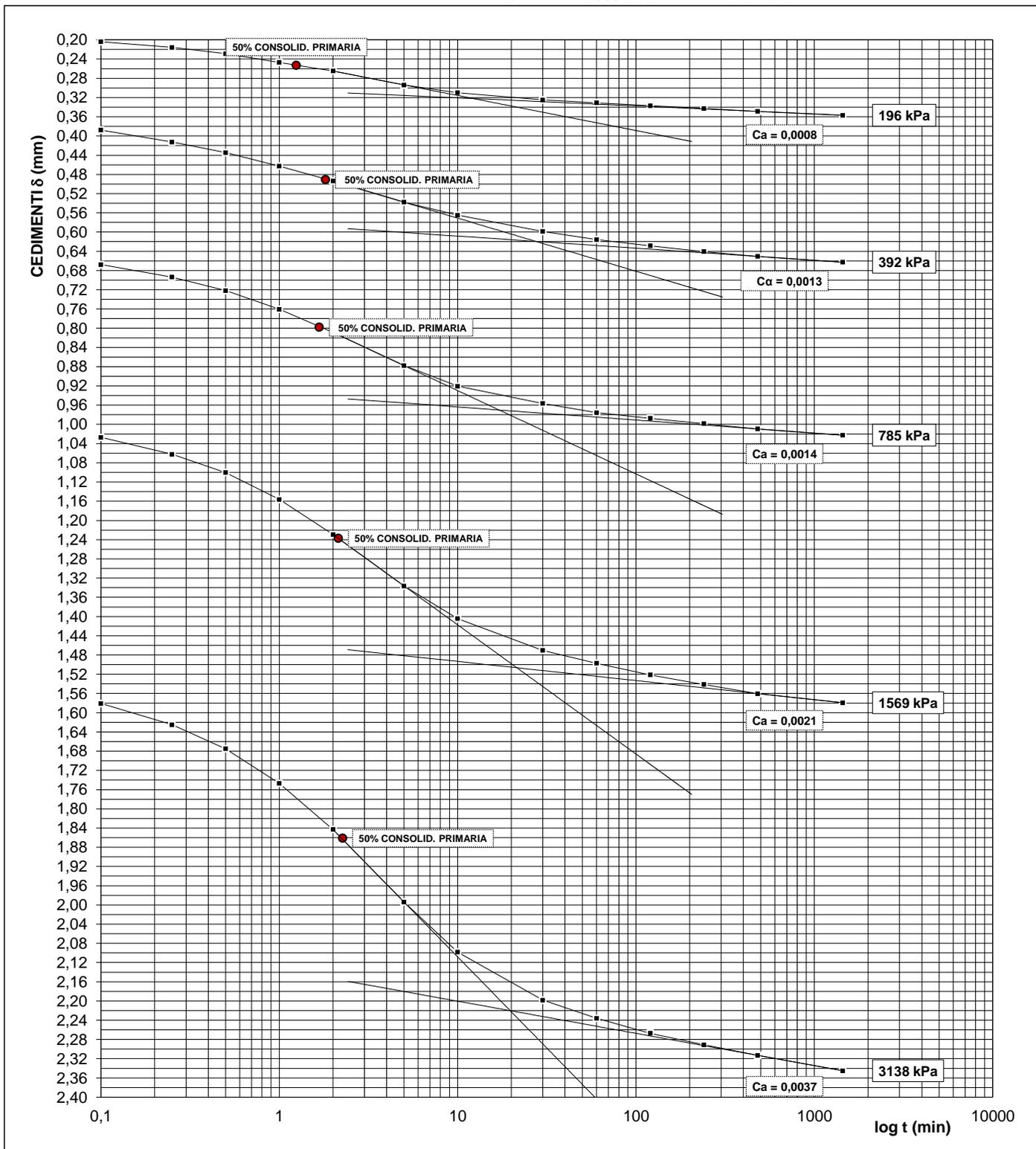
LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi

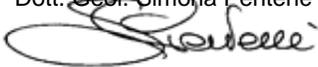

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l. Oratorio Calcio Prato Prato		SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 27 PAGINA CERTIFICATO 2 di 3
	N° VERBALE 1300 N° COMMESSA 1155	da m: 26,00 a m: 26,50	ID. INTERNO 4828	N° CERTIFICATO 20112 ED
RICEV. CAMP. 23/09/21 DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 09/10/21		

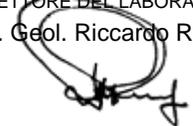
PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

DIAGRAMMA DEFORMAZIONI / LOG DEL TEMPO PER $\sigma'_v = 196 \text{ kPa}$ 392 kPa 785 kPa
 $\sigma'_v = 1569 \text{ kPa}$ 3138 kPa



NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 28
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 3 di 3
	N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	da m: 26,00 a m: 26,50	N° CERTIFICATO 20112 ED
RICEV. CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 09/10/21	

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE DI PRECONSOLIDAZIONE σ'_p

METODO DI CASAGRANDE DIAGRAMMA INDICE DEI VUOTI - PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE

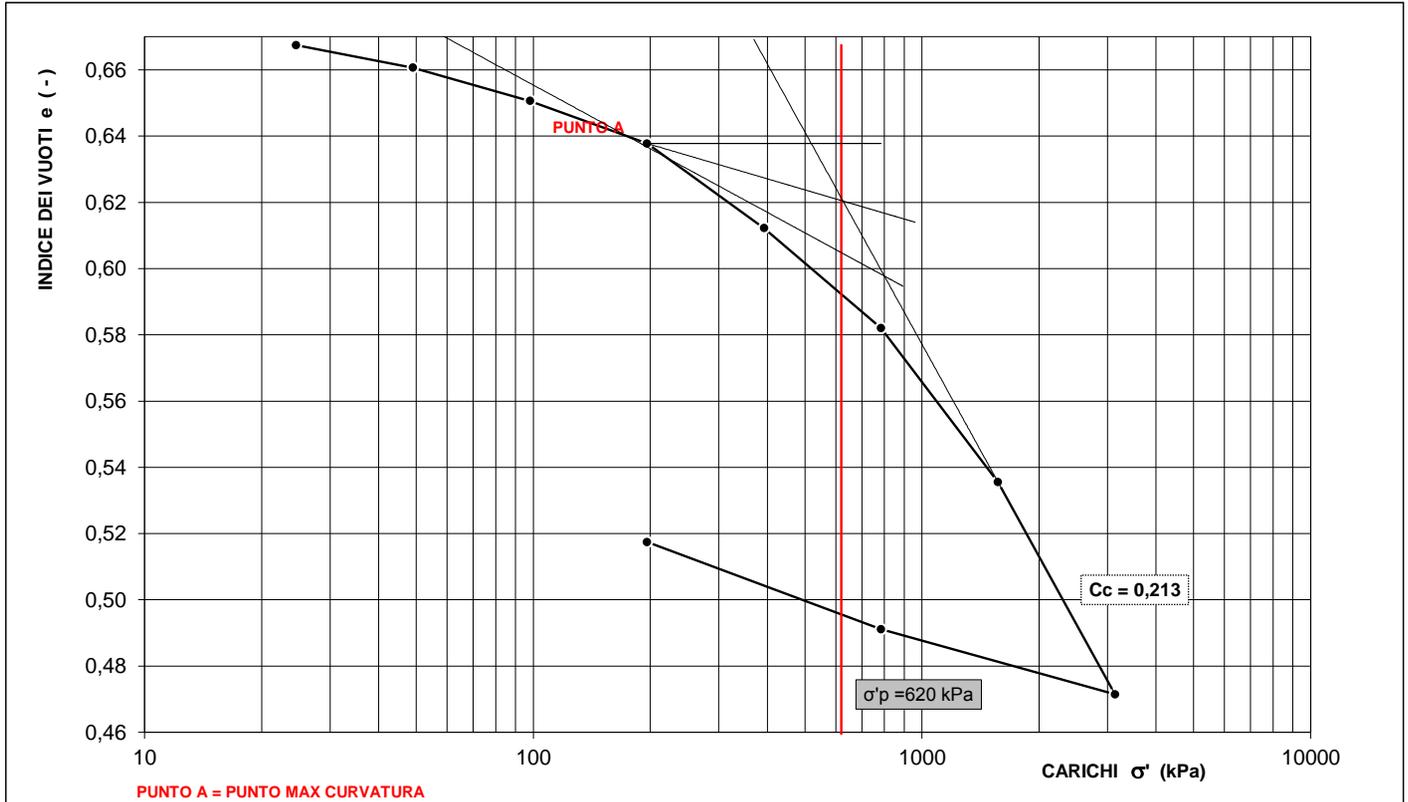
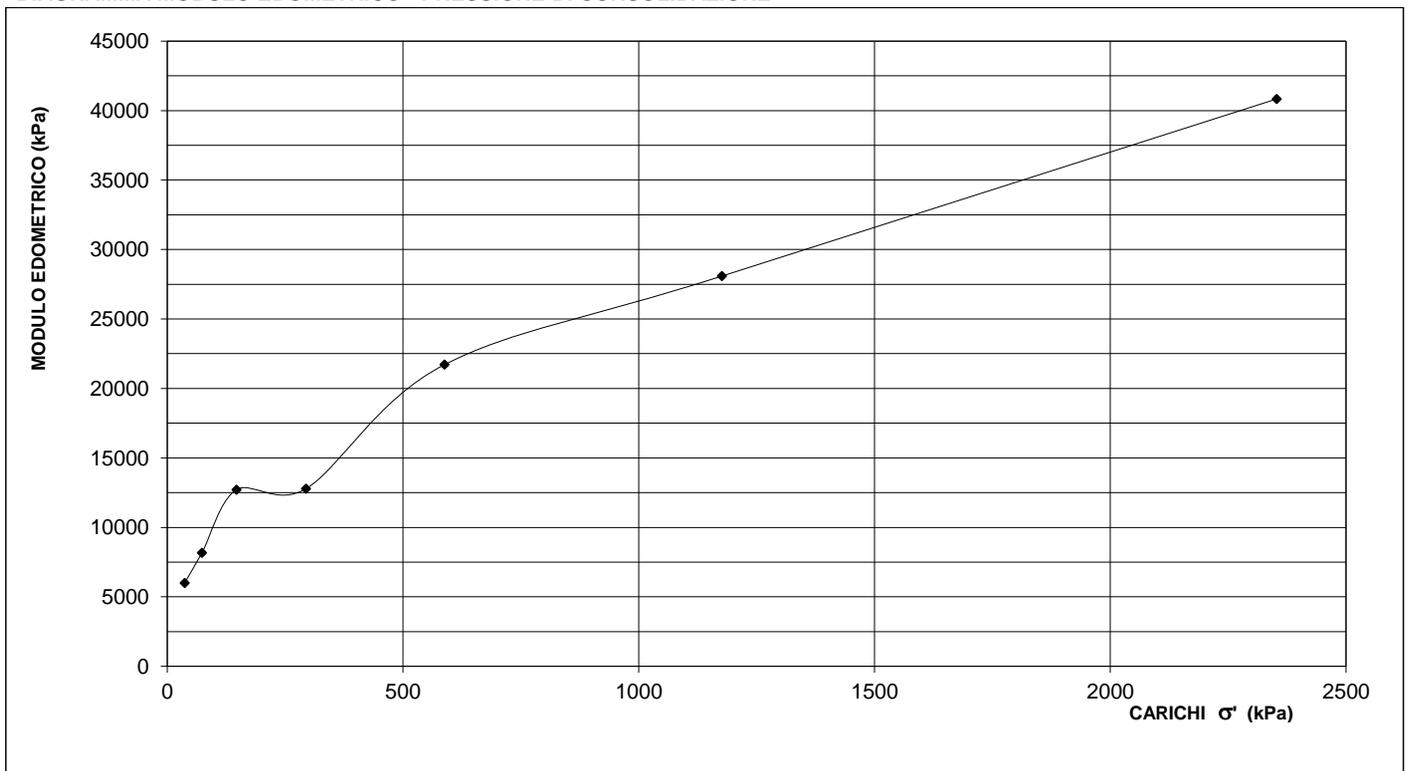


DIAGRAMMA MODULO EDMETRICO - PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 29
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 1 di 2
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4828	da m: 26,00 a m: 26,50	N° CERTIFICATO 20113 ELL
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 12/10/21	DATA FINE PROVA 12/10/21	

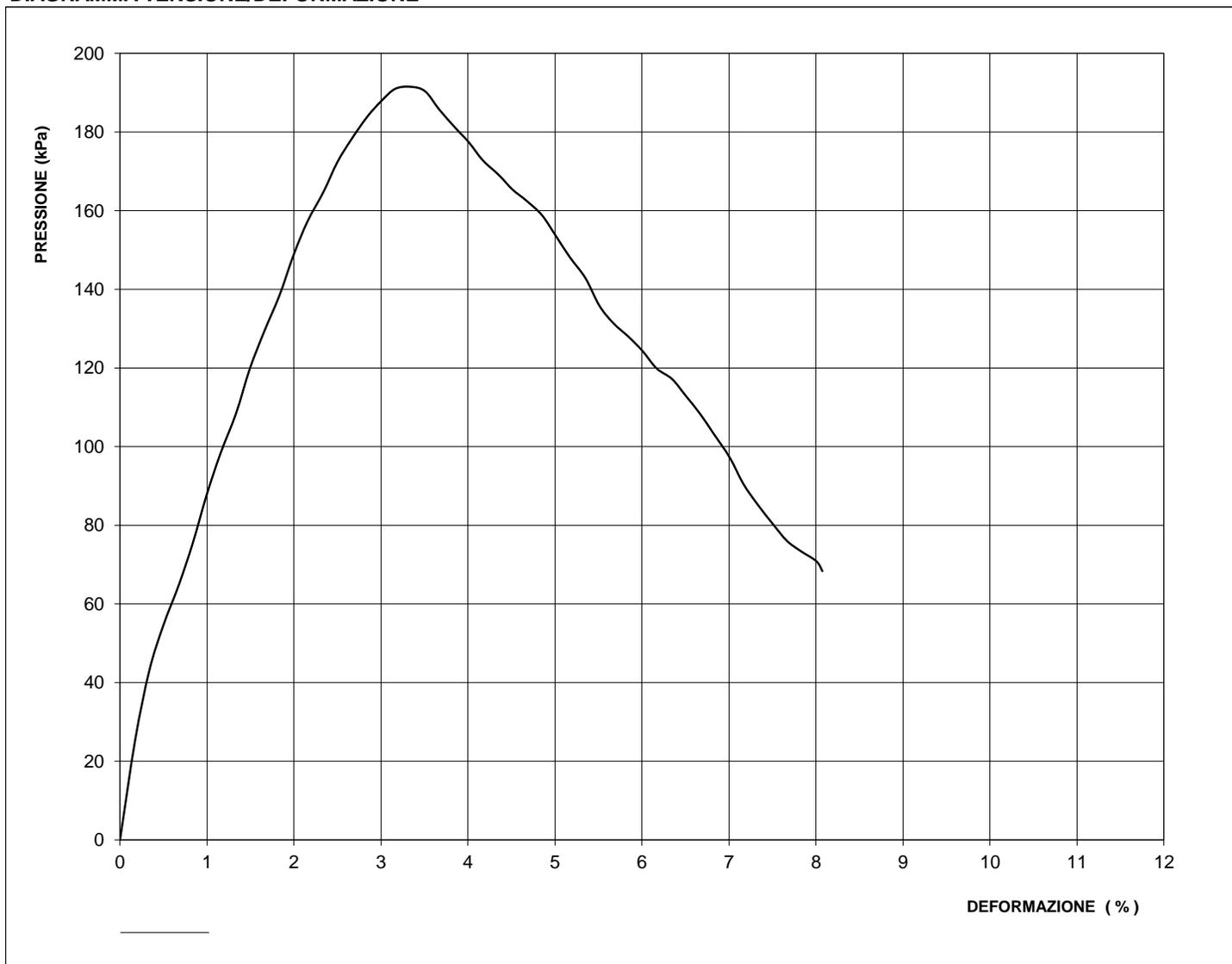
**PROVA DI COMPRESIONE
 AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**
 ASTM D 2166

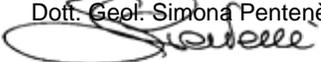
GEOMETRIA DEI PROVINI E CARATTERISTICHE FISICHE								NOTE
N°	Altezza	Diametro	Sezione	Volume	Umidità nat.	Peso di vol.	Velocità def.	
	H (cm)	φ (cm)	(cm ²)	(cm ³)	W _n (%)	γ _n (kN/m ³)	(mm/min)	
1	7,60	3,78	11,22	85,29	26,3	19,9	0,760	
Classe di qualità (BS 5930:1981): 1								LIMO ARGILLOSO SABBIOSO

CARATTERISTICHE ALLA ROTTURA

1° PROVINO:			2° PROVINO:			3° PROVINO:		
Formazione di un piano di rottura								
CARATTERISTICHE MECCANICHE			CARATTERISTICHE MECCANICHE			CARATTERISTICHE MECCANICHE		
ε ₁	(%)	3,3	ε ₂	(%)		ε ₃	(%)	
σ _{max1}	(kPa)	191	σ _{max2}	(kPa)		σ _{max3}	(kPa)	

DIAGRAMMA TENSIONE/DEFORMAZIONE



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Penterè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.	SOND.: 2 CAMP.: 2	PAGINA: 31
	Oratorio Calcio Prato Prato	da m: 21,00 a m: 21,50	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 4830
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIFICATI 22/10/21	

FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE CHIMICHE

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

CARATTERISTICHE FISICHE

UMIDITA' NATURALE	W_n	23,8 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	19,94 (kN/m ³)
INDICE DEI VUOTI	e	0,71 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	16,11 (kN/m ³)
POROSITA'	n	41,6 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	20,18 (kN/m ³)
GRADO DI SATURAZ.	S_r	94,0 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	27,56 (kN/m ³)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

LIMO CON SABBIA ARGILLOSO			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)		79,1
GHIAIA (%): 64 - 2 mm	0,0	SABBIA (%): 2 - 0,0625 mm	29,2	LIMO (%): 0,0625 - 0,0039 mm	55,3
			ARGILLA (%): < 0,0039 mm	15,5	U.S.C.S. AASHTO CL A-7-6

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'		CL	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		Solido-plastica
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	45,9 (%)	LIMITE DI RITIRO	W_s	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	W_P	23,4 (%)	INDICE DI CONSISTENZA	IC	0,98 (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	22,4 (%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac	1,9 (-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		(kPa)	PERMEABILITA'	k	(m/sec)

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VAN TEST (MEDIA DATI SU 5 MISURE)		143	C_u (kPa)	POCKET P. (MEDIA DATI SU 5 MISURE)		347	σ_f (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA				σ_f	344 (kPa)	ε	12,8 (%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.				VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI	
		C'	26 (kPa)	C_r	(kPa)	φ'	27 (°)
		φ'	(°)	φ_r	(°)		
PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE		CID		CIU		UU	
		C'	(kPa)	C	(kPa)	C_u	(kPa)
		φ'	(°)	φ	(°)	φ_u	(°)

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

DA σ'	A σ'	E _{ed}	m _v	c _v	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)
98	196	35103	2,85E-05		
196	392	34807	2,87E-05	6,15E-03	1,77E-08
392	785	25690	3,89E-05	4,03E-03	1,57E-08
785	1569	22664	4,41E-05	1,95E-03	8,62E-09
1569	3138	36288	2,76E-05	1,45E-03	4,01E-09

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR P.VOLUME SEC. γ _d (kN/m ³) PESO DI VOL. UMIDO γ _n (kN/m ³) UMIDITA' W (%)
INDICE CBR (5,0) (%) =	

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.			SOND.: 2	PAGINA: 32
	per Faipo S.r.l.			CAMP.: 2	
	Oratorio Calcio Prato Prato			da m: 21,00 a m: 21,50	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155		ID. INTERNO: 4830		
DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 23/09/21	DATA APERTURA CAMPIONE 28/09/21	DATA EMISSIONE CERTIFICATO 22/10/21			

SCHEDA CAMPIONE

CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO

TIPO DI PERFORAZIONE	ASTE E CAROTIERE	TIPO DI CAMPIONATORE	SHELBY
TIPO DI CONTENITORE	INOX	LUNGHEZZA CONTENITORE (cm)	50
LUNGHEZZA REALE CAMPIONE (cm)	50	DIAMETRO CAMPIONE (mm)	85

DESCRIZIONE ED ANALISI PRELIMINARI

POCKET(kPa)	V.TEST(kPa)	CAMPIONE	UBICAZIONE PROVE	DESCRIZIONE
304	135		← TD	Limo con sabbia argilloso di colore avana, molto consistente, plastico alla manipolazione, lievemente strutturato.
324	118		← ELL	
353	150		← ED	
353	142			
402	169			
347	143	Basso	STATO DICHIARATO DEL CAMPIONE: INDISTURBATO	
LIMO CON SABBIA ARGILLOSO			CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981):	1

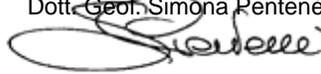
DETERMINAZIONI ESEGUITE

PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE	PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA X	28/09/21	13/10/21	PROVA TRIASSIALE TIPO CID		
PESO DI VOLUME NATURALE X	28/09/21	12/10/21	PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR		
PESO SPECIFICO DEI GRANULI X	14/10/21	15/10/21	PROVA C.B.R.		
ANALISI GRANULOMETRICA X	29/09/21	02/10/21	PROVA DI PERMEABILITA' IN EDOMETRO A CARICO VARIABILE		
LIMITI DI ATTERBERG X	16/10/21	18/10/21	PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA TRIASSIALE		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D. X	07/10/21	13/10/21	PERMEABILITA' IN PERMEAMETRO		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO			DETERMINAZIONE PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA X	28/09/21	08/10/21	PROVA DI RIGONFIAMENTO METODO HUDER-AMBERG		
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA X	12/10/21	12/10/21	DETERMINAZIONE DEFORMAZIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA TRIASSIALE TIPO UU			DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI CARBONATI		
PROVA TRIASSIALE TIPO CIU			DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI SOSTANZE ORGANICHE		
PROVA DI COLONNA RISONANTE (RC)			PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO (TTC)		

NOTE

LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Rentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 2	PAGINA: 33
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 21,00 a m: 21,50	1 di 1
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4830	N° CERTIFICATO 20114 wn	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 13/10/21	

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE W_n
 ASTM D 2216

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON SABBIA ARGILLOSO
--	---	---------------------------

PROVA DI RIFERIMENTO	W_1	W_2	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
PESO CAPS. (g)	29,48	29,76	28,89				30,05	29,82	30,05	
P.UMIDO+CAPS. (g)	49,53	62,17	64,76				70,47	65,66	63,82	
P.SECCO+CAPS. (g)	45,95	56,1	58,13				62,78	58,43	57,14	
W (%)	21,7	23,0	22,7				23,5	25,3	24,7	

PROVA DI RIFERIMENTO	ELL	ELL	ELL	UU	UU	UU	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
PESO CAPS. (g)	29,99									
P.UMIDO+CAPS. (g)	71,62									
P.SECCO+CAPS. (g)	63,07									
W (%)	25,8									

MEDIA VALORI W_n	24,5	MEDIA VALORI W_n	/	MEDIA VALORI W_n	25,8	W_n MEDIO TOTALE
TRATTO PROVA TD	(%)	TRATTO PROVA Trx CID		TRATTO PROVA ELL	(%)	23,8 (%)

NOTE

I contenuti d'acqua naturale W_1 e W_2 si riferiscono all'apertura del campione.

LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 2	PAGINA: 34
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 21,00 a m: 21,50	N° CERTIFICATO 20115 pv
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4830		
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 12/10/21	

PESO DI VOLUME NATURALE γ_n
 ASTM D 2937

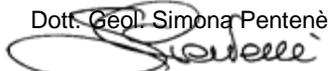
Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON SABBIA ARGILLOSO
--	---	---------------------------

PROVA DI RIFERIMENTO	γ_{n1}	γ_{n2}	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
VOL. FUST. (cm ³)			39,43				71,40	71,40	71,40	
P. FUST. (g)			53,03				88,80	88,80	88,80	
PESO TOTALE (g)			134,38				233,19	232,54	233,06	
γ_n (kN/m ³)			20,23				19,83	19,74	19,81	

PROVA DI RIFERIMENTO	UU	UU	UU	ELL	ELL	ELL	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
VOL. FUST. (cm ³)				84,72						
P. FUST. (g)				73,28						
PESO TOTALE (g)				246,64						
γ_n (kN/m ³)				20,07						

MEDIA VALORI γ_n	19,8	MEDIA VALORI γ_n	/	MEDIA VALORI γ_n	20,07	γ_n MEDIO TOTALE
TRATTO PROVA TD	(kN/m ³)	TRATTO PROVA Trx CID		TRATTO PROVA ELL	(kN/m ³)	19,94 (kN/m³)

NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 2	PAGINA: 35 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 21,00 a m: 21,50	
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4830	N° CERTIFICATO 20116 PGR	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 14/10/21	DATA FINE PROVA 15/10/21	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI γ_s
ASTM D 854

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON SABBIA ARGILLOSO
--	---	---------------------------

NUMERO PICNOMETRO	7	11	γ_s	MEDIA DI 2 MISURAZIONI	27,56 (kN/m ³)
TEMPERATURA (°C)	20,3	20,2			
PESO PICNOMETRO + ACQUA (g)	207,98	208,66	γ_s	RIFERITO A 20°C	27,56 (kN/m ³)
PESO PICNOMETRO + ACQUA + TERRA (g)	217,66	218,34			
PESO TERRA SECCA (g)	15,03	15,02	G_s	(γ_s/γ_w)	2,811
PESO SPECIFICO γ_s (kN/m ³)	27,53	27,59			

NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 2	PAGINA: 36
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4830	N° CERTIFICATO 20117 GR	
RICEV. CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 29/09/21	DATA FINE PROVA 02/10/21	

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

CIOTTOLI %	0,0	GHIAIA %	0,0	SABBIA %	29,2	LIMO %	55,3	ARGILLA %	15,5	IND.GRUPPO	14
D₁₀ (mm)	0,001	D₃₀ (mm)	0,013	D₅₀ (mm)	0,039	D₆₀ (mm)	0,051	COEFF.DI UNIFORMITA'		40,0	
D₇₅ (mm)	0,069	D₈₄ (mm)	0,097	D₉₀ (mm)	0,132	D_{MAX} (mm)	0,850	COEFF.DI CURVATURA		2,5	
PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)					79,1	PERCENT. ARGILLA < 0,002 mm					11,7
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI DI UDDEN-WENTWORTH:											
CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981)			1	IND.		LIMO CON SABBIA ARGILLOSO					
CLASSIFICAZIONE AASHTO				A-7-6		CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.:					
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S.				CL		LIMO CON SABBIA ARGILLOSO					
Ghiaia = 0% Sabbia = 29,2% Limo = 59,1% Argilla = 11,7%											

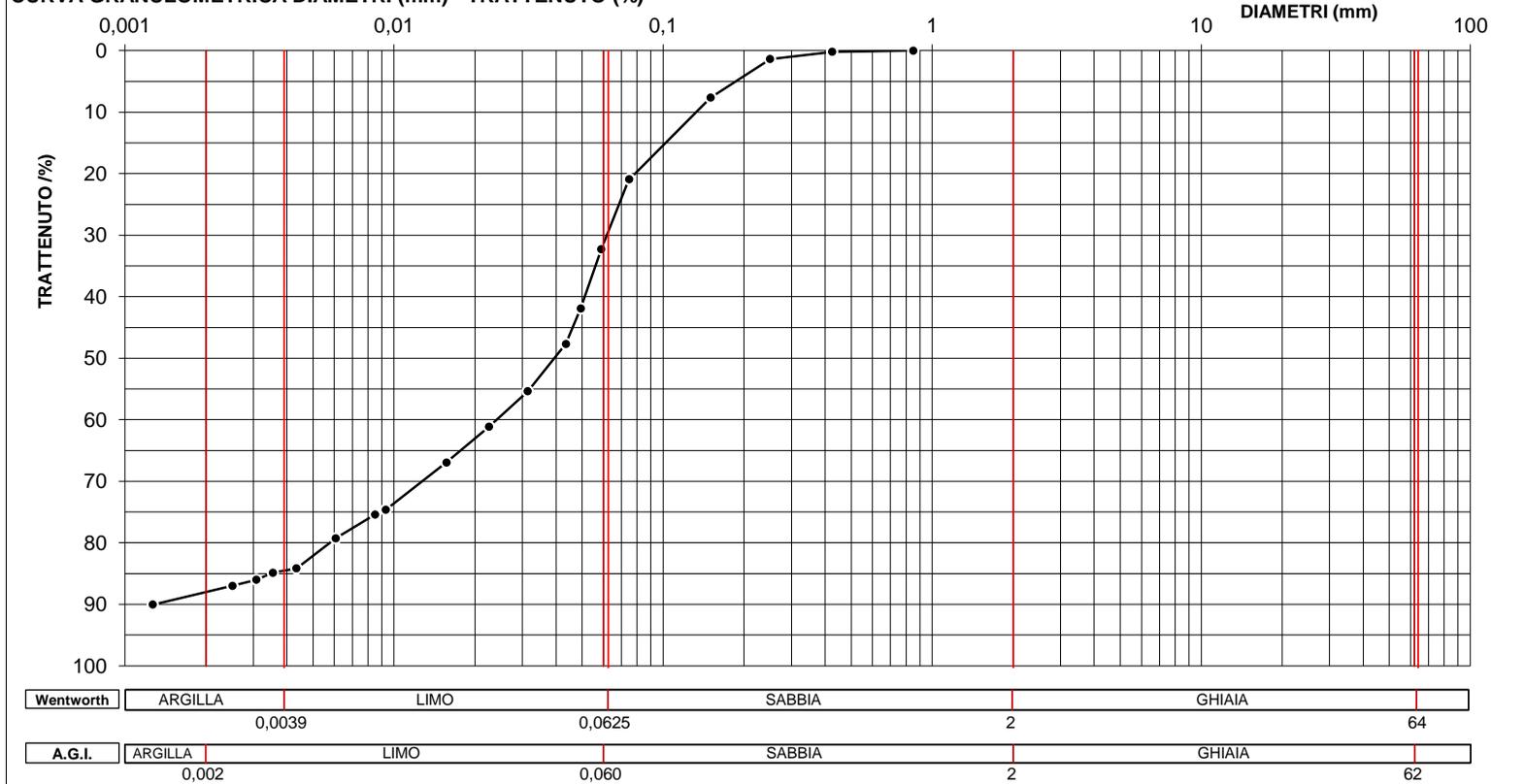
VAGLIATURA

Setacci	Diametri (mm)	Trattenuto (%)
12"	304,8000	0,00
6"	152,4000	0,00
3"	76,2000	0,00
2"	50,8000	0,00
1,5"	38,1000	0,00
1"	25,0000	0,00
3/4"	19,0000	0,00
3/8"	9,5000	0,00
4	4,7500	0,00
10	2,0000	0,00
20	0,8500	0,00
40	0,4250	0,20
60	0,2500	1,37
100	0,1500	7,63
200	0,0750	20,93

SEDIMENTAZIONE

Diametri (mm)	Trattenuto (%)
0,0748	20,89
0,0589	32,26
0,0494	41,89
0,0435	47,66
0,0314	55,37
0,0225	61,14
0,0157	66,92
0,0093	74,63
0,0085	75,40
0,0061	79,25
0,0043	84,17
0,0035	84,85
0,0031	86,00
0,0025	86,98
0,0013	90,03

CURVA GRANULOMETRICA DIAMETRI (mm) - TRATTENUTO (%)



LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.	SOND.: 2 CAMP.: 2	PAGINA: 37
	Oratorio Calcio Prato Prato	da m: 21,00 a m: 21,50	PAGINA ALLEGATO 1 di 2
	DATA INIZIO PROVA 29/09/21 DATA FINE PROVA 02/10/21		

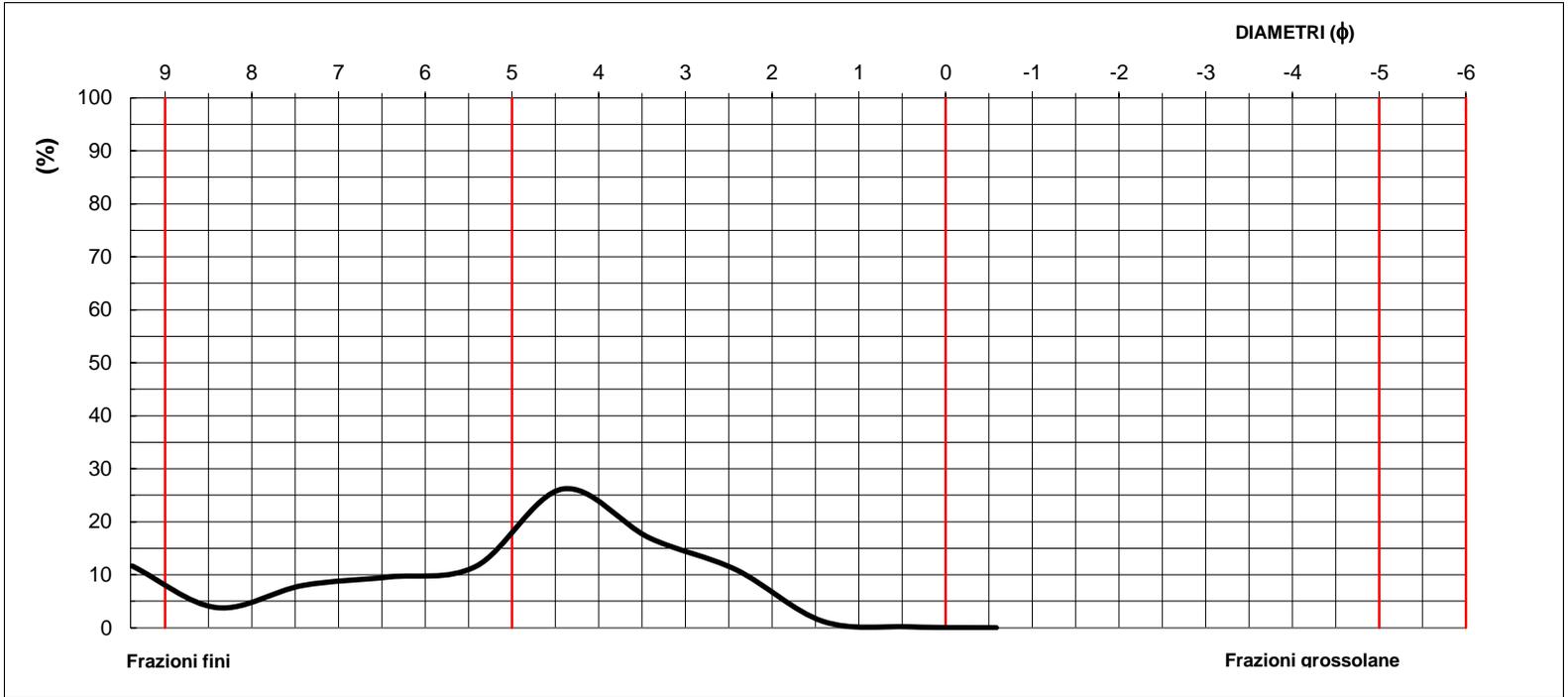
ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

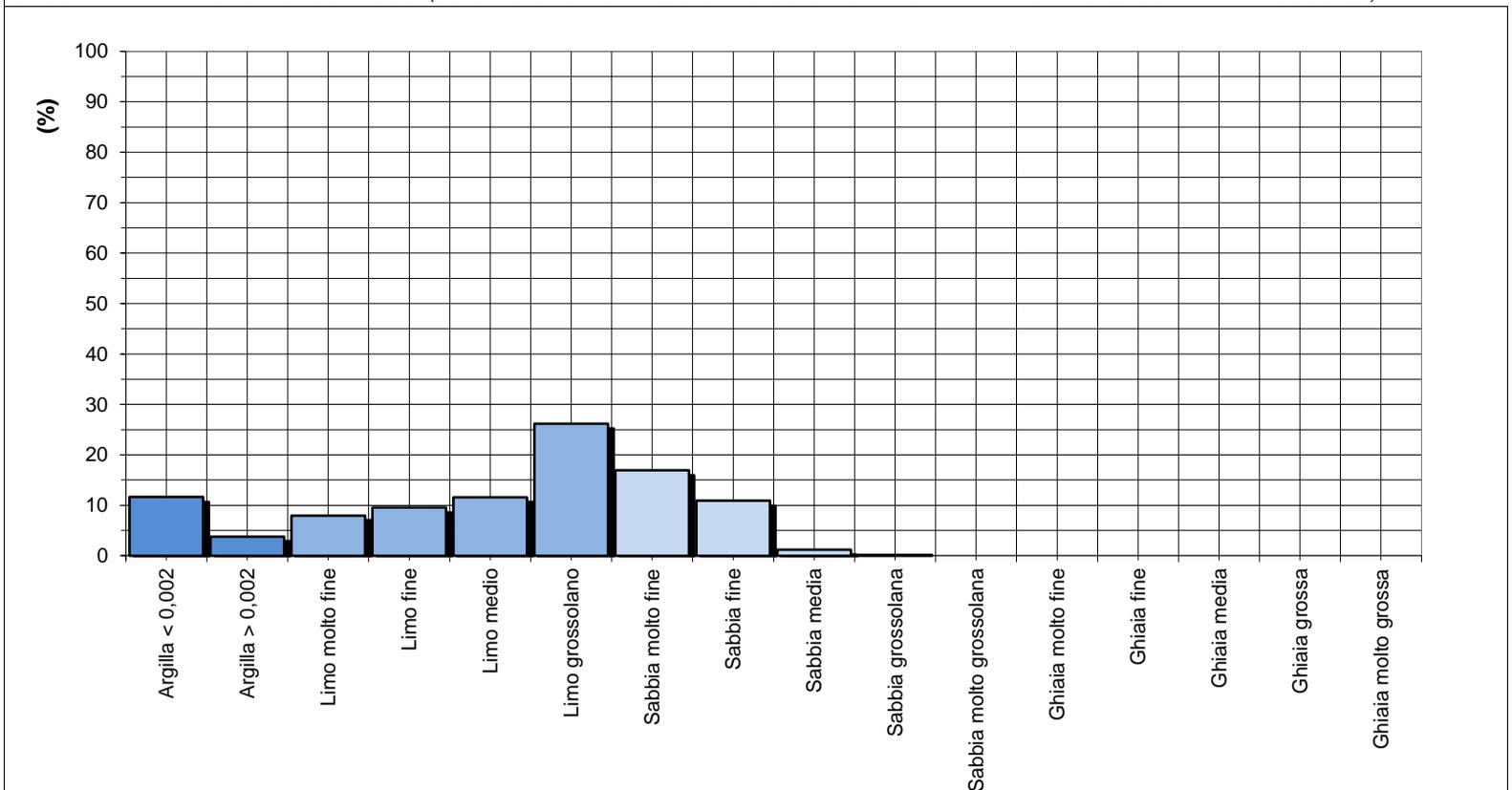
PARAMETRI STATISTICI (SECONDO FOLK & WARD)

INDICE DI APPIATTIMENTO	K_G	1,2	curva leptocurtica	Mean Size	5,3
SIMMETRIA	Sk_i	-0,5	curva asim. molto negativa	Median (φ)	4,7
CLASSAZIONE	σ_i	-2,4	sedimento molto ben classato	Classi modali (φ)	
IL VALORE DEL D5 NON E' STATO INTERCETTATO DALLA CURVA GRANULOMETRICA PER CUI E' STATO RICAIVATO INTERPOLANDO GLI ULTIMI DUE VALORI CON LA RELATIVA INTERCETTA AL 5%				4,4	3,4

CURVA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH CON ARGILLA SUDDIVISA IN DUE CLASSI)



ISTOGRAMMA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH CON ARGILLA SUDDIVISA IN DUE CLASSI)





CNG S.r.l.
 LABORATORIO
 GEOTECNICO

Via Squinzano, 87 - 00133 Roma
 Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it

Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.
per Faipo S.r.l.

Oratorio Calcio Prato
 Prato

SOND.: 2
 CAMP.: 2
 da m: 21,00
 a m: 21,50

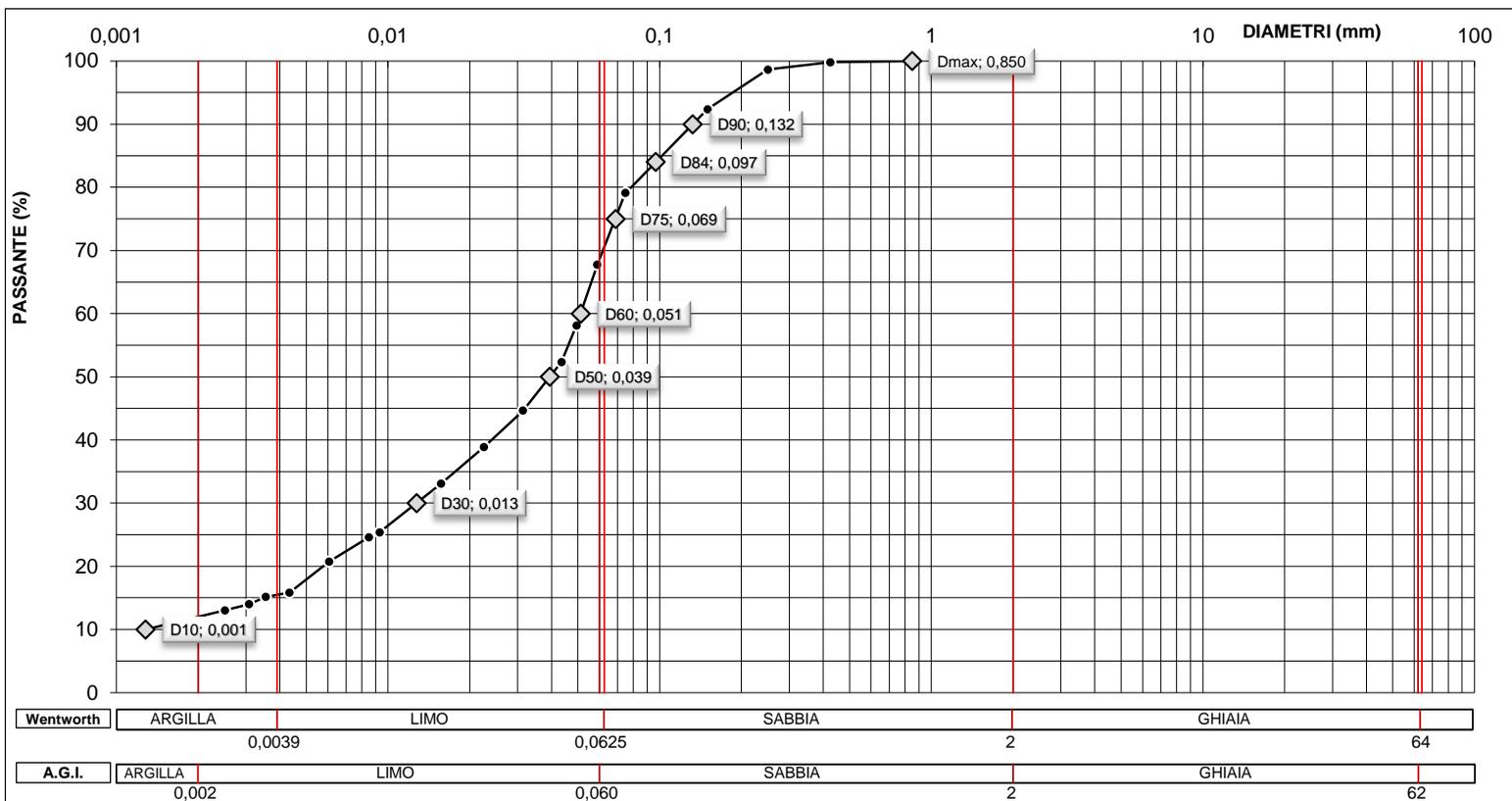
PAGINA: 38

PAGINA ALLEGATO
 2 di 2

DATA INIZIO PROVA 29/09/21 DATA FINE PROVA 02/10/21

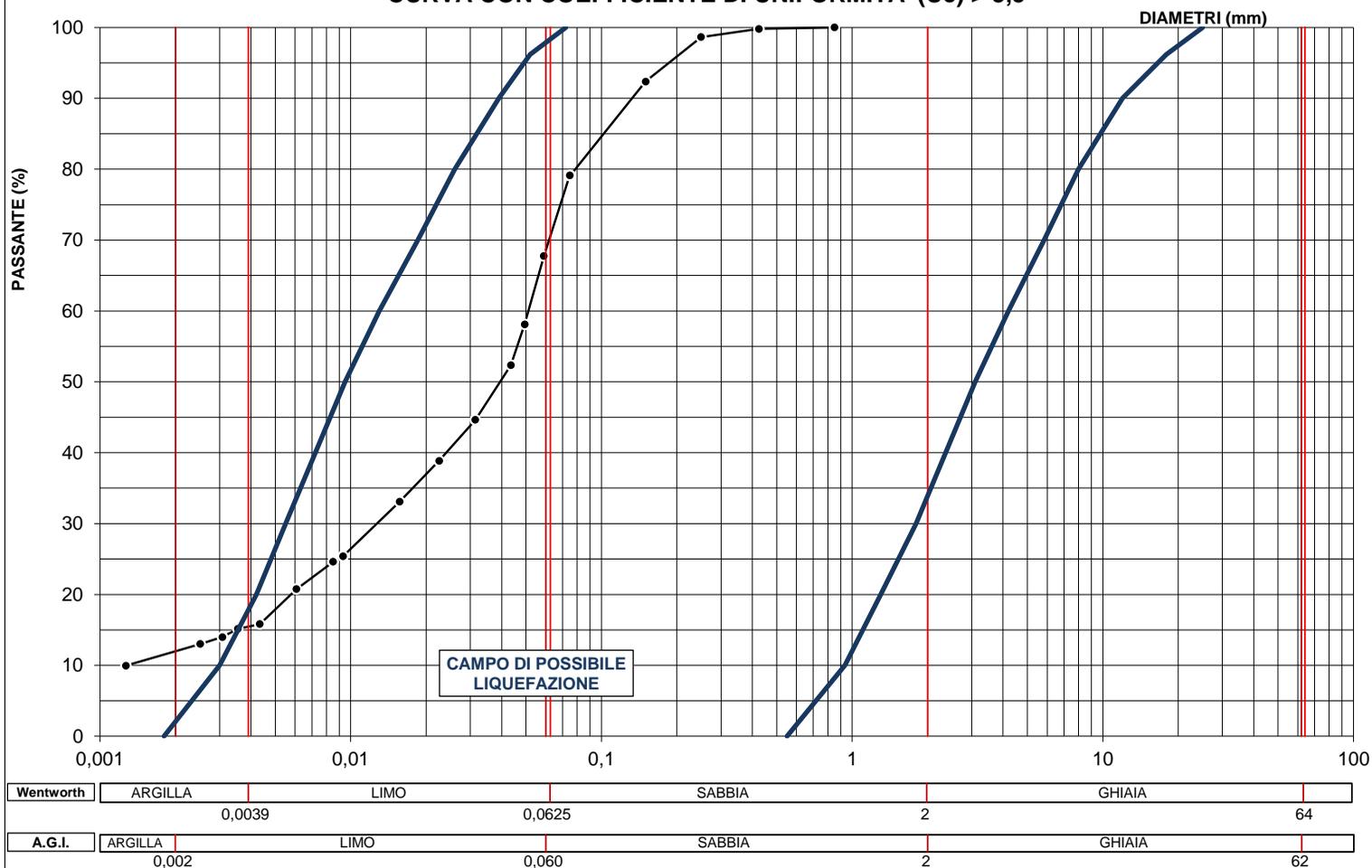
ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422

D PERCENTILI (DIAGRAMMA DIAMETRI (mm) - PASSANTE (%))



VERIFICA GRANULOMETRICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

CURVA CON COEFFICIENTE DI UNIFORMITA' (Uc) > 3,5



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 2 CAMP.: 2	PAGINA: 39 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 21,00 a m: 21,50	N° CERTIFICATO 20118 LM
RICEV. CAMP. 23/09/21 DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	N° VERBALE 1300 DATA INIZIO PROVA 16/10/21	N° COMMESSA 1155 DATA FINE PROVA 18/10/21	ID. INTERNO 4830	

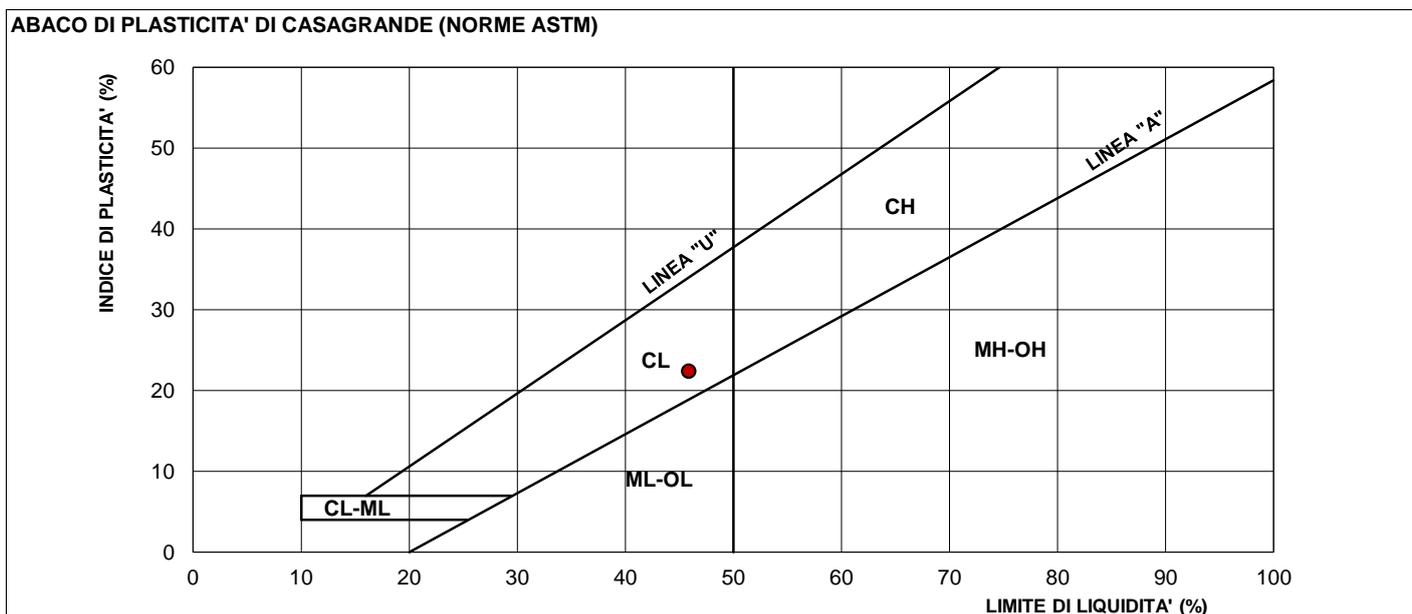
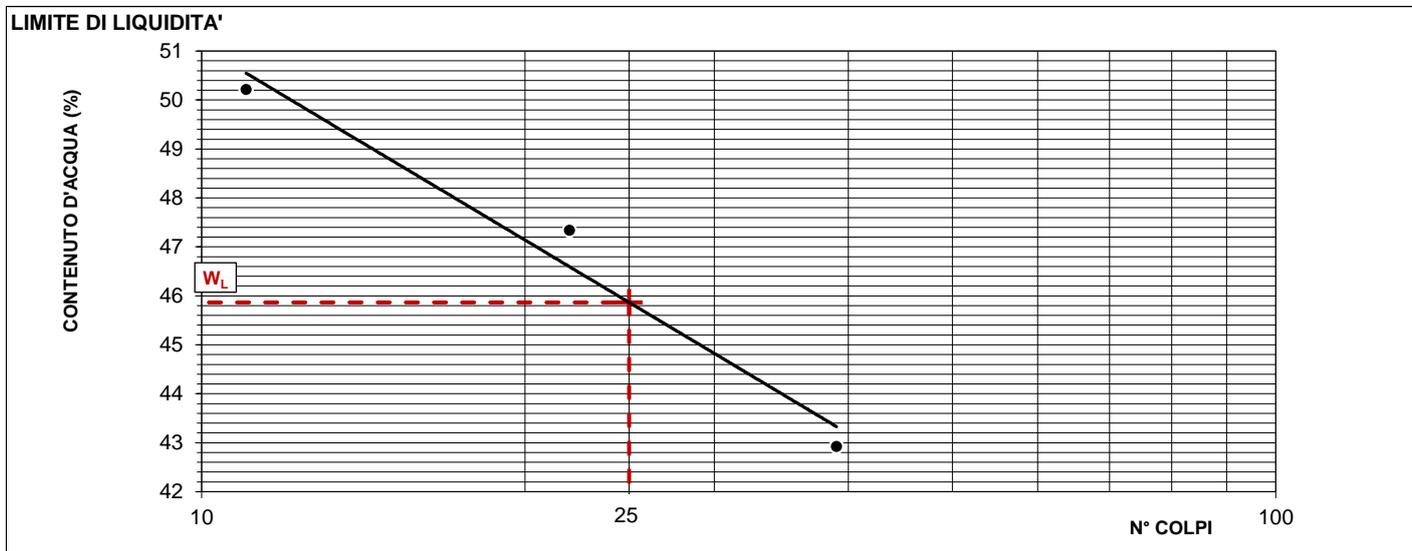
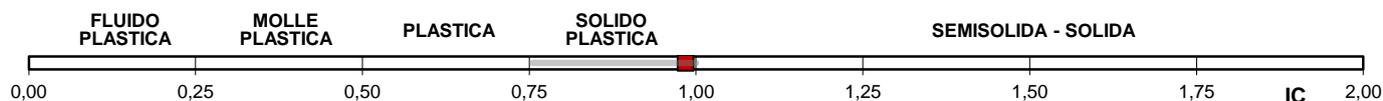
CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA ASTM D 4318

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON SABBIA ARGILLOSO
--	---	---------------------------

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

DETERMINAZIONE	1 W _L	2 W _L	3 W _L	4 W _L	1 W _P	2 W _P
UMIDITA'	50,21	47,34	42,92		23,28	23,62
N° COLPI	11	22	39		Media	23,45

LIMITE DI LIQUIDITA' (W _L)	45,9	(%)	CONTENUTO NAT. D'ACQUA (W _n)	23,8	(%)
LIMITE DI PLASTICITA' (W _P)	23,4	(%)	INDICE DI CONSISTENZA (IC)	0,98	(-)
LIMITE DI RITIRO (W _S)		(%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	1,9	(-)
INDICE DI PLASTICITA' (IP)	22,4	(%)	CONSISTENZA SECONDO IC	Solido-plastica	
CLASSIFICAZIONE AASHTO	A-7-6		CLASSIF. ABACO DI PLASTICITA'	CL	



NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 2	PAGINA: 40
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 1 di 3
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4830	N° CERTIFICATO 20119 TD	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 07/10/21	DATA FINE PROVA 13/10/21	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D. ASTM D 3080

CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE						VELOCITA' DEL TAGLIO (mm/min) = 0,006					
PROVINO N°	LATO L (mm)	ALTEZZA H (mm)	INIZIO CONS. VOL. (cm ³)	UMIDITA' NAT. Wn (%)	PESO DI VOL. γ_n (kN/m ³)	CONSOLIDAZIONE 24 h		FINE CONSOL. VOL. (cm ³)	UMIDITA' FIN. Wf (%)	VALORI DI SFORZO MAX.	
						σ' (kPa)	CEDIM. (mm)			τ (kPa)	δ_t (mm)
1	59,90	19,90	71,40	23,5	19,83	147	0,705	68,9	21,2	104,90	4,887
2	59,90	19,90	71,40	25,3	19,74	245	1,015	67,8	22,1	142,04	2,704
3	59,90	19,90	71,40	24,7	19,81	343	1,232	67,0	20,7	204,12	2,651

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	INDISTURBATO	LIMO CON SABBIA ARGILLOSO
-----------------------------------	---	--------------	---------------------------

DIAGRAMMA SFORZO / SPOSTAMENTI

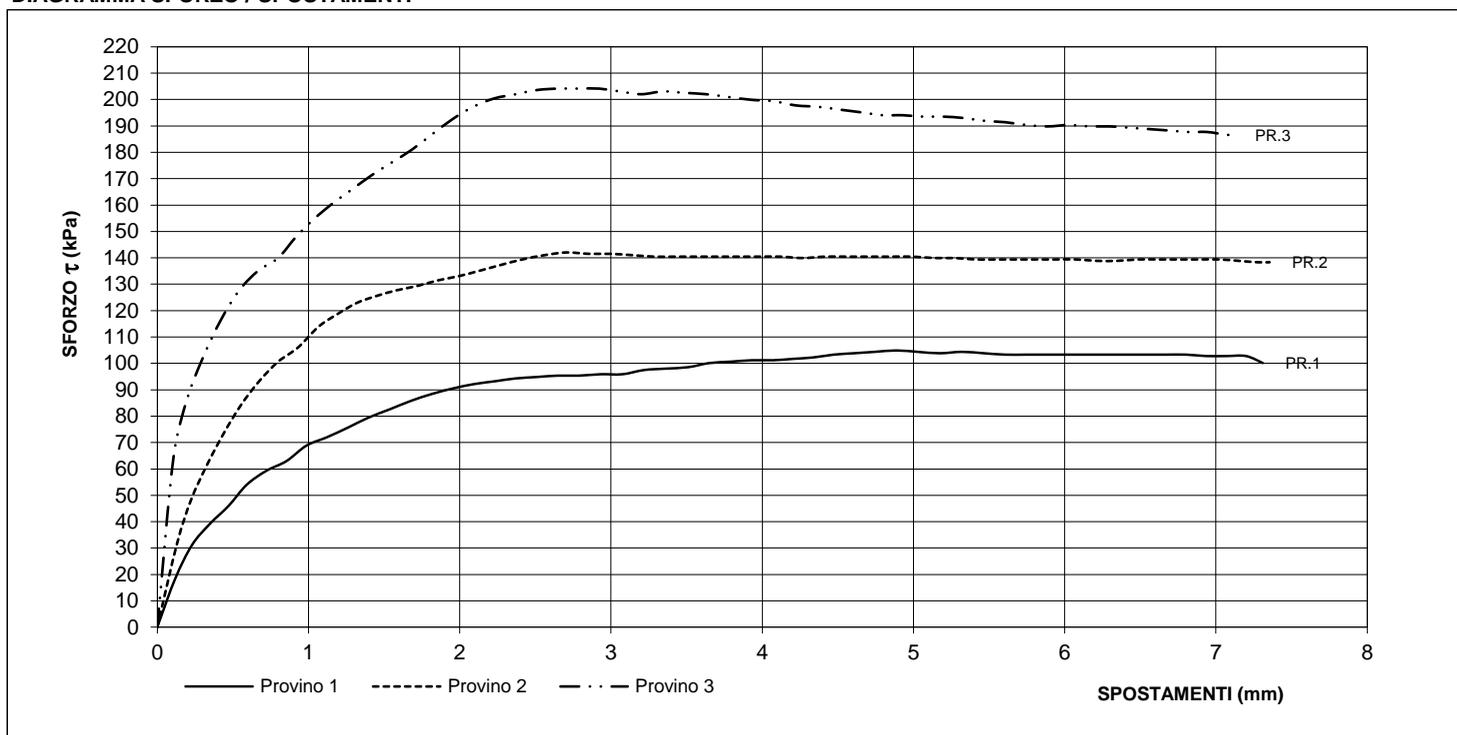
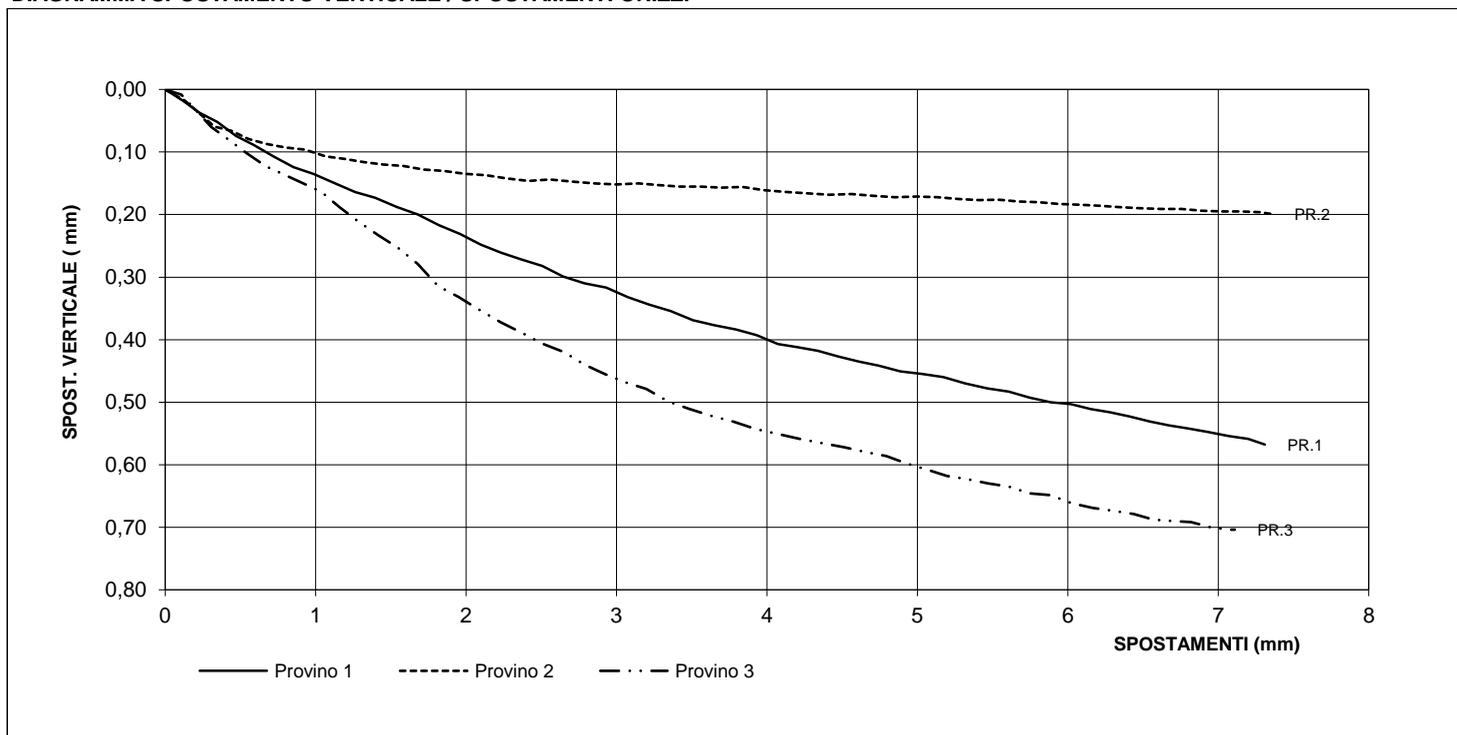
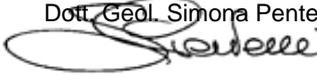


DIAGRAMMA SPOSTAMENTO VERTICALE / SPOSTAMENTI ORIZZ.



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 2	PAGINA: 41
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 2 di 3
	N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	da m: 21,00 a m: 21,50	N° CERTIFICATO 20119 TD
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 07/10/21	DATA FINE PROVA 13/10/21	

DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO

PROVINO 1						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 147					
Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,509	98,53	0,369	7,068	102,78	0,554			
0,119	18,41	0,018	3,651	100,13	0,377	7,200	102,78	0,559			
0,230	31,15	0,037	3,795	100,66	0,384	7,310	100,13	0,568			
0,347	39,11	0,052	3,932	101,19	0,393						
0,472	46,01	0,074	4,073	101,19	0,407						
0,591	53,96	0,089	4,206	101,72	0,412						
0,721	59,27	0,107	4,338	102,25	0,418						
0,855	62,98	0,124	4,473	103,31	0,427						
0,986	68,82	0,135	4,607	103,84	0,435						
1,122	72,00	0,149	4,746	104,37	0,442						
1,263	75,72	0,164	4,887	104,90	0,451						
1,396	79,43	0,173	5,028	104,37	0,455						
1,539	82,62	0,188	5,174	103,84	0,460						
1,678	85,80	0,200	5,320	104,37	0,470						
1,819	88,45	0,217	5,466	103,84	0,478						
1,961	90,57	0,231	5,607	103,31	0,483						
2,097	92,17	0,248	5,748	103,31	0,493						
2,234	93,23	0,261	5,887	103,31	0,500						
2,369	94,29	0,272	6,019	103,31	0,503						
2,506	94,82	0,282	6,152	103,31	0,511						
2,646	95,35	0,299	6,279	103,31	0,516						
2,788	95,35	0,310	6,412	103,31	0,523						
2,932	95,88	0,317	6,544	103,31	0,531						
3,076	95,88	0,332	6,671	103,31	0,537						
3,218	97,47	0,344	6,804	103,31	0,542						
3,360	98,00	0,354	6,936	102,78	0,548						

PROVINO 2						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 245					
Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,421	140,45	0,155	7,023	139,39	0,195			
0,131	31,68	0,018	3,557	140,45	0,155	7,151	138,86	0,195			
0,223	48,13	0,037	3,695	140,45	0,157	7,274	138,33	0,196			
0,328	61,39	0,059	3,837	140,45	0,156	7,355	138,33	0,199			
0,441	73,60	0,066	3,978	140,45	0,161						
0,554	84,21	0,079	4,123	140,45	0,164						
0,674	93,23	0,087	4,268	139,92	0,166						
0,800	100,66	0,093	4,414	140,45	0,168						
0,930	105,96	0,096	4,562	140,45	0,167						
1,067	113,92	0,107	4,707	140,45	0,170						
1,192	118,70	0,111	4,854	140,45	0,172						
1,321	122,94	0,116	4,995	140,45	0,171						
1,453	125,59	0,120	5,138	139,92	0,172						
1,585	127,72	0,122	5,274	139,92	0,175						
1,718	129,31	0,128	5,407	139,39	0,177						
1,854	131,43	0,130	5,541	139,39	0,176						
1,992	133,02	0,135	5,673	139,39	0,179						
2,134	135,14	0,137	5,805	139,39	0,180						
2,270	137,27	0,142	5,942	139,39	0,183						
2,414	139,39	0,146	6,075	139,39	0,184						
2,558	140,98	0,144	6,212	138,86	0,186						
2,704	142,04	0,147	6,349	138,86	0,188						
2,853	141,51	0,150	6,485	139,39	0,190						
2,999	141,51	0,152	6,621	139,39	0,191						
3,147	140,98	0,150	6,756	139,39	0,191						
3,285	140,45	0,153	6,892	139,39	0,194						

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 2	PAGINA: 42
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 3 di 3
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 21,00 a m: 21,50	N° CERTIFICATO 20119 TD
	N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4830	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 07/10/21	DATA FINE PROVA 13/10/21	

DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO

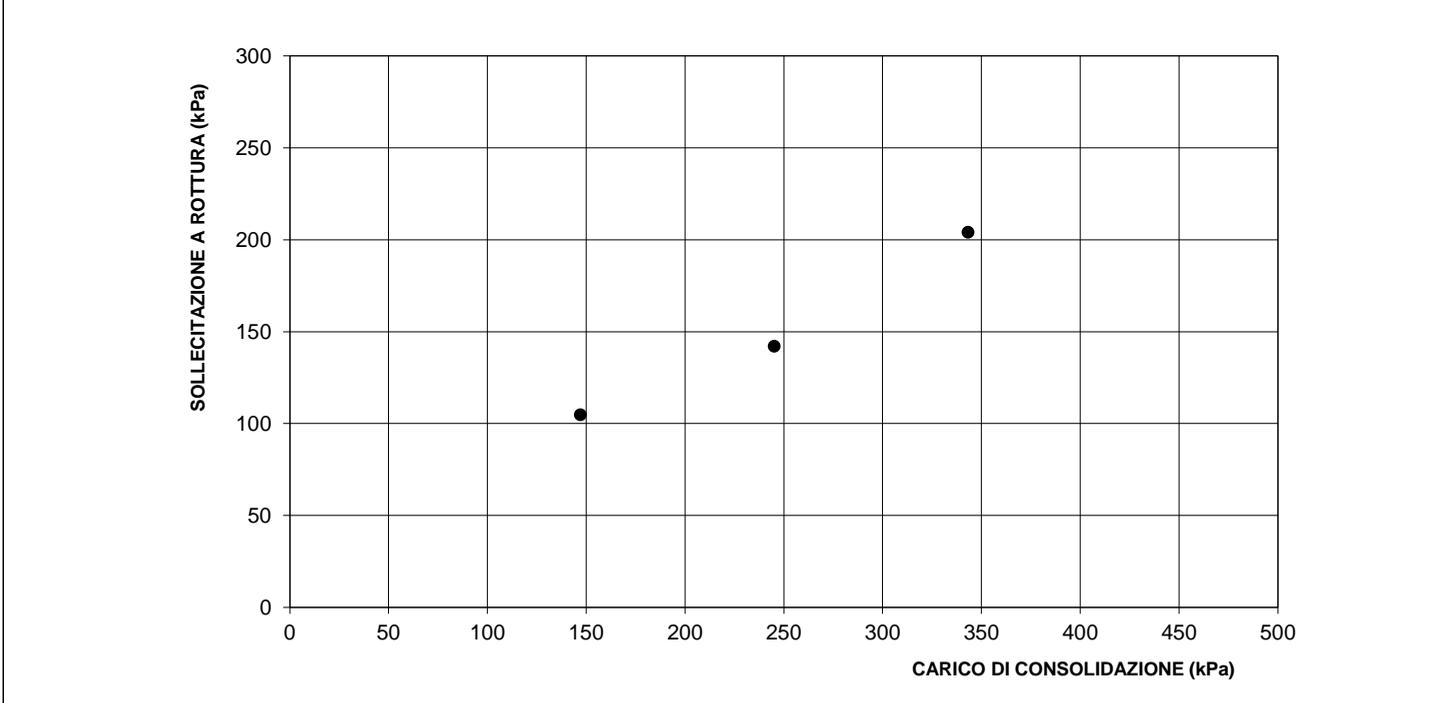
PROVINO 3

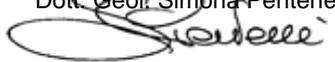
PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 343

Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,343	203,06	0,499	6,945	187,67	0,700			
0,107	64,05	0,008	3,483	202,53	0,511	7,069	186,61	0,704			
0,200	86,86	0,032	3,631	202,00	0,522	7,110	186,61	0,704			
0,307	102,78	0,060	3,778	200,94	0,531						
0,422	116,57	0,080	3,928	199,88	0,543						
0,543	127,72	0,102	4,075	199,35	0,551						
0,669	135,14	0,123	4,222	197,75	0,559						
0,799	139,92	0,137	4,371	197,22	0,566						
0,917	147,88	0,150	4,513	196,16	0,572						
1,038	154,78	0,164	4,659	195,10	0,580						
1,160	160,61	0,188	4,794	194,04	0,586						
1,288	165,92	0,212	4,929	194,04	0,598						
1,416	171,22	0,233	5,063	193,51	0,608						
1,547	176,00	0,253	5,197	193,51	0,618						
1,679	180,78	0,279	5,331	192,98	0,623						
1,813	186,61	0,314	5,470	191,92	0,630						
1,950	192,45	0,332	5,608	191,39	0,635						
2,089	197,22	0,352	5,747	190,33	0,646						
2,229	200,41	0,372	5,885	189,80	0,649						
2,371	202,00	0,389	6,028	190,33	0,662						
2,512	203,59	0,407	6,166	189,80	0,669						
2,651	204,12	0,420	6,301	189,80	0,674						
2,786	204,12	0,440	6,437	189,26	0,679						
2,922	204,12	0,455	6,570	188,73	0,688						
3,057	203,06	0,468	6,700	188,20	0,690						
3,200	202,00	0,479	6,821	187,67	0,692						

NOTE

DIAGRAMMA SOLLECITAZIONE A ROTTURA / CARICO

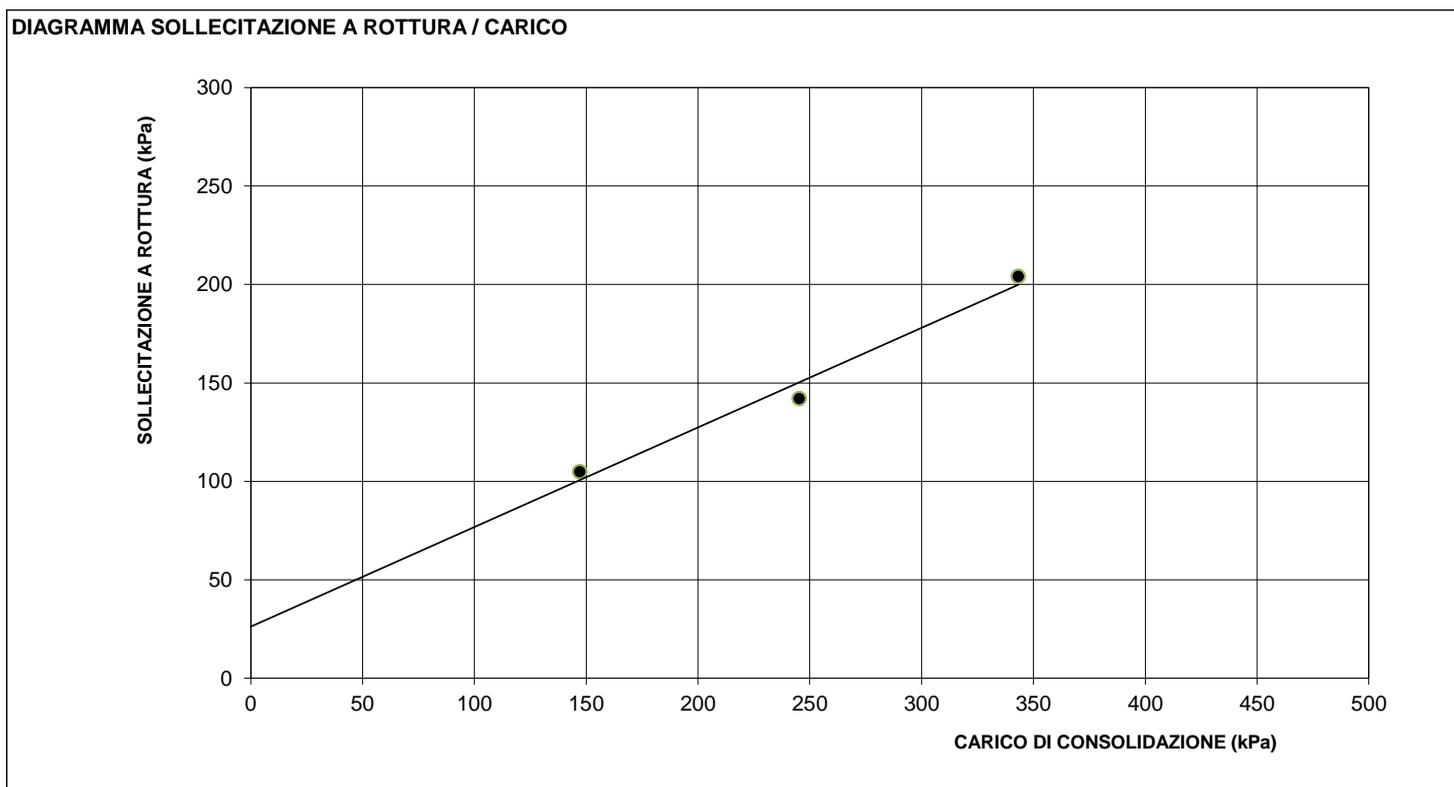


LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 2 CAMP.: 2	PAGINA: 43
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 21,00 a m: 21,50	PAGINA ALLEGATO 1 DI 1
	DATA INIZIO PROVA	07/10/21	DATA FINE PROVA	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.
ASTM D 3080



RISULTATI TAGLIO DRENATO

COESIONE EFFICACE (kPa)	26
ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE	27

NOTE

LA RETTA DI INVILUPPO CHE PASSA PER I TRE PUNTI E' UNA LINEA DI INTERPOLAZIONE SENZA ALCUNA INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 2	PAGINA: 44
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 21,00 a m: 21,50	1 di 3
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4830	N° CERTIFICATO 20120 ED	
RICEV. CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 08/10/21	

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA ASTM D 2435

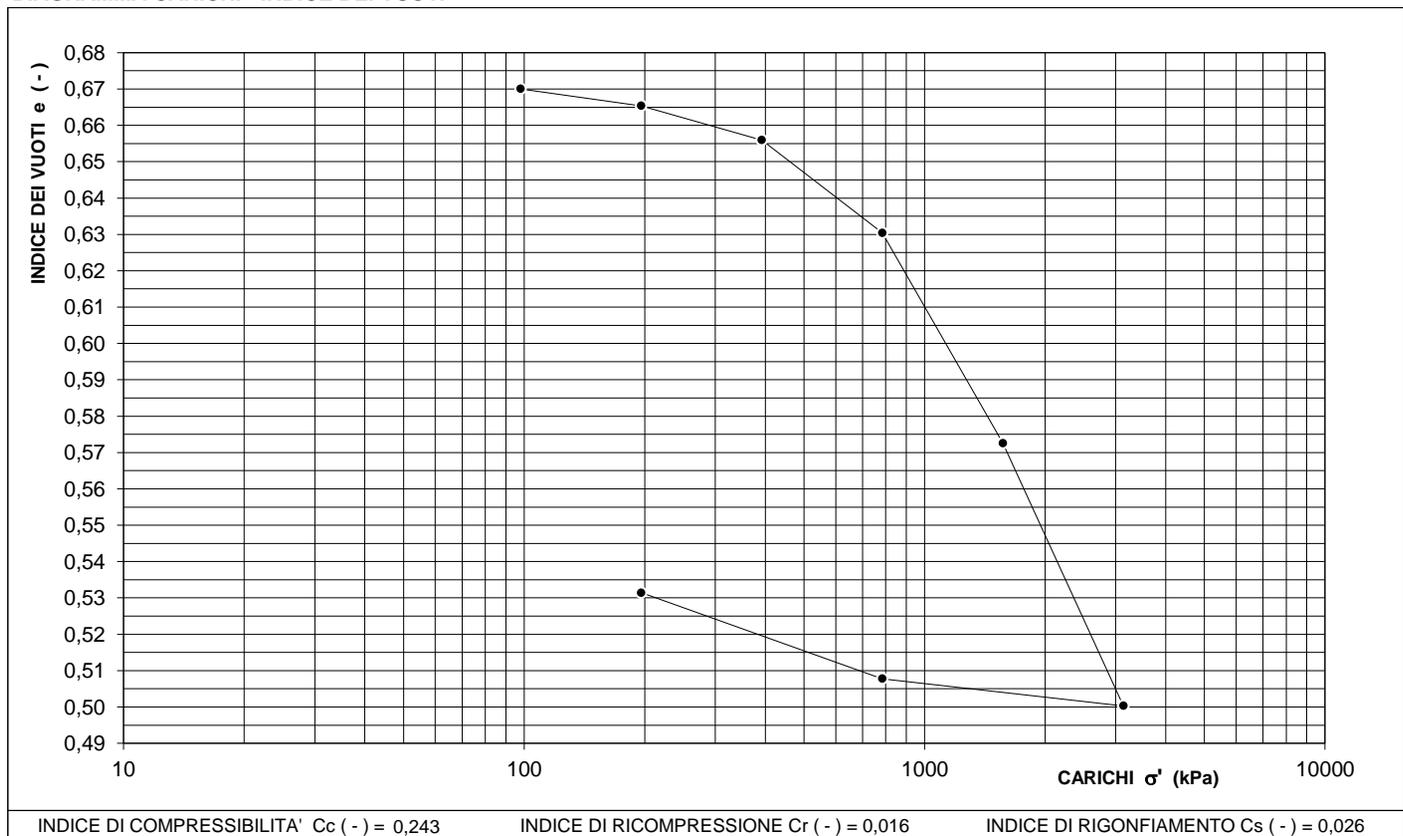
CARATTERISTICHE DEL PROVINO

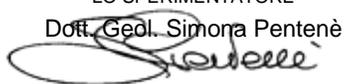
DIAMETRO	D	50,10	(mm)	PESO DI VOLUME	γ_n	20,23	(kN/m ³)
ALTEZZA INIZIALE	H	20,00	(mm)	PESO SPECIFICO	γ_s	27,56	(kN/m ³)
UMIDITA' NATURALE	w_n	22,67	(%)	UMIDITA' FINALE	w_f	18,71	(%)
INDICE DI COMPRESSIBILITA' C_c		0,24	(-)	INDICE DI RIGONFIAMENTO C_s		0,03	(-)
Classe di qualità (BS 5930:1981): 1				LIMO CON SABBIA ARGILLOSO			

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

PRESSIONE σ' (kPa)	TEMPO t (h)	CEDIMENTI δ (mm)	IND. VUOTI e (-)	INTERVALLI DI CARICO		MODULO EDOM. E_{ed} (kPa)	COEFFIC. DI COMPRESS. m_v (kPa ⁻¹)	COEFFIC. DI CONSOLID. c_v (cm ² /sec)	COEFFIC. DI PERMEAB. k (cm/sec)	INDICE DI COMPR. SEC. $C_{\alpha(e)}$ (-)
				DA σ' (kPa)	A σ' (kPa)					
			0,671							
98	24	0,013	0,670	98	196	35103	2,85E-05			
196	24	0,069	0,665	196	392	34807	2,87E-05	6,15E-03	1,77E-08	0,0004
392	24	0,181	0,656	392	785	25690	3,89E-05	4,03E-03	1,57E-08	0,0017
785	24	0,487	0,630	785	1569	22664	4,41E-05	1,95E-03	8,62E-09	0,0031
1569	24	1,179	0,573	1569	3138	36288	2,76E-05	1,45E-03	4,01E-09	0,0032
3138	24	2,044	0,500							
785	24	1,955	0,508							
196	24	1,672	0,531							

DIAGRAMMA CARICHI - INDICE DEI VUOTI



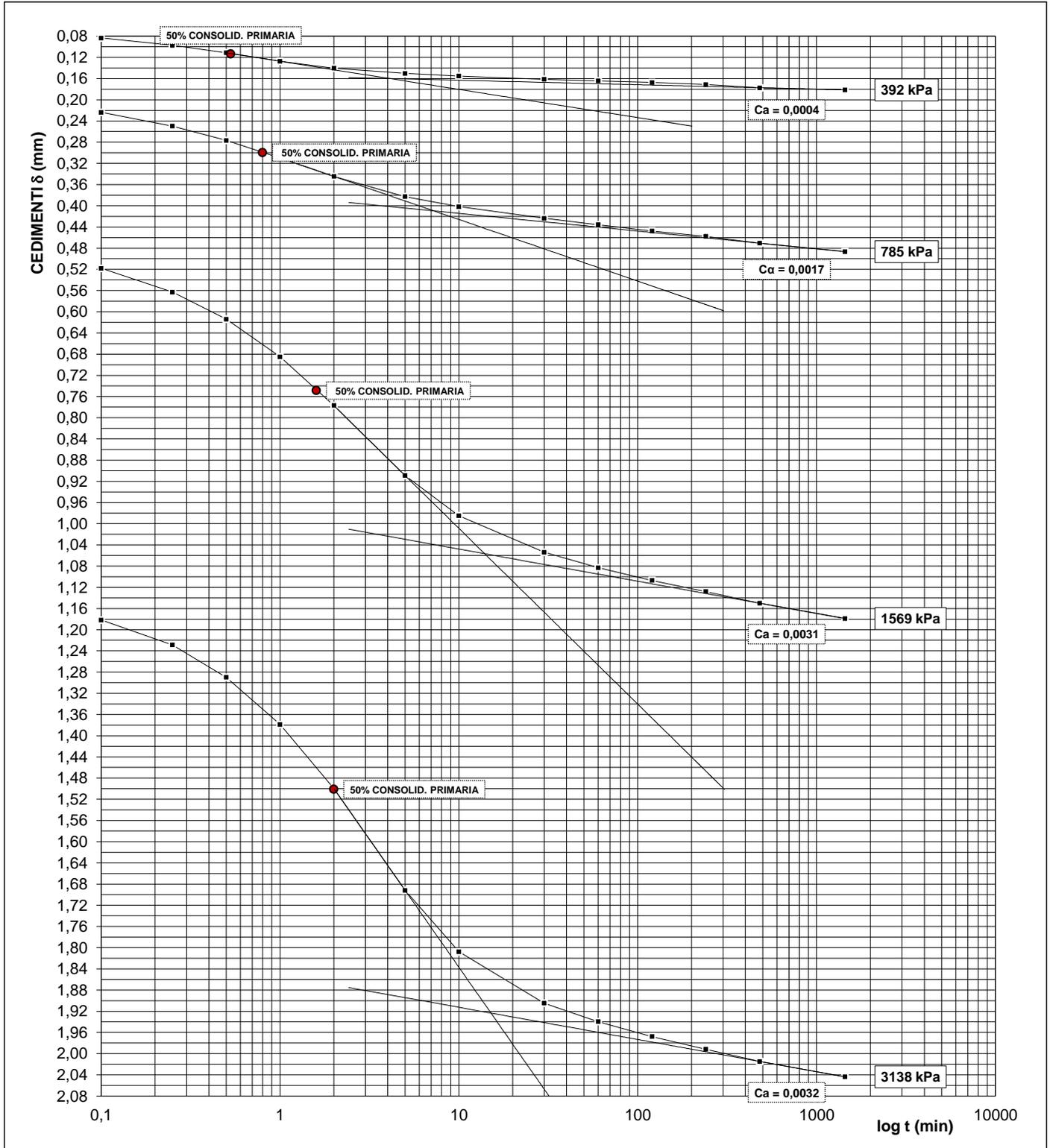
LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l. Oratorio Calcio Prato Prato		SOND.: 2 CAMP.: 2	PAGINA: 45 PAGINA CERTIFICATO 2 di 3
	N° VERBALE 1300 N° COMMESSA 1155	da m: 21,00 a m: 21,50	ID. INTERNO 4830	N° CERTIFICATO 20120 ED
RICEV. CAMP. 23/09/21 DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 08/10/21		

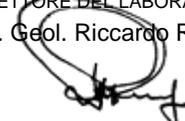
PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

DIAGRAMMA DEFORMAZIONI / LOG DEL TEMPO PER $\sigma'_v = 392 \text{ kPa}$ 785 kPa 1569 kPa
 $\sigma'_v = 3138 \text{ kPa}$



NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 2 CAMP.: 2	PAGINA: 46 PAGINA CERTIFICATO 3 di 3
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 21,00 a m: 21,50	N° CERTIFICATO 20120 ED
RICEV. CAMP. 23/09/21 DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	N° VERBALE 1300 DATA INIZIO PROVA 28/09/21	N° COMMESSA 1155 DATA FINE PROVA 08/10/21	ID. INTERNO 4830	

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE DI PRECONSOLIDAZIONE σ'_p

METODO DI CASAGRANDE DIAGRAMMA INDICE DEI VUOTI - PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE

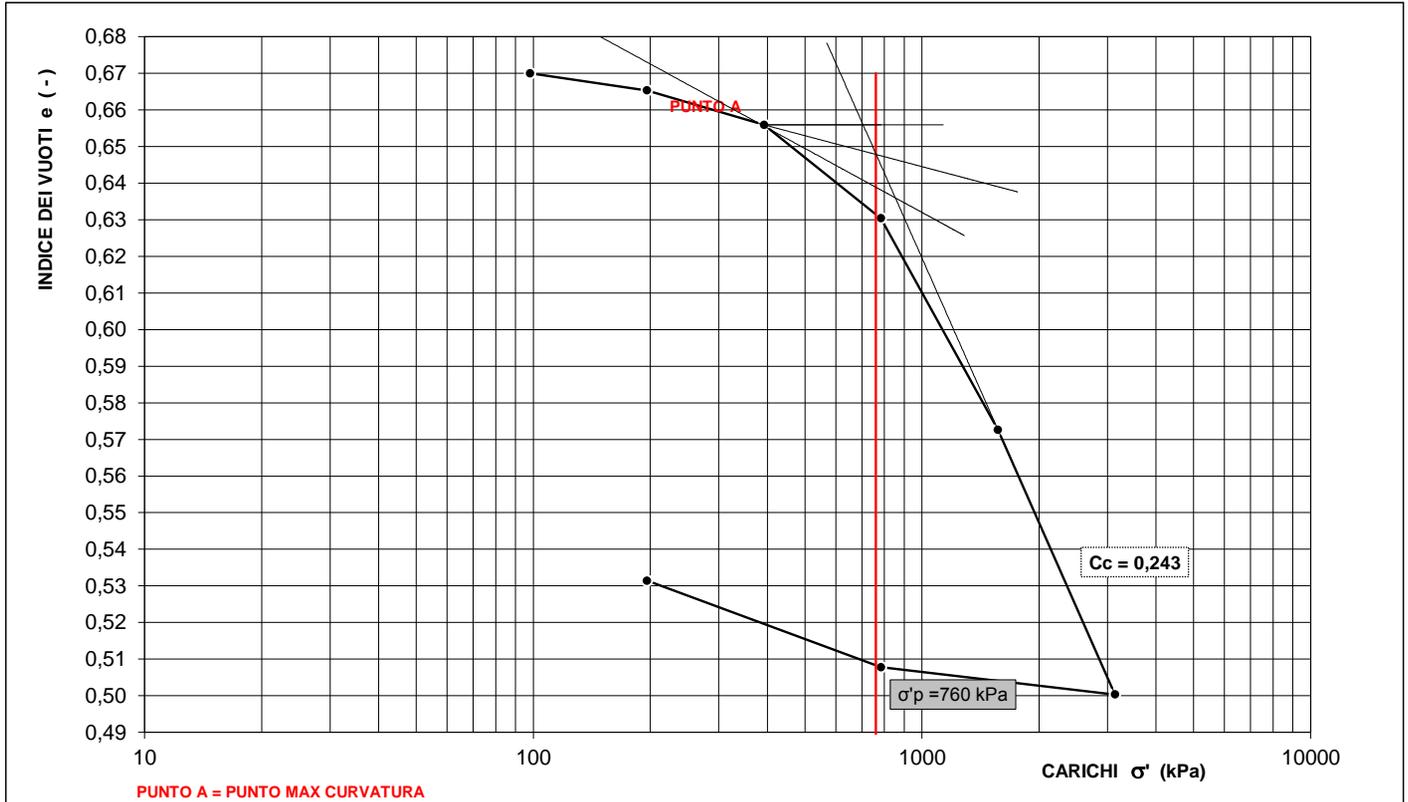
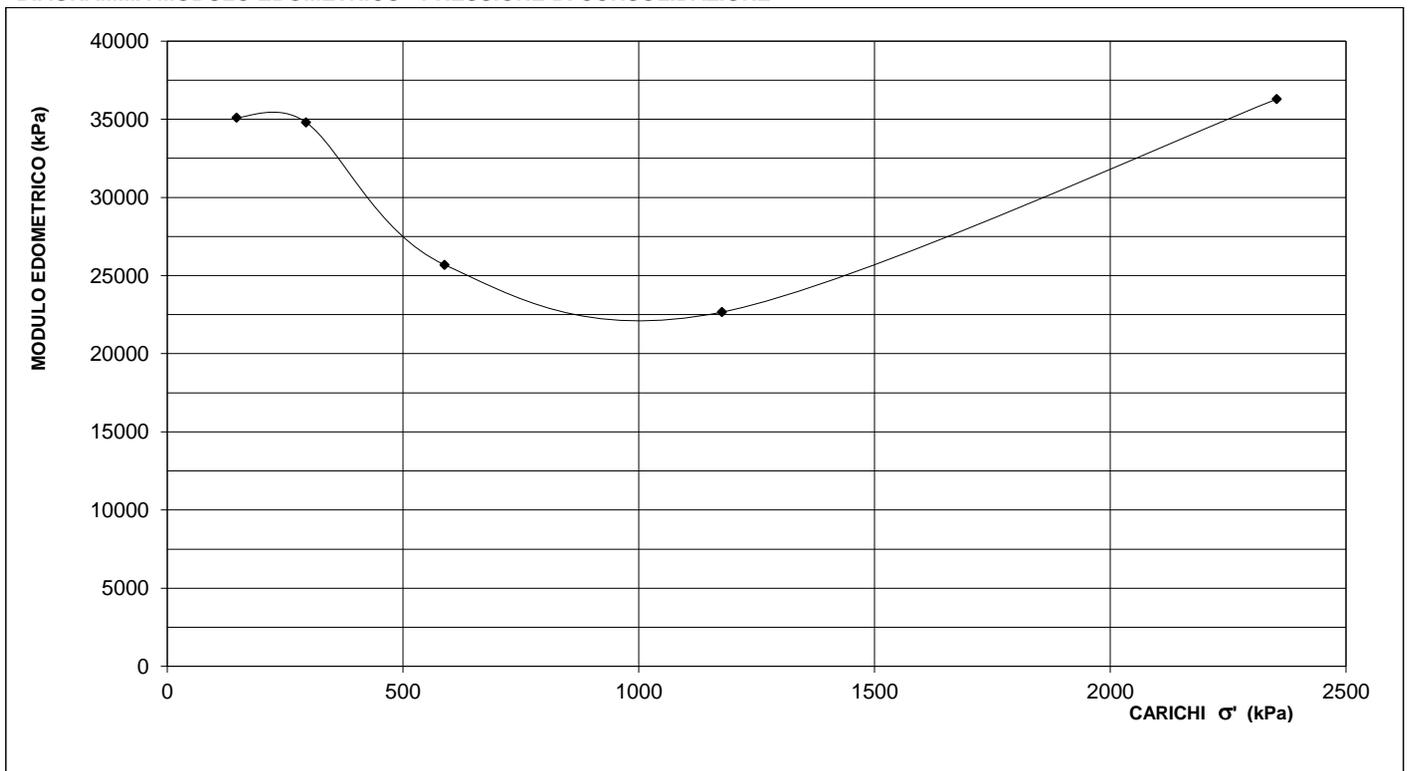


DIAGRAMMA MODULO EDMETRICO - PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 2	PAGINA: 47
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 1 di 2
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4830	da m: 21,00 a m: 21,50	N° CERTIFICATO 20121 ELL
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 12/10/21	DATA FINE PROVA 12/10/21	

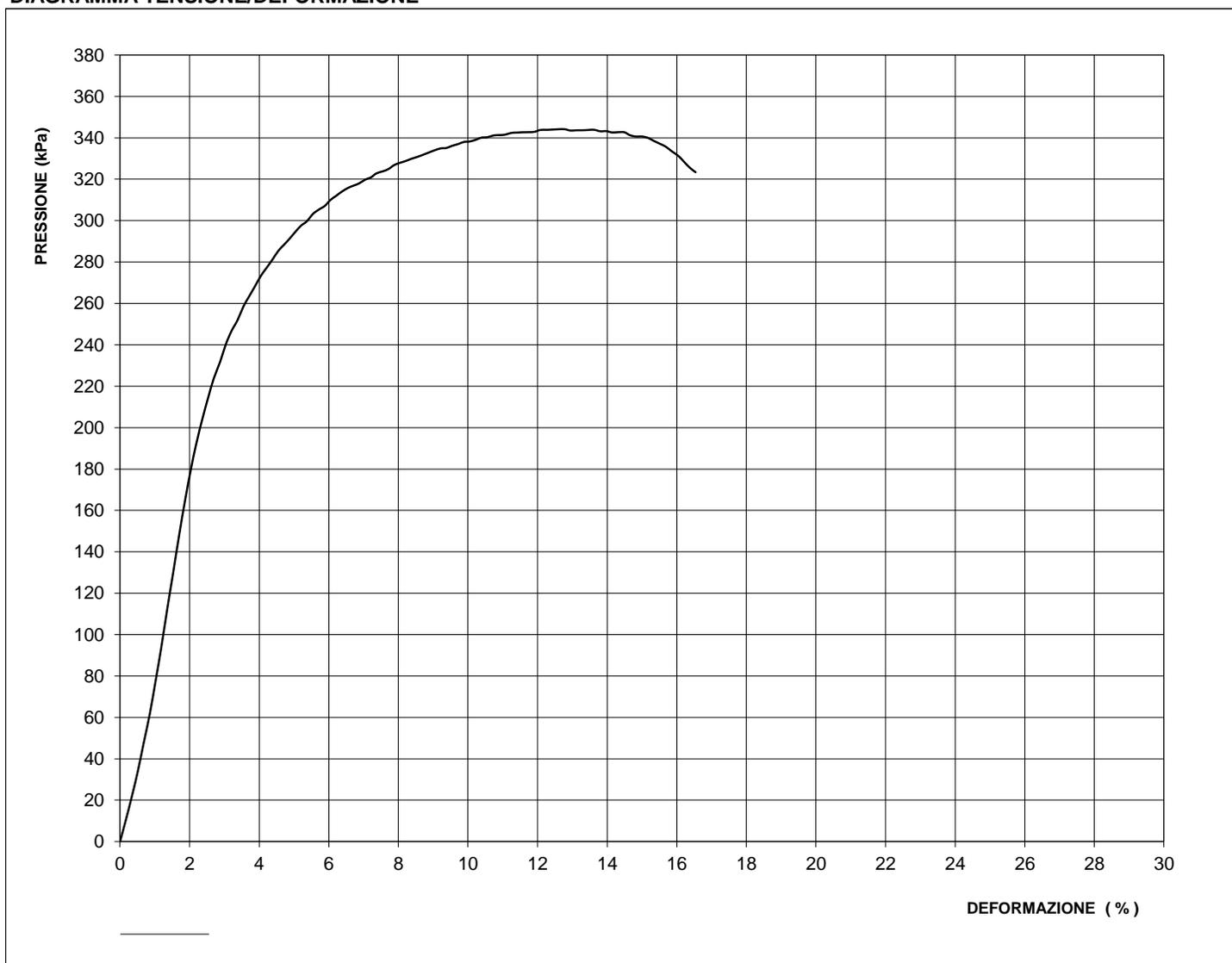
**PROVA DI COMPRESIONE
 AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**
 ASTM D 2166

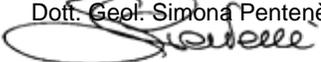
GEOMETRIA DEI PROVINI E CARATTERISTICHE FISICHE								NOTE
N°	Altezza H (cm)	Diametro ϕ (cm)	Sezione (cm ²)	Volume (cm ³)	Umidità nat. W _n (%)	Peso di vol. γ_n (kN/m ³)	Velocità def. (mm/min)	
1	7,51	3,79	11,28	84,72	25,8	20,1	0,760	
Classe di qualità (BS 5930:1981):				1	LIMO CON SABBIA ARGILLOSO			

CARATTERISTICHE ALLA ROTTURA

1° PROVINO:			2° PROVINO:			3° PROVINO:		
Formazione di un piano di rottura								
CARATTERISTICHE MECCANICHE			CARATTERISTICHE MECCANICHE			CARATTERISTICHE MECCANICHE		
ϵ_1	(%)	12,8	ϵ_2	(%)		ϵ_3	(%)	
σ_{max1}	(kPa)	344	σ_{max2}	(kPa)		σ_{max3}	(kPa)	

DIAGRAMMA TENSIONE/DEFORMAZIONE



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Penterè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 2	PAGINA: 48
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 2 di 2
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4830	da m: 21,00 a m: 21,50	N° CERTIFICATO 20121 ELL
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 12/10/21	DATA FINE PROVA 12/10/21	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

DATI SPERIMENTALI

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
Def.(%)	σ (Kpa)	Def.(%)	σ (Kpa)	Def.(%)	σ (Kpa)	Def.(%)	σ (Kpa)	Def.(%)	σ (Kpa)	Def.(%)	σ (Kpa)
0,00	0,0	8,88	332,91								
0,16	10,2	9,04	333,94								
0,35	22,5	9,21	334,89								
0,51	33,9	9,38	335,09								
0,67	47,1	9,54	336,10								
0,86	61,9	9,72	337,01								
1,02	77,6	9,88	338,01								
1,18	93,2	10,04	338,20								
1,36	113,1	10,23	339,09								
1,52	129,5	10,39	340,09								
1,69	146,7	10,55	340,26								
1,87	164,7	10,74	341,14								
2,03	179,2	10,89	341,32								
2,19	191,9	11,06	341,48								
2,37	204,5	11,24	342,35								
2,53	214,5	11,40	342,50								
2,69	223,6	11,57	342,66								
2,88	231,8	11,75	342,72								
3,04	240,0	11,91	342,88								
3,20	246,5	12,08	343,80								
3,38	252,0	12,26	343,85								
3,54	258,4	12,43	343,98								
3,70	263,1	12,59	344,13								
3,86	267,8	12,77	344,16								
4,04	273,2	12,94	343,50								
4,20	277,0	13,11	343,63								
4,36	280,8	13,29	343,65								
4,55	285,3	13,45	343,78								
4,71	288,2	13,62	343,88								
4,86	291,1	13,81	343,14								
5,05	294,8	13,97	343,24								
5,21	297,6	14,14	342,59								
5,37	299,6	14,30	342,69								
5,55	303,3	14,49	342,69								
5,71	305,2	14,65	341,28								
5,89	307,2	14,82	340,62								
6,05	310,0	15,01	340,62								
6,21	311,9	15,17	339,96								
6,36	313,9	15,34	338,55								
6,55	315,8	15,52	337,05								
6,71	316,9	15,69	335,65								
6,87	318,0	15,85	333,50								
7,05	319,8	16,05	331,25								
7,21	320,9	16,21	328,37								
7,37	322,8	16,38	325,50								
7,55	323,8	16,54	323,39								
7,71	324,9										
7,87	326,8										
8,03	327,8										
8,21	328,8										
8,37	329,9										
8,56	330,8										
8,72	331,9										

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.	SOND.: 3 CAMP.: 2	PAGINA: 49
	Oratorio Calcio Prato Prato	da m: 14,00 a m: 14,30	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 4832
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIFICATI 22/10/21	

FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE CHIMICHE

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

CARATTERISTICHE FISICHE

UMIDITA' NATURALE	W_n	23,2 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	20,46 (kN/m ³)
INDICE DEI VUOTI	e	0,64 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	16,61 (kN/m ³)
POROSITA'	n	39,1 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	20,46 (kN/m ³)
GRADO DI SATURAZ.	S_r	100 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	27,26 (kN/m ³)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)		91,1
GHIAIA (%): 64 - 2 mm	0,0	SABBIA (%): 2 - 0,0625 mm	12,3	LIMO (%): 0,0625 - 0,0039 mm	57,6
			ARGILLA (%): < 0,0039 mm	30,1	U.S.C.S. AASHTO CL A-6

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'			CL	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		Plastica
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	36,3 (%)		LIMITE DI RITIRO	W_s	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	W_p	18,2 (%)		INDICE DI CONSISTENZA	IC	0,72 (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	18,1 (%)		ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac	1,1 (-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO			(kPa)	PERMEABILITA'	k	(m/sec)

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VAN TEST (MEDIA DATI SU 5 MISURE)		98	Cu (kPa)	POCKET P. (MEDIA DATI SU 5 MISURE)		194	σ_f (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA				σ_f	181 (kPa)	ε	13,2 (%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.				VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI	
				C'	(kPa)	C_r	(kPa)
				φ'	(°)	φ_r	(°)
PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE		CID		CIU		UU	
		C'	(kPa)	C	(kPa)	C_u	(kPa)
		φ'	(°)	φ	(°)	φ_u	(°)

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

DA σ'	A σ'	E _{ed}	m _v	c _v	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)
25	49	6122	1,63E-04		
49	98	7614	1,31E-04	3,46E-03	4,54E-08
98	196	8955	1,12E-04	2,59E-03	2,89E-08
196	392	11067	9,04E-05	2,80E-03	2,53E-08
392	785	15512	6,45E-05	1,80E-03	1,16E-08
785	1569	24358	4,11E-05		
1569	3138	45102	2,22E-05		

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR PESO DI VOL. UMIDO γ _n (kN/m ³)	P.VOLUME SEC. γ _d (kN/m ³)
INDICE CBR (5,0) (%) =		UMIDITA' W (%)

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 3	PAGINA: 50
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 14,00 a m: 14,30	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155		ID. INTERNO: 4832	
DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 23/09/21	DATA APERTURA CAMPIONE 28/09/21	DATA EMISSIONE CERTIFICATO 22/10/21		

SCHEDA CAMPIONE

CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO

TIPO DI PERFORAZIONE	ASTE E CAROTIERE	TIPO DI CAMPIONATORE	SHELBY
TIPO DI CONTENITORE	INOX	LUNGHEZZA CONTENITORE (cm)	50
LUNGHEZZA REALE CAMPIONE (cm)	20	DIAMETRO CAMPIONE (mm)	85

DESCRIZIONE ED ANALISI PRELIMINARI

POCKET(kPa)	V.TEST(kPa)	CAMPIONE	UBICAZIONE PROVE	DESCRIZIONE
186	101			Limo con argilla sabbioso di colore avana, leggermente strutturato, consistente, plastico alla manipolazione.
206	105			
206	105		← ELL	
196	98			
177	78		← ED	
194	98	Basso	STATO DICHIARATO DEL CAMPIONE: INDISTURBATO	
LIMO CON ARGILLA SABBIOSO			CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981):	1

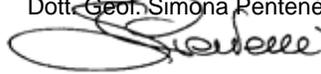
DETERMINAZIONI ESEGUITE

PROVE ESEGUITE		DATA INIZIO	DATA FINE	PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	X	28/09/21	13/10/21	PROVA TRIASSIALE TIPO CID		
PESO DI VOLUME NATURALE	X	28/09/21	12/10/21	PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR		
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	X	14/10/21	15/10/21	PROVA C.B.R.		
ANALISI GRANULOMETRICA	X	06/10/21	16/10/21	PROVA DI PERMEABILITA' IN EDOMETRO A CARICO VARIABILE		
LIMITI DI ATTERBERG	X	16/10/21	18/10/21	PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA TRIASSIALE		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.				PERMEABILITA' IN PERMEAMETRO		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO				DETERMINAZIONE PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA	X	28/09/21	08/10/21	PROVA DI RIGONFIAMENTO METODO HUDER-AMBERG		
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA	X	12/10/21	12/10/21	DETERMINAZIONE DEFORMAZIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA TRIASSIALE TIPO UU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI CARBONATI		
PROVA TRIASSIALE TIPO CIU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI SOSTANZE ORGANICHE		
PROVA DI COLONNA RISONANTE (RC)				PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO (TTC)		

NOTE

LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Rentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 3	PAGINA: 51
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 14,00 a m: 14,30	N° CERTIFICATO 20122 wn
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4832		
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 13/10/21	

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE W_n
 ASTM D 2216

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON ARGILLA SABBIOSO
--	---	---------------------------

PROVA DI RIFERIMENTO	W_1	W_2	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
PESO CAPS. (g)	29,41	29,43	29,38							
P.UMIDO+CAPS. (g)	54,13	61,81	57,48							
P.SECCO+CAPS. (g)	49,4	55,69	52,26							
W (%)	23,7	23,3	22,8							

PROVA DI RIFERIMENTO	ELL	ELL	ELL	UU	UU	UU	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
PESO CAPS. (g)	29,41									
P.UMIDO+CAPS. (g)	69,02									
P.SECCO+CAPS. (g)	61,57									
W (%)	23,2									

MEDIA VALORI W_n TRATTO PROVA TD	/	MEDIA VALORI W_n TRATTO PROVA Trx CID	/	MEDIA VALORI W_n TRATTO PROVA ELL	23,2 (%)	W_n MEDIO TOTALE 23,2 (%)
---------------------------------------	---	--	---	--	-------------	---

NOTE

I contenuti d'acqua naturale W_1 e W_2 si riferiscono all'apertura del campione.

LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 3	PAGINA: 52
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 14,00 a m: 14,30	1 di 1
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155		ID. INTERNO 4832	N° CERTIFICATO 20123 PV
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 12/10/21	

PESO DI VOLUME NATURALE γ_n
 ASTM D 2937

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON ARGILLA SABBIOSO
--	---	---------------------------

PROVA DI RIFERIMENTO	γ_{n1}	γ_{n2}	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
VOL. FUST. (cm ³)			39,27							
P. FUST. (g)			54,19							
PESO TOTALE (g)			135,51							
γ_n (kN/m ³)			20,31							

PROVA DI RIFERIMENTO	UU	UU	UU	ELL	ELL	ELL	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
VOL. FUST. (cm ³)				85,29						
P. FUST. (g)				70,29						
PESO TOTALE (g)				249,61						
γ_n (kN/m ³)				20,62						

MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA TD	/	MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA Trx CID	/	MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA ELL	20,62 (kN/m ³)	γ_n MEDIO TOTALE 20,46 (kN/m³)
--	---	---	---	---	-------------------------------	--

NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 3	PAGINA: 53
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4832	da m: 14,00 a m: 14,30	N° CERTIFICATO 20124 PGR
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 14/10/21	DATA FINE PROVA 15/10/21	

PESO SPECIFICO DEI GRANULI γ_s
ASTM D 854

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON ARGILLA SABBIOSO
--	---	---------------------------

NUMERO PICNOMETRO	2	22	γ_s	MEDIA DI 2 MISURAZIONI	27,26 (kN/m ³)
TEMPERATURA (°C)	20,5	20,5			
PESO PICNOMETRO + ACQUA (g)	217,79	205,88	γ_s	RIFERITO A 20°C	27,26 (kN/m ³)
PESO PICNOMETRO + ACQUA + TERRA (g)	227,40	215,51			
PESO TERRA SECCA (g)	15,02	15,03	G_s	(γ_s/γ_w)	2,779
PESO SPECIFICO γ_s (kN/m ³)	27,21	27,30			

NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 3	PAGINA: 54
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	
	N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	da m: 14,00 a m: 14,30	N° CERTIFICATO 20125 GR
RICEV. CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA	06/10/21	DATA FINE PROVA 16/10/21

ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

CIOTTOLI %	0,0	GHIAIA %	0,0	SABBIA %	12,3	LIMO %	57,6	ARGILLA %	30,1	IND. GRUPPO	11
D ₁₀ (mm)	/	D ₃₀ (mm)	0,004	D ₅₀ (mm)	0,012	D ₆₀ (mm)	0,021	COEFF. DI UNIFORMITA'		/	
D ₇₅ (mm)	0,037	D ₈₄ (mm)	0,053	D ₉₀ (mm)	0,071	D _{MAX} (mm)	2,000	COEFF. DI CURVATURA		/	
PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)				91,1		PERCENT. ARGILLA < 0,002 mm				16,0	
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI DI UDDEN-WENTWORTH: LIMO CON ARGILLA SABBIOSO											
CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981)			1		IND.		CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.: LIMO ARGILLOSO SABBIOSO				
CLASSIFICAZIONE AASHTO			A-6		Ghiaia = 0% Sabbia = 12,3% Limo = 71,7% Argilla = 16%						
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S.			CL								

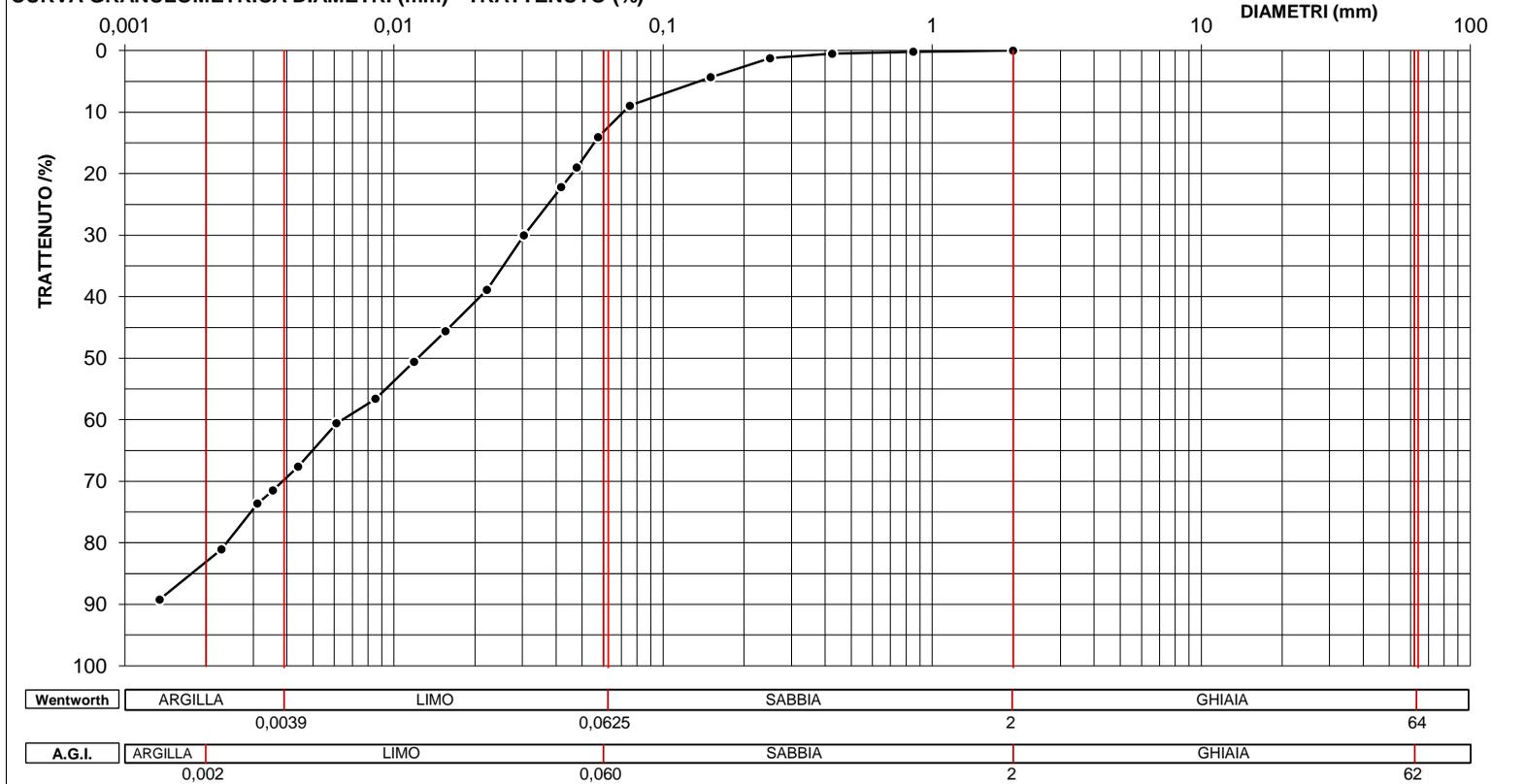
VAGLIATURA

Setacci	Diametri (mm)	Trattenuto (%)
12"	304,8000	0,00
6"	152,4000	0,00
3"	76,2000	0,00
2"	50,8000	0,00
1,5"	38,1000	0,00
1"	25,0000	0,00
3/4"	19,0000	0,00
3/8"	9,5000	0,00
4	4,7500	0,00
10	2,0000	0,00
20	0,8500	0,19
40	0,4250	0,49
60	0,2500	1,22
100	0,1500	4,35
200	0,0750	8,94

SEDIMENTAZIONE

Diametri (mm)	Trattenuto (%)
0,0752	8,94
0,0574	14,05
0,0477	19,02
0,0418	22,21
0,0304	30,01
0,0221	38,87
0,0155	45,61
0,0119	50,58
0,0085	56,61
0,0061	60,59
0,0044	67,60
0,0035	71,50
0,0031	73,63
0,0023	81,07
0,0013	89,23

CURVA GRANULOMETRICA DIAMETRI (mm) - TRATTENUTO (%)



LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 3 CAMP.: 2	PAGINA: 55
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 14,00 a m: 14,30	PAGINA ALLEGATO 1 di 2
	DATA INIZIO PROVA	06/10/21	DATA FINE PROVA	

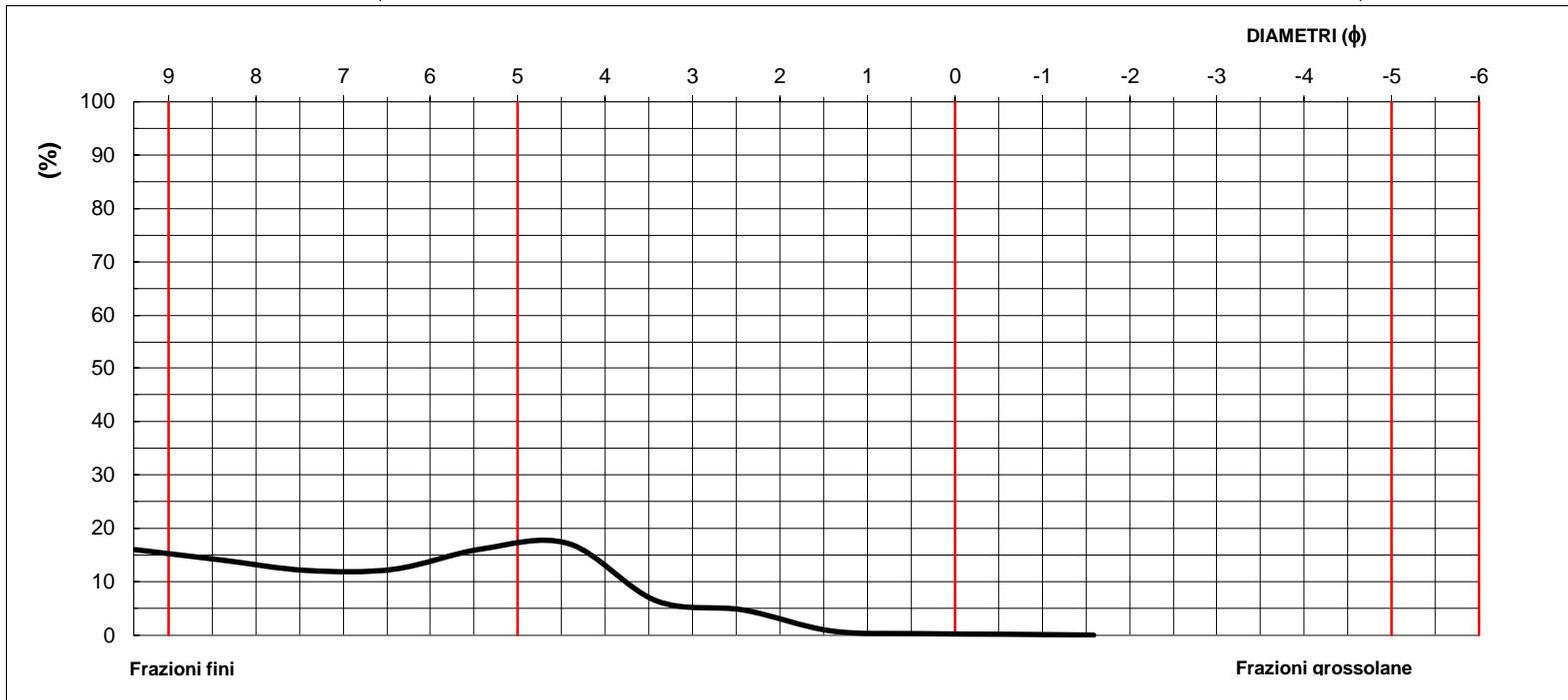
ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

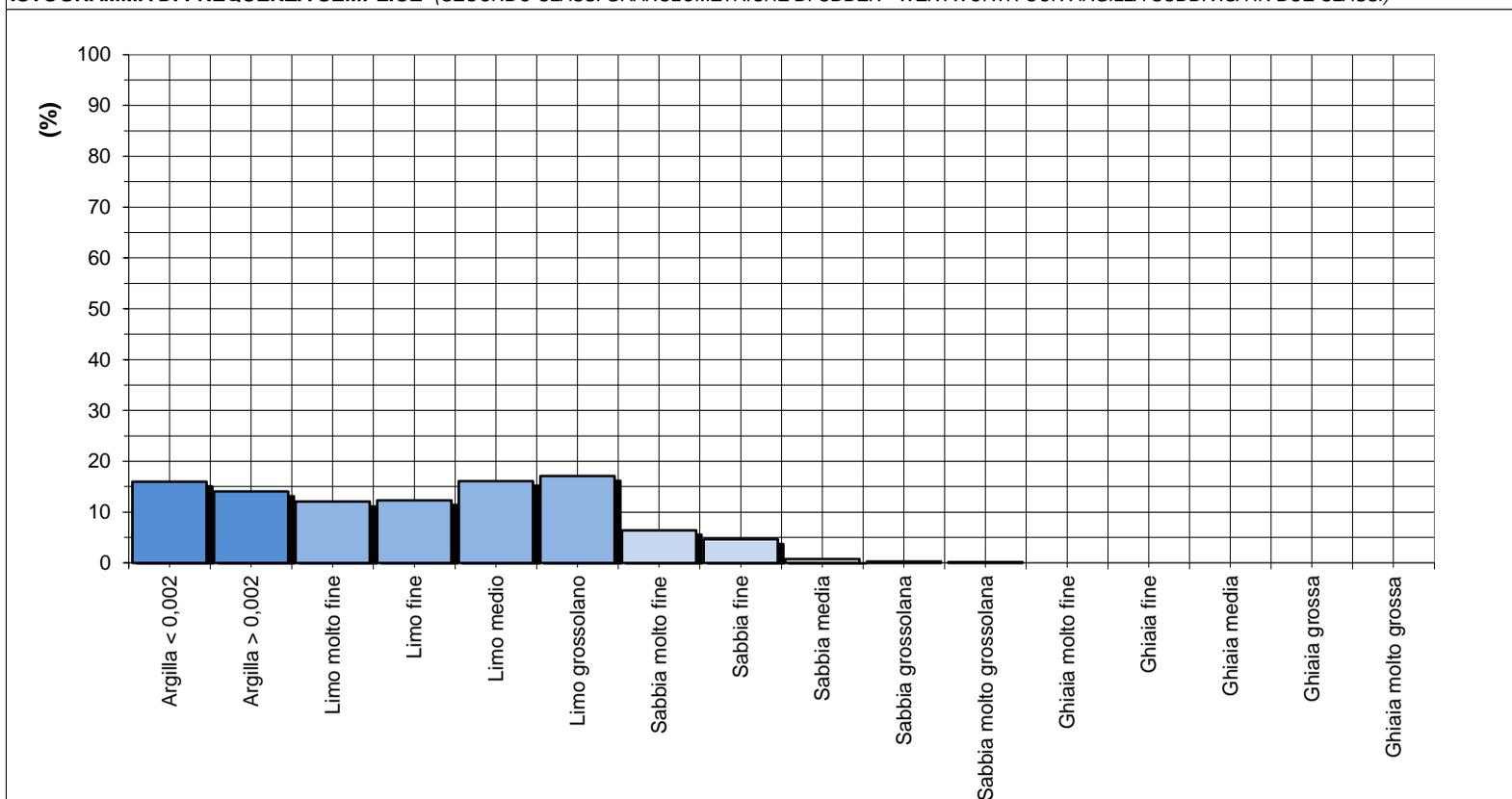
PARAMETRI STATISTICI (SECONDO FOLK & WARD)

INDICE DI APPIATTIMENTO	K_G	0,8	curva platicurtica	Mean Size	6,5
SIMMETRIA	Sk₁	-0,1	curva simmetrica	Median (φ)	6,4
CLASSAZIONE	σ₁	-2,3	sedimento molto ben classato	Classi modali (φ)	
IL VALORE DEL D5 NON E' STATO INTERCETTATO DALLA CURVA GRANULOMETRICA PER CUI E' STATO RICAIVATO INTERPOLANDO GLI ULTIMI DUE VALORI CON LA RELATIVA INTERCETTA AL 5%				4,4	5,4

CURVA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH CON ARGILLA SUDDIVISA IN DUE CLASSI)



ISTOGRAMMA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH CON ARGILLA SUDDIVISA IN DUE CLASSI)





CNG S.r.l.
 LABORATORIO
 GEOTECNICO

Via Squinzano, 87 - 00133 Roma
 Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it

Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.
 per Faipo S.r.l.

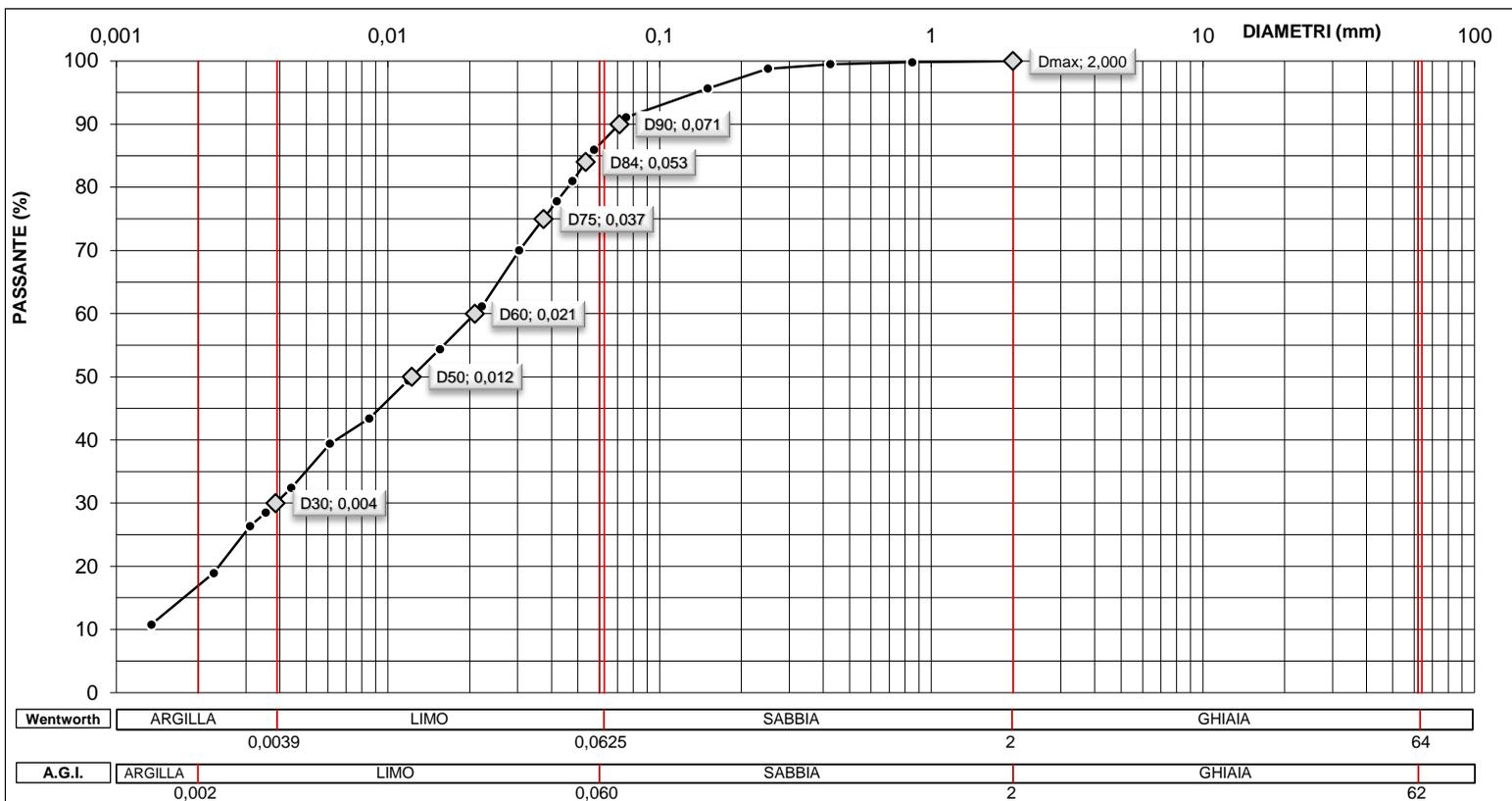
Oratorio Calcio Prato
 Prato

SOND.: 3
 CAMP.: 2
 da m: 14,00
 a m: 14,30

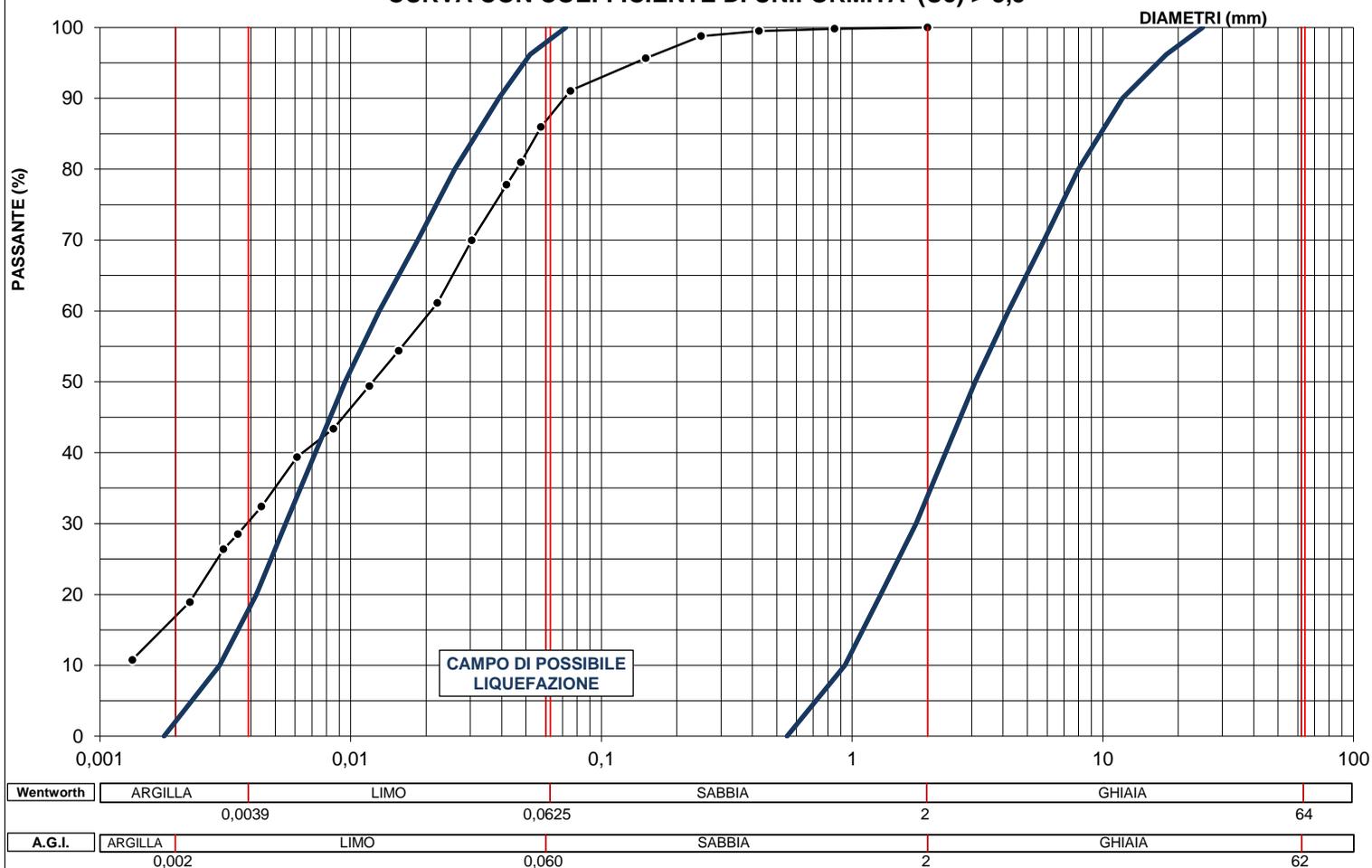
PAGINA: 56

PAGINA ALLEGATO
 2 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422
D PERCENTILI (DIAGRAMMA DIAMETRI (mm) - PASSANTE (%))



VERIFICA GRANULOMETRICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE
CURVA CON COEFFICIENTE DI UNIFORMITA' (Uc) > 3,5



IL VALORE DI >3,5 E' STATO STIMATO INTERPOLANDO LA CURVA GRANULOMETRICA CHE NON CONSENTIVA DI INTERCETTARE IL D10

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 3 CAMP.: 2	PAGINA: 57 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 14,00 a m: 14,30	N° CERTIFICATO 20126 LM
RICEV. CAMP. 23/09/21 DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	N° VERBALE 1300 DATA INIZIO PROVA 16/10/21	N° COMMESSA 1155 DATA FINE PROVA 18/10/21	ID. INTERNO 4832	

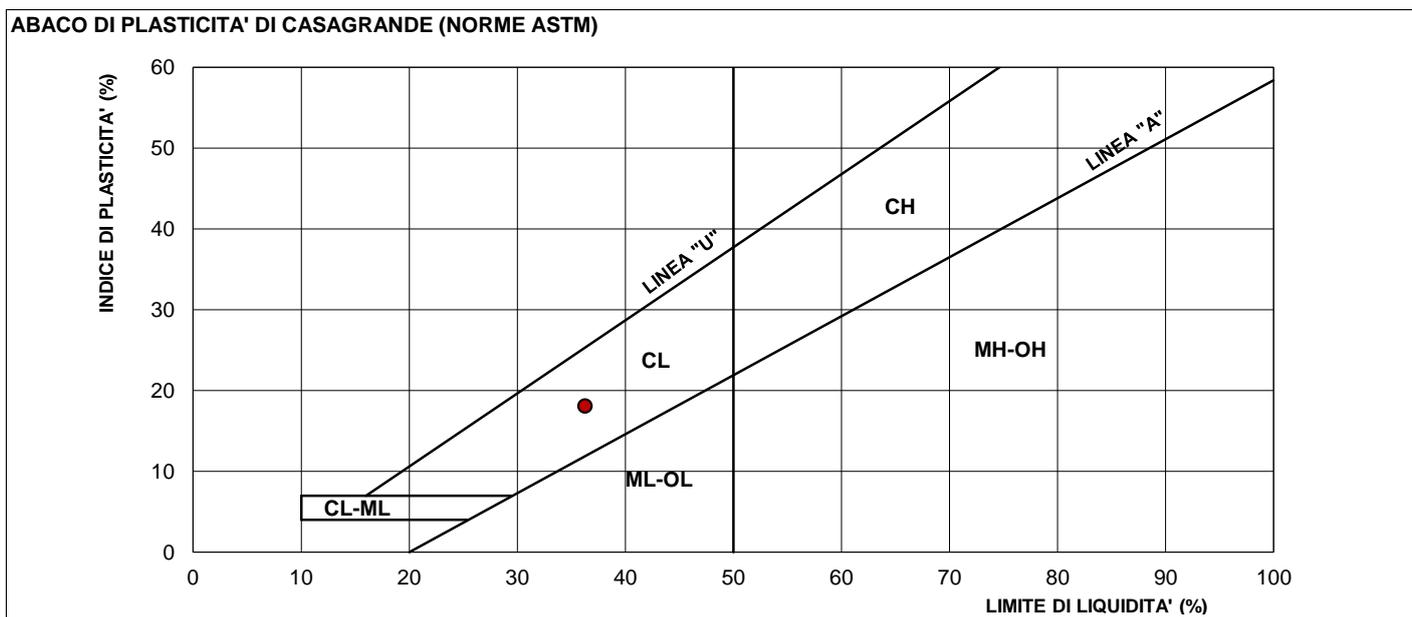
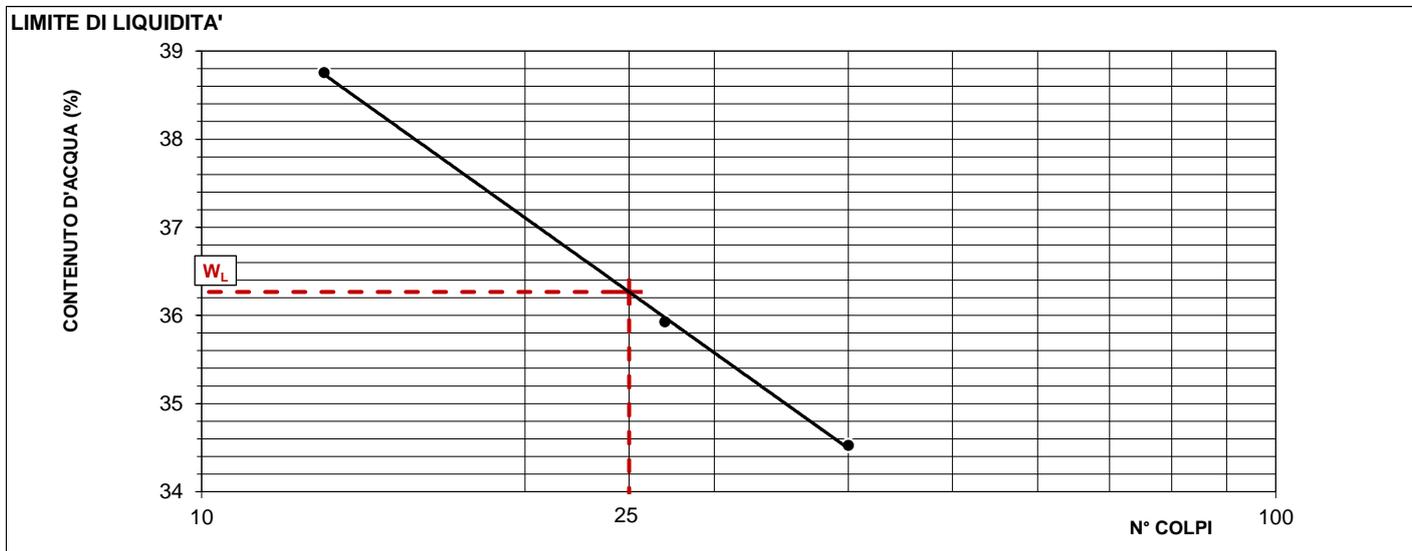
CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA ASTM D 4318

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON ARGILLA SABBIOSO
--	---	---------------------------

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

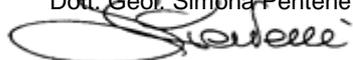
DETERMINAZIONE	1 W _L	2 W _L	3 W _L	4 W _L	1 W _P	2 W _P
UMIDITA'	38,75	35,93	34,52		17,89	18,44
N° COLPI	13	27	40		Media	18,17

LIMITE DI LIQUIDITA' (W _L)	36,3	(%)	CONTENUTO NAT. D'ACQUA (W _n)	23,2	(%)
LIMITE DI PLASTICITA' (W _P)	18,2	(%)	INDICE DI CONSISTENZA (IC)	0,72	(-)
LIMITE DI RITIRO (W _S)		(%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	1,1	(-)
INDICE DI PLASTICITA' (IP)	18,1	(%)	CONSISTENZA SECONDO IC	Plastica	
CLASSIFICAZIONE AASHTO	A-6		CLASSIF. ABACO DI PLASTICITA'	CL	



NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l.		SOND.: 3	PAGINA: 58
	per Faipo S.r.l.		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO
	Oratorio Calcio Prato Prato		da m: 14,00 a m: 14,30	1 di 3
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4832	N° CERTIFICATO 20127 ED	
RICEV. CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 08/10/21	

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA ASTM D 2435

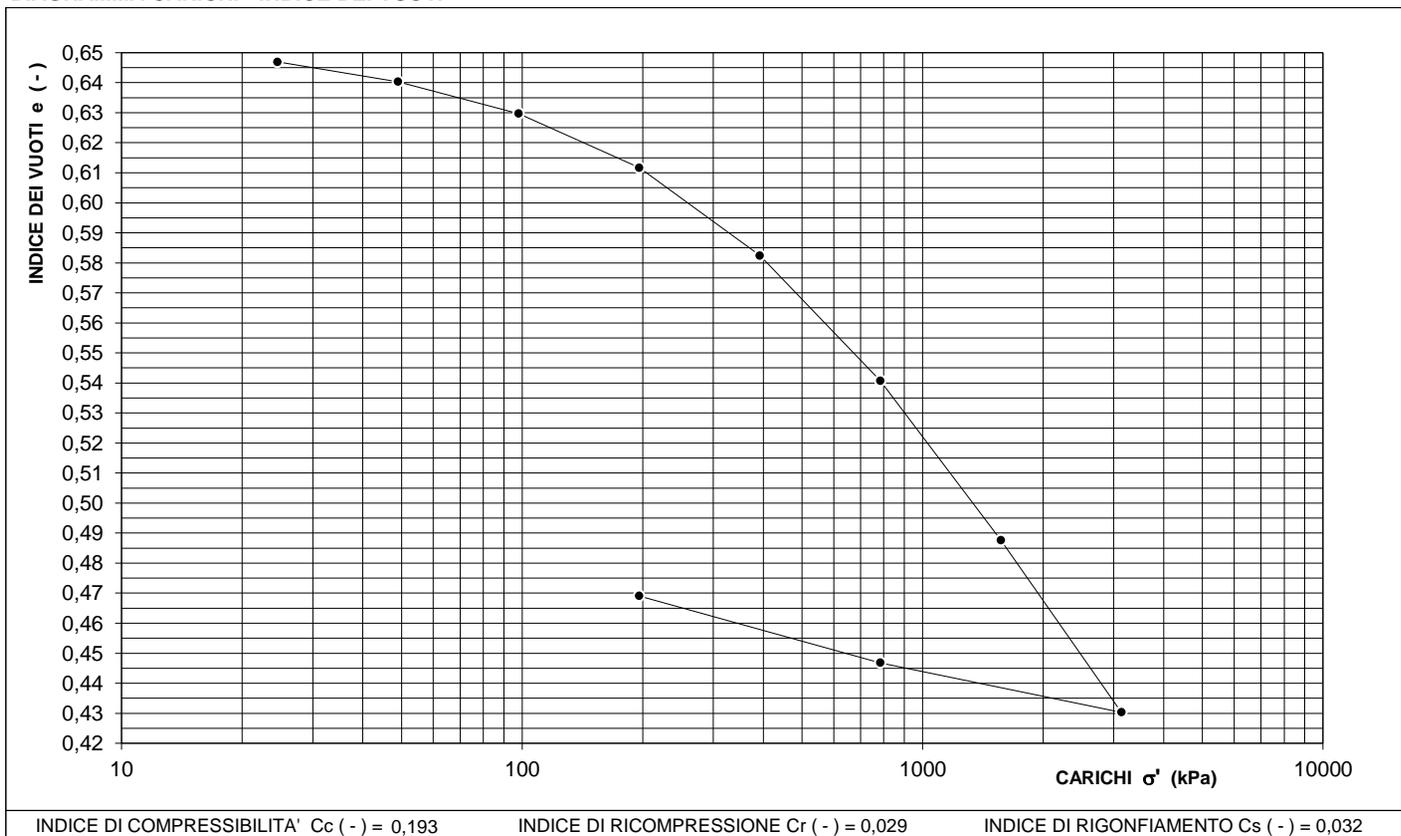
CARATTERISTICHE DEL PROVINO

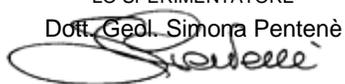
DIAMETRO	D	50,00	(mm)	PESO DI VOLUME	γ_n	20,31	(kN/m ³)
ALTEZZA INIZIALE	H	20,00	(mm)	PESO SPECIFICO	γ_s	27,26	(kN/m ³)
UMIDITA' NATURALE	w_n	22,81	(%)	UMIDITA' FINALE	w_f	17,56	(%)
INDICE DI COMPRESSIBILITA' Cc		0,19	(-)	INDICE DI RIGONFIAMENTO Cs		0,03	(-)
Classe di qualità (BS 5930:1981): 1				LIMO CON ARGILLA SABBIOSO			

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

PRESSIONE	TEMPO	CEDIMENTI	IND. VUOTI	INTERVALLI DI CARICO		MODULO EDOM.	COEFFIC. DI COMPRESS.	COEFFIC. DI CONSOLID.	COEFFIC. DI PERMEAB.	INDICE DI COMPR. SEC.
σ'	t	δ	e	DA	A	E_{ed}	m_v	c_v	k	$C_{\alpha(e)}$
(kPa)	(h)	(mm)	(-)	σ'	σ'	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)	(-)
			0,648	(kPa)	(kPa)					
25	24	0,018	0,647	25	49	6122	1,63E-04			
49	24	0,098	0,640	49	98	7614	1,31E-04	3,46E-03	4,54E-08	0,0008
98	24	0,227	0,630	98	196	8955	1,12E-04	2,59E-03	2,89E-08	0,0010
196	24	0,446	0,612	196	392	11067	9,04E-05	2,80E-03	2,53E-08	0,0015
392	24	0,801	0,582	392	785	15512	6,45E-05	1,80E-03	1,16E-08	0,0023
785	24	1,307	0,541	785	1569	24358	4,11E-05			
1569	24	1,951	0,488	1569	3138	45102	2,22E-05			
3138	24	2,646	0,430							
785	24	2,446	0,447							
196	24	2,176	0,469							

DIAGRAMMA CARICHI - INDICE DEI VUOTI



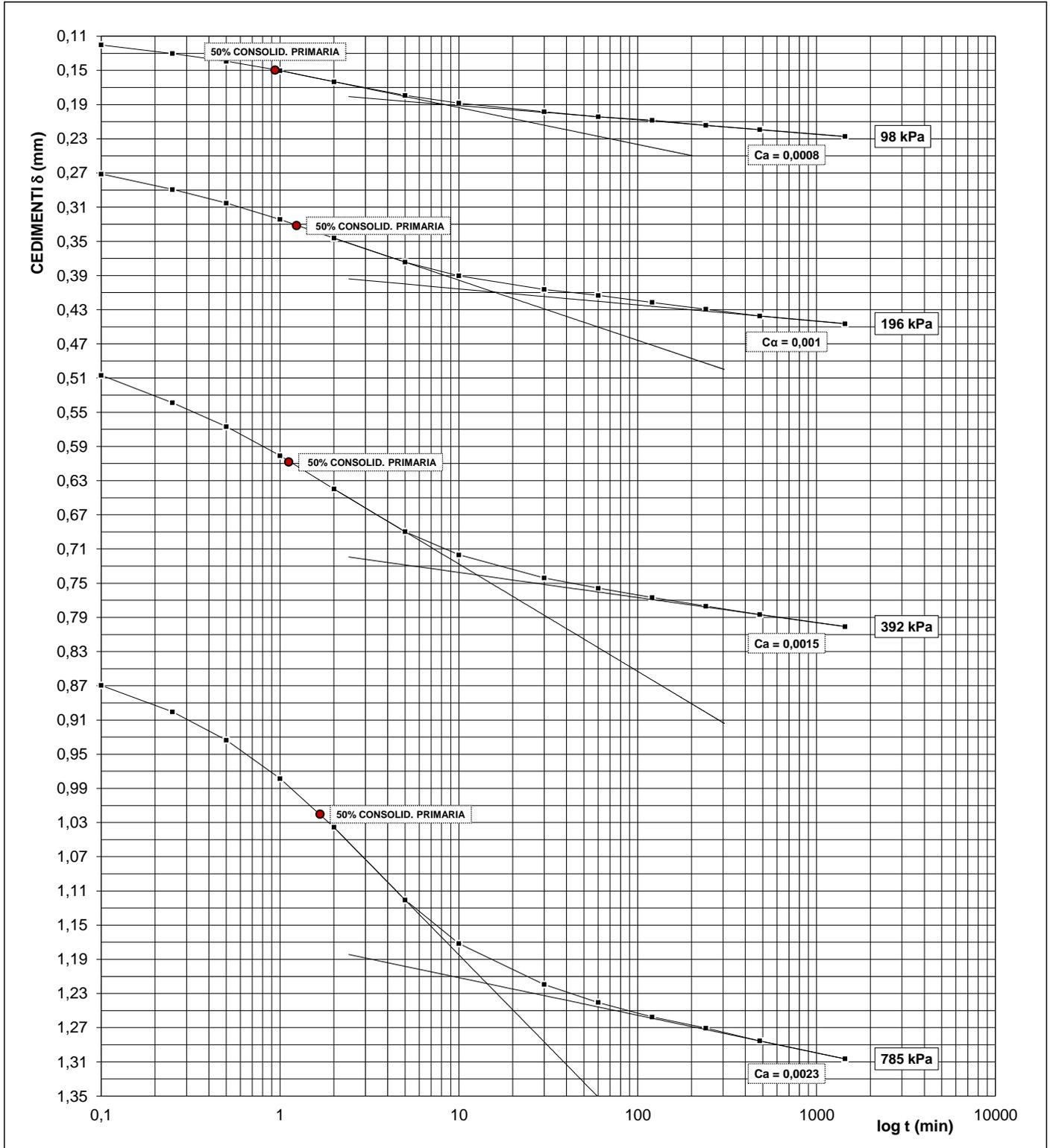
LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l. Oratorio Calcio Prato Prato		SOND.: 3 CAMP.: 2	PAGINA: 59 PAGINA CERTIFICATO 2 di 3
	N° VERBALE 1300 N° COMMESSA 1155	da m: 14,00 a m: 14,30	ID. INTERNO 4832	N° CERTIFICATO 20127 ED
RICEV. CAMP. 23/09/21 DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 08/10/21		

PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

DIAGRAMMA DEFORMAZIONI / LOG DEL TEMPO PER $\sigma'_v = 98 \text{ kPa}$ 196 kPa 392 kPa
 $\sigma'_v = 785 \text{ kPa}$



NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l. Oratorio Calcio Prato Prato		SOND.: 3 CAMP.: 2	PAGINA: 60 PAGINA CERTIFICATO 3 di 3
	N° VERBALE 1300 N° COMMESSA 1155	da m: 14,00 a m: 14,30	ID. INTERNO 4832	N° CERTIFICATO 20127 ED
RICEV. CAMP. 23/09/21 DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 28/09/21	DATA FINE PROVA 08/10/21		

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE DI PRECONSOLIDAZIONE σ'_p

METODO DI CASAGRANDE DIAGRAMMA INDICE DEI VUOTI - PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE

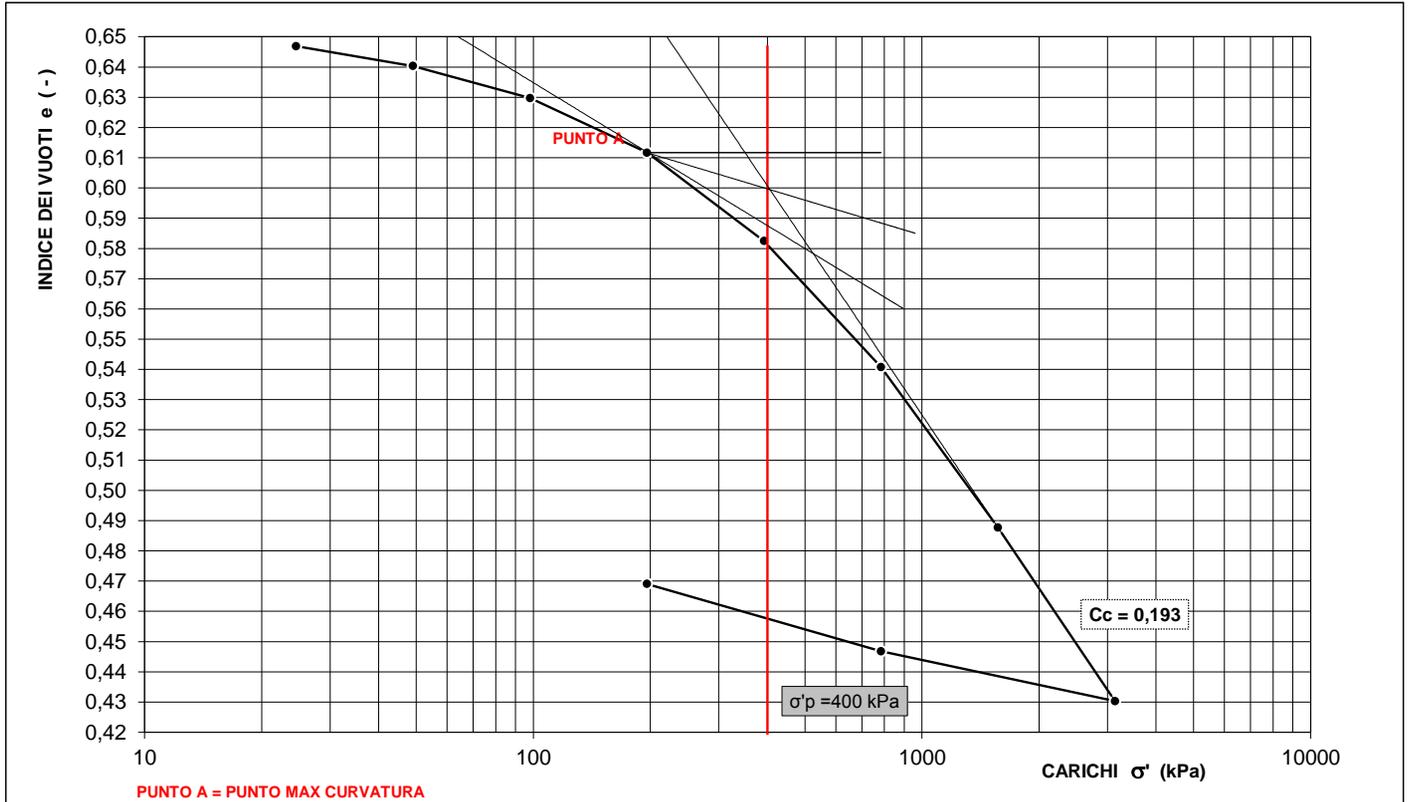
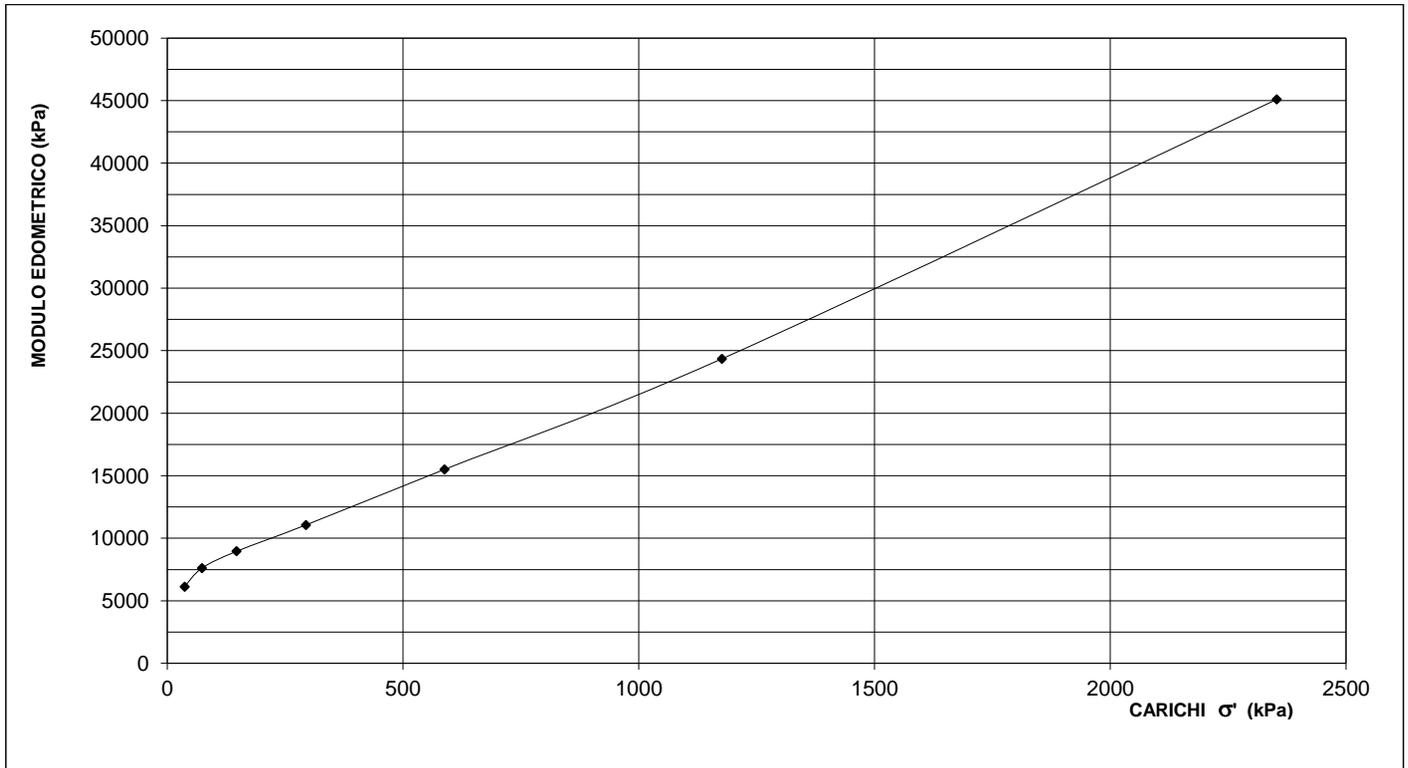


DIAGRAMMA MODULO EDOMETRICO - PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 3	PAGINA: 61
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 1 di 2
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4832	da m: 14,00 a m: 14,30	N° CERTIFICATO 20128 ELL
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 12/10/21	DATA FINE PROVA 12/10/21	

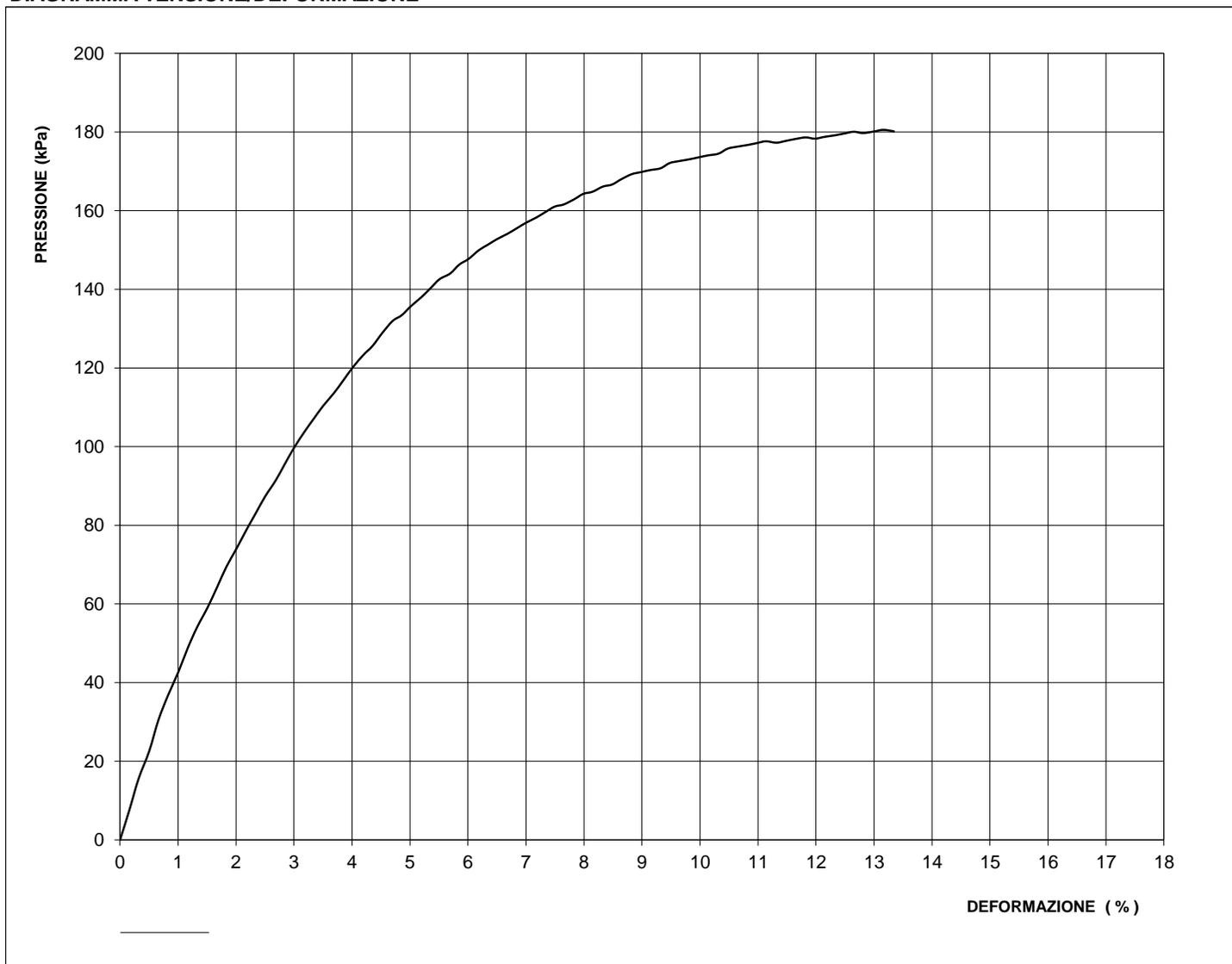
**PROVA DI COMPRESIONE
 AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**
 ASTM D 2166

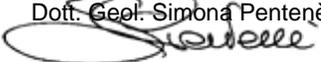
GEOMETRIA DEI PROVINI E CARATTERISTICHE FISICHE								NOTE
N°	Altezza	Diametro	Sezione	Volume	Umidità nat.	Peso di vol.	Velocità def.	
	H (cm)	ϕ (cm)	(cm ²)	(cm ³)	W _n (%)	γ_n (kN/m ³)	(mm/min)	
1	7,60	3,78	11,22	85,29	23,2	20,6	0,760	
Classe di qualità (BS 5930:1981):				1	LIMO CON ARGILLA SABBIOSO			

CARATTERISTICHE ALLA ROTTURA

1° PROVINO: Deformazione plastica			2° PROVINO:			3° PROVINO:		
CARATTERISTICHE MECCANICHE			CARATTERISTICHE MECCANICHE			CARATTERISTICHE MECCANICHE		
ϵ_1	(%)	13,2	ϵ_2	(%)		ϵ_3	(%)	
σ_{max1}	(kPa)	181	σ_{max2}	(kPa)		σ_{max3}	(kPa)	

DIAGRAMMA TENSIONE/DEFORMAZIONE



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Penterè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotecnica Palazzi - Giomarelli S.r.l. per Faipo S.r.l.		SOND.: 3	PAGINA: 62
	Oratorio Calcio Prato Prato		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO 2 di 2
N° VERBALE 1300	N° COMMESSA 1155	ID. INTERNO 4832	da m: 14,00 a m: 14,30	N° CERTIFICATO 20128 ELL
DATA RICEVIMENTO CAMP. 23/09/21	DATA EMISSIONE CERTIF. 22/10/21	DATA INIZIO PROVA 12/10/21	DATA FINE PROVA 12/10/21	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

DATI SPERIMENTALI

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
Def.(%)	σ (Kpa)	Def.(%)	σ (Kpa)	Def.(%)	σ (Kpa)	Def.(%)	σ (Kpa)	Def.(%)	σ (Kpa)	Def.(%)	σ (Kpa)
0,00	0,0	8,82	169,27								
0,16	7,6	8,98	169,79								
0,32	15,5	9,14	170,30								
0,50	22,6	9,32	170,77								
0,66	30,5	9,48	172,08								
0,83	36,7	9,64	172,59								
1,01	42,8	9,82	173,04								
1,17	48,8	9,98	173,54								
1,33	54,0	10,13	174,03								
1,51	59,2	10,32	174,48								
1,68	64,4	10,48	175,76								
1,84	69,5	10,64	176,25								
2,00	73,7	10,82	176,68								
2,18	78,8	10,98	177,16								
2,34	83,0	11,14	177,63								
2,50	87,3	11,32	177,27								
2,68	91,4	11,48	177,73								
2,84	95,6	11,64	178,20								
3,00	99,8	11,82	178,62								
3,19	103,9	11,98	178,29								
3,34	107,2	12,14	178,75								
3,51	110,4	12,33	179,15								
3,69	113,6	12,49	179,60								
3,85	116,9	12,65	180,05								
4,01	120,1	12,81	179,72								
4,19	123,3	13,00	180,11								
4,36	125,6	13,16	180,54								
4,52	128,8	13,34	180,16								
4,70	132,0										
4,86	133,4										
5,02	135,7										
5,20	138,0										
5,36	140,3										
5,51	142,6										
5,69	144,0										
5,85	146,3										
6,01	147,7										
6,19	149,9										
6,34	151,4										
6,50	152,8										
6,68	154,1										
6,84	155,5										
7,00	156,9										
7,18	158,3										
7,34	159,7										
7,49	161,0										
7,65	161,6										
7,83	162,9										
7,99	164,3										
8,15	164,8										
8,33	166,1										
8,48	166,6										
8,64	168,0										

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi

COMUNE DI PRATO

Oggetto:

Indagine sismica in foro (Down Hole)
Oratorio calcio

RELAZIONE TECNICA

Località:

Via della Pace/Viale Nam Dinh - Prato

Committente:

FAIPO S.R.L.

Introduzione

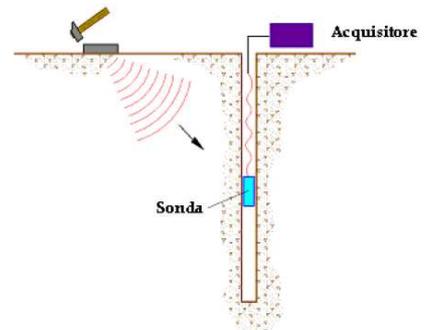
La presente relazione tecnica riferisce sui risultati di un'indagine geofisica eseguita mediante sismica in foro (*down hole*), all'interno di un foro realizzato mediante carotaggio continuo e dotato di idoneo rivestimento, in data 27/09/2021, in un'area posta tra via della Pace e viale Nam Dinh, nel Comune di Prato. (**Tavola 1**).

Di seguito vengono descritte: le metodologie d'indagine, lo schema operativo, le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, ed infine l'interpretazione dei dati elaborati.

Metodologia d'indagine

➤ **Down Hole.** Le prove sismiche in foro di tipo down hole si effettuano in fori di sondaggio mediante l'uso di geofoni da pozzo di tipo tridimensionale. Il metodo rappresenta una delle più accurate misure sismiche per la definizione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni. Consiste nella registrazione a varie profondità dei primi arrivi delle onde generate da una sorgente posta in prossimità del "boccaforo" del sondaggio.

Il sensore da pozzo viene calato all'interno del foro di sondaggio opportunamente rivestito, e fissato a varie profondità con intervalli regolari (nel nostro caso è stato utilizzato passo di 1 m). Impostata la distanza tra sorgente e ricevitori, energizzando il terreno in superficie e misurando i tempi di arrivo del primo impulso ai geofoni, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P ed SH) in corrispondenza della verticale di misura.



La metodologia down hole ha, rispetto alla sismica di rifrazione, il vantaggio di non avere come condizione il necessario aumento di velocità con la profondità, in quanto si valutano i tempi di arrivo delle onde elastiche via via che esse penetrano negli strati più profondi senza subire fenomeni di rifrazione; quindi è sempre possibile valutare eventuali inversioni di velocità.

Secondo i principi della teoria dell'elasticità un corpo che si trova in condizioni di equilibrio, se viene sollecitato elasticamente in un punto, reagisce alla sollecitazione deformandosi con

modalità ed entità dipendenti dal tipo di sollecitazione impressa e dalle proprie caratteristiche elastiche. La deformazione si propaga ai punti circostanti con moto ondulatorio, generando diversi tipi di onde la cui velocità di propagazione dipende dalle costanti elastiche che caratterizzano il corpo stesso.

Le rocce hanno un comportamento elastico sotto l'azione di forze rapidamente variabili o impulsive e di piccola energia e si possono quindi attribuire requisiti propri di un corpo elastico e cioè: isotropia, omogeneità e continuità.

Strumentazione impiegata

Il sistema di acquisizione è costituito sostanzialmente da un sismografo, il modello utilizzato è denominato DOREMI, ed un sensore da pozzo SSBH a cinque canali (entrambi della SARA Electronic Instruments) di cui il primo verticale per l'acquisizione delle V_p , e gli altri quattro orizzontali per le SH. Questi ultimi sono assemblati nel corpo sensori con un orientamento di 45° l'uno rispetto all'altro, in questo modo le onde SH artificialmente provocate secondo una direttrice arbitraria incideranno in almeno uno dei sensori con angolo $\leq 45^\circ$. Questo garantisce una sufficiente intensità di segnale in qualsiasi condizione. Il geofono da foro infatti deve essere riposizionato per ogni quota, e ad ogni movimento è suscettibile di una rotazione che sarà sconosciuta e non controllabile dall'operatore in superficie. Ad ogni posizione quindi un geofono dei quattro orizzontali si troverà orientato in modo più efficace degli altri tre.

Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati velocimetri con frequenza caratteristica di 4.5 Hz.

Come sorgente di energia sismica per le onde di compressione P si è fatto uso di una mazza con maglio da 6 kg battente su una piastra posta a 3 m dal boccaforo. Per le onde di taglio SH è stata utilizzata la stessa mazza battente orizzontalmente su una trave in legno sovraccaricata, posta anch'essa a 3 m dal boccaforo.

L'inizio della registrazione è dato da un *trigger* che consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra (nel nostro caso si è usato un geofono starter) e l'impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consente di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.

Interpretazione dati

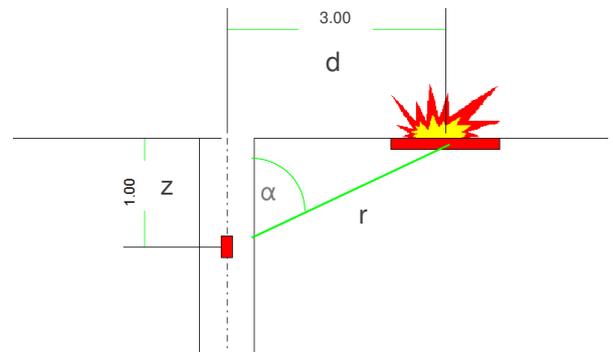
I dati ottenuti mediante down hole sono stati interpretati con il *metodo diretto*. La prova, come detto, consiste nel misurare i tempi di propagazione delle onde (sia compressionali che di taglio) tra la sorgente posta in superficie e il geofono posto in profondità. In genere la sorgente viene a trovarsi ad una distanza non trascurabile dall'asse del perforo per cui è necessario correggere i tempi di arrivo in modo da ottenere i valori che si riscontrerebbero se il percorso dei raggi sismici fosse verticale.

Se d è la distanza della sorgente dall'asse del foro, r la distanza fra la sorgente e la sonda dei sensori, z la profondità di misura, è possibile ottenere i tempi corretti (t_c) mediante la seguente formula di conversione:

$$t_c = t \cos\alpha$$

dove t è il tempo di ricezione del primo impulso rilevato e dove $\alpha = \arctang d/z$

Calcolati i tempi corretti (t_c) sia per le onde P che SH, questi vengono messi in grafico rispetto alle profondità z , e si ha così modo di individuare le dromocrone relative ai litotipi incontrati nella perforazione determinandone velocità e spessori. Va comunque precisato che non sempre gli spessori dei sismostrati individuati coincidono con quelli dei litotipi riscontrati dalla stratigrafia della perforazione perché possono individuarsi strati contrassegnati da caratteristiche elastiche mediamente costanti che possono essere comuni a litotipi simili.



Nella **Tavola 2 e 3** vengono mostrati i sismogrammi delle onde P ed SH.

Nella **Tavola 4** viene riportata la tabella con i tempi di arrivo registrati per ciascuna acquisizione, ed i tempi corretti sia per le onde P che SH.

Risultati indagine

L'analisi eseguita ha consentito di individuare tre sismostrati. Nella seguente tabella vengono riportate le profondità da p.c. di ciascun sismostrato, le relative velocità delle onde P ed SH, ed

una sommaria descrizione della litologia corrispondente ricavata dalla stratigrafia del sondaggio a carotaggio continuo.

Strato	Descrizione	Profondità [m]	Velocità onde P [m/s]	Velocità onde SH [m/s]
1	Limo argilloso	0-4	446	236
2	Limo argilloso	4-10	1.071	392
3	Limo argilloso	10-30	1.228	435

I grafici relativi di quanto descritto sono riportati in **Tavola 5**.

Le velocità rilevate risultano compatibili con le litologie incontrate.

L'indagine sismica eseguita permette di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame, mediante i valori di velocità delle onde di taglio, così come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018. La classificazione dei terreni è ottenuta sulla base del valore della $V_{S,eq}$ (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio), definita dalla relazione:

$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$	h_i spessore dell'i-esimo strato; $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato; N numero di strati; H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s.
---	---

Considerando il profilo di velocità ottenuto dall'analisi *down hole*, il valore della $V_{S,eq}$, che in questo caso coincide con la V_{s30} , risulta di 383 m/s considerando il piano campagna. In base al profilo sismostratigrafico ottenuto, il sito risulta compatibile con la categoria di sottosuolo B, secondo le NTC 2018 - Tabella 3.2.II, riportata sotto.

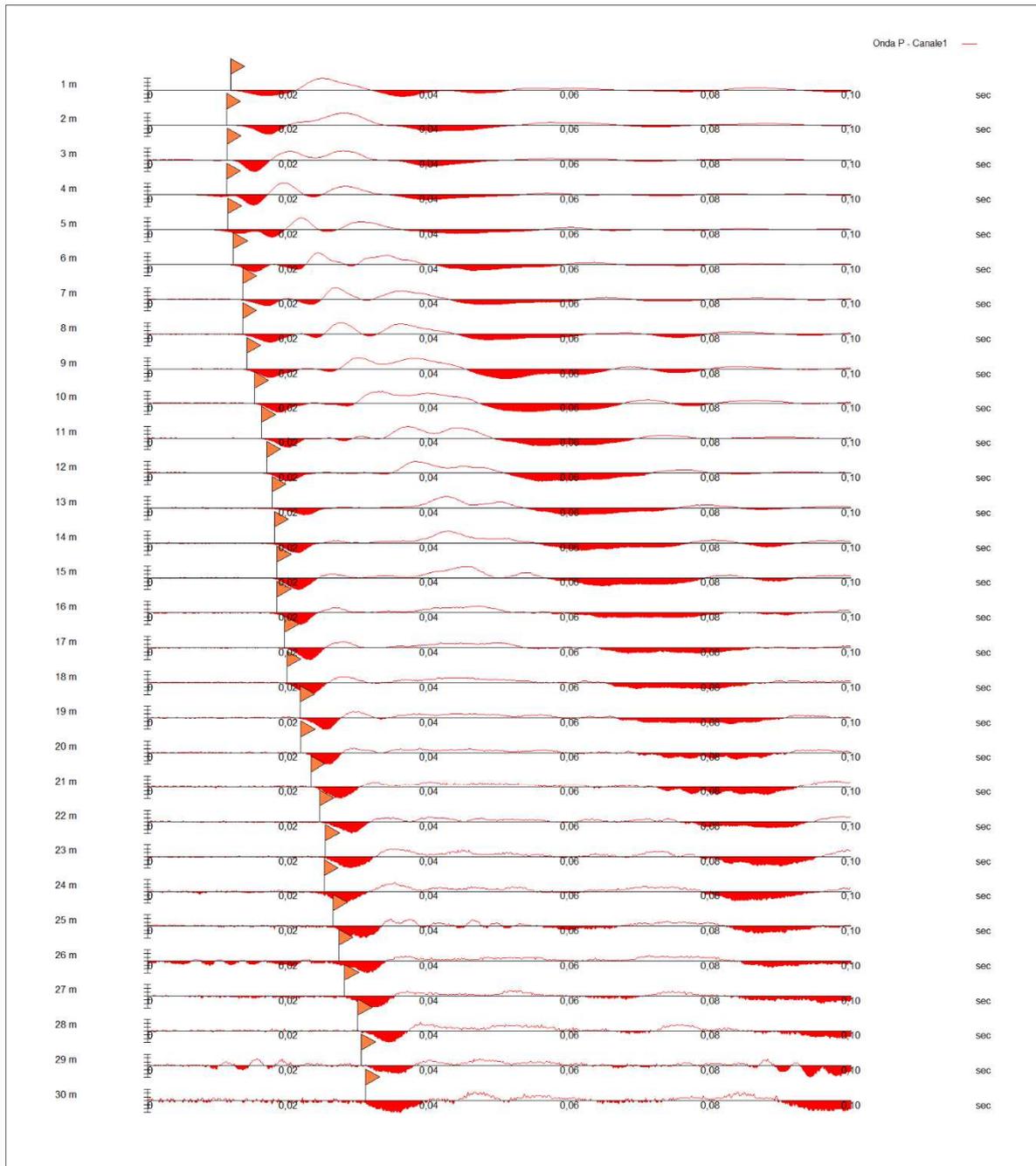
Sarà cura del progettista, in base al modello sismostratigrafico riportato, alla definitiva profondità di imposta delle fondazioni, al conseguente profilo verticale della V_s , ed a tutte le considerazioni del caso che riterrà opportune, attribuire la categoria di suolo corrispondente.

Categorie di sottosuolo (NTC 2018 - Tabella 3.2.II)	
Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> , 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.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

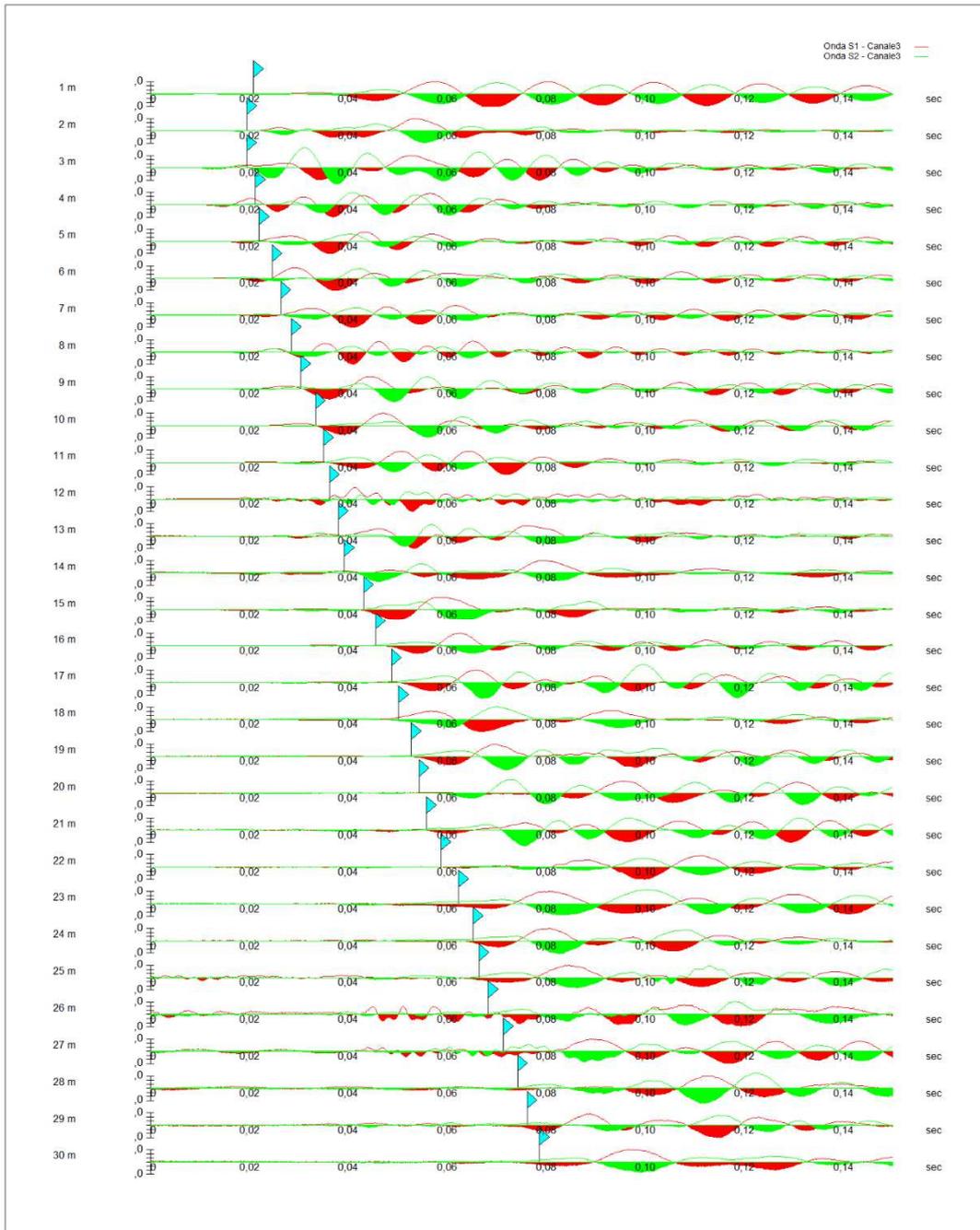
Chianciano Terme, lì 30/09/2021



SISMOGRAMMI ONDE P



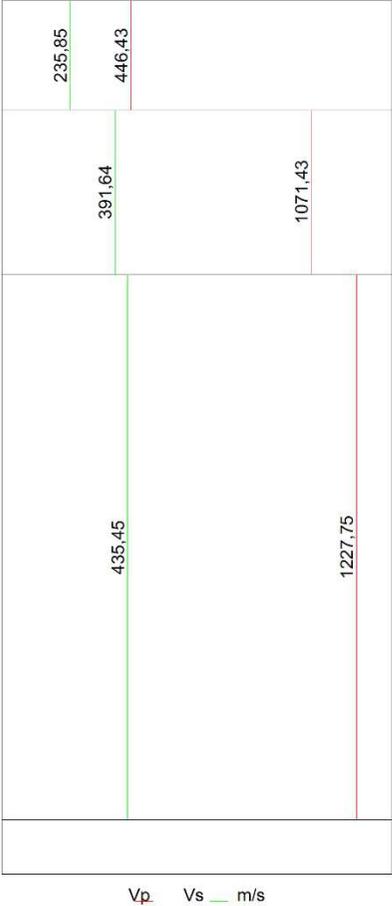
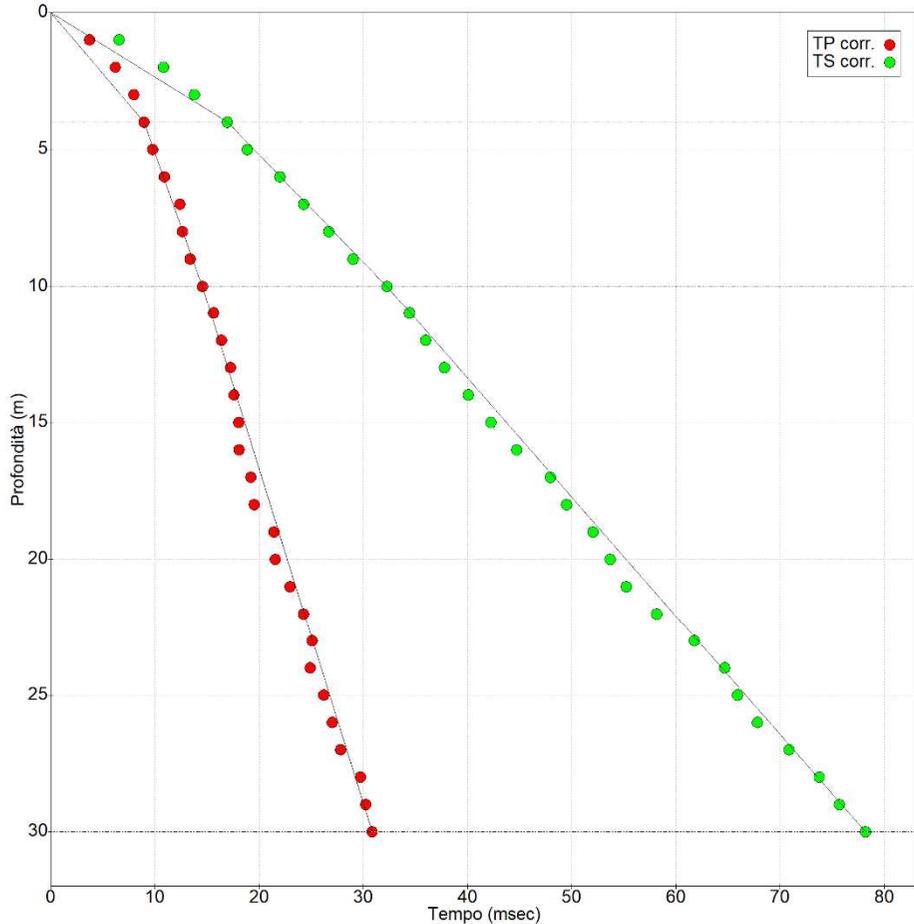
SISMOGRAMMI ONDE SH

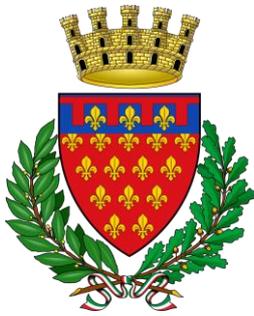


Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]	SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1	1	11,8	20,8	3,16	3,73	6,58
2	2	11,2	19,5	3,61	6,21	10,82
3	3	11,3	19,5	4,24	7,99	13,79
4	4	11,2	21,2	5,00	8,96	16,96
5	5	11,4	22,0	5,83	9,78	18,86
6	6	12,2	24,6	6,71	10,91	22,00
7	7	13,5	26,4	7,62	12,41	24,27
8	8	13,5	28,5	8,54	12,64	26,69
9	9	14,1	30,6	9,49	13,38	29,03
10	10	15,2	33,7	10,44	14,56	32,28
11	11	16,2	35,7	11,40	15,63	34,44
12	12	16,9	37,1	12,37	16,40	35,99
13	13	17,7	38,8	13,34	17,25	37,81
14	14	18,0	41,0	14,32	17,60	40,09
15	15	18,4	43,1	15,30	18,04	42,26
16	16	18,4	45,5	16,28	18,08	44,72
17	17	19,5	48,7	17,26	19,20	47,96
18	18	19,8	50,2	18,25	19,53	49,52
19	19	21,7	52,7	19,24	21,43	52,06
20	20	21,8	54,3	20,22	21,56	53,70
21	21	23,2	55,8	21,21	22,97	55,24
22	22	24,5	58,7	22,20	24,28	58,16
23	23	25,3	62,3	23,19	25,09	61,78
24	24	25,1	65,2	24,19	24,91	64,70
25	25	26,4	66,4	25,18	26,21	65,93
26	26	27,2	68,3	26,17	27,02	67,85
27	27	28,0	71,3	27,17	27,83	70,86
28	28	29,9	74,2	28,16	29,73	73,78
29	29	30,4	76,1	29,15	30,24	75,70
30	30	31,0	78,6	30,15	30,85	78,21

- Tp: tempi di arrivo delle ode P registrati
- Ts: tempi di arrivo delle ode SH registrati
- SR: distanza fra la sorgente e la sonda dei sensori
- Tpcorr: tempi di arrivo onde P corretti
- TScorr: tempi di arrivo onde SH corretti

RISULTATI DOWN HOLE

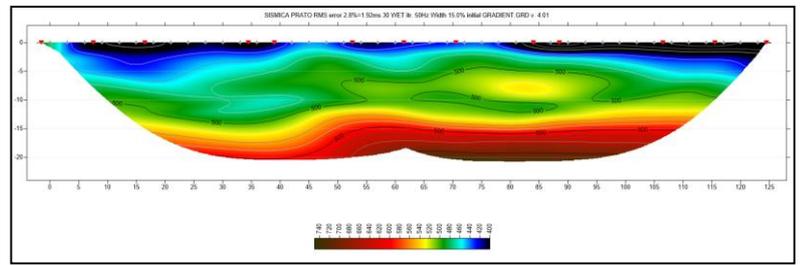
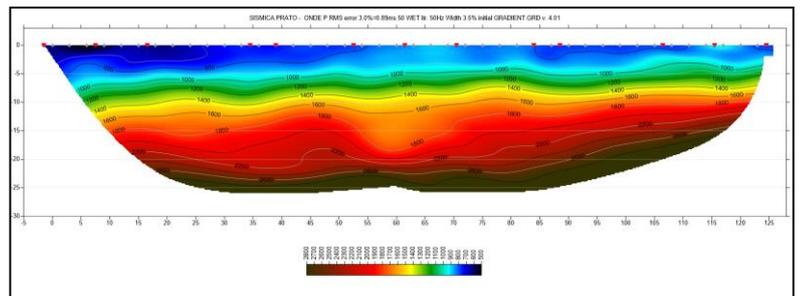




Comune di Peccioli

**Viale Nam Dinh
Prato**

Provincia di Prato



Relazione tecnica interpretativa sulle indagini geofisiche di caratterizzazione sismica dei terreni

Maggio 2022

ENKI
INGEGNERIA

Enki s.r.l.
Via Giambattista Lulli, 62
50144 Firenze
Tel. e fax 055 3247209
P.IVA 05008670480 - REA C.C.I.A.A. Firenze n. 510082
Reg.Impr. Firenze n. 9079/2000



ENKI s.r.l.
Società di Ingegneria Ambientale e Civile
Via Giambattista Lulli, 62 - 50144 FIRENZE
Tel. 055.3247209 - Fax 055.3289276
Mail: info@enki.it
REA CCIAA FI n. 510082 - Reg. Imp. FI n. 9079/2000
Partita IVA 05008670480

SOMMARIO RELAZIONE TECNICA INTERPRETATIVA

SOMMARIO RELAZIONE TECNICA INTERPRETATIVA	1
INDAGINI GEOFISICHE INTEGRATE DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI	2
1 Introduzione	2
1.1 Premesse	2
1.2 Contesto	3
1.3 Descrizione dei contenuti della relazione	3
2 Caratterizzazione sismica	5
2.1 Tomografia sismica	5
2.2 Strumentazione e metodologia per sismica a rifrazione e tecnica tomografica	6
2.3 Prospezione sismica attiva frequenziale - tecnica MASW	8
2.3.1 Strumentazione e metodologia	11
3 Elaborazione dati e risultati	13
3.1 Elaborazione dei dati sismici con tecnica tomografica	13
3.2 Elaborazione dei dati di sismica frequenziale – tecnica MASW	14
4 Conclusioni	17
5 Glossario	19
6 Riferimenti normativi e bibliografici.....	20
6.1 Riferimenti normativi e specifiche tecniche	20
6.2 Riferimenti bibliografici.....	20
I. ALLEGATO GRAFICO:	23
STESA SISMICA S01– TOMOGRAFIA ONDE P E SH - ANALISI MASW ZVF+THF S01 - SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO Vs	23
II. ALLEGATO FOTOGRAFICO	30

INDAGINI GEOFISICHE INTEGRATE DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

1 Introduzione

1.1 Premesse

Il presente documento riferisce sulle prove geofisiche di tipo sismico attivo condotte a supporto caratterizzazione sismica dei terreni presso viale Nam-Dinh a Prato.

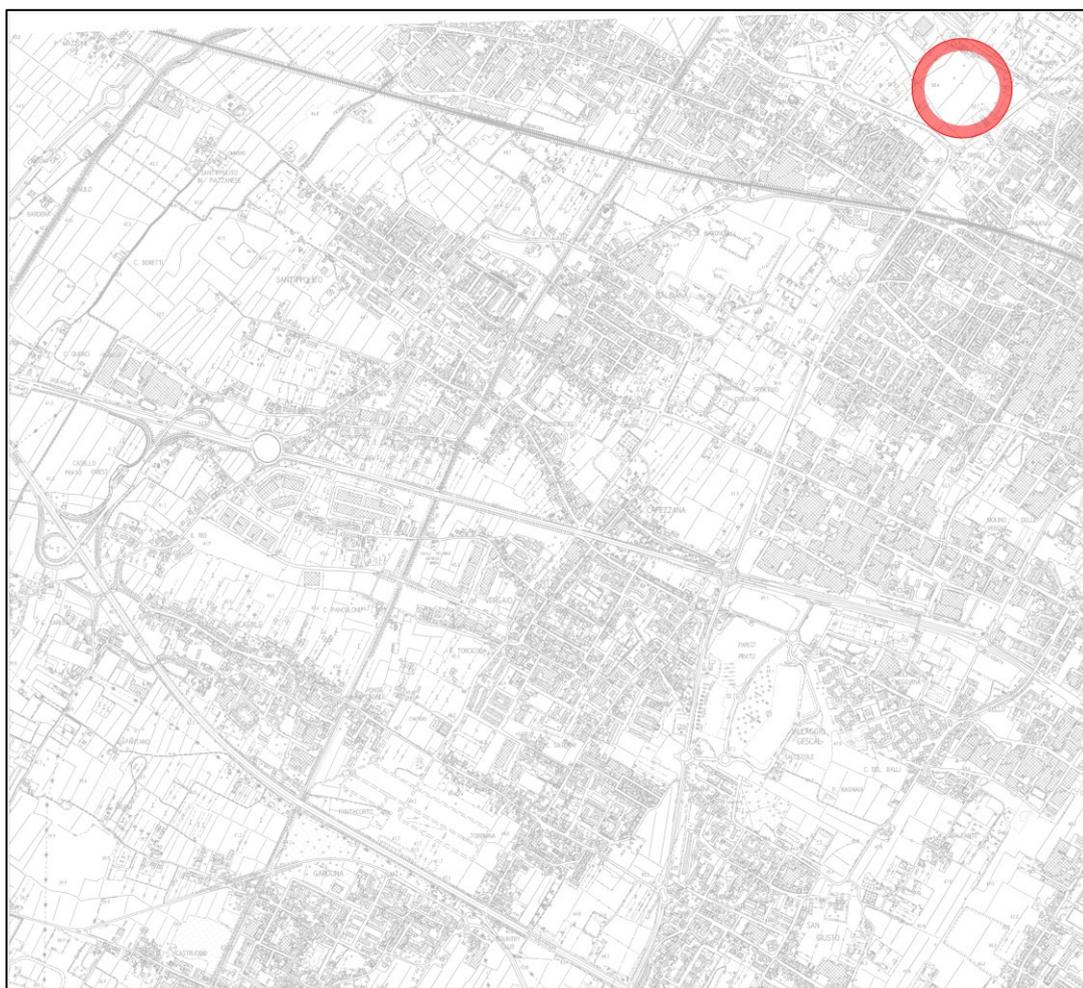


Figura 1-1: Inquadramento cartografico delle indagini

1.2 Contesto

In base alle indicazioni ricevute e al sopralluogo effettuato, ed in ragione del particolare e specifico contesto geomorfologico, è stato deciso di realizzare la seguente campagna di indagini:

- **2 stese sismiche a 24 geofoni con passo intergeofonico di 3 m e offset di 15 m, con sovrapposizione di 6 geofoni e restituzione di un unico profilo tomografico 2D** come da schema riportato in Figura 1-2 con energizzazione verticale ed acquisizione con geofoni verticali e energizzazione trasversale e acquisizione con geofoni orizzontali disposti con asse perpendicolare alla stesa e restituzione di profilo tomografico 2D delle onde di compressione V_p e di taglio V_s (**stendimento sovrapposto S01**).
- **1 acquisizioni ZVF+THF** ossia con energizzazione verticale e acquisizione con geofoni verticali per l'**analisi MASW** della componente verticale delle onde di Rayleigh ed energizzazione trasversale e acquisizione con geofoni orizzontali disposti con asse perpendicolare alla stesa per l'**analisi MASW** delle onde di Love.

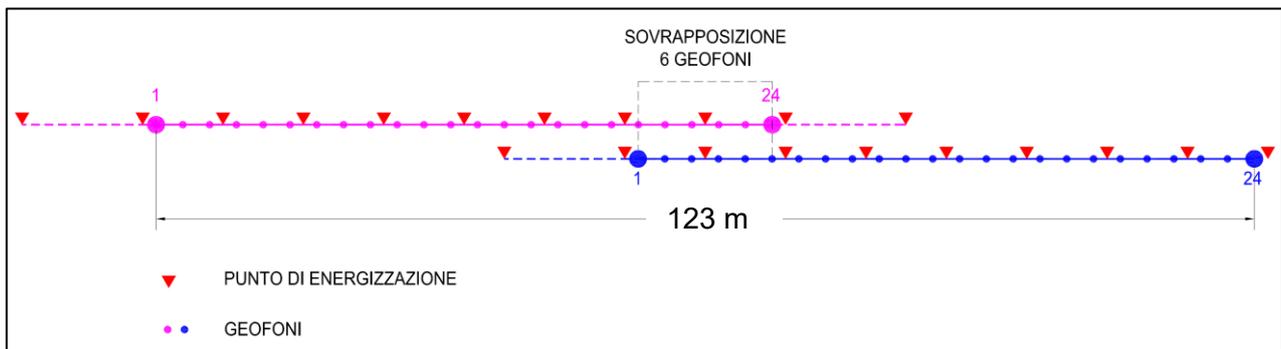


Figura 1-2: Schema 2 stendimenti sovrapposti

Si rimanda agli allegati grafici per l'inquadramento di dettaglio delle indagini.

1.3 Descrizione dei contenuti della relazione

La presente relazione illustrerà la metodologia di acquisizione, la strumentazione utilizzata, le tecniche e modalità di inversione/interpretazione, e verranno evidenziati i risultati ottenuti con la campagna di prospezione geofisica sismica integrata, a supporto della caratterizzazione sismica del sottosuolo.

Dopo un quadro descrittivo delle tecniche di indagine, riportate nel Capitolo 2

(Caratterizzazione sismica), si riportano le modalità di interpretazione ed analisi dei dati acquisiti e i risultati, di cui al Capitolo 3 (Elaborazione dati e risultati) e le conclusioni nel Capitolo 4.

Glossario e riferimenti bibliografici sono forniti rispettivamente nei capitoli 5 e 6.

Il documento è poi completato con due allegati contenenti rispettivamente:

- ALLEGATI GRAFICI, in cui sono riportati in dettaglio i dati acquisiti, la loro elaborazione ed i risultati ottenuti.
- ALLEGATO FOTOGRAFICO.

2 Caratterizzazione sismica

Ai fini di una completa caratterizzazione sismica delle aree oggetto di indagine, i dati sono stati acquisiti secondo modalità che hanno permesso l'inversione ed interpretazione sequenziale e correlata, secondo diverse tecniche di cui:

1. Tomografia sismica con restituzione di profilo tomografico 2D delle onde di compressione V_p ;
2. Tomografia sismica con restituzione di profilo tomografico 2D delle onde di taglio V_s ;
3. Tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) che sono una derivazione delle tecniche SASW (Spectral Analysis of Surface Waves) che si basano sull'elaborazione delle proprietà spettrali delle onde di superficie per la costruzione di un modello monodimensionale verticale di velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

2.1 Tomografia sismica

La tomografia sismica, per raggi diretti, è una tecnica d'indagine che permette l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche con un potere risolutivo nettamente superiore ad altri metodi, offrendo la possibilità della ricostruzione, con elevato grado di qualità, di anomalie stratigrafiche, anche particolarmente complesse non risolvibili con differenti tecniche d'indagine.

Per le procedure di realizzazione di immagini tomografiche è necessario utilizzare un maggior numero di sorgenti di energizzazione e di punti di ricezione delle onde sismiche, che permettano una distribuzione dei raggi sismici omogenea e con una densità che viene predefinita in funzione del "target" da raggiungere.

Le tecniche operative possono essere molto diverse, si può infatti operare:

- a livello del piano di campagna disponendo i ricevitori (geofoni e idrofon) ed i trasmettitori (punti di scoppio) su linee parallele;
- utilizzando due fori, residui di sondaggi geognostici, (tomografia cross-hole), dove previo opportuno condizionamento si alloggiavano i ricevitori ed i trasmettitori;
- utilizzando un solo foro (sondaggio sismico tomografico), in cui sono alloggiati i ricevitori, eseguendo una serie di tiri a distanze crescenti dall'imboccatura del foro stesso.

Per il trattamento dei dati per la ricostruzione tomografica dell'immagine si utilizza una suddivisione dell'area di studio in celle elementari, calcolando per ciascuna di queste un valore di velocità congruente con il tempo di tragitto medio relativo ai percorsi dei raggi sismici che le attraversano; la presentazione delle elaborazioni eseguite dà come risultato una mappa della distribuzione delle velocità sismiche in una sezione piana contenente le sorgenti ed i geofoni.

Le classiche prospezioni sismiche si basano sul concetto che le onde acustiche si propagano nei diversi mezzi con velocità differenti.

Generando tali onde in un punto (detto di scoppio) e osservando i loro tempi di arrivo in altri punti predeterminati (detti di registrazione), è possibile ricostruire la distribuzione di velocità e con questa definire dal punto di vista elastico le aree oggetto di studio e individuare anomalie o corpi anomali.

L'applicazione della tecnica tomografica alle misure sismiche permette poi di ricostruire l'andamento di tale caratteristica fisica all'interno di una porzione di spazio non accessibile direttamente e di ottenere come risultati, immagini che visualizzano le non omogeneità incontrate nel mezzo.

Il risultato finale sarà la rappresentazione delle velocità (in m/s) per piani o sezioni indagate, poi ricostruite in 3D, secondo una scala cromatica prefissata, che in genere va dal blu (basse velocità) al magenta (alte velocità). Quanto più il mezzo attraversato dal suono è rigido e incompressibile, tanto maggiore sarà la sua velocità caratteristica.

Valori bassi della velocità mettono in evidenza la variazione negativa delle caratteristiche elastiche e meccaniche, indicando la presenza di un possibile deterioramento della struttura interna.

2.2 Strumentazione e metodologia per sismica a rifrazione e tecnica tomografica

La strumentazione impiegata per le indagini sismiche a rifrazione e per la tecnica tomografica è la seguente:

Onde P:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D;
- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su piastra di duralluminio e/o maglio battente e/o fucile sismico;
- Ricevitori: Geofoni ad asse verticale GEOSPACE GS-20DX 14 Hz;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

Onde SH:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D;
- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su trave in PEAD con battuta coniugata S1 e S2;
- Ricevitori: Geofoni ad asse orizzontale SM-6/U-B 10 Hz – SENSOR NEDERLAND b.v.;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

Sono state effettuate 4 prospezione sismiche a rifrazione a 24 geofoni , in onde P e onde SH, come da schema seguente:

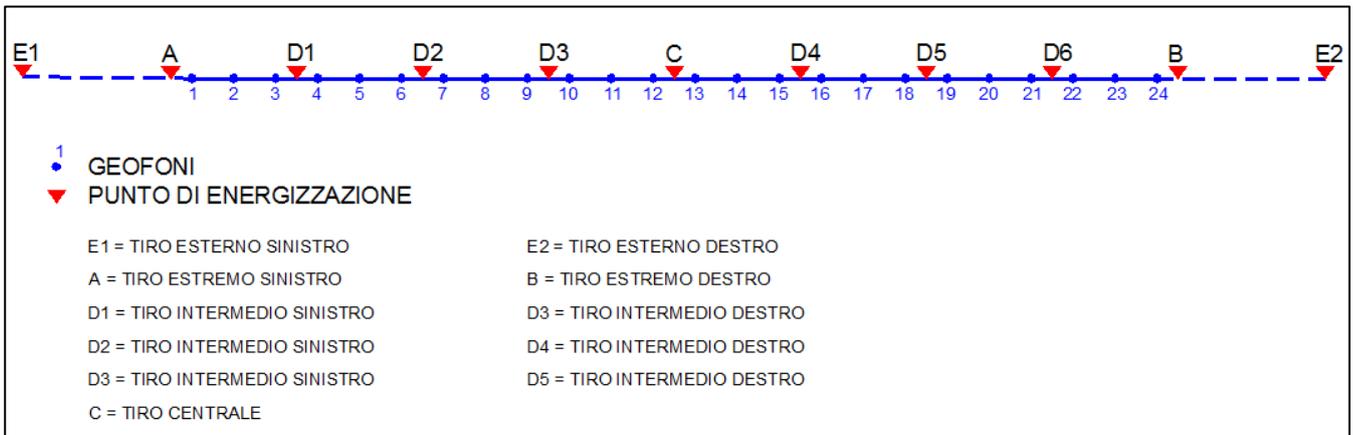


Figura 2-1: Schema acquisizioni prospezioni sismiche

La lunghezza totale, la distanza intergeofonica e la distanza dei punti di energizzazione rispetto al primo geofono per ognuna delle prospezioni sono riassunte nelle seguenti tabelle:

Tabella 2-1: Riepilogo geometria prospezioni sismiche

AREA	STESA	INDAGINE [n°]	DISTANZA INTERGEOFONICA [m]	LUNGHEZZA STENDIMENTO [m]
-	S01	S01_1(*)	3	123
		S01_2(*)	3	
(*) STENDIMENTO CONGIUNTO				

Tabella 2-2: Distanze punti di energizzazione dal primo geofono

	E1	A	D1	D2	D3	C	D4	D5	D6	B	E2
S01_1(*)	-15	-1.50	7.50	16.50	25.50	34.50	43.50	52.50	61.50	70.50	84.00
S01_2(*)	-15	-1.50	7.50	16.50	25.50	34.50	43.50	52.50	61.50	70.50	84.00
(*) STENDIMENTI CONGIUNTI											

2.3 Prospezione sismica attiva frequenziale - tecnica MASW

Il principio ispiratore della tecnica MASW è il carattere dispersivo delle onde di Rayleigh e di Love quando queste si propagano in un mezzo stratificato.

La dispersione consiste nella variazione della velocità di fase a diverse frequenze, con l'aumento della lunghezza d'onda (abbassamento di frequenza) la profondità coinvolta dalla propagazione dell'onda è via via maggiore.

È quindi possibile, impiegando onde di un certo intervallo di frequenza, caratterizzare le proprietà acustiche dei terreni sino ad una certa profondità.

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi:

- L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi, in quanto l'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori preliminari per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

Una volta scomposto il sismogramma, un'opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

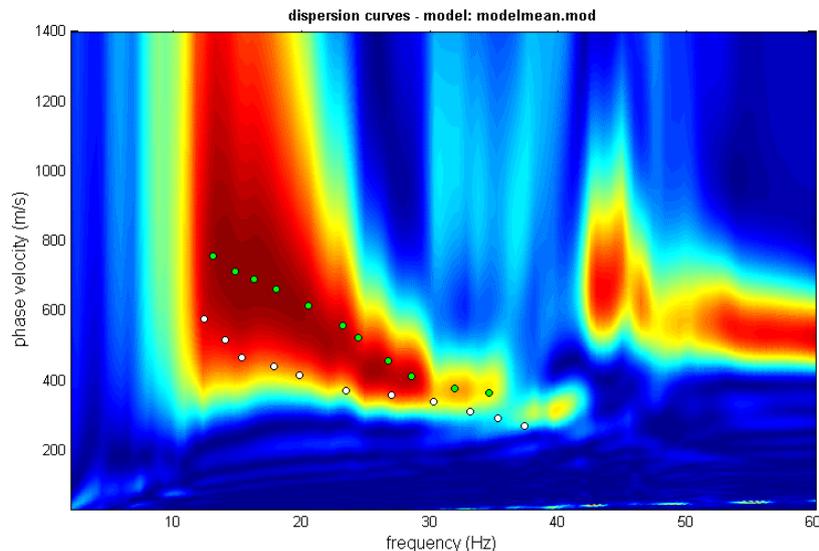


Figura 2-2: Curva dispersione

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione.

E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma.

In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N.

Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente.

In particolare l'analisi MASW è realizzata con due diversi tipi di acquisizione:

- **acquisizione ZVF** ossia con energizzazione verticale e acquisizione con geofoni verticali per l'analisi MASW della componente verticale delle onde di Rayleigh;
- **acquisizione THF** ossia con energizzazione trasversale e acquisizione con geofoni orizzontali disposti con asse perpendicolare alla stesa per l'analisi MASW delle onde di Love.

2.3.1 Strumentazione e metodologia

La strumentazione impiegata per le indagini MASW è la seguente:

MASW ZVF:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D;
- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su piastra di duralluminio e/o maglio battente da 120 kg;
- Ricevitori: Geofoni ad asse verticale RTC 4.5 Hz 395 – R.T. CLARK;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

MASW THF:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D;
- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su trave in PEAD con battuta di taglio;
- Ricevitori: Geofoni ad asse orizzontale SM-6/U-B 10 Hz – SENSOR NEDERLAND b.v.;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

E' stata effettuata 1 prospezione sismica MASW a 24 geofoni, come da schema seguente:

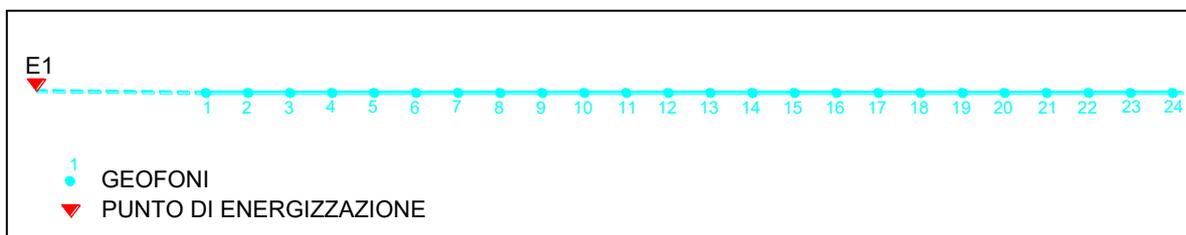


Figura 2-3: Schema acquisizioni prospezioni sismiche

La lunghezza totale, la distanza intergeofonica e la distanza dei punti di energizzazione rispetto al primo geofono sono riassunte nella seguente tabella:

Tabella 2-3: Riepilogo geometria prospezioni sismiche

STESA	INDAGINE [n°]	DISTANZA INTERGEOFONICA [m]	OFFSET BATTUTA ESTERNA E1 [m]	LUNGHEZZA STENDIMENTO [m]
S01	S01_1(*)	3	15	123
	S01_2(*)	3	15	

(*) STENDIMENTO CONGIUNTO

3 Elaborazione dati e risultati

3.1 Elaborazione dei dati sismici con tecnica tomografica

Per l'inversione dei dati sismici acquisiti è stato utilizzato il software Rayfract ver. 3.32 2014, che è un software di tomografia sismica che impiega le soluzioni Eikonali per il calcolo dei tempi di percorso e per la modellazione della diffrazione, la rifrazione e la trasmissione delle onde sismiche.

Dopo il controllo visivo sulla qualità dei dati, si effettua un picking dei primi arrivi, in modo da ipotizzare un preliminare modello di velocità, che può essere migliorato attraverso successive iterazioni, in quanto la fase di calcolo si conclude quando si ha la migliore sovrapposizione fra i tempi di primo arrivo calcolati e quelli misurati.

Il processing dei dati, prosegue con la fase di inversione tomografica detta WET (Wavepath Eikonal Traveltime), che permette il calcolo delle traiettorie d'onda (wavepath) attraverso le soluzioni alle differenze finite dell'equazione che esprime le modalità di propagazione di un'onda in un mezzo isotropo.

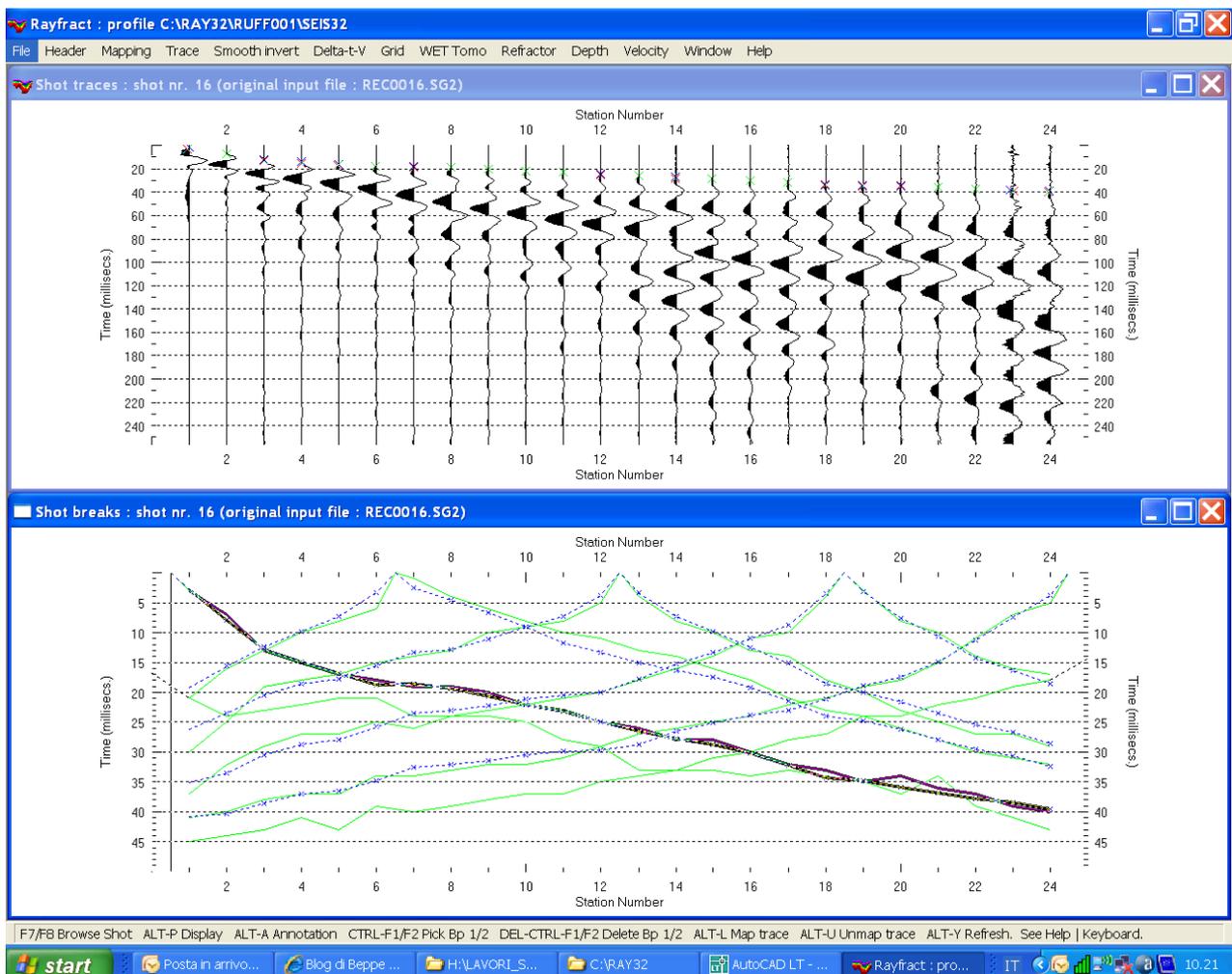


Figura 3-1: Confronto shot break primi arrivi e dromocrone

La tomografia WET modella i percorsi multipli della propagazione del segnale che contribuiscono ad un primo arrivo.

Il procedimento Eikonale, usato per il calcolo dei tempi di percorso, modella la diffrazione, la rifrazione e la trasmissione delle onde sismiche.

Come conseguenza di ciò la capacità di fornire l'imaging di un'anomalia di velocità aumenta rispetto alla tomografia convenzionale del percorso di un raggio sismico.

I dati tomografici vengono quindi elaborati con un software di imaging, nel caso SURFER 9, che permette la visualizzazione secondo pseudosezioni verticali.

Relativamente ai risultati si rimanda agli allegati grafici che riporta in dettaglio la tomografia sismica ottenuta.

3.2 Elaborazione dei dati di sismica frequenziale – tecnica MASW

I dati sismici sono stati acquisiti per l'analisi frequenziale con tecnica MASW secondo le tecniche tradizionali di acquisizione:

- ZVF ossia con la sorgente di energizzazione ad impatto verticale e l'acquisizione della componente verticale delle onde di Rayleigh;
- THF ossia con energizzazione trasversale e acquisizione con geofoni orizzontali disposti con asse perpendicolare alla stesa per l'analisi MASW delle onde di Love.

I sismogrammi vengono elaborati secondo la trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, si tenta di identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh e Love da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, e disturbi antropici.

L'osservazione dello spettro consente di notare che le onde superficiali si propagano a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, per cui sulla base della teoria sviluppata e degli algoritmi di calcolo, e dell'analisi correlata dei diversi spettri, si ipotizzano e si modellano le preliminari *curve di dispersione*, che associano ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda.

La determinazione della curva di dispersione (*picking*) è un processo particolarmente complesso che non può essere lasciato ad algoritmi automatici di calcolo dei software ma deve essere sempre attentamente valutato dall'interprete.

Determinate le curve di dispersione si ricerca un primo modello sintetico che verrà modificato iterativamente per n volte, in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenerne uno a cui è associata una curva di dispersione sperimentale che ben approssima le curve di dispersione ricavate dai sismogrammi. Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta *fase di inversione*.

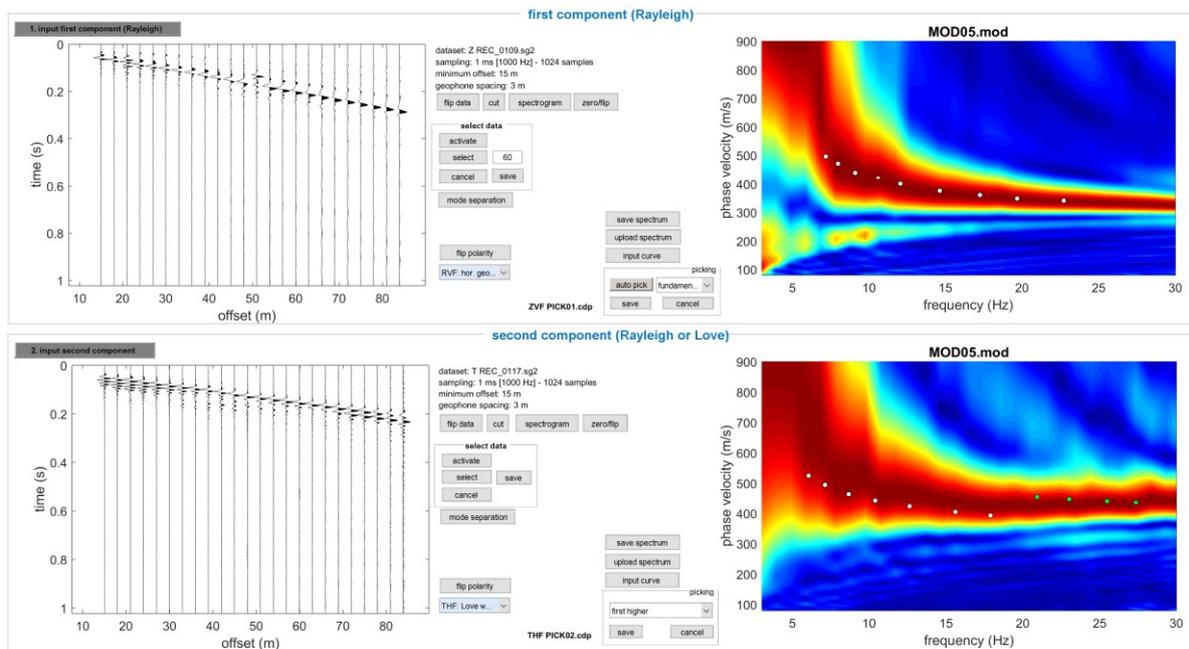


Figura 3-2: Sismogramma e Picking della curva di dispersione (MASW ZVF+THF)

Le due fasi iterative di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'interprete poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico di inversione che lavora unicamente alla ricerca della soluzione matematicamente migliore, spesso non coincidente con la realtà fisica del sito.

I dati sono stati elaborati mediante il software commerciale "WinMASW 2018 Academy" prodotto dalla Eliosoft.

Il software presenterà come soluzione del processo d'inversione due modelli di Vs di cui:

- il modello "migliore" (in termini di minor misfit, cioè discrepanza tra curva osservata e calcolata);
- il modello medio calcolato secondo un'operazione statistica nota come MPPD (Dal Moro et al., 2007).

Come modello di Vs viene scelto modello medio, perché consigliato da bibliografia, anche se normalmente i due modelli non differiscono di molto.

Si riporta di seguito Tabella 3.1 di riepilogo delle elaborazioni MASW

Tabella 3-1: Profilo Vs ottenuto da analisi MASW S01

PROF. (m)	SPESSORE (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/mc)	ν
2,28	2,28	293	306	804	2000	0,42
5,81	3,53	367	386	1058	2070	0,43
16,63	10,82	400	413	1053	2070	0,42
21,79	5,16	421	433	1097	2080	0,41
-	-	653	685	1530	2160	0,39
	VsEQ	433	444			

4 Conclusioni

I valori del parametro V_s calcolati permettono la definizione della classificazione del sottosuolo, come previsto dalla vigente normativa (DM 17/01/18 NTC) ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto.

Il parametro $V_{s,eq}$ rappresenta la media della velocità delle onde di taglio ed è dato dalla:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove h_i e $V_{s,i}$ indicano rispettivamente lo spessore e la velocità delle onde di taglio strato i -esimo e H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s; per depositi con profondità $H > 30$ m la $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$ ottenuto ponendo $H = 30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

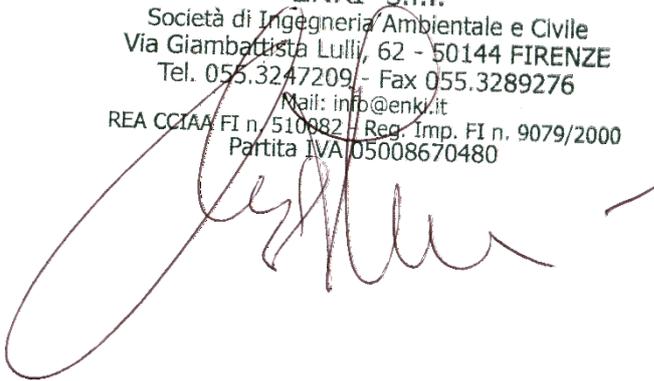
Le categorie di sottosuolo sono:

- A. Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m;
- B. Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- C. Depositati 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.
- D. Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.
- E. Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Le misure effettuate con tecnica sismica attiva MASW congiunta ZVF+THF, hanno consentito di ottenere delle informazioni sulla stratificazione acustico-elastica del sottosuolo ed in particolare hanno permesso di stimare il profilo verticale delle onde di taglio (V_s). Il valore numerico delle $V_{s,eq}$ ottenuto è riportato nella tabella che segue.

INDAGINE	Vsv EQ	Vsh EQ	CLASSIFICAZIONE SOTTOSUOLO
ANALISI MASW S01	433	444	B

ENKI s.r.l.
Società di Ingegneria Ambientale e Civile
Via Giambattista Lulli, 62 - 50144 FIRENZE
Tel. 055.3247209 - Fax 055.3289276
Mail: info@enki.it
REA CCIAA FI n. 510682 - Reg. Imp. FI n. 9079/2000
Partita IVA 05008670480



5 Glossario

V_p	Velocità di propagazione delle onde di pressione
V_s	Velocità di propagazione delle onde di taglio
V_{s30}	Velocità di propagazione delle onde di taglio, media nei primi 30 m
V_{sv}	Componente verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio
V_{sh}	Componente orizzontale della velocità di propagazione delle onde di taglio
V_a	Velocità apparente di propagazione delle onde elastiche
V_r	Velocità reale di propagazione delle onde elastiche
t	Tempo
f	Frequenza
H.....	Spessore dello strato
Onde P	Onde sismiche di pressione che sono le prime ad essere individuate in quanto le più veloci;
Onde S	Onde sismiche di taglio
Battuta S1	Prima battuta contro piastra per generazione onde S, con direzione ad esempio E-W;
Battuta S2	Seconda battuta contro piastra, con direzione coniugata rispetto ad S1, ad esempio W-E, per determinazione di first break delle onde S
FIRST BREAK	processo di interpretazione dei dati sismici per determinazione del primo arrivo delle onde sismiche, sia di tipo P che S;
ESAC.....	Extended Spatial AutoCorrelation
MASW	Multi-Channel Analysis Surface Waves
HVSR.....	Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo Nakamura rapporto spettrale tra le componenti del orizzontale e verticale dei microtremori
Inversione.....	Processo di fit per l'ottenimento di un modello sperimentale a partire da dati osservati, mediante il confronto iterativo delle differenze tra due serie di dati, definiti da un modello sperimentale (invertito) e da un modello diretto (sintetico).
MS	Microzonazione Sismica
MOPS	Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

6 Riferimenti normativi e bibliografici

6.1 Riferimenti normativi e specifiche tecniche

- [1] Decreto Ministeriale Infrastrutture 17 gennaio 2018 “*Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*”, e indicato anche con N.T.C. nel presente documento.
- [2] Indirizzi e Criteri di microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla conferenza delle Regioni e delle Province autonome;
- [3] Specifiche tecniche regionali: Allegato A alla DGRT n.261/2011, Appendice 1, Appendice 2
- [4] Istruzioni Tecniche per le indagini geologico-tecniche, geofisiche e geotecniche, statiche e dinamiche, finalizzate alla valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana - Programma VEL Toscana – Del. GRT. n. 1343 del 18 dicembre 2000 e s.m.e.i.

6.2 Riferimenti bibliografici

- [5] Dal Moro G., 2008a, VS and VP Vertical Profiling and Poisson Ratio Estimation via Joint Inversion of Rayleigh Waves and Refraction Travel Times by means of Bi-Objective Evolutionary Algorithm, J. Appl. Geophysics (in stampa)
- [6] Dal Moro G., Pipan M., Forte E., Finetti I., 2003, Determination of Rayleigh wave dispersion curves for near surface applications in unconsolidated sediments, Proceedings SEG, 73st Annual Int. Mtg. (Dallas, Texas, Oct 2003)
- [7] Xia J., Miller R.D. and Park C.B.; 1999: Estimation of near-surface shear-wave velocity by inversion of Rayleigh waves. Geophysics. 64, 691-700.
- [8] Xia J., Miller R.D., Park C.B., Ivanov J., Tian G. and Chen C.; 2004: Utilization of high-frequency Rayleigh waves in near-surface geophysics. The Leading Edge, 23, 753-759.
- [9] Xia J., Miller R.D., Park C.B. and Tian G.; 2002: Determining Q of near-surface materials from Rayleigh waves. J. Appl. Geophys., 51, 121– 129.
- [10] Xia J., Miller R.D., Park C.B. and Tian G.; 2003: Inversion of high frequency surface waves with fundamental and higher modes. Jour. of Appl. Geophys., 52, 45–57.
- [11] Rix, G.J. and Lai, C.G. Model-Based Uncertainty in Surface Wave Inversion Proceedings, GeoCongress 2006, “Geotechnical Engineering in the Information Technology Age”, Atlanta, February 26-March 1, 2006. Paper Reference No. 11904.
- [12] Lai C.G., Wilmanski K. (Editors) Surface Waves in Geomechanics: Direct and Inverse Modeling for Soils and Rocks, CISM Lecture Notes No. 481, CISM-Springer Verlag, pp. 385, ISBN: 3-211-27740-4. CD with software programs for surface wave analysis is included.
- [13] Lai, C.G. “Chapter 3 – Surface Waves in Dissipative Media: Forward and Inverse Modelling” in Surface Waves in Geomechanics: Direct and Inverse Modeling for Soils and Rocks. Edited

-
- by C.G. Lai and K. Wilmanski, CISM Lecture Notes Vol. No. 481, Springer-Verlag, pp. 385, October 2005. ISBN: 3-211-27740-4. CD with software programs for surface wave analysis is included.
- [14] Rix, G.J. "Chapter 3 – Near-Surface Site Characterization Using Surface Waves" in Surface Waves in Geomechanics: Direct and Inverse Modeling for Soils and Rocks. Edited by C.G. Lai and K. Wilmanski, CISM Lecture Notes Vol. No. 481, Springer-Verlag, pp. 385, October 2005.
- [15] Lai, C.G., Foti, S., Rix, G.J. Propagation of Data Uncertainty in Surface Wave Inversion *Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, 10(2), pp. 219-228, July 2005.
- [16] Lai, C.G., Rix, G.J., Foti, S., Roma, V. Simultaneous Measurement and Inversion of Surface Wave Dispersion and Attenuation Curves *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 22, No. 9-12, pp. 923-930, October-December 2002.
- [17] Rix, G.J., Lai, C.G., Spang, A.W. In Situ Measurements of Damping Ratio Using Surface Waves *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASCE, Vol. 126, No.5, pp. 472-480, May 2000.
- [18] Lai, C.G., Foti, S., Godio, A., Rix, G.J., Sambuelli, L., Socco, V. Geotechnical Site Characterization Using Geophysical Techniques *Italian Geotechnical Journal*, RIG, Special Publication, No.3, pp. 99-118, September 2000.
- [19] Lai, C.G. Spectral Analysis of Surface Waves – Active Methods – Technical Recommendations *Italian Geotechnical Journal*, RIG, No.4, pp. 201-212. December 2000.
- [20] Lai, C.G., Rix, G.J. Inversion of Multi-Mode Effective Dispersion Curves *Proceedings, 2nd International Symposium on Pre-Failure Deformation Characteristics of Geomaterials*, IS Torino 99, Torino, Italy, September 26-29, 1999, Vol. I, pp. 411-418.
- [21] Lai, C.G., Rix, G.J. Simultaneous Inversion of Rayleigh Phase Velocity and Attenuation for Near- Surface Site Characterization Contract Report prepared for the National Science Foundation under Grant No. CMS-9402358, and the U.S. Geological Survey, Department of Interior, Report No. GIT-CEE/GEO-98-2, July, 1998, pp. 258.
- [22] Strobbia, C. Surface wave methods: acquisition, processing and inversion, Ph.D. Thesis, Politecnico di Torino, Italy, 2003.
- [23] Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. *Quarterly Report of Railway Technical Research Institute*. 30-1, pp 25-33.
- [24] Ibs-von Seht, M. y Wohlenberg, J. (1999). Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments. *Bulletin of Seismological Society of America*, Vol 89, pp 250-259.
- [25] Rohdewald, S., Burton, B., Sheehan, J., Doll, W., 2010, Processing of seismic refraction tomography data, SAGEEP short course notes, Keystone, Colorado.
- [26] Schuster, G.T., Quintus-Bosz, A., 1993, Wavepath eikonal travelttime inversion: Theory. *Geophysics*, Volume 58, 1314-1323.
- [27] Sheehan, J.R., Doll, W.E., Mandell, W., 2005, An evaluation of methods and available software

- for seismic refraction tomography analysis, JEEG, Volume 10(1), 21-34.
- [28] Watanabe, T., Matsuoka, T., Ashida, Y., 1999, Seismic travelttime tomography using Fresnel volume approach, SEG Houston 1999 Meeting, Expanded Abstracts.
- [29] White, D.J., 1989, Two-dimensional seismic refraction tomography, Geophysical Journal, Volume 97, 223-245.
- [30] Zelt, 2010, SAGEEP 2011 Seismic refraction shootout: blind test of methods for obtaining velocity models from first-arrival travel times.
- [31] Semih, S. Tezcan, Ali, Keceli, Zuhul Ozdemir, 2006, Allowable bearing capacity of shallow foundations based on shear wave velocity, Geotechnical and Geological Engineering (2006) 24: 203–218
- [32] Terzaghi, K. and Peck, R. B. (1967) Soil Mechanics in Engineering Practice , 2nd edn, John Wiley and Sons, New York.
- [33] Turesson, A (2007), A comparison of methods for the analysis of compressional, shear, and surface wave seismic data, and determination of the shear modulus, Journal of Applied Geophysics, 61, Elsevier
- [34] Orlando, L. Pelliccioni, G., (2010), P and PS data to reduce the uncertainty in the reconstruction of near-surface alluvial deposits, Journal of Applied Geophysics, 42, Elsevier
- [35] Aki K. (1957), Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors, Bulletin of the Earthquake Research Institute 35:415-456
- [36] Dal Moro G. et al., (2007), Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via genetic algorithms and posterior probability density evaluation, J.Appl.Geophysics, 61, 39-55
- [37] M. Ali Ak (2006), An Analytical Raypath approach to the Refraction Wavefront Method, Geophysical Prospecting, 38, 971-982
- [38] Edwards, L.S., (1977), A modified pseudosection for resistivity and induced-polarization. Geophysics, 42, 1020-1036.
- [39] Loke, M.H., (2000). Topographic modelling in resistivity imaging inversion. 62nd EAGE Conference & Technical Exhibition Extended Abstracts, D-2.
- [40] Sasaki, Y. (1992). Resolution of resistivity tomography inferred from numerical simulation. Geophysical Prospecting, 40, 453-464.

I. ALLEGATO GRAFICO:

**STESA SISMICA S01– TOMOGRAFIA ONDE P E SH - ANALISI MASW ZVF+THF
S01 - SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI
MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO Vs**

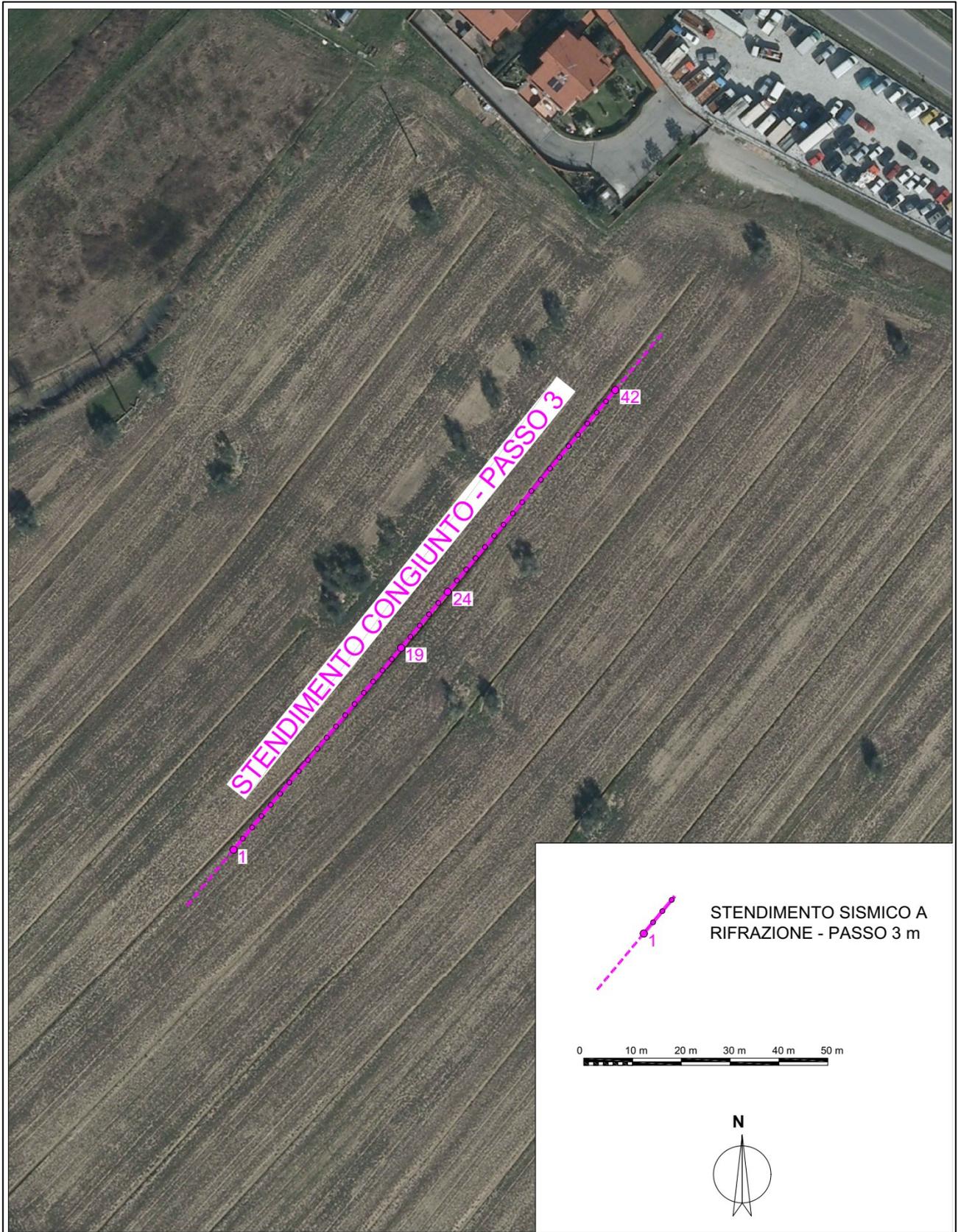


Fig. I-1: Inquadramento di dettaglio

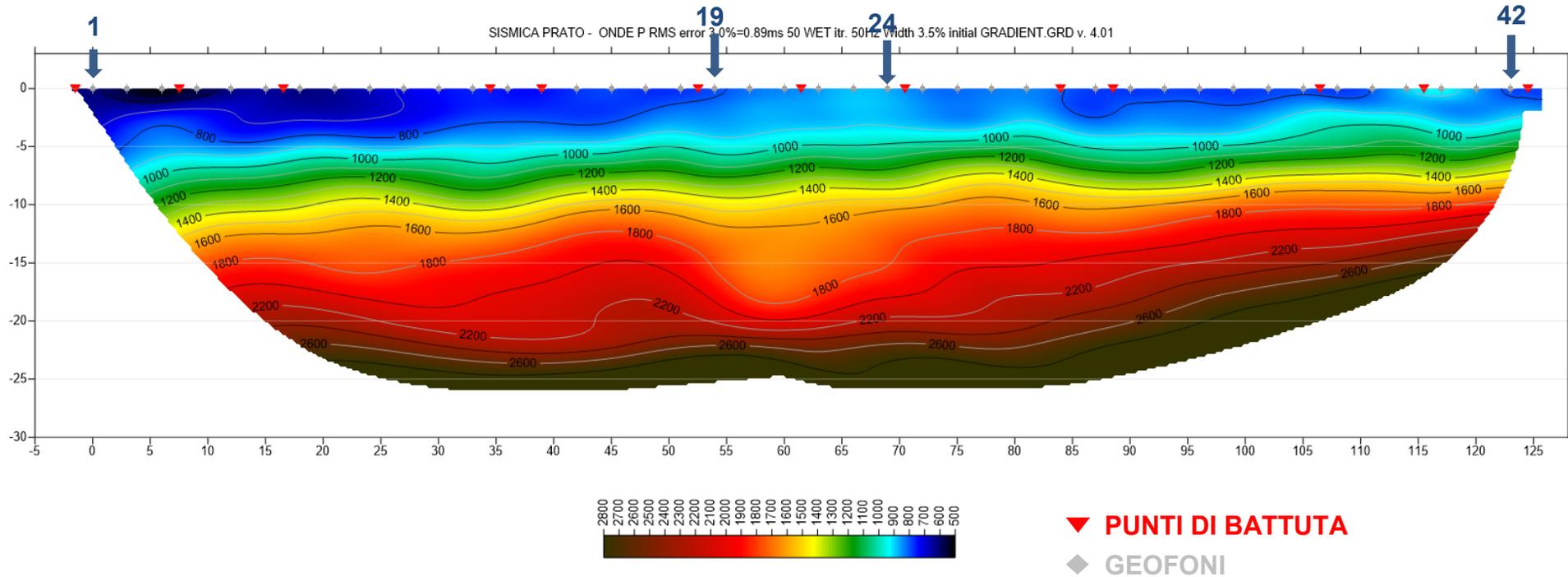


Fig. I -2: Stesa sismica S01_1 ONDE P – Tomografia sismica – Rapporto scala orizzontale e verticale 1:1

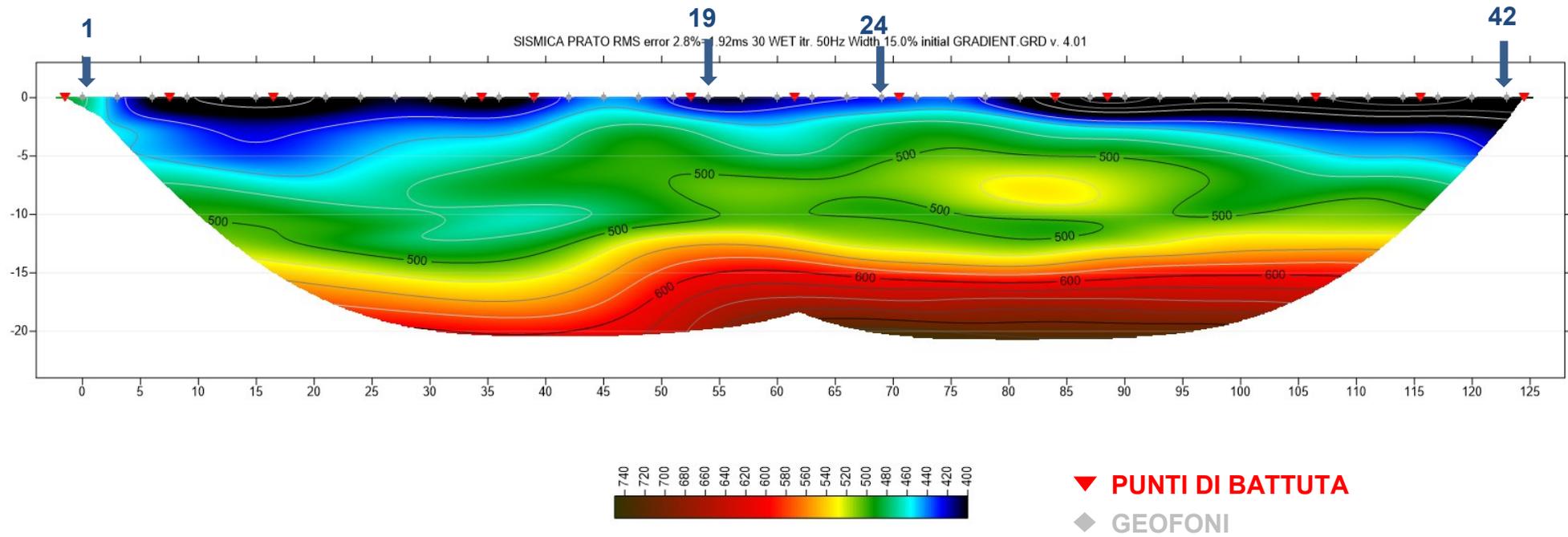


Fig. I -3: Stesa sismica congiunta S01_1 ONDE SH – Tomografia sismica – Rapporto scala orizzontale e verticale 1:1

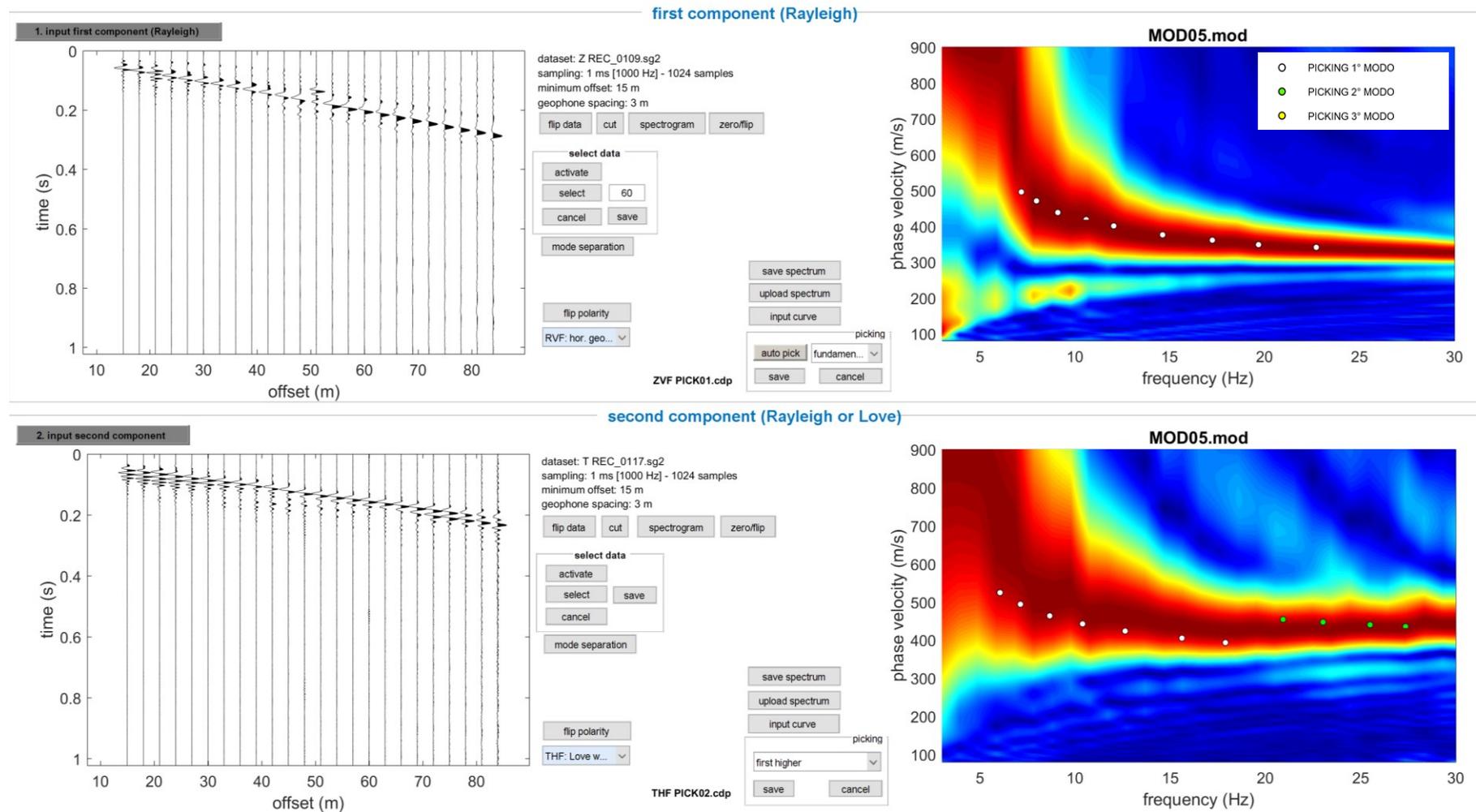


Fig. I -4: Analisi MASW ZVF+THF- S01_1 – Sismogrammi (sinistra) - Spettro di velocità con picking

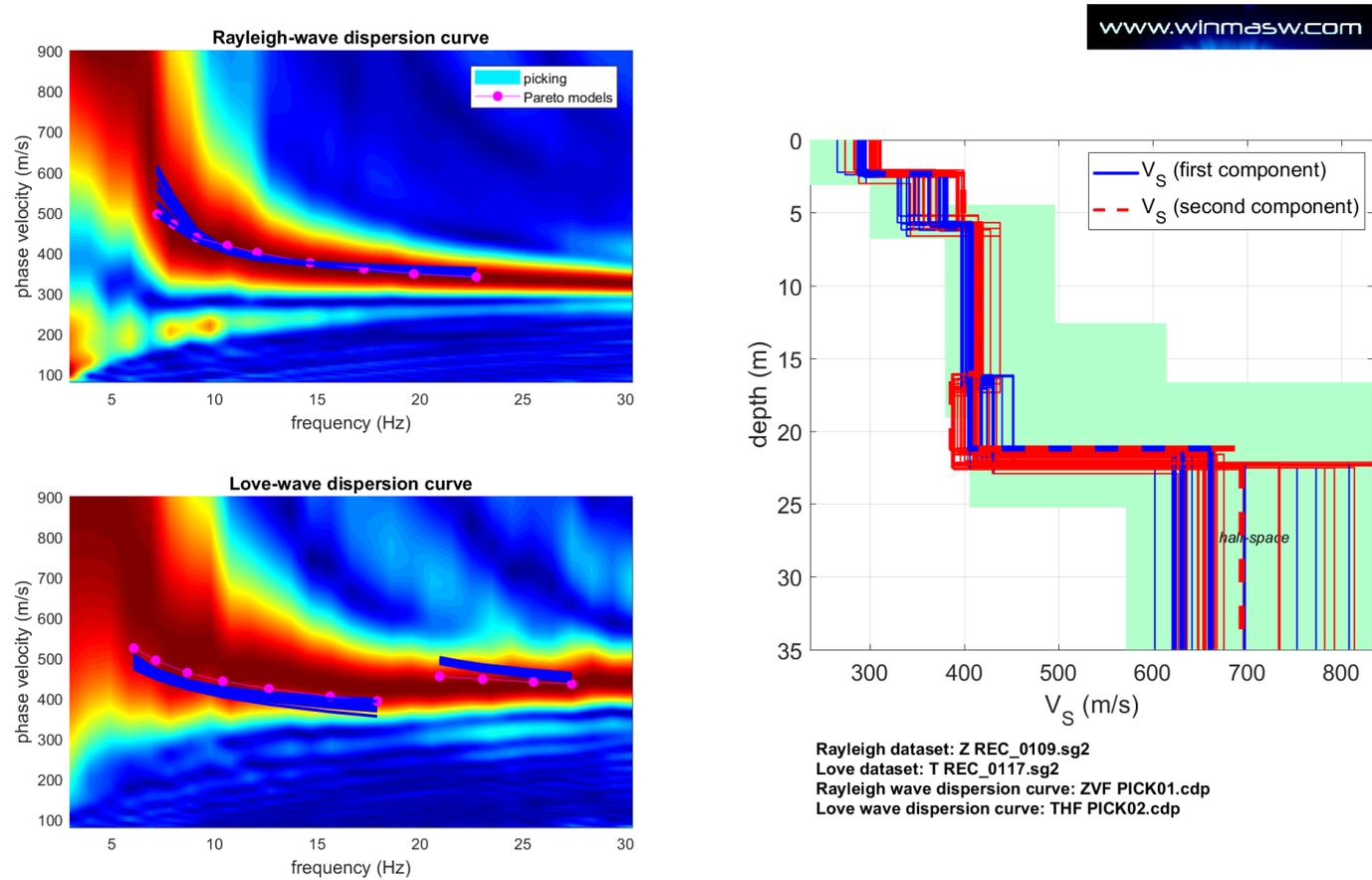


Fig. I -5: Analisi MASW ZVF+THF S01_1 – Risultati

PROF. (m)	SPESSORE (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/mc)	ν
2,28	2,28	293	306	804	2000	0,42
5,81	3,53	367	386	1058	2070	0,43
16,63	10,82	400	413	1053	2070	0,42
21,79	5,16	421	433	1097	2080	0,41
-	-	653	685	1530	2160	0,39
	VsEQ	433	444			

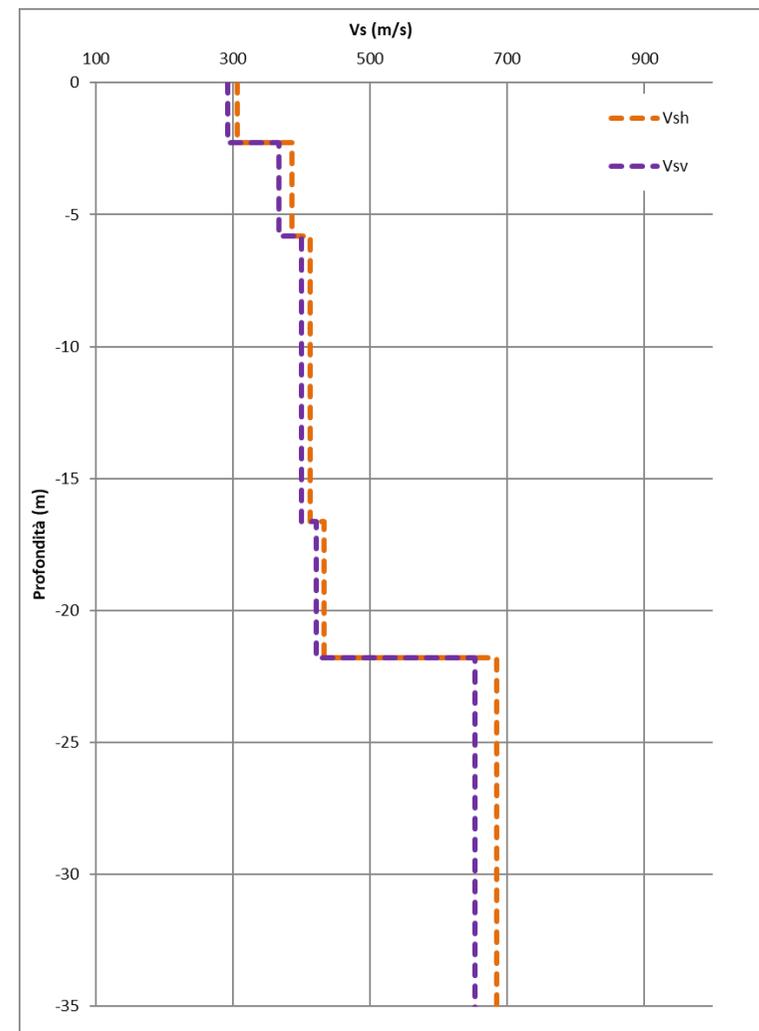


Fig. I -6: Analisi MASW ZVF+THF S01_1 - Profili di velocità (Mean Model)

II. ALLEGATO FOTOGRAFICO



Foto 1: Stesa sismica S01



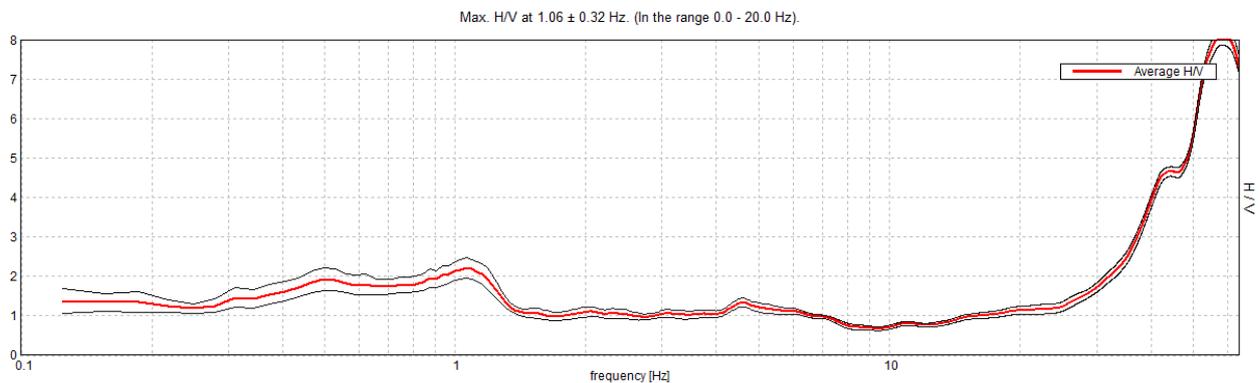
Foto 2: stesa sismica S01

ORATORIO DEL CALCIO PRATO, PRATO TR00

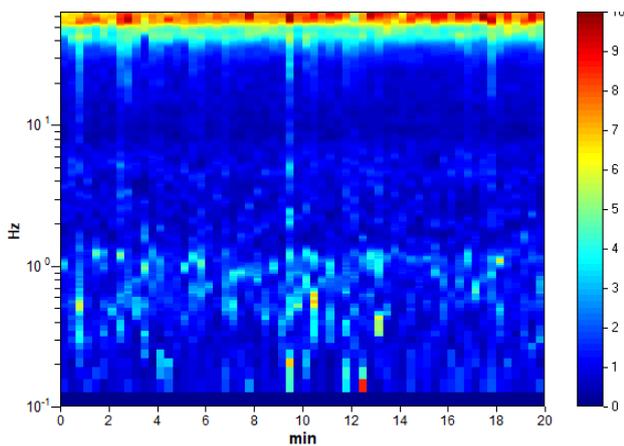
Instrument: TEP-0039/01-09
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Start recording: 01/01/00 00:08:24 End recording: 01/01/00 00:28:25
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

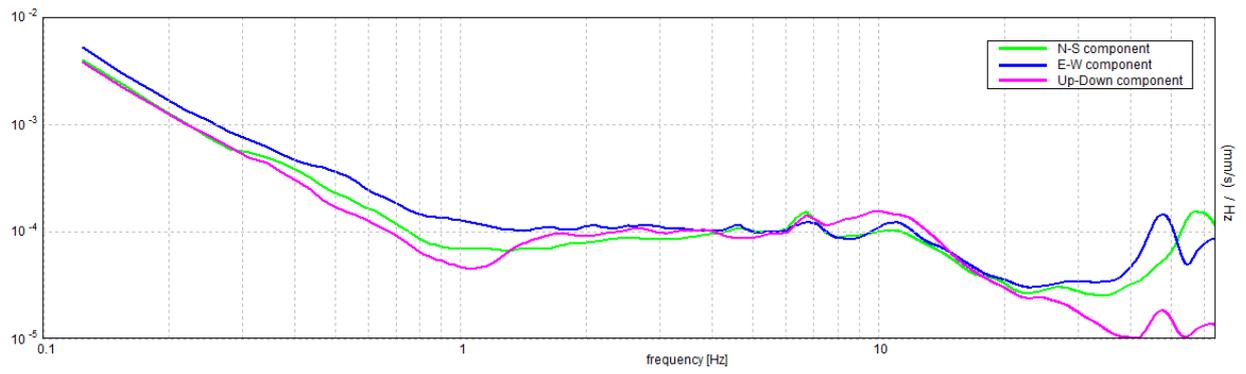
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 1.06 ± 0.32 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	1.06 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1275.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 52 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.21 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.30279 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.32171 < 0.10625$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2633 < 1.78$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20