

Regione Lombardia
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
207/10

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

F 3 0

D

b

0 0 6

I G

- -

R 0

--

LINEA MILANO-VARESE-LAVENO
RISOLUZIONE PL LOCATE VARESINO - FASE 2
Progetto Definitivo

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	MAGGIO 2024	PRIMA EMISSIONE		

NORD_ING

NORD_ING Srl
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA
IL DIRETTORE
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



NORD_ING
FNM GROUP



Collaborazione



TECNOSTUDIO
Società di ingegneria

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
Freddo	Tosetto	Fornasiero	02/08/2022
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.
21092-19			
Prima Emissione			0

NORD_ING S.R.L.

LOCATE VARESINO (CO)

Relazione geologica e geotecnica

REVISIONE N° 00

DATA DI EMISSIONE: 04/08/2022

REDATTA DA: dott. A. Freddo geologo



APPROVATA DA: dott. E. Fornasiero ingegnere
Direttore Tecnico

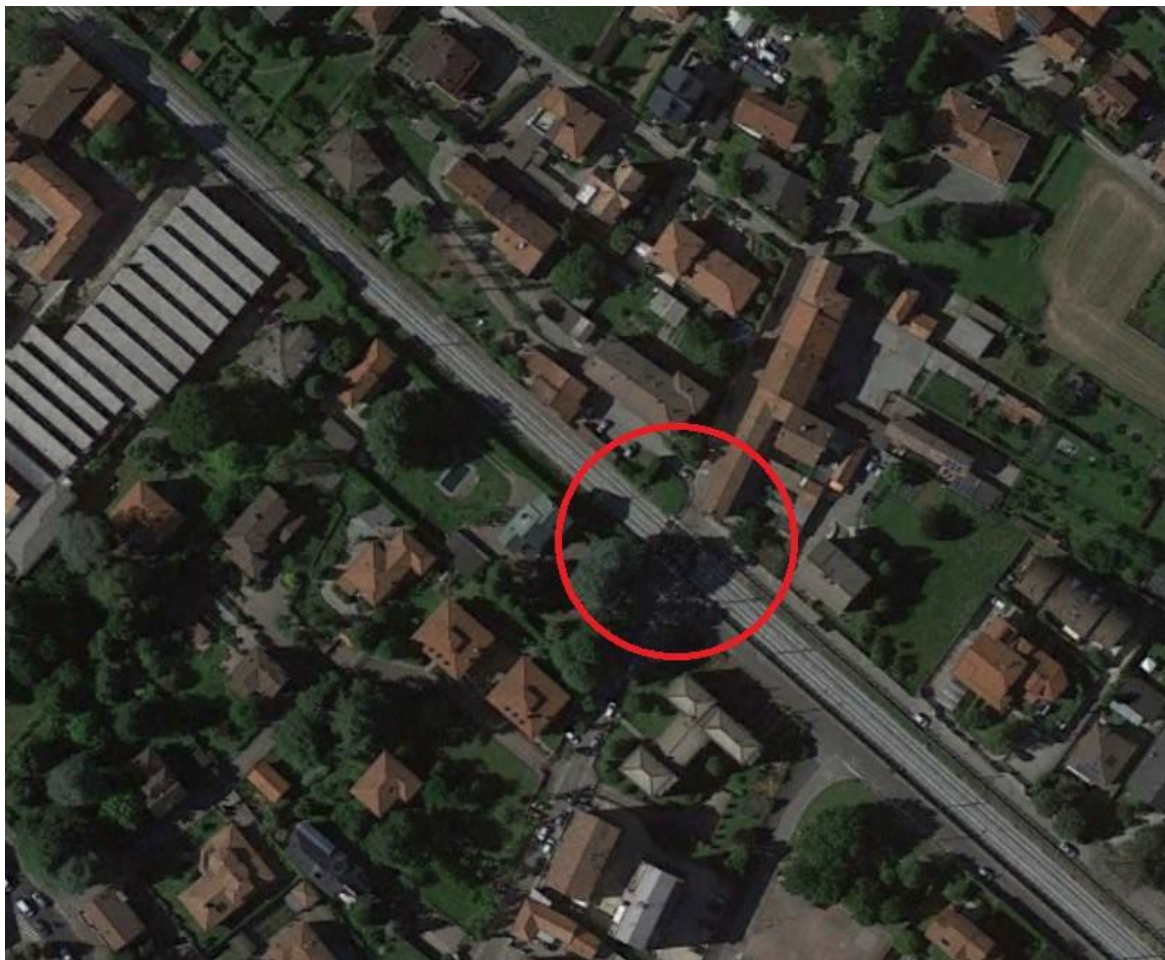


SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	3
2. ASSETTO GEOLOGICO.....	4
3. LIMITAZIONI ALL'EDIFICAZIONE	6
4. INDAGINE GEOGNOSTICA	7
4.1. Sondaggi a carotaggio continuo	7
4.2. Prove S.P.T.....	7
4.3. Prelievo dei campioni per indagini geotecniche.....	7
4.4. Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH.....	8
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	10
5.1. Classificazione sismica e topografica.....	15
5.2. Prospezione sismica ai microtremitori HVSR	16
5.3. Prospezione sismica a rifrazione MASW	20
5.4. Analisi del rischio sismico – Risposta sismica locale.....	24
5.5. Parametri Sismici	26
5.6. Potenziale di liquefazione	26
6. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO	27
7. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA	28
TAVOLE TECNICHE	29

1. INTRODUZIONE

Su incarico di **Nord_Ing S.r.l.**, nella presente relazione si riportano i risultati ottenuti dall'indagine geognostica eseguita in Comune di Locate Varesino (CO), presso il passaggio a livello di Via Mazzini lungo la Linea FN Milano-Varese-Laveno, in corrispondenza dei terreni sui quali è prevista la risoluzione del PL, fase2.

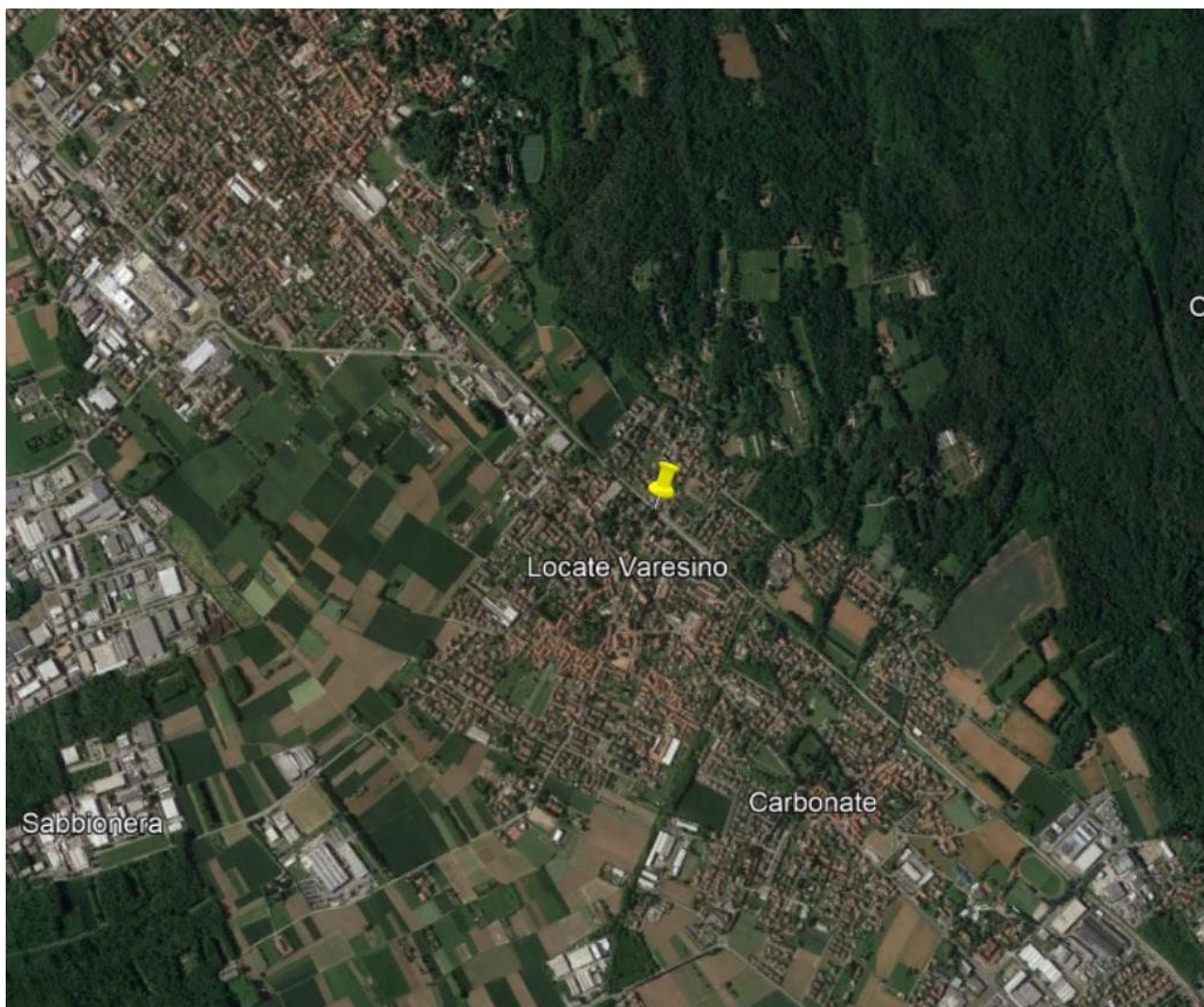


Vista aerea del sito (Google Earth)

Finalità dell'indagine è l'individuazione delle caratteristiche litostratigrafiche e meccaniche del sottosuolo, a tale scopo sono state eseguite:

- N° 1 Sondaggio a carotaggio continuo;
- N° 1 Indagine sismica HVSr (microtremori);
- N° 1 Prova penetrometrica dinamica continua DPSH;
- Analisi geotecniche di laboratorio.

La presente relazione è stata redatta in conformità a quanto previsto dalle "Norme tecniche per le costruzioni" D.M. 17/01/2018, pubblicato nella G.U. del 20/02/2018, n°.42. La normativa di riferimento viene integrata con D.G.R. Lombardia IX 2616/2011 e Circolare n. 1 del 24/02/2017 Regione Lombardia.

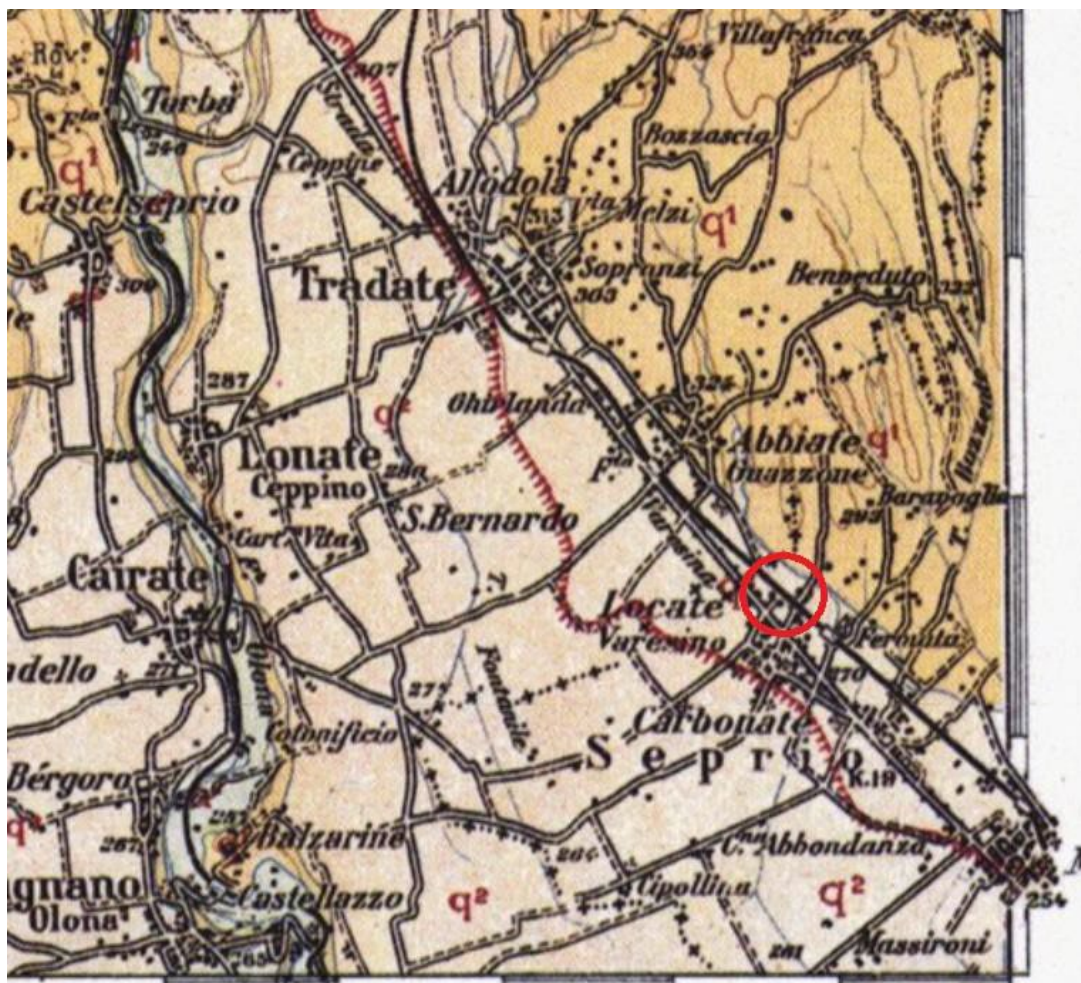


Ortofoto con individuazione dell'area d'indagine (Google Earth)

2. ASSETTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

L'area indagata ricade nel foglio 31 "Varese" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Il sito d'indagine rientra in una zona pianeggiante abbastanza urbanizzata e con un evidente attività antropica che ha portato ad una trasformazione del paesaggio.

Dall'analisi delle carte geologiche menzionate l'area d'indagine ricade nell'alta pianura lombarda al limite sud-ovest della provincia di Como al confine con la provincia di Varese. Il territorio comunale è caratterizzato da depositi morenici e fluvio-glaciali di età quaternaria.



Estratto dal Foglio 31 Varese della Carta Geologica d'Italia 1:100.000

Le formazioni geologiche costituenti l'area in esame derivano dai processi fisico-chimici che hanno prodotto la disgregazione delle rocce costituenti la catena alpina. In particolare, si hanno nella parte più superficiale depositi fluvio-glaciali quaternari che costituiscono una fascia posta a sud dei depositi morenici, riconoscibile in tutto il territorio lombardo. Tale struttura è dovuta all'alternanza tra fasi glaciali e interglaciali che si è avuta durante il pleistocene e l'olocene, che ha giocato un ruolo fondamentale nell'evoluzione del paesaggio in quest'area. In particolare, ai periodi di espansione dei grandi fronti glaciali sono seguiti fasi di ritiro. Durante i periodi di ritiro si sono formati i depositi fluvio-glaciali; che sono stati esposti agli agenti atmosferici, provocandone un'alterazione proporzionale al tempo di esposizione. Inoltre tali periodi sono stati caratterizzati da erosione fluviale che ha determinato la formazione di terrazzi, che insieme ai rilievi morenici, caratterizzano la geomorfologia del territorio.

L'area in cui sono state eseguite le indagini ricade in una zona sub-pianeggiante definita "Terrazzi intermedi o rissiani", costituita da depositi fluviali o fluvio-glaciali. Questi sono i terrazzi collocati ad una quota maggiore rispetto al livello fondamentale della pianura e ad una quota minore rispetto ai terrazzi formati durante la fase glaciale Mindel, posti più a nord. Tali morfologie si sono formate dall'incisione, ad opera dei corsi d'acqua, dei depositi preglaciali interglaciali. Si tratta di superfici aventi una forma lievemente ondulata con pendenze inferiori al 2% e sono separate dalla pianura da scarpate non molto marcate. In particolare, questi sedimenti sono costituiti da ghiaie con matrice limoso-argilloso, costituenti l'Unità di Locate Varesino (Riss A.A.).

Inoltre, sono presenti suoli profondi, a substrato ghiaioso e ciottoloso, con tessitura media, scheletro scarso e drenaggio buono.

Come detto in precedenza tale area risulta essere densamente antropizzata e proprio le attività dell'uomo hanno influito e alterato i processi geomorfologici naturali, soprattutto per quanto riguarda l'idrologia e l'impermeabilizzazione del suolo per via della realizzazione di coperture artificiali. Infatti, l'area di studio ricade nella zona del Torrente Gradaluso che segue un percorso naturale fino a nord dell'attuale cimitero di Locate Varesino, da qui verso sud il percorso è stato probabilmente rettificato artificialmente. Il torrente Gradaluso attraversa il territorio comunale dapprima con un percorso meandriforme (NW-SE), in seguito verso sud e segna il confine con il comune di Carbonate. Il tratto che attraversa il centro abitato è ribassato rispetto al piano di urbanizzazione ed è caratterizzato da argini protettivi sotto forma di scogliere in massi.

Dal punto di vista idrogeologico, nei sedimenti ghiaiosi e sabbiosi superficiali si ha un acquifero di tipo libero. La base di tale unità acquifera è compresa tra gli 80-100 m da p.c. Al di sotto vi è un'unità costituita dall'alternanza tra strati ghiaioso-sabbiosi e livelli argillosi con la rispettiva successione di vari acquiferi confinati. In base allo studio idrogeologico del comune di Locate Varesino si ha che la profondità della falda rispetto al piano campagna è tra 40 e 45 m e la direzione del flusso è Nord-Sud.

Sono stati analizzati:

- il Piano di Governo del Territorio del Comune di Locate Varesino;
- il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Como;
- il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po;
- il Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del bacino del Fiume Po.

Dallo studio delle tavole allegate ai Piani soprariportati si deduce che:

- l'area non presenta vincolo idrogeologico;
- l'acquifero, essendo libero, presenta alta vulnerabilità;
- il sito ricade in area avente classe di fattibilità geologica 2 e quindi con modeste limitazioni;
- la zona di pericolosità sismica locale attribuita è la Z4a: "zona di fondovalle o di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi con possibili amplificazioni litologiche e geometriche".

3. LIMITAZIONI ALL'EDIFICAZIONE

Dall'analisi delle tavole di cui al punto 2 risulta che la condizione limitativa dell'edificabilità è la presenza di terreni superficiali con caratteristiche geotecniche scadenti.

Per quanto sopra risulta necessario che:

- vengano verificate le caratteristiche portanti del terreno.

4. INDAGINE GEOGNOSTICA

L'ubicazione delle prove, come riportato nella planimetria allegata, è stata scelta in accordo con la committente e compatibilmente alle effettive possibilità di accesso ai punti d'indagine.

4.1. Sondaggi a carotaggio continuo

I sondaggi sono stati eseguiti in conformità alle norme ANISIG e sotto il diretto controllo in cantiere di tecnici e responsabili della scrivente ditta.

I risultati, nel dettaglio, sono riportati nelle tavole tecniche allegate. Nel foglio stratigrafico la rappresentazione grafica del terreno è stata eseguita con le simbologie comunemente in uso e secondo le raccomandazioni dell'ANISIG e, su apposite colonne, tipo, numero di campioni prelevati e prove eseguite in foro.

Il terreno, prelevato senza soluzione di continuità, è stato accuratamente analizzato, catalogato, fotografato e riposto in apposite cassette catalogatrici per la sua conservazione.

4.2. Prove S.P.T.

Le prove S.P.T. sono state eseguite in avanzamento alla profondità richiesta dalla committente.

La prova S.P.T. consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso dal fondo di un foro di sondaggio.

La resistenza è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno. La prova consiste nel far cadere un maglio, del peso di 63,5 kg, da un'altezza di 760 mm, su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste alla cui estremità inferiore è avvitato il campionatore di dimensioni standardizzate.

Il numero di colpi (NSPT) necessario per una penetrazione del campionatore pari a 300 mm, è il dato assunto come indice della resistenza alla penetrazione.

La prova è stata eseguita nel rispetto degli standard ASTM (D.1586-67 riapprovati nel 1974).

4.3. Prelievo dei campioni per indagini geotecniche

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati campioni di terreno alla profondità richiesta dalla committente.

I campioni rimaneggiati sono stati prelevati direttamente con campionatore semplice e riposti immediatamente in sacchetti in polietilene sigillati ermeticamente e contrassegnati con indicazione di località del prelievo, numero di sondaggi e profondità.

I campioni prelevati sono stati consegnati al laboratorio terre della scrivente per l'esecuzione delle prove geotecniche richieste.

4.4. Prova penetrometrica dinamica continua DPSH

La prova penetrometrica dinamica continua DPSH “Dynamic Probing Super Heavy” consiste nell’infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi²) misurando il numero di colpi N necessari.

L’elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati per la caratterizzazione stratigrafica.

L’utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

non è risultata possibile la realizzazione della seconda prova penetrometrica dinamica continua in quanto lo spazio a disposizione dall’altro lato dei binari era insufficiente.

Caratteristiche Tecniche-Strumentali

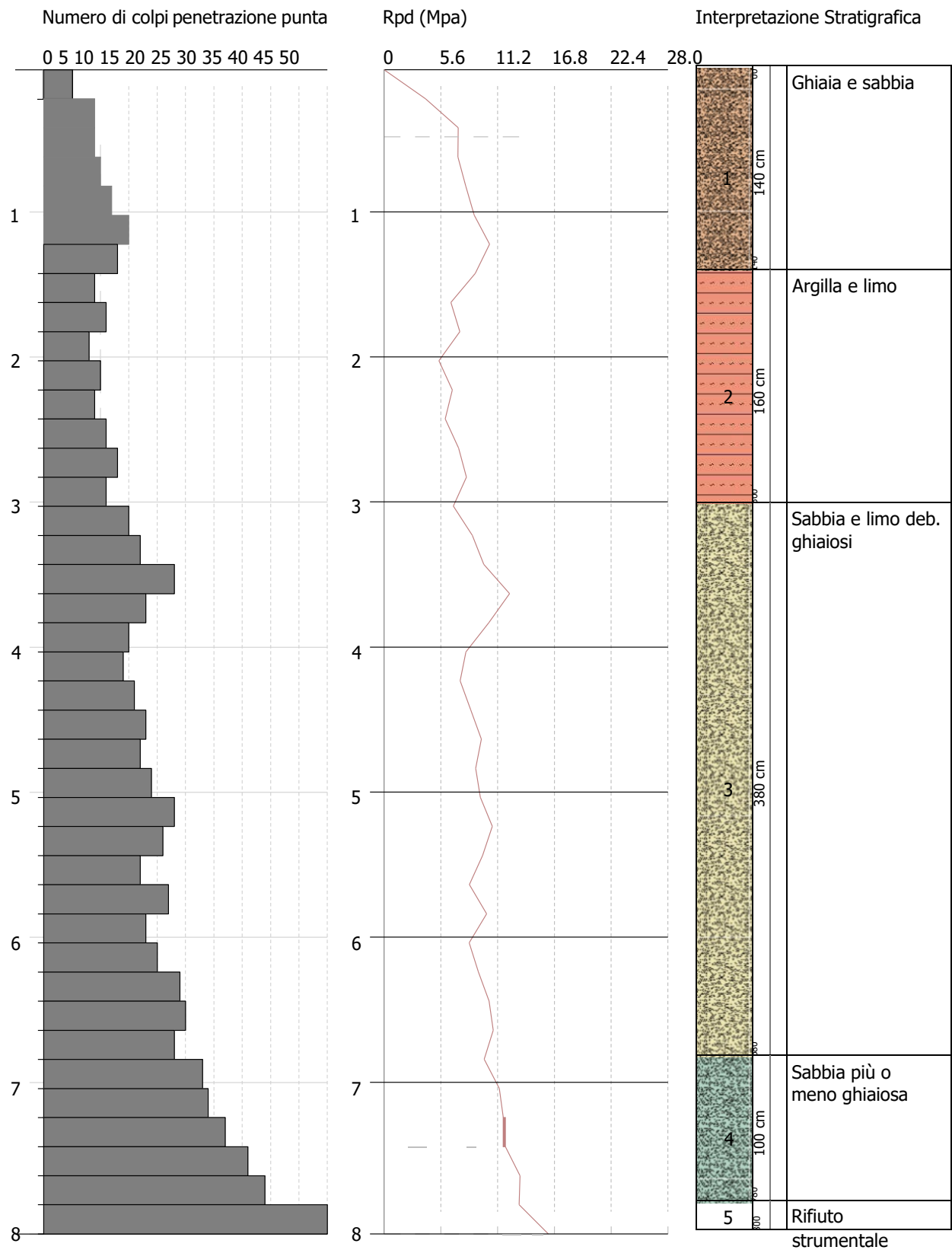
Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Nord Ing S.r.l.
Descrizione: P.L. di via Mazzini
Localita': Locate Varesino (CO)

13-07-2022

Scala 1:39



PROVA ...D1

Strumento utilizzato DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 13-07-2022
 Profondita' prova 8.00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	5	0.855	4.07	4.76	203.61	238.25
0.40	9	0.851	7.30	8.58	364.85	428.85
0.60	9	0.847	7.26	8.58	363.24	428.85
0.80	10	0.843	8.04	9.53	401.85	476.50
1.00	12	0.840	8.88	10.58	444.20	528.96
1.20	15	0.786	10.40	13.22	519.88	661.20
1.40	13	0.783	8.97	11.46	448.62	573.04
1.60	9	0.830	6.58	7.93	329.10	396.72
1.80	11	0.826	8.01	9.70	400.67	484.88
2.00	8	0.823	5.40	6.56	270.06	328.07
2.20	10	0.820	6.73	8.20	336.32	410.08
2.40	9	0.817	6.03	7.38	301.59	369.07
2.60	11	0.814	7.35	9.02	367.30	451.09
2.80	13	0.761	8.12	10.66	405.92	533.11
3.00	11	0.809	6.82	8.43	341.02	421.70
3.20	15	0.756	8.69	11.50	434.74	575.05
3.40	17	0.753	9.82	13.03	491.01	651.72
3.60	23	0.701	12.36	17.63	617.99	881.74
3.80	18	0.748	10.33	13.80	516.45	690.06
4.00	15	0.746	8.06	10.80	402.76	539.88
4.20	14	0.744	7.49	10.08	374.74	503.88
4.40	16	0.741	8.54	11.52	426.97	575.87
4.60	18	0.739	9.58	12.96	478.92	647.85
4.80	17	0.737	9.02	12.24	451.00	611.86
5.00	19	0.735	9.47	12.89	473.67	644.43
5.20	23	0.683	10.66	15.60	532.81	780.09
5.40	21	0.681	9.70	14.25	485.08	712.26
5.60	17	0.729	8.41	11.53	420.41	576.59
5.80	22	0.677	10.11	14.92	505.37	746.18
6.00	18	0.725	8.38	11.54	418.77	577.24
6.20	20	0.724	9.28	12.83	464.18	641.37
6.40	24	0.672	10.34	15.39	517.22	769.65
6.60	25	0.670	10.75	16.03	537.44	801.72
6.80	23	0.669	9.87	14.75	493.25	737.58
7.00	28	0.667	11.36	17.03	568.11	851.52
7.20	29	0.666	11.74	17.64	587.05	881.93

7.40	32	0.614	11.95	19.46	597.67	973.16
7.60	36	0.613	13.42	21.90	670.79	1094.81
7.80	39	0.561	13.31	23.72	665.71	1186.04
8.00	50	0.560	16.19	28.92	809.54	1445.84

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
1.4	10.43	9.53	Incoerente	13.04	1.5	15.69	Ghiaia e sabbia
3	10.25	8.49	Coesivo	42.32	1.5	15.42	Argilla e limo
6.8	19.21	13.33	Incoerente	98.06	1.5	28.89	Sabbia e limo deb. ghiaiosi
7.8	32.8	19.95	Incoerente	148.55	1.5	49.33	Sabbia più o meno ghiaiosa
8	50	28.92	Coesivo	161.99	1.5	75.2	Rifiuto strumentale

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (2) Argilla e limo	15.42	1.40-3.00	Terzaghi-Peck	102.09

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (2) Argilla e limo	15.42	1.40-3.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	15.60

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Argilla e limo	15.42	1.40-3.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m³)
Strato (2) Argilla e limo	15.42	1.40-3.00	Meyerhof	20.30

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m ³)
Strato (2) Argilla e limo	15.42	1.40-3.00	Meyerhof	22.36

TERRENI INCOERENTI
Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Ghiaia e sabbia	15.69	0.00-1.40	15.69	Meyerhof 1957	91.14
Strato (3) Sabbia e limo deb. ghiaiosi	28.89	3.00-6.80	28.89	Meyerhof 1957	86.57
Strato (4) Sabbia più o meno ghiaiosa	49.33	6.80-7.80	49.33	Meyerhof 1957	99.11

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Ghiaia e sabbia	15.69	0.00-1.40	15.69	Meyerhof (1965)	31.17
Strato (3) Sabbia e limo deb. ghiaiosi	28.89	3.00-6.80	28.89	Meyerhof (1965)	35.16
Strato (4) Sabbia più o meno ghiaiosa	49.33	6.80-7.80	49.33	Meyerhof (1965)	37.22

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Ghiaia e sabbia	15.69	0.00-1.40	15.69	Bowles (1982)	15.05
Strato (3) Sabbia e limo deb. ghiaiosi	28.89	3.00-6.80	28.89	Bowles (1982)	21.52
Strato (4) Sabbia più o meno ghiaiosa	49.33	6.80-7.80	49.33	Bowles (1982)	31.54

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione e AGI
Strato (1) Ghiaia e sabbia	15.69	0.00-1.40	15.69	Classificazione e A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Sabbia e limo deb. ghiaiosi	28.89	3.00-6.80	28.89	Classificazione e A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) Sabbia più o meno ghiaiosa	49.33	6.80-7.80	49.33	Classificazione e A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Ghiaia e sabbia	15.69	0.00-1.40	15.69	Terzaghi-Peck 1948	17.17
Strato (3) Sabbia e limo deb. ghiaiosi	28.89	3.00-6.80	28.89	Terzaghi-Peck 1948	18.55
Strato (4) Sabbia più o meno ghiaiosa	49.33	6.80-7.80	49.33	Terzaghi-Peck 1948	19.13

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m ³)
Strato (1) Ghiaia e sabbia	15.69	0.00-1.40	15.69	Terzaghi-Peck 1948	19.25
Strato (3) Sabbia e limo deb. ghiaiosi	28.89	3.00-6.80	28.89	Terzaghi-Peck 1948	20.10
Strato (4) Sabbia più o meno ghiaiosa	49.33	6.80-7.80	49.33	Terzaghi-Peck 1948	21.07

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

5.1. Classificazione sismica e topografica

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.



Classificazione sismica al 2015

Attraverso l'OPCM 3274/03 vengono dettati i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 – "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale:

Zona 1 – È la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti.
Zona 2 – In questa zona possono verificarsi forti terremoti.
Zona 3 – In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari.
Zona 4 – È la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari.

Con riferimento alla classificazione sismica più aggiornata, il territorio comunale di Locate Varesino (CO) viene classificato in Zona 4.

In funzione delle condizioni topografiche del sito oggetto di intervento, le sollecitazioni sismiche possono subire delle amplificazioni dovute proprio alla topografia dell'area. Secondo le NTC18 vengono individuate le seguenti categorie:

Cat.	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie piana, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categoria topografica dell'area in oggetto: T1

5.2. Prospezione sismica ai microtremori HVSR

Tramite la tecnica HVSR si può valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Le ipotesi alla base della tecnica sono:

1. una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz);
2. assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze;
3. le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione.

Nella prima fase in campagna si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti. In fase di elaborazione si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali pari almeno a 20 secondi. Queste finestre vengono poi filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione. Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o liscio secondo una delle varie tecniche note in letteratura. Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia e lo spettro nella direzione verticale Z.

Si ricava quindi il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

MISURAZIONI

Dati generali:

Cantiere: Locate Varesino (CO)
Data: 13/07/2022
Orientamento: Asse Y verso Nord magnetico
Condizioni climatiche: Sereno – vento assente

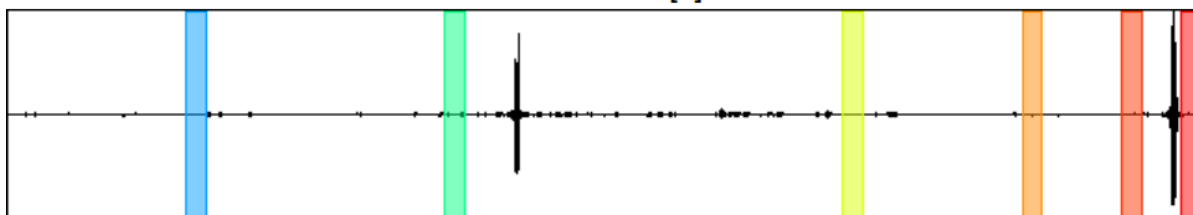
Tracce in input:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 360000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Grafici tracce e finestre selezionate

239137 Count

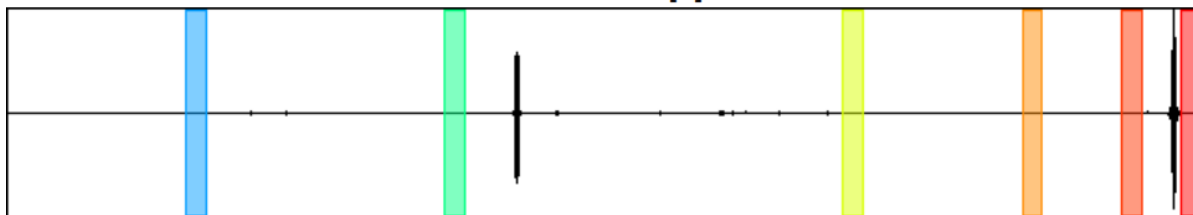
CHANNEL #1 [V]



-209098 Count

877671 Count

CHANNEL #2 [N]



-820428 Count

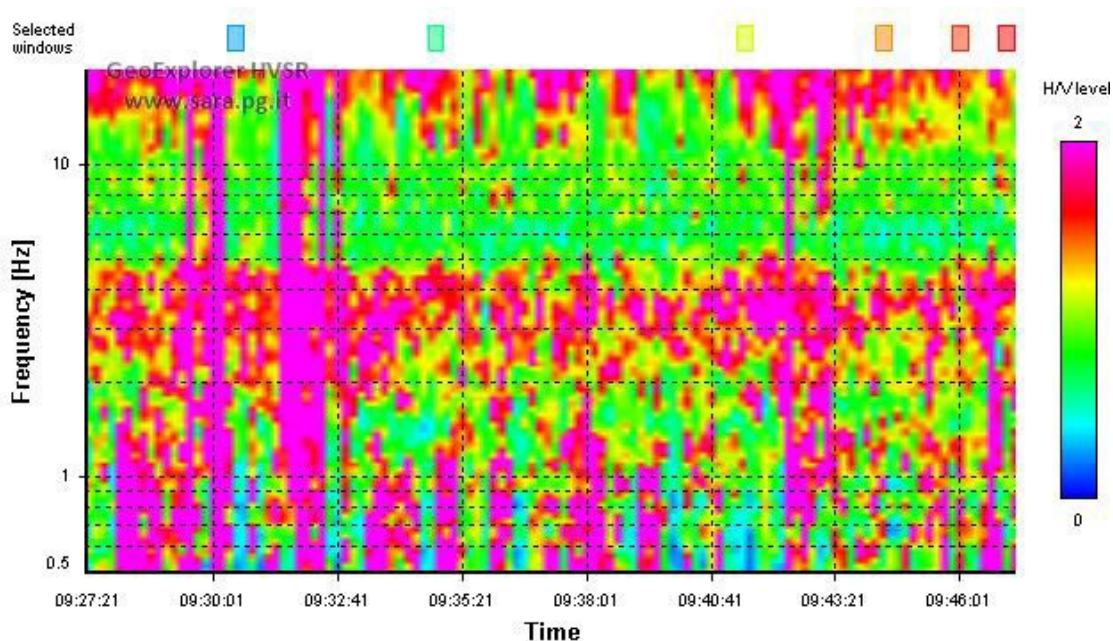
520829 Count

CHANNEL #3 [E]

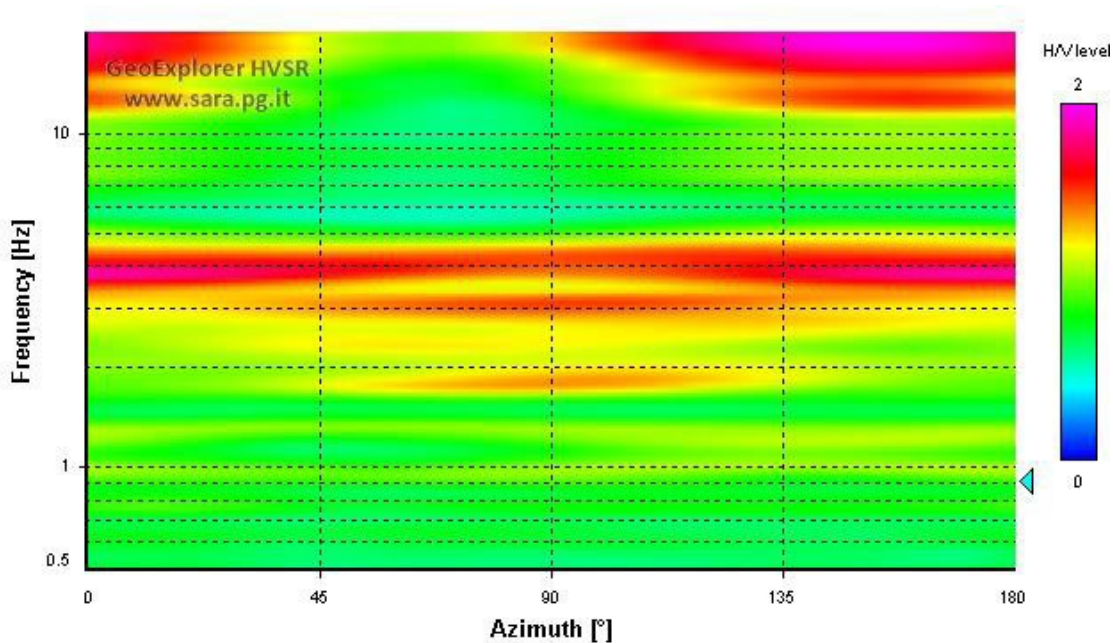


-540673 Count

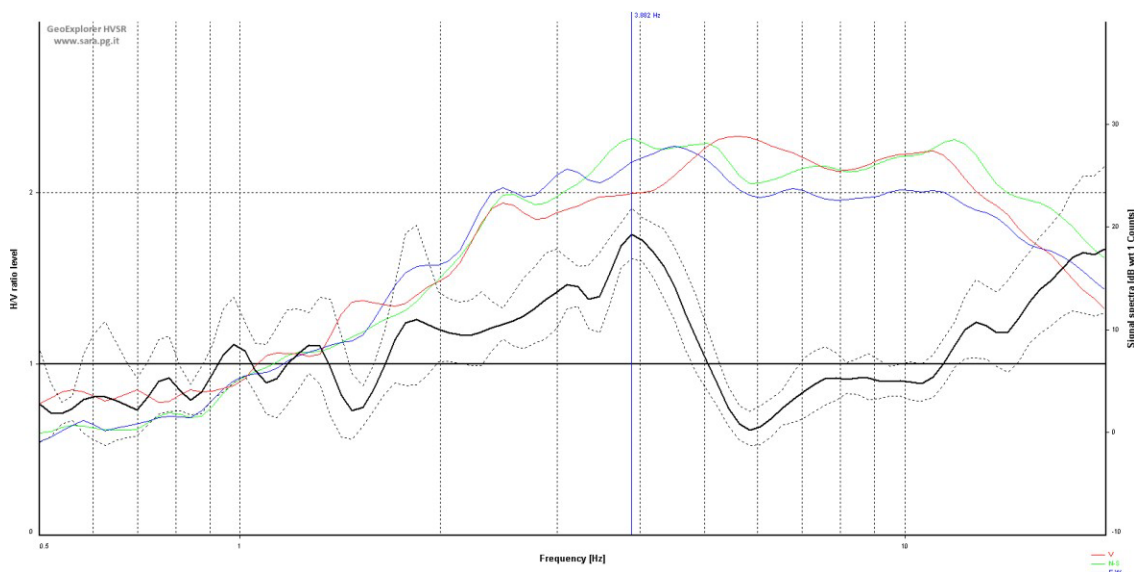
Grafici degli spettri:



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni - Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Rapporto spettrale H/V

Frequenza del picco del rapporto H/V: $3,891 \pm 0,193$ Hz

Verifiche SESAME:

HVSr curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	6 valid windows (length > 2.58 s) out of 6	OK
$n_c(f_0) > 200$	465.78 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 37	OK
HVSr peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	1.58718 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	5.22953 Hz	OK
$A_0 > 2$	$1.76 \leq 2$	NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$0\% \leq 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.19268 < 0.19408$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.08755 < 1.58$	OK
Overall criteria fulfillment		OK

Di seguito si hanno i vari parametri precedentemente usati nelle verifiche:

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza del picco H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Analisi dei risultati

Frequenza fondamentale di sito f_0 : 3,90 Hz

Dall'analisi delle curve H/V si evidenziano le seguenti conclusioni:

E' stato riscontrato un picco significativo nella curva H/V nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico: 0,5-20 Hz. Il sottosuolo tende ad avere una ben determinata frequenza propria di oscillazione (frequenza fondamentale di sito f_0) pari a 3,90 Hz. Pertanto la struttura sovrastante subirà amplificazioni di oscillazione se la propria frequenza di oscillazione sarà dello stesso ordine di grandezza della frequenza fondamentale di sito f_0 .

Il progettista calcolatore dovrà confrontare la frequenza fondamentale di sito e la frequenza propria di oscillazione della struttura al fine di valutare effetti di risonanza tra terreno e struttura, possibilmente da evitare vista la loro pericolosità.

5.3. Prospezione sismica a rifrazione MASW

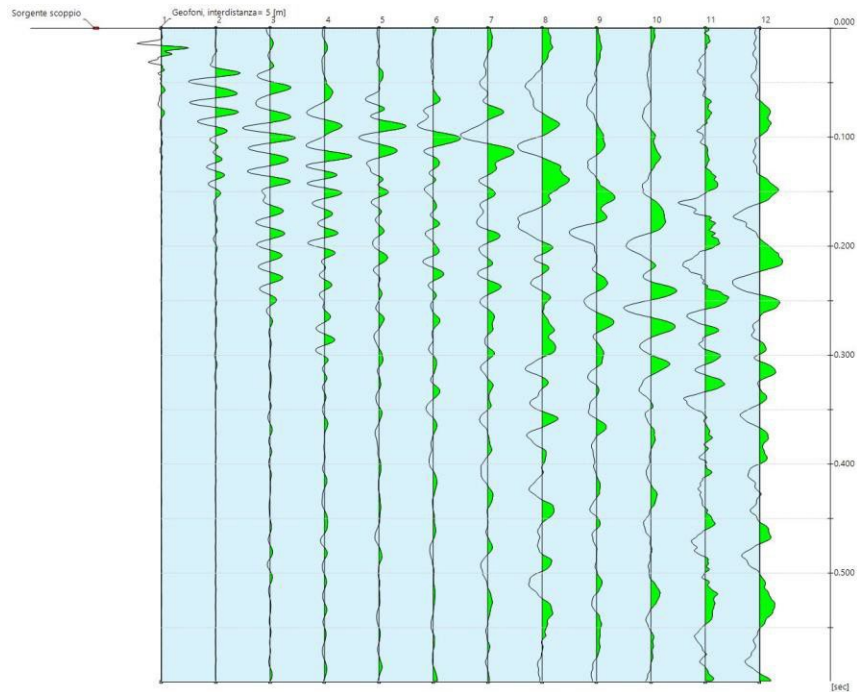
La prova MASW permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh.

Il metodo di indagine MASW si distingue in "attivo" e "passivo":

- 1) Nel "metodo attivo" le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).
- 2) Nel "metodo passivo" lo stendimento presenta le stesse caratteristiche geometriche del metodo attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (detto anche "microtremori").

Le due tecniche indagano bande spettrali differenti: mentre il metodo attivo consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 30 m di profondità), il metodo passivo consente di determinare una curva di dispersione nella banda di frequenza tra 4 e 20 Hz e fornisce informazioni sugli strati più profondi (generalmente al di sotto dei 30 m).

Nell'esecuzione della prova MASW attiva è stato utilizzato, come sistema di energizzazione, una mazza di 15 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking).



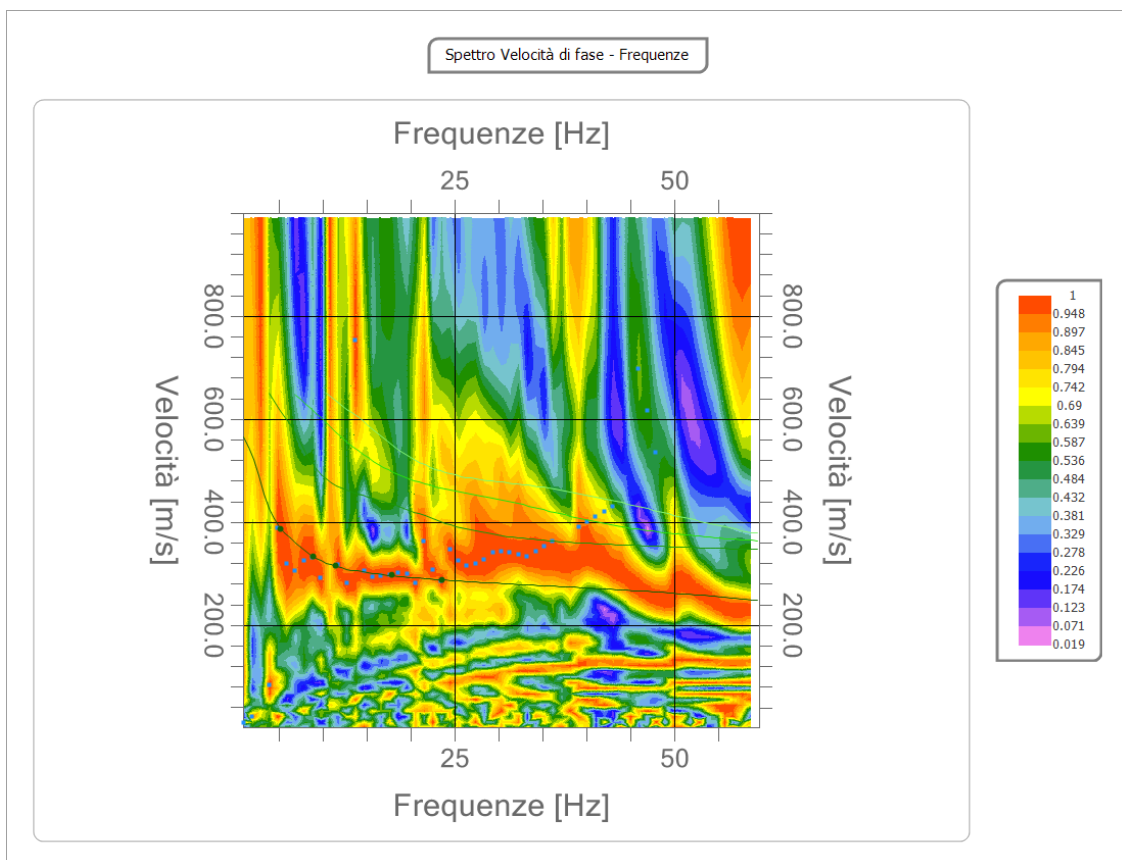
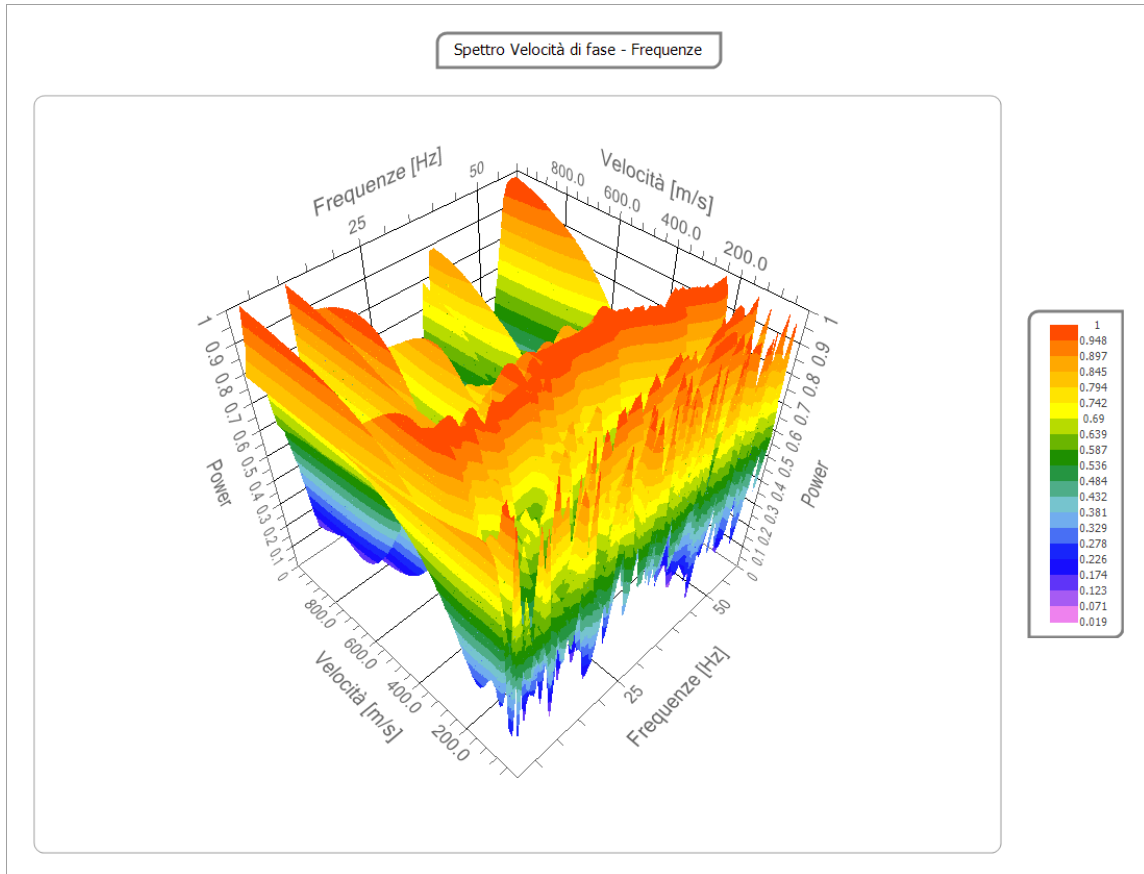
Schema dello stendimento MASW

TRACCE

N° tracce	12
Durata di acquisizione	600 msec
Interdistanza geofoni	5,0 m
Periodo di campionamento	1.00 msec

Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	800 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec



Curva di dispersione

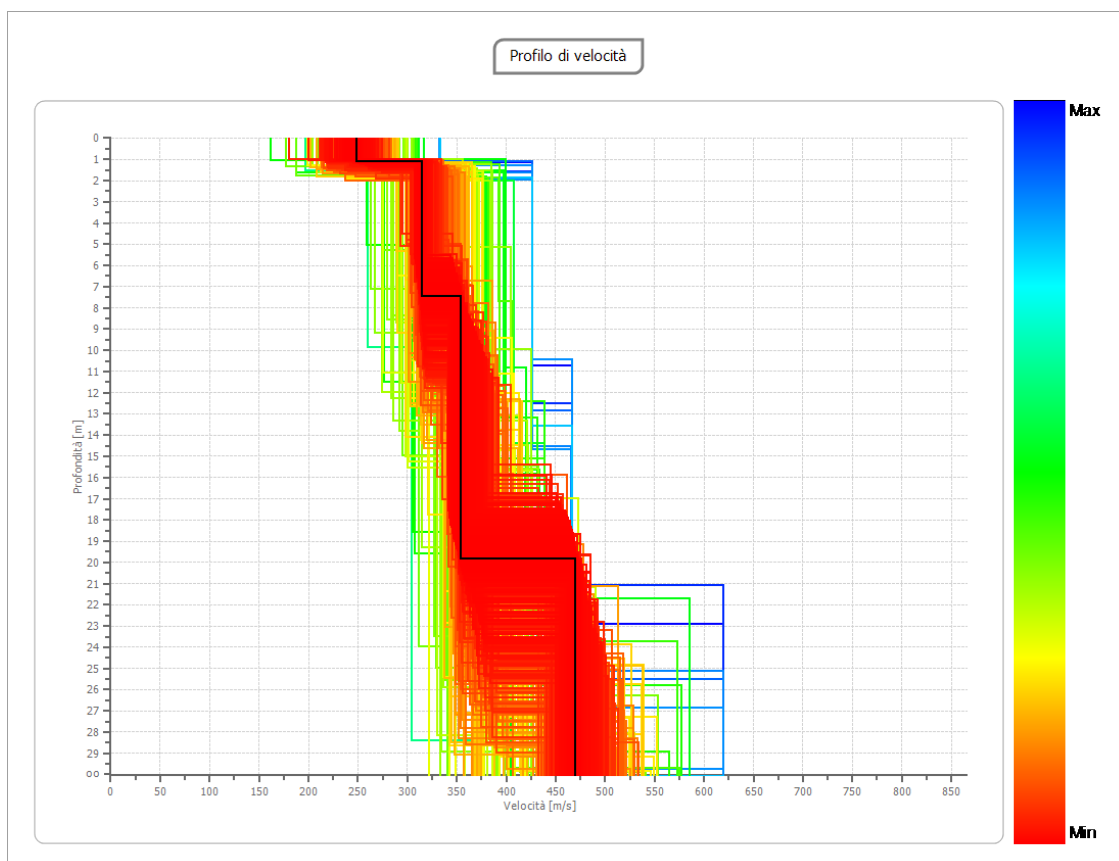
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5.2	387.1	0
2	8.9	334.0	0
3	11.5	315.4	0
4	17.8	296.8	0
5	23.5	288.5	0

Inversione e interpretazione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.09	1.09	465.5	248.8
2	7.45	6.36	587.8	314.2
3	19.85	12.40	662.6	354.2
4	62.60	42.74	877.8	469.2
5	oo	oo	1190.9	636.6

Percentuale di errore 0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.000



Profilo delle velocità

STIMA Vs,eq

Dal profilo sismo stratigrafico è possibile calcolare il parametro Vs,eq attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h(strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato).

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro Vs,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

$$V_{s,eq} (H=30m) : 369,14 \text{ m/sec}$$

Pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

Categoria 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.

5.4. Analisi del rischio sismico – Risposta sismica locale

Le condizioni locali possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti di cui si deve tener conto nella valutazione della pericolosità sismica di un'area. Gli effetti indotti da particolari condizioni geologico-morfologiche sono infatti in grado di produrre danni diversificati su fabbricati con caratteristiche analoghe, entro zone anche ravvicinate (fino a poche decine di m). In tali situazioni si possono verificare fenomeni di focalizzazione dell'energia sismica incidente, con esaltazione delle ampiezze delle onde, fenomeni di riflessione multipla con variazione delle ampiezze delle vibrazioni e delle frequenze del moto.

Il primo elemento indispensabile per qualsiasi studio finalizzato al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico è l'individuazione della categoria del terreno. Nel caso in esame la definizione di questo parametro è stata ottenuta mediante l'esecuzione delle indagini sismiche e geognostiche (vedi paragrafi precedenti).

Il sito in esame, secondo i PGT comunale, presenta scenario di pericolosità sismica locale Z4a con la possibilità che si verifichino amplificazioni sismiche.

Gli effetti di amplificazione sismica locale o di sito sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che il terremoto di riferimento, relativo al bedrock, può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Si distinguono quindi gli effetti di amplificazione topografica e quelli di amplificazione litologica. Gli effetti di amplificazione topografica si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali articolate e da irregolarità topografiche in generale.

Per l'analisi del rischio sismico si è adottata la procedura consigliata dal DGR 8/1566-2005 e pertanto, sulla scorta delle indagini eseguite, elaborato un modello geofisico del sito. Il modello sismico ha consentito il calcolo del periodo proprio del sito T utilizzando la seguente equazione proposta dalla normativa di riferimento:

$$T = \frac{4 \sum h_i}{\frac{\sum V_{s_i} * h_i}{\sum h_i}}$$

In cui:

h_i = spessore del singolo strato V_{s_i} = velocità del singolo strato

Sito Locate Varesino via Mazzini $T = 0,58$ m/s

Ritenendo la componente sabbiosa predominante e a seguito dell'andamento delle V_s con la profondità, è stata selezionata la scheda di riferimento: "litologia limoso-sabbiosa tipo 2"; scheda fornita dalla Regione Lombardia – Territorio e Urbanistica.

Il valore di F_a viene quindi calcolato sulla base degli abachi disponibili nelle due ipotesi di verifica. La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di F_a ottenuto per il sito di riferimento con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (classi B, C, D ed E delle Norme Tecniche per le Costruzioni) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 secondi.

La scelta della curva di correlazione T/F_a all'interno della scheda di valutazione è avvenuta tramite individuazione dello spessore e della velocità V_s dello strato superficiale, che ha portato a selezionare la curva 2.

Il fattore di amplificazione è stato quindi stimato mediante le formule:

$$F_{a0,5-1,5} = -1,33T^2 + 2,02T + 0,79$$

$$F_{a0,1-0,5} = 1,77 - 0,38 \ln T$$

I valori di F_a così ottenuti sono

$$F_{a0,5-1,5} = 1,51 \quad F_{a0,1-0,5} = 1,977$$

Considerando i fattori di amplificazione ricavati, si conferma la categoria di sottosuolo B individuata con la prova MASW.

5.5. Parametri Sismici

Tipo di elaborazione: Fondazioni
 Classe d'uso: II. (Reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza)
 Vita nominale: 50 [anni]
 Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
SLO	81	30	0,015	2,572	0,158
SLD	63	50	0,019	2,547	0,167
SLV	10	475	0,039	2,640	0,285
SLC	5	975	0,047	2,671	0,306

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,590	1,000	0,004	0,002	0,178	0,200
SLD	1,200	1,570	1,000	0,005	0,002	0,222	0,200
SLV	1,200	1,410	1,000	0,009	0,005	0,459	0,200
SLC	1,200	1,390	1,000	0,011	0,006	0,553	0,200

5.6. Potenziale di liquefazione

La liquefazione denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

La verifica a liquefazione, secondo NTC2018, può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- 2) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- 3) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (NI)>30 oppure $q_{ciN}>180$ dove (NI) è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{ciN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c<3.5$ ed in Figura 7.11.1 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c>3.5$.

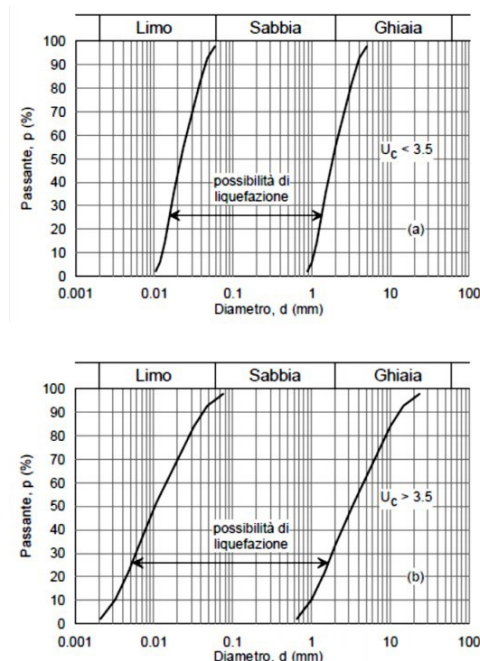


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici suscettibili di liquefazione

Nella seguente tabella viene inoltre indicata la probabilità che si verifichi liquefazione in funzione delle condizioni stratigrafiche e morfologiche riscontrabili sul territorio:

Categoria	Morfologia	Liquefazione
A	Letti di fiume, antichi e recenti, paludi, terreni di bonifica, zone interdunali	Probabile
B	Conoidi, argini naturali, dune, pianure di esondazione, spiagge	Possibile
C	Terrazzi, colline, montagne	Impossibile

In virtù della successione stratigrafica individuata, si ritiene improbabile il fenomeno della liquefazione.

In conformità a quanto previsto nelle NTC2018 cap. 7.11.3.4.2 per il verificarsi dei punti “2, 4 e 5” si omette la verifica alla liquefazione.

6. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

I campioni di terreno sottoposti ad analisi sono stati catalogati e su di essi, date le caratteristiche degli stessi e secondo le indicazioni della Committenza, sono state eseguite:

- analisi granulometriche
- determinazione delle caratteristiche fisiche
- prova di permeabilità a carico variabile con permeametro
- prova di taglio diretta con scatola di Casagrande.

Le prove sono eseguite secondo le normative vigenti dal nostro laboratorio terre autorizzato per il Settore “A” dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto 0000011 del 13/02/2017 secondo l’art. 59 del DPR n. 380/2001 circolare 7618 STC 2010.

7. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

A seguito delle prove eseguite si possono ricavare indicazioni in merito ai parametri geotecnici da impiegare per il terreno indagato.

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	ϕ [°]	E [MPa]	γ [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	Permeabi- tà	V _{s,eq} [m/s]	F ₀ [Hz]	Categor- ia sottosu- olo	Categori- a topografi- ca
0.00 – 1.50	Ghiaia e sabbia	--	--	31	15	17,2	19,2	--	369	3,90	B	T1
1.50 – 3.00	Argilla e limo	100	15	--	--	20,3	22,3	--				
3.00 – 6.90	Sabbia più o meno limosa con ghiaia	--	--	35	21	18,5	20,1	2,8E-05				
6.90 – 20.00	Sabbia più o meno ghiaiosa	--	--	37	31	19,1	21,1	1,0E-04				

Verifiche geotecniche

La relazione geotecnica è a tutti gli effetti un elaborato progettuale; essa fornisce valutazioni precise sull'opera o meglio sul sistema struttura-terreno; pertanto, come definito dal punto 6.2.2, non può più prescindere dall'opera vera e propria e non può fornire calcoli ed indicazioni esemplificativi. Per quanto sopra la redazione di tale elaborato prevede una stretta interazione tra geotecnico e strutturista.

TAVOLE TECNICHE



Ubicazione planimetrica delle indagini

Committente: Nord Ing S.r.l.	Sondaggio: S1
Riferimento: P.L. di via Mazzini, Locate Varesino (CO)	Data: 13-14/07/2022
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:125

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

Cass. Campioni	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N batt.	metri	LITOLOGIA	DESCRIZIONE
						Ghiaia, sabbia e cotto
1) Rim < 1.50 2.00	1.5	2-3-5	8	1		
				2		Argilla e limo deb. sabbiosi
2) Rim < 3.00 3.50	3.0	8-9-9	18	3		
				4		Sabbia limosa deb. argillosa con qualche clasto di ghiaia
3) Rim < 4.50 5.00	4.5	8-10-15	25	5		Sabbia limosa con poca ghiaia
				6		Sabbia deb. limosa con rari grani di ghiaia
4) Rim < 6.00 6.50	6.0	12-15-18	33	6		
				7		Sabbia più o meno ghiaiosa
5) Rim < 7.50 8.00	7.5	13-15-17	32	8		
				9		
6) Rim < 9.00 9.50	9.0	10-18-19	37	10		
				11		
7) Rim < 10.50 11.00	10.5	10-15-20	35	12		
				13		
8) Rim < 12.00 12.50	12.0	9-13-22	35	14		
				15		
9) Rim < 15.00 15.50	15.0	12-20-23	43	16		
				17		
10) Rim < 18.00 18.50	18.0	18-21-24	45	18		
				19		
				20		

Terreno conservato in N° 4 cassette catalogatrici.

Foto delle cassette catalogatrici.

Chiusura del foro di sondaggio con miscela ternaria di cemento, acqua e bentonite.

Committente: Nord_Ing S.r.l.

Sondaggio: S1

Riferimento: P.L. di via Mazzini, Locate Varesino (CO)

Data: 13-14/07/2022

Fotografie - Pagina 1/2

Pagina 1



Cassetta n° 1 - profondità da m 0.00 a m 5.00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5.00 a m 10.00

Committente: Nord_Ing S.r.l.

Sondaggio: S1

Riferimento: P.L. di via Mazzini, Locate Varesino (CO)

Data: 13-14/07/2022

Fotografie - Pagina 2/2

Pagina 2



Cassetta n° 3 - profondità da m 10.00 a m 15.00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15.00 a m 20.00

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,6	%
Peso di volume	19,1	kN/m ³
Peso di volume secco	15,9	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,8	kN/m ³
Peso specifico	26,6	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,678	
Porosità	40,4	%
Grado di saturazione	82,4	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	41,5	%
Limite di plasticità	21,3	%
Indice di plasticità	20,2	%
Indice di consistenza	1,04	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro	12,7	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	1,9	%
Sabbia	12,3	%
Limo	41,5	%
Argilla	44,3	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Argilla e limo localmente anche debolmente sabbiosi.
	10				
	20				
	30				
	40				
	50				
				50	

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11314	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 22/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,6 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11315	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 21/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,1 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11316	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESE (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,6 kN/m³**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,6 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 28,0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11317	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 26/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1,50 - 2,00	

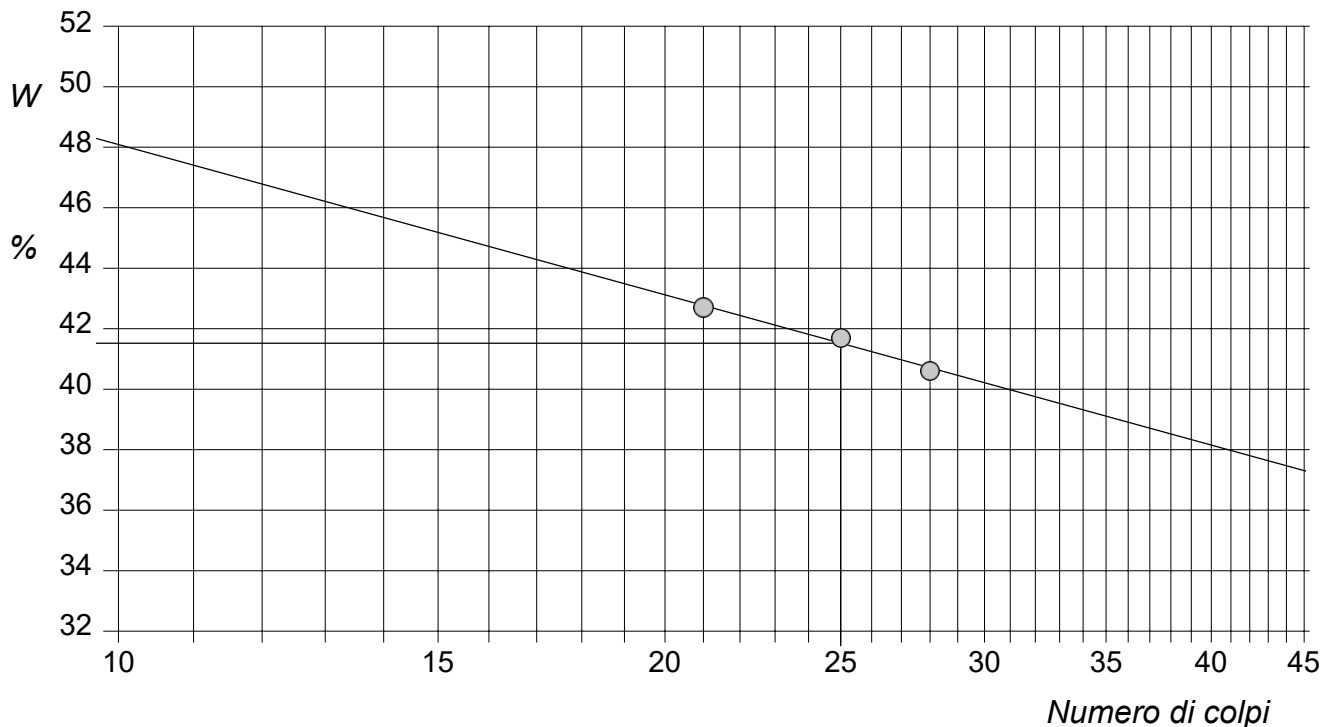
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	41,5 %
Limite di plasticità	21,3 %
Indice di plasticità	20,2 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	21	25	28			Umidità (%)	21,9	20,7
Umidità (%)	42,7	41,7	40,6			Umidità media	21,3	

Determinazione del Limite di liquidità



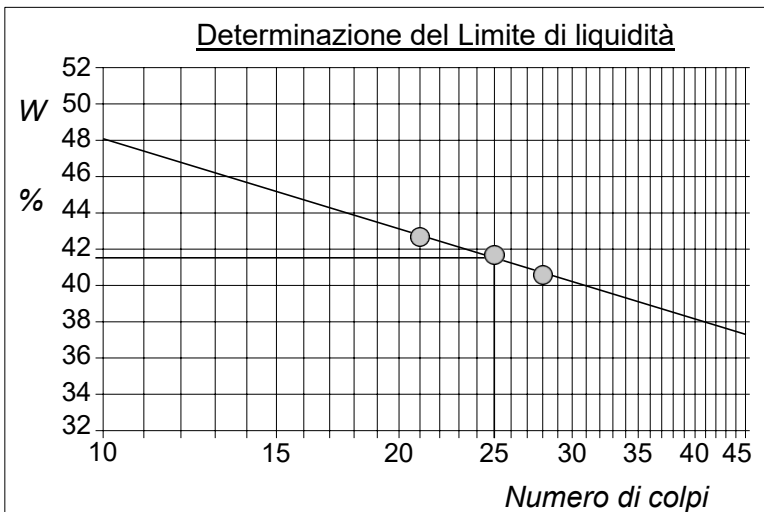
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11317	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 26/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1,50 - 2,00

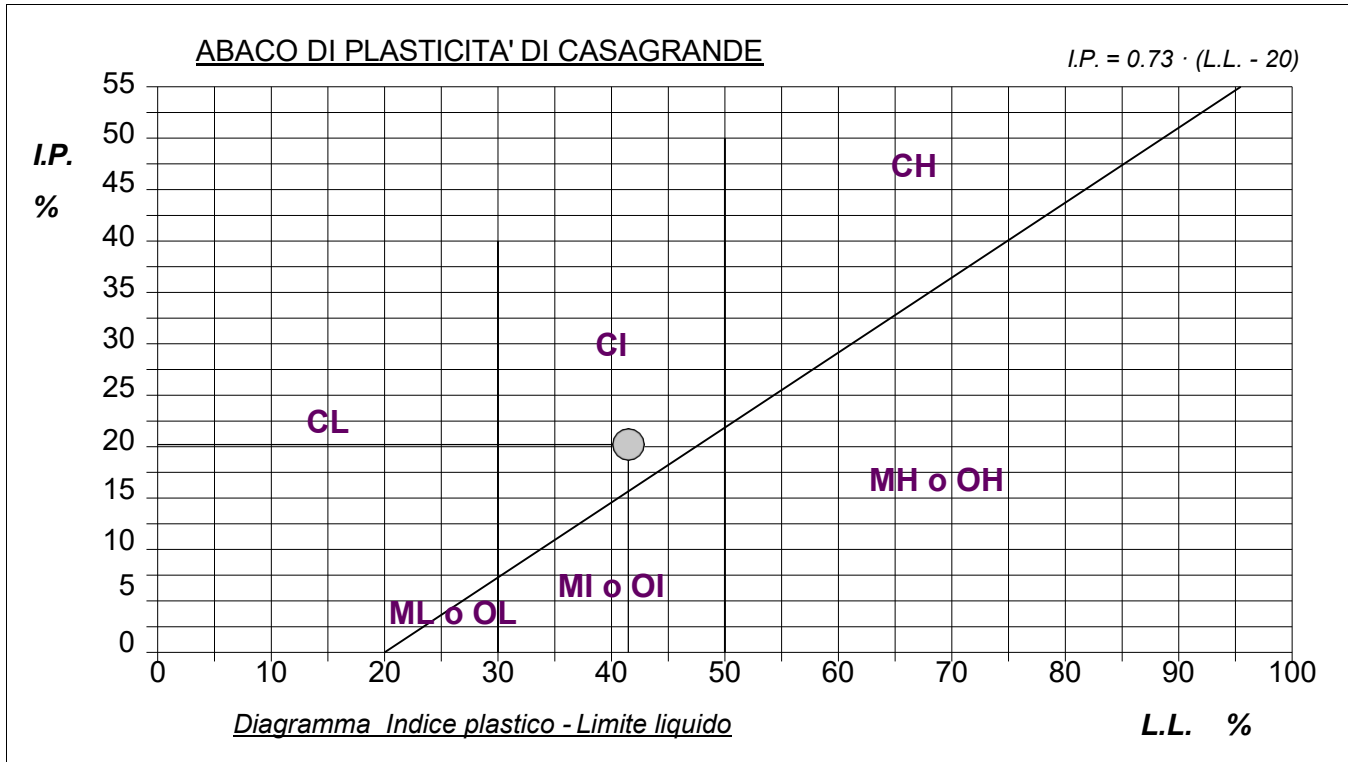
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	41,5	%
Limite di plasticità	21,3	%
Indice di plasticità	20,2	%
Indice di consistenza	1,04	
Passante al set. n° 40	NO	



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



CERTIFICATO DI PROVA N°: 11363	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 26/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

LIMITE DI RITIRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 427-04

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 92 %

Limite di ritiro = 12,7 %

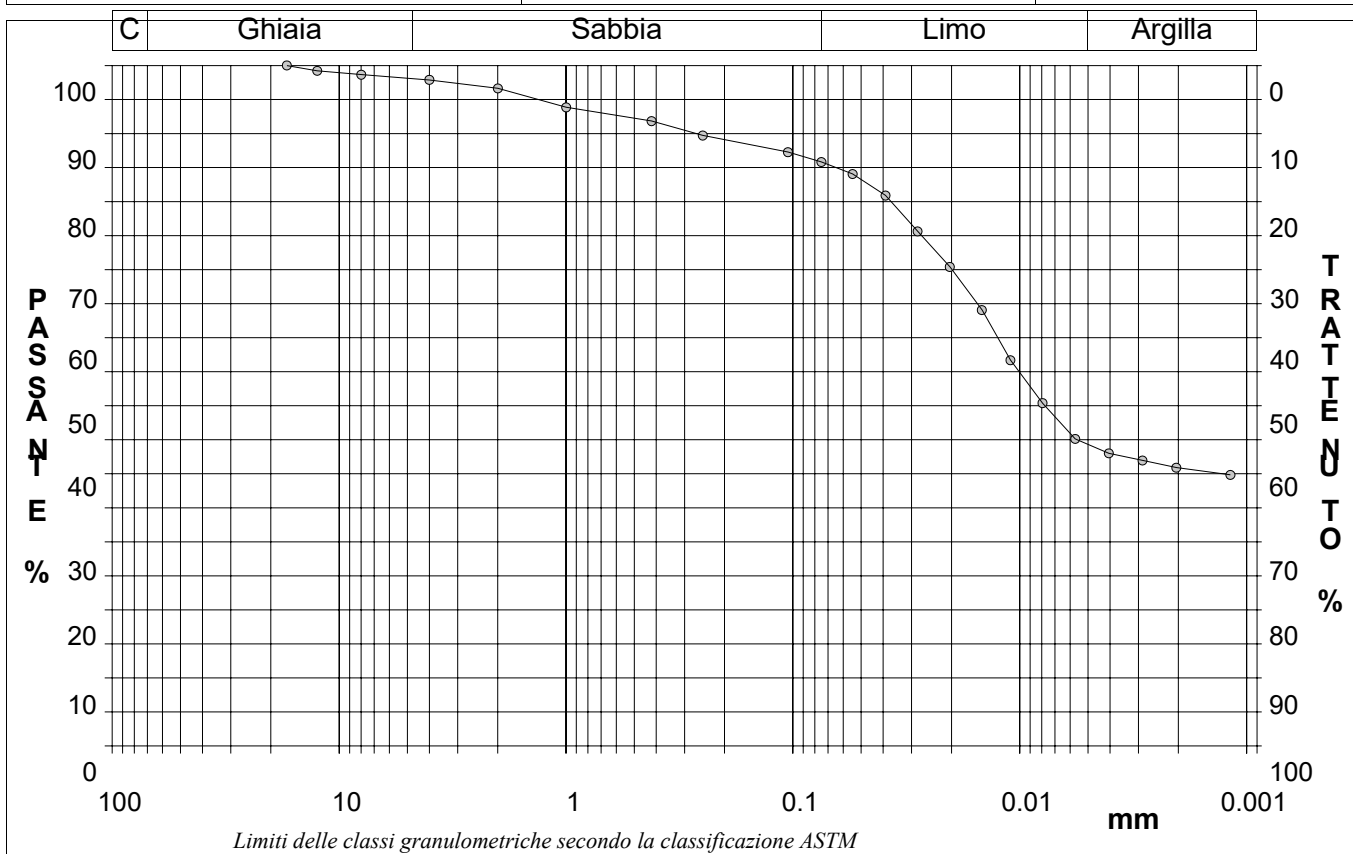
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11318	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1,50 - 2,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

Ghiaia	1,9 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	96,7 %	D10	---	mm
Sabbia	12,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	91,9 %	D30	---	mm
Limo	41,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	85,8 %	D50	0,00774	mm
Argilla	44,3 %			D60	0,01252	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	0,26693	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
17,0000	100,00	1,0000	93,86	0,0546	84,07	0,0110	56,70	0,0020	40,91
12,5000	99,22	0,4200	91,85	0,0391	80,91	0,0079	50,38	0,0012	39,86
8,0000	98,66	0,2500	89,73	0,0282	75,65	0,0057	45,12		
4,0000	97,88	0,1050	87,28	0,0203	70,39	0,0041	43,01		
2,0000	96,65	0,0750	85,83	0,0147	64,07	0,0029	41,96		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19,9	%
Peso di volume	18,9	kN/m ³
Peso di volume secco	15,8	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,8	kN/m ³
Peso specifico	26,6	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,692	
Porosità	40,9	%
Grado di saturazione	78,0	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	34,6	%
Limite di plasticità	22,2	%
Indice di plasticità	12,4	%
Indice di consistenza	1,19	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	13,3	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	5,1	%
Sabbia	68,0	%
Limo	18,4	%
Argilla	8,5	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	11,0	kPa
Angolo di attrito interno:	28,6	°

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia anche debolmente limoso argillosa con rari grani di ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11319	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 22/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19,9 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo

☐ Stratificato

☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11320	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 21/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,9 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11321	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,6 kN/m³**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,6 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice fine.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11322	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 26/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 3,00 - 3,50	

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

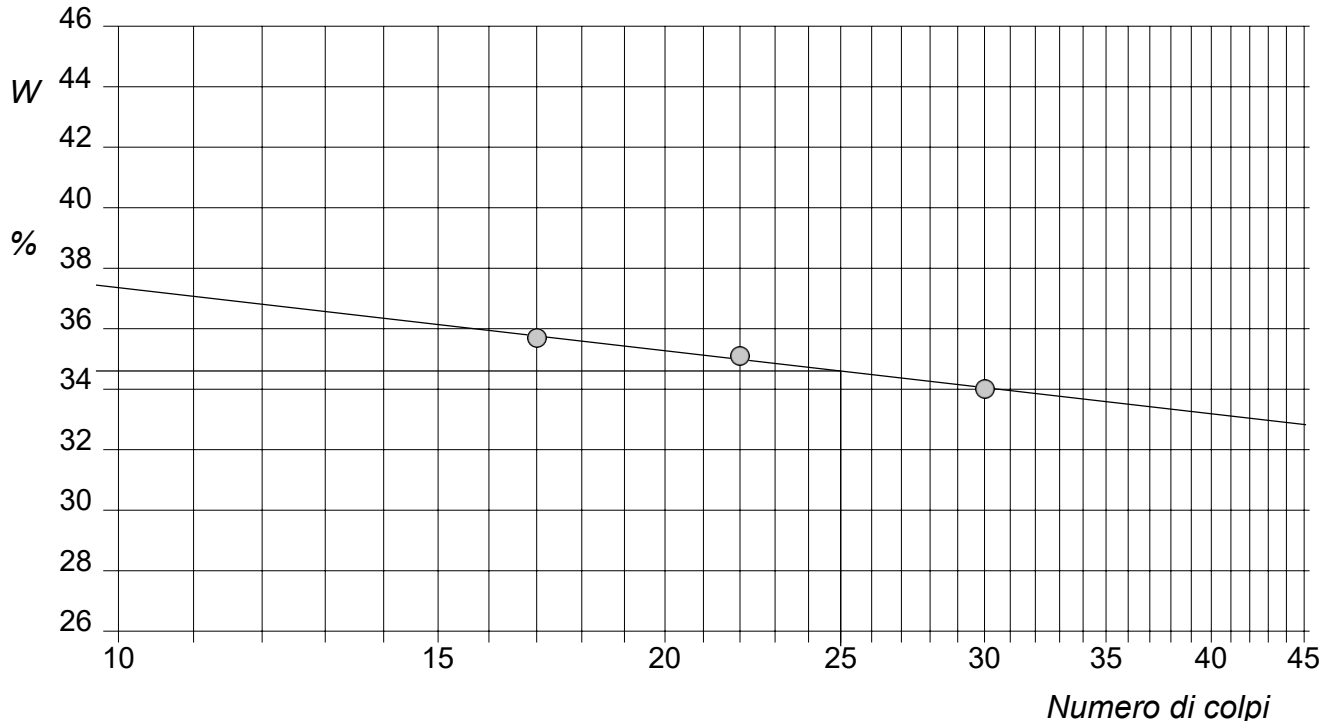
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	34,6 %
Limite di plasticità	22,2 %
Indice di plasticità	12,4 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	17	22	30		Umidità (%)	22,0	22,3
Umidità (%)	35,7	35,1	34,0		Umidità media	22,2	

Determinazione del Limite di liquidità



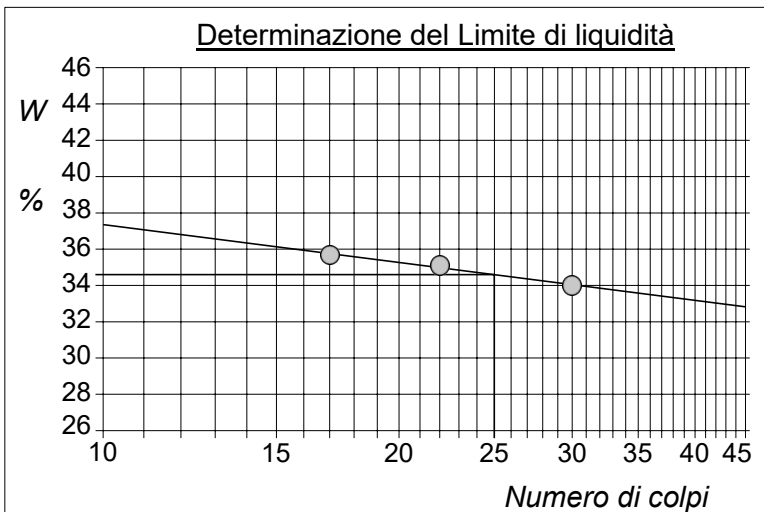
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11322	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 26/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

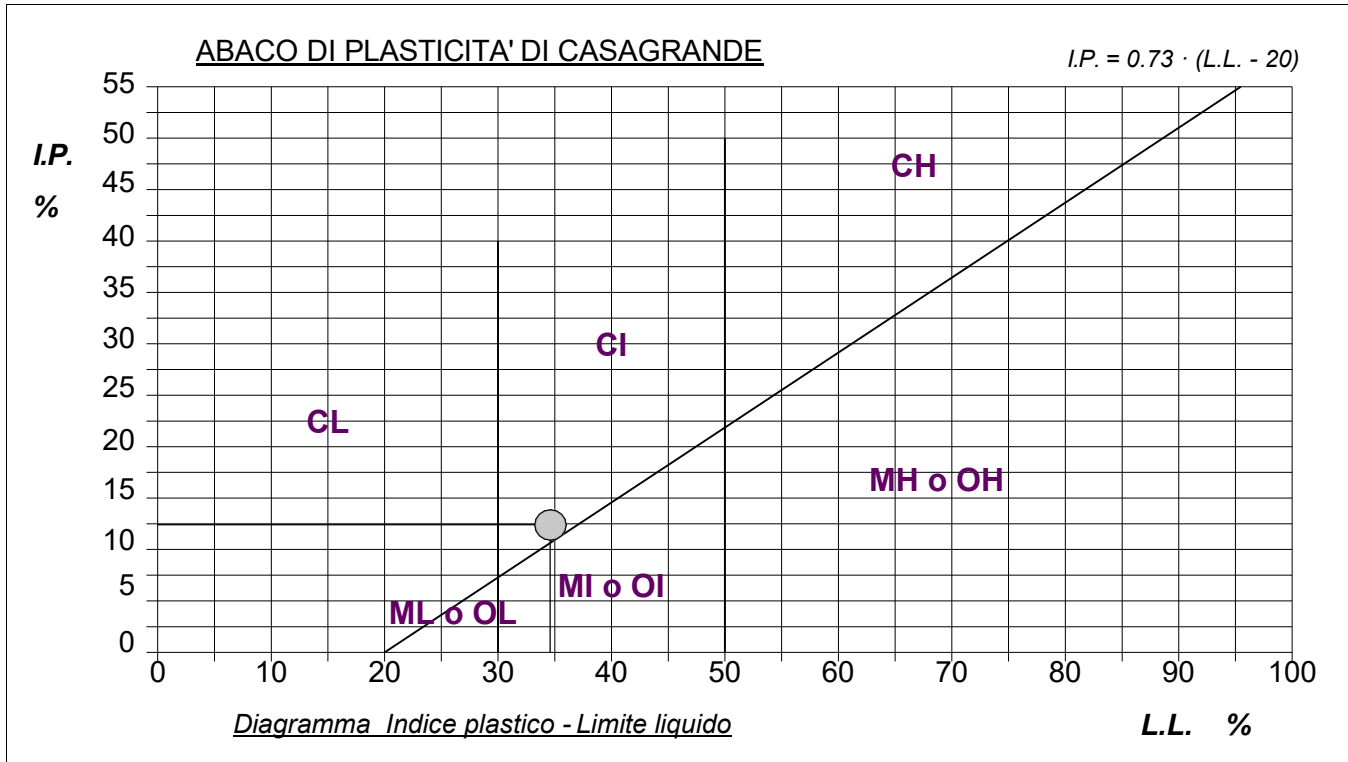
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-00

Limite di liquidità	34,6	%
Limite di plasticità	22,2	%
Indice di plasticità	12,4	%
Indice di consistenza	1,19	
Passante al set. n° 40	SI	



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



CERTIFICATO DI PROVA N°: 11323	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 26/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

LIMITE DI RITIRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 427-04

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 87 %

Limite di ritiro = 13,3 %

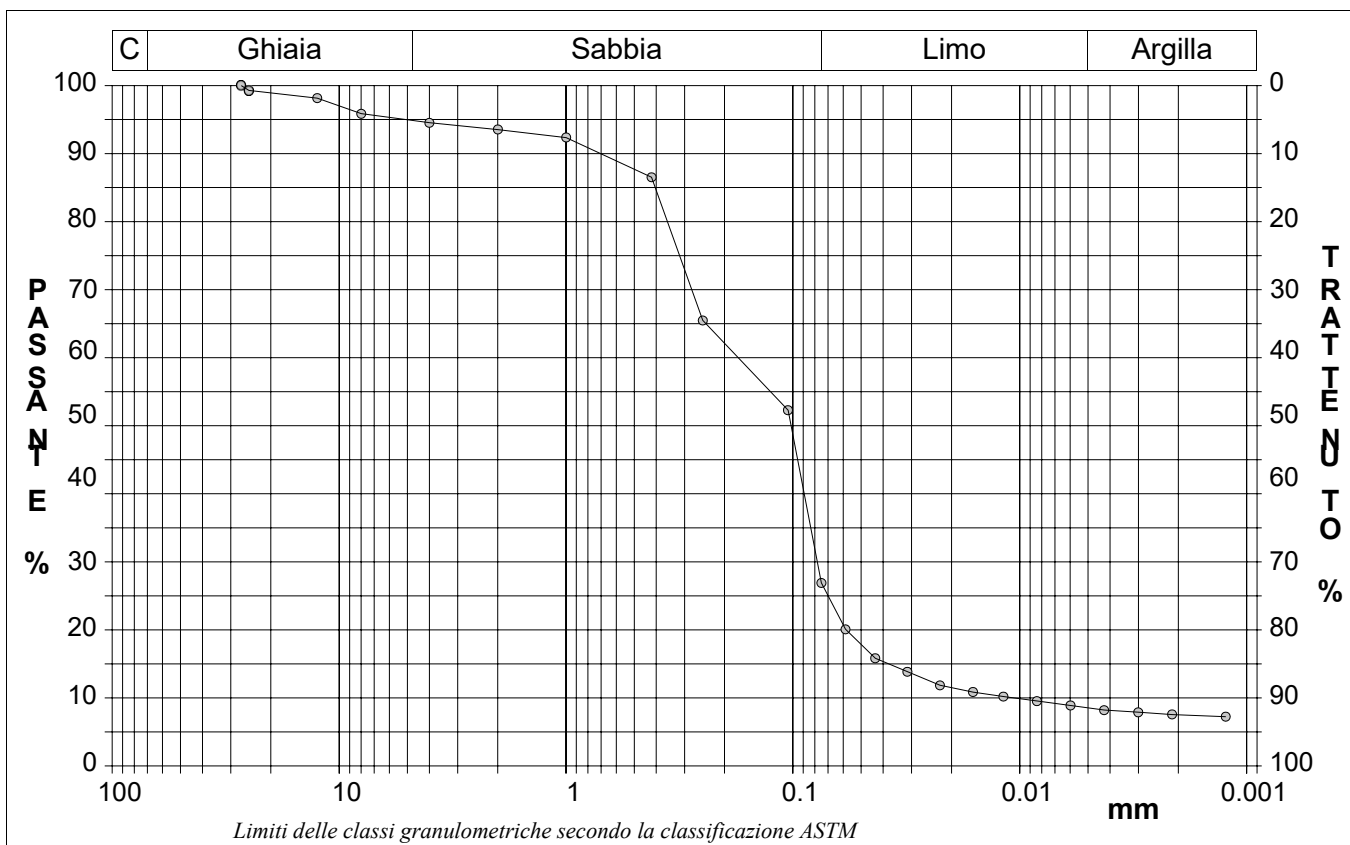
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11324	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

Ghiaia	5,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	93,5 %	D10	0,01060 mm	
Sabbia	68,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	86,5 %	D30	0,07814 mm	
Limo	18,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	26,9 %	D50	0,10188 mm	
Argilla	8,5 %			D60	0,17432 mm	
Coefficiente di uniformità		16,44	Coefficiente di curvatura	3,30	D90	0,70464 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
27,0000	100,00	2,0000	93,54	0,0750	26,91	0,0161	10,87	0,0030	7,90
25,0000	99,28	1,0000	92,36	0,0587	20,10	0,0118	10,21	0,0021	7,57
12,5000	98,14	0,4200	86,52	0,0434	15,82	0,0084	9,55	0,0012	7,24
8,0000	95,87	0,2500	65,50	0,0313	13,84	0,0060	8,89		
4,0000	94,52	0,1050	52,27	0,0225	11,86	0,0042	8,23		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11325	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	72	113	182
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	11,00	9,00	9,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,94	0,79	0,54
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 11,0 kPa
 Angolo di attrito interno: 28,6 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,022 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

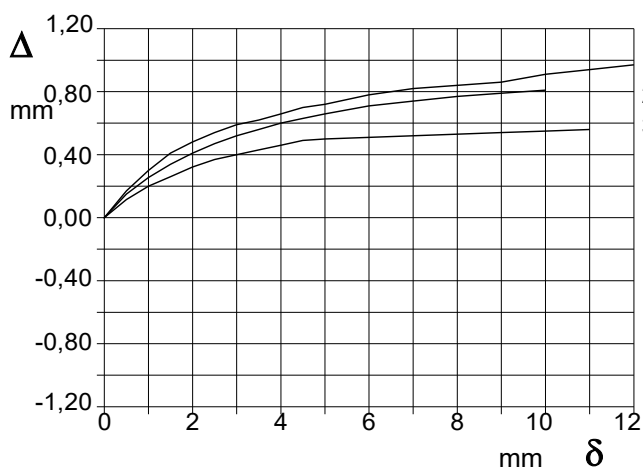
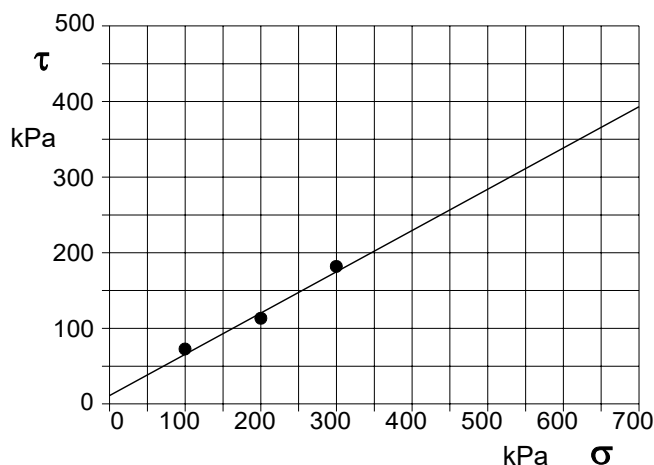


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

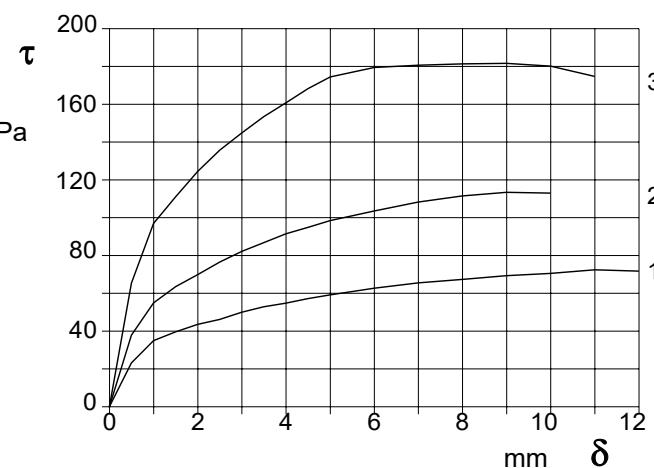


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11325	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESE (CO)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3,00 - 3,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,964
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	40,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,017

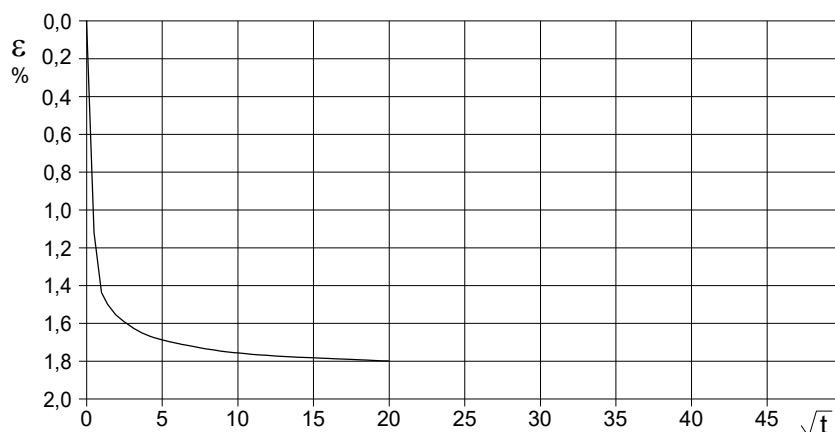


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,974
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	36,7
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,019

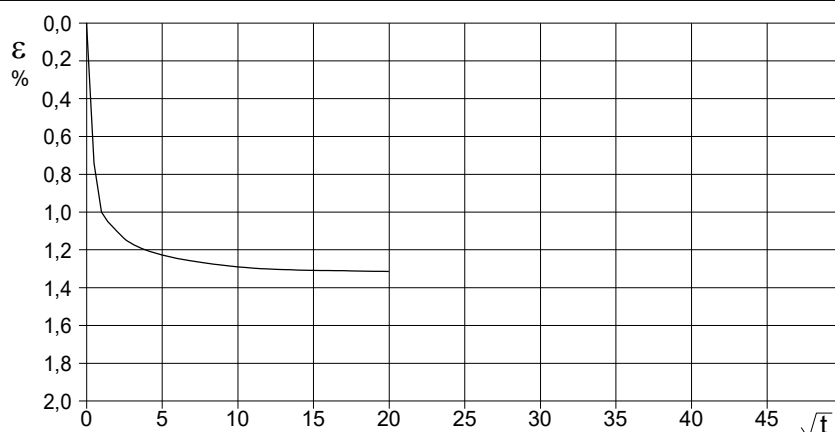
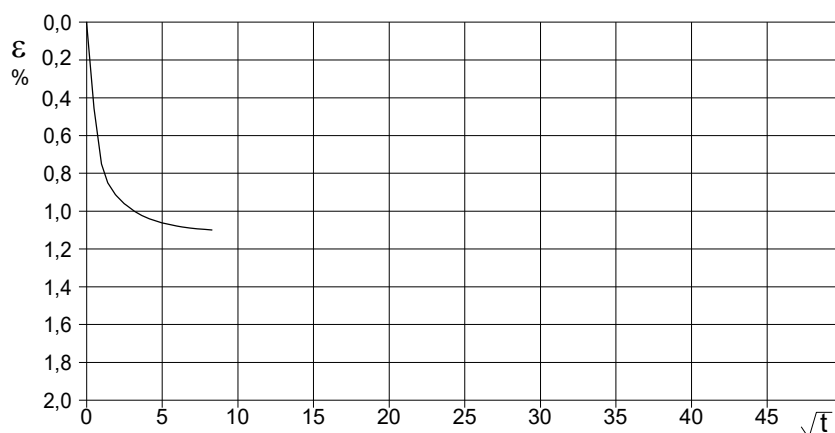


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,978
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	23,7
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,029



V_s = Velocità stimata di prova
 D_f = Deformazione a rottura stimata
 $t_f = 10 \times T_{100}$
 $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	18,2	%
Peso di volume minimo	16,7	kN/m ³
Peso di volume massimo	20,1	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,720	
Porosità	41,9	%
Grado di saturazione	68,9	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	16,4	%
Sabbia	44,0	%
Limo	33,4	%
Argilla	6,2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	2,838E-05	cm/sec
----------------	-----------	--------

Posizione delle prove CF GR K	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia limosa con poca ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11326	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 22/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 18,2 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11364	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,7 kN/m³

Peso di volume massimo = 20,1 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11327	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESE (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,8 kN/m³**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,7 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,9 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11328	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

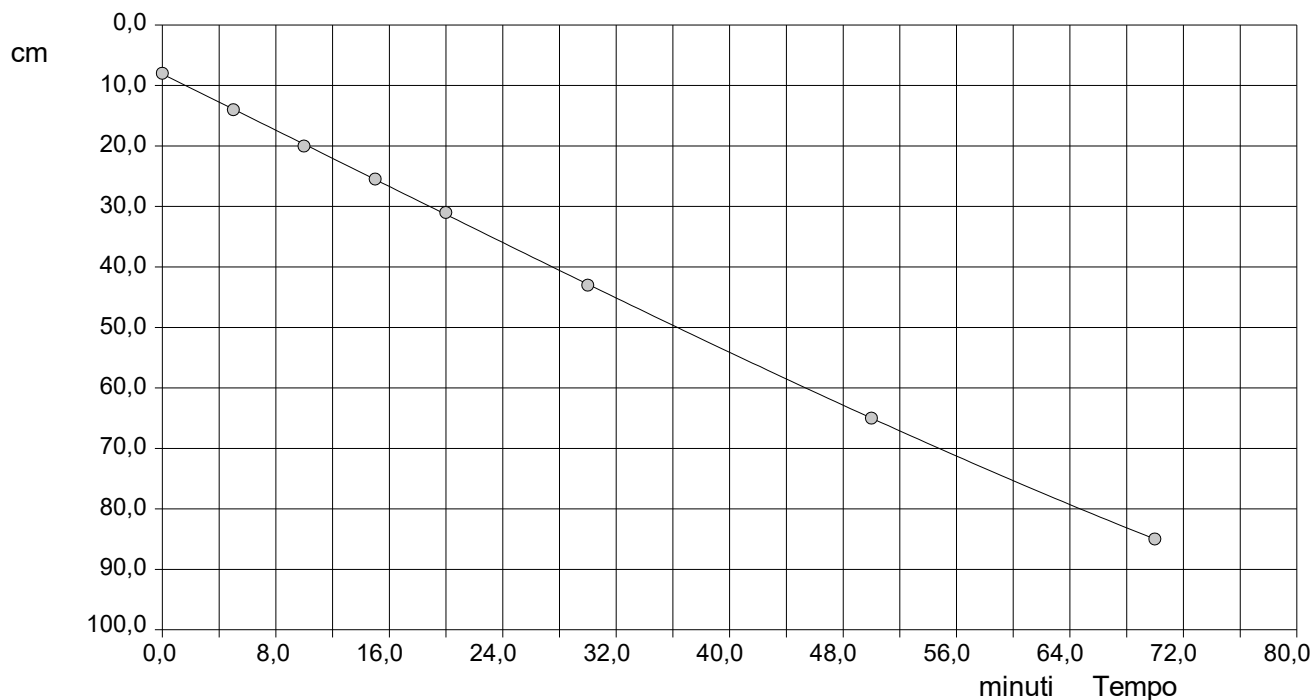
PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	6,0	6,0	1,62E-05
Diametro	7,60	cm	10,0	12,0	6,0	1,70E-05
Sezione	45,36	cm ²	15,0	17,5	5,5	1,64E-05
Volume	861,93	cm ³	20,0	23,0	5,5	1,73E-05
Massa	1706,0	g	30,0	35,0	12,0	2,05E-05
Peso di volume	19,4	kN/m ³	50,0	57,0	22,0	2,29E-05
Umidità	18,2	%	70,0	77,0	20,0	2,84E-05
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	2,84E-05	cm/sec				

Abbassamento

DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

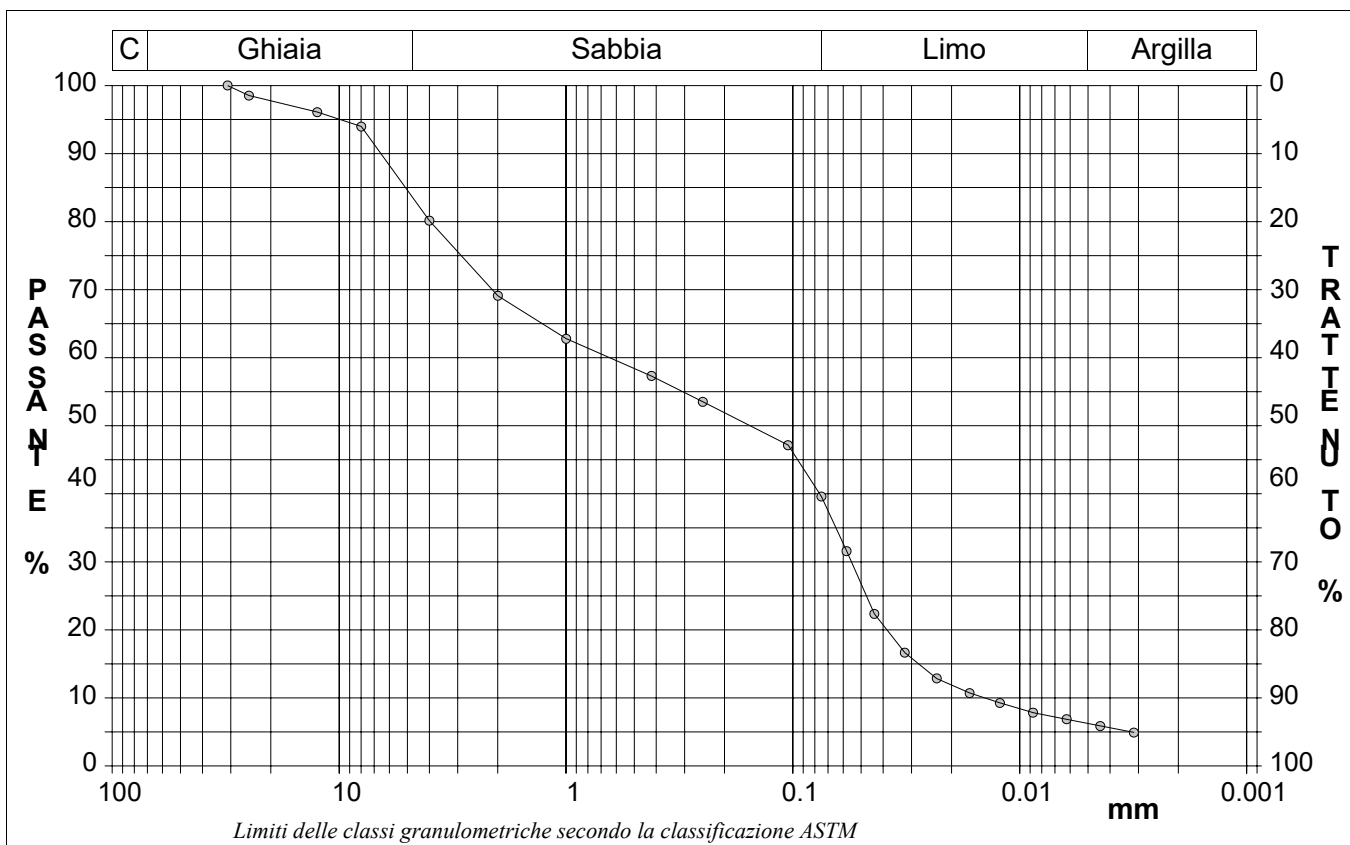
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11329	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 4,50 - 5,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

Ghiaia	16,4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	69,1 %	D10	0,01426 mm	
Sabbia	44,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	57,3 %	D30	0,05527 mm	
Limo	33,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	39,6 %	D50	0,15440 mm	
Argilla	6,2 %			D60	0,64266 mm	
Coefficiente di uniformità		45,08	Coefficiente di curvatura	0,33	D90	6,55384 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
31,0000	100,00	2,0000	69,10	0,0750	39,62	0,0166	10,74	0,0031	4,92
25,0000	98,53	1,0000	62,79	0,0580	31,57	0,0123	9,28		
12,5000	96,11	0,4200	57,31	0,0438	22,36	0,0087	7,83		
8,0000	93,99	0,2500	53,54	0,0321	16,65	0,0062	6,86		
4,0000	80,13	0,1050	47,17	0,0232	12,87	0,0044	5,89		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21,8	%
Peso di volume minimo	16,8	kN/m ³
Peso di volume massimo	20,6	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,706	
Porosità	41,4	%
Grado di saturazione	84,7	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	4,4	%
Sabbia	74,5	%
Limo	14,5	%
Argilla	6,6	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	11,3	kPa
Angolo di attrito interno:	39,2	°

Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia debolmente limosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11330	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 22/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,8 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11331	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 21/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,8 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,6 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11332	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESE (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,9 kN/m³**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,8 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 28,0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

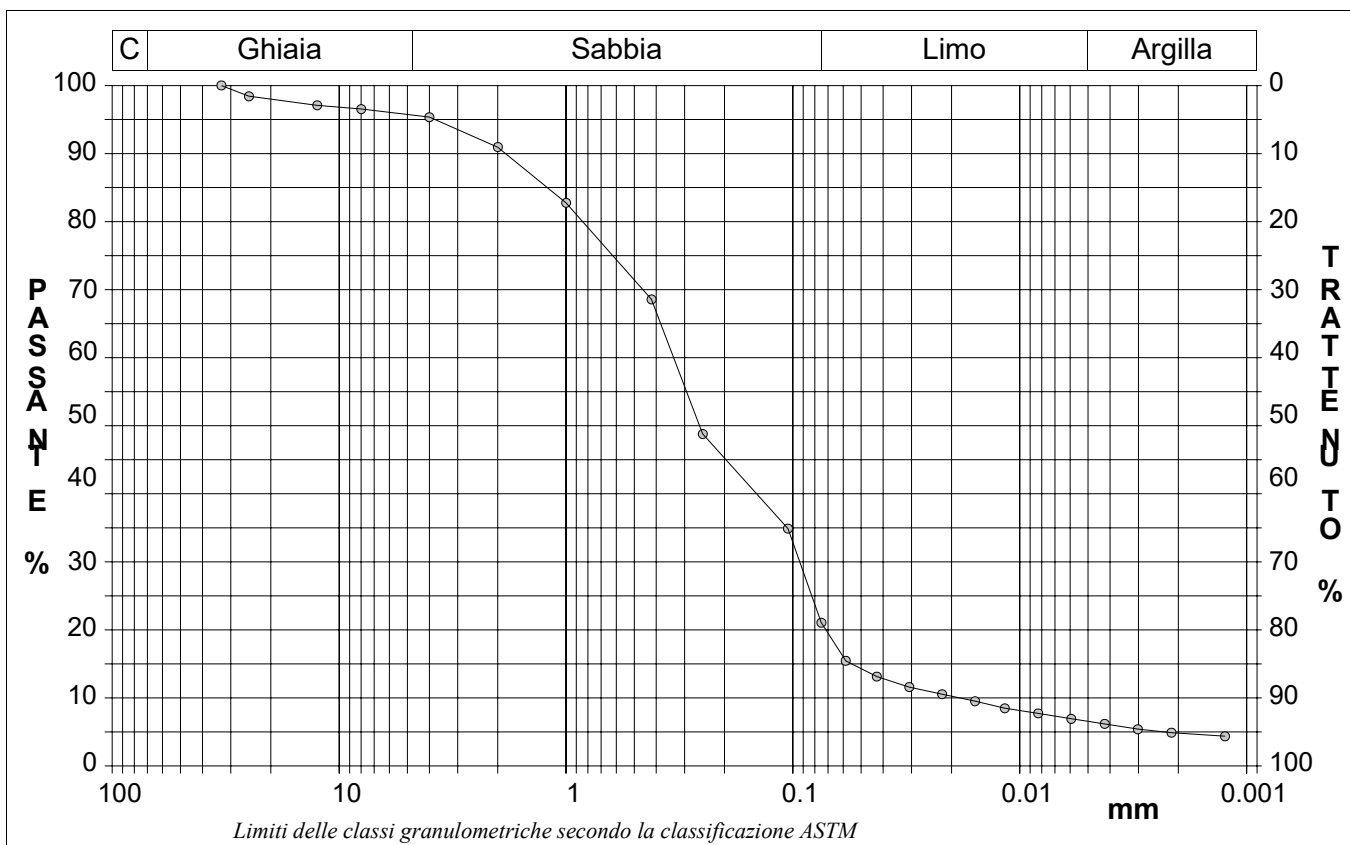
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11333	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

Ghiaia	4,4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	90,9 %	D10	0,01837 mm
Sabbia	74,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	68,6 %	D30	0,09323 mm
Limo	14,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	21,1 %	D50	0,25793 mm
Argilla	6,6 %			D60	0,33529 mm
				D90	1,84734 mm
Coefficiente di uniformità		18,25	Coefficiente di curvatura		1,41



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
33,0000	100,00	2,0000	90,94	0,0750	21,08	0,0158	9,53	0,0030	5,41
25,0000	98,43	1,0000	82,76	0,0585	15,45	0,0117	8,50	0,0021	4,90
12,5000	97,08	0,4200	68,59	0,0426	13,13	0,0083	7,73	0,0012	4,38
8,0000	96,54	0,2500	48,81	0,0307	11,59	0,0059	6,96		
4,0000	95,35	0,1050	34,87	0,0220	10,56	0,0042	6,18		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11334	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 22/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 6,00 - 6,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	97	171	260
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,50	5,00	5,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,27	0,28	0,29
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 11,3 kPa
 Angolo di attrito interno: 39,2 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,024 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

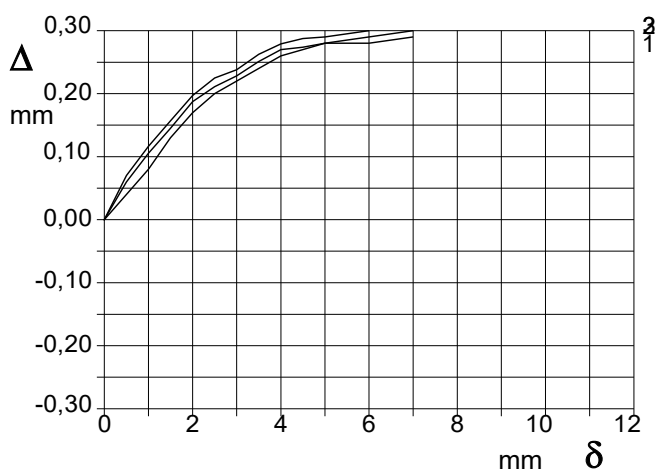
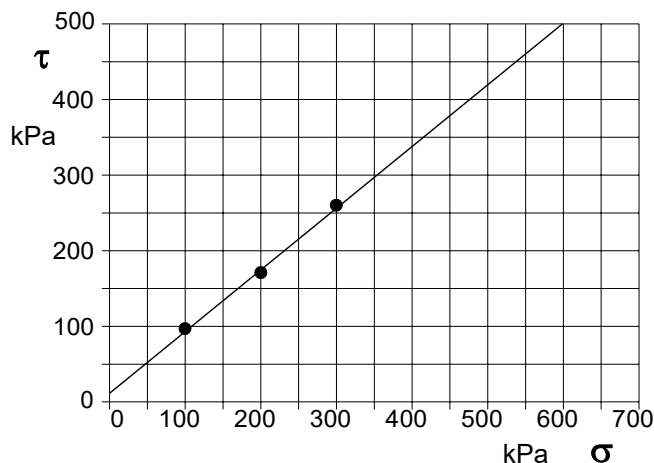


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

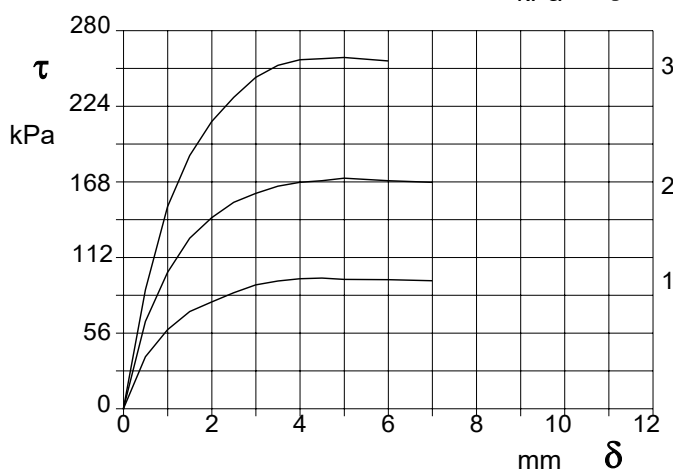


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11334	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 02/08/22	Inizio analisi: 22/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: 4	PROFONDITA': m	6,00 - 6,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,951
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	29,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,024

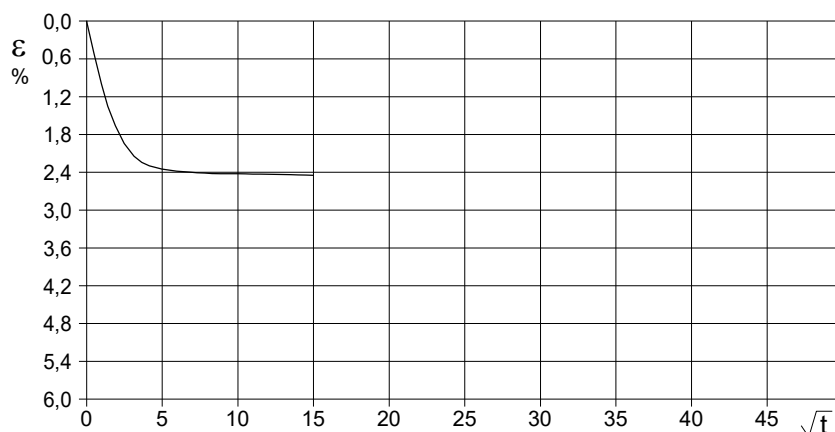


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,937
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	17,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,040

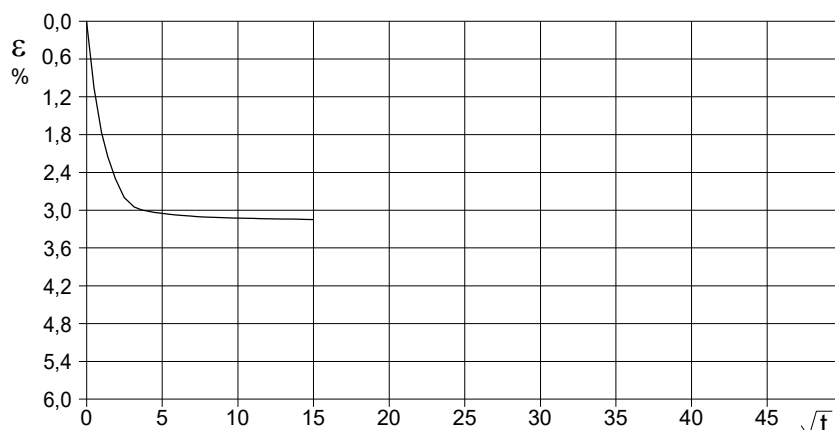
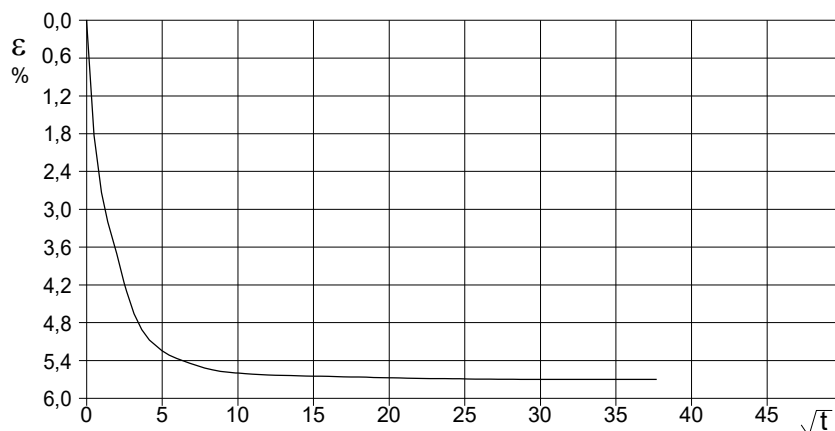


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,886
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	73,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,010



V_s = Velocità stimata di prova
 D_f = Deformazione a rottura stimata
 $t_f = 10 \times T_{100}$
 $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESE (CO)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: 5

PROFONDITA': m 7,50 - 8,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	18,7	%
Peso di volume minimo	16,4	kN/m ³
Peso di volume massimo	20,7	kN/m ³
Peso specifico	26,6	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,707	
Porosità	41,4	%
Grado di saturazione	71,9	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	32,8	%
Sabbia	64,5	%
Limo-Argilla	2,7	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	1,319E-04	cm/sec
----------------	-----------	--------

Posizione delle prove CF GR K	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia con ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11335	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 22/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 7,50 - 8,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 18,7 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11336	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 21/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 21/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 7,50 - 8,00

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,4 kN/m³

Peso di volume massimo = 20,7 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11337	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESE (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 7,50 - 8,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,6 kN/m³**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,6 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11338	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 7,50 - 8,00

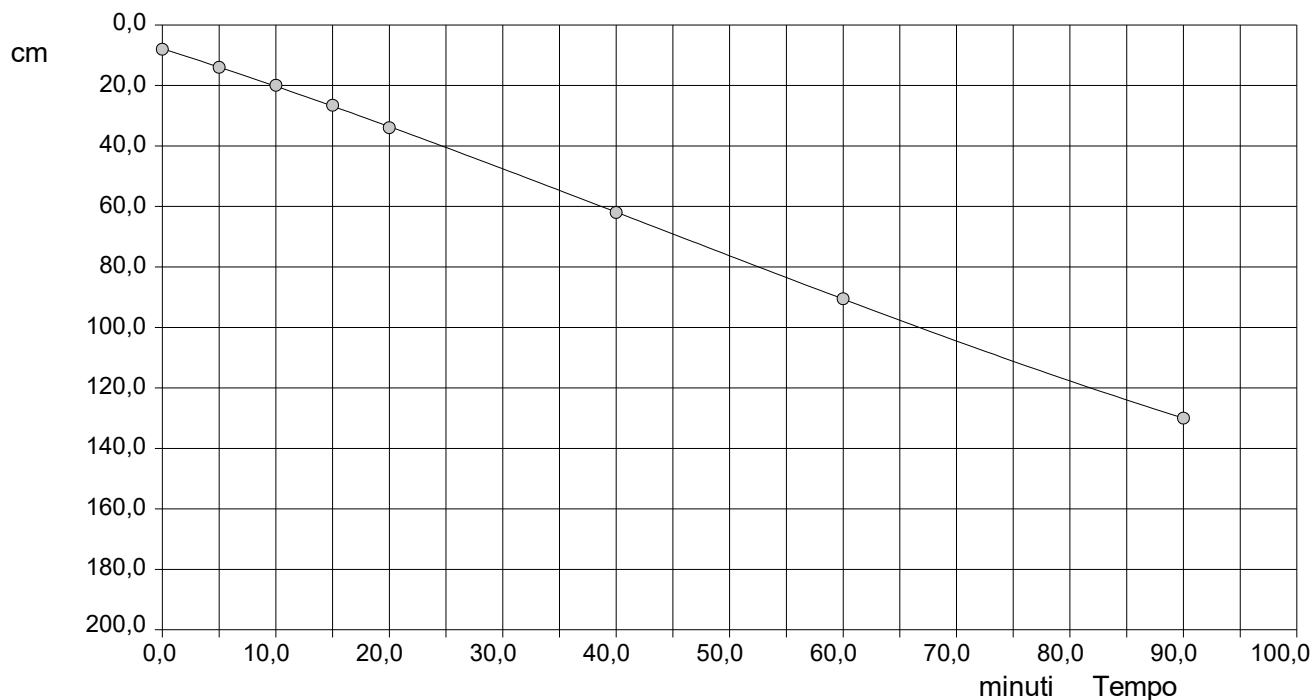
PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	6,0	6,0	1,62E-05
Diametro	7,60	cm	10,0	12,0	6,0	1,70E-05
Sezione	45,36	cm²	15,0	18,5	6,5	1,95E-05
Volume	861,93	cm³	20,0	26,0	7,5	2,40E-05
Massa	1656,0	g	40,0	54,0	28,0	2,72E-05
Peso di volume	18,8	kN/m³	60,0	82,5	28,5	4,18E-05
Umidità	18,9	%	90,0	122,0	39,5	1,32E-04
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	1,32E-04	cm/sec				

Abbassamento

DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

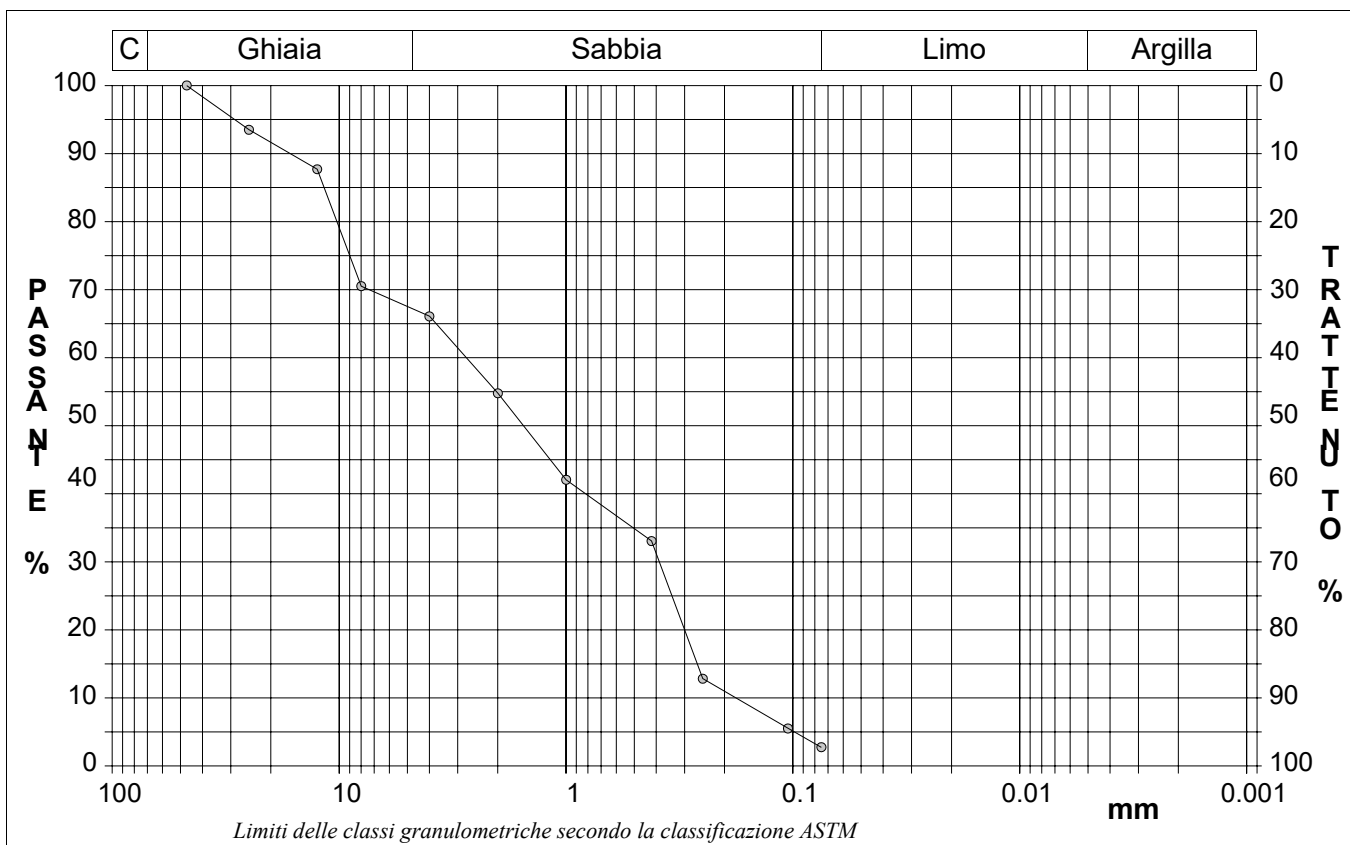
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11339	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 21/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 5 PROFONDITA': m 7,50 - 8,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

Ghiaia	32,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	54,8 %	D10	0,17844 mm
Sabbia	64,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	33,1 %	D30	0,38821 mm
Limo-Argilla	2,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	2,7 %	D50	1,54186 mm
				D60	2,75265 mm
				D90	16,46140 mm
Coefficiente di uniformità		15,43	Coefficiente di curvatura		0,31



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
47,0000	100,00	2,0000	54,78	0,0750	2,75				
25,0000	93,51	1,0000	42,04						
12,5000	87,69	0,4200	33,07						
8,0000	70,51	0,2500	12,84						
4,0000	66,10	0,1050	5,53						

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESE (CO)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: 6

PROFONDITÀ: m 9,00 - 9,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	12,7	%
Peso di volume minimo	16,3	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,1	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,622	
Porosità	38,4	%
Grado di saturazione	56,2	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	42,7	%
Sabbia	55,1	%
Limo-Argilla	2,2	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	4,2	kPa
Angolo di attrito interno:	40,3	°

Posizione delle prove GR GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia con ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11340	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 25/07/22	Fine analisi: 26/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 12,7 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11341	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 25/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,3 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,1 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11342	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 25/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,9 kN/m³**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,9 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

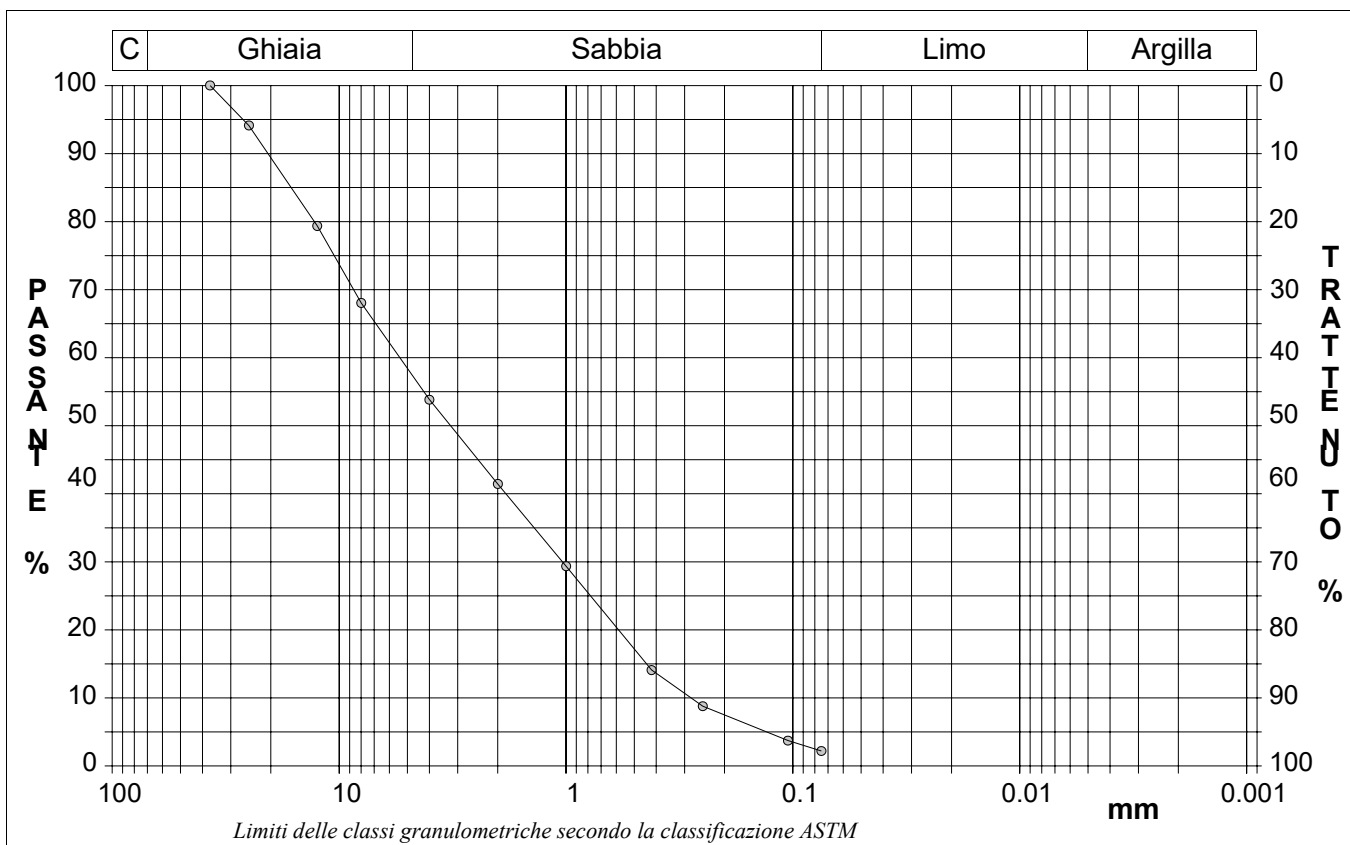
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11343	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 25/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

Ghiaia	42,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	41,4 %	D10	0,28133 mm
Sabbia	55,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	14,1 %	D30	1,03813 mm
Limo-Argilla	2,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	2,2 %	D50	3,22981 mm
				D60	5,40746 mm
				D90	20,59870 mm
Coefficiente di uniformità		19,22	Coefficiente di curvatura		0,71



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
37,0000	100,00	2,0000	41,44	0,0750	2,21				
25,0000	94,11	1,0000	29,35						
12,5000	79,39	0,4200	14,12						
8,0000	68,03	0,2500	8,79						
4,0000	53,82	0,1050	3,73						

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11344	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 25/07/22	Fine analisi: 01/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 6 PROFONDITA': m 9,00 - 9,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	89	174	259
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	9,00	11,00	11,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,05	0,05	0,15
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 4,2 kPa
 Angolo di attrito interno: 40,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,026 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

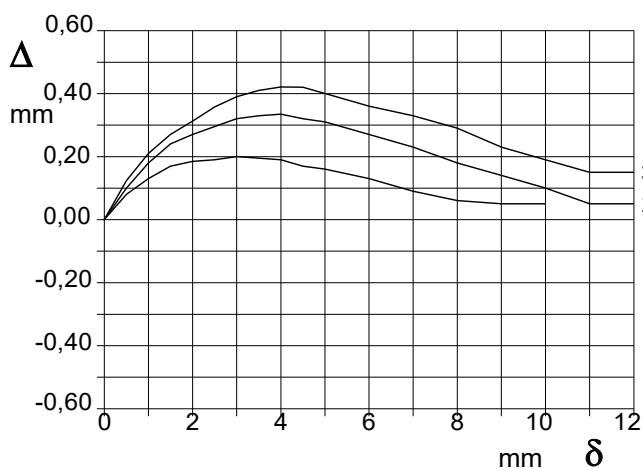
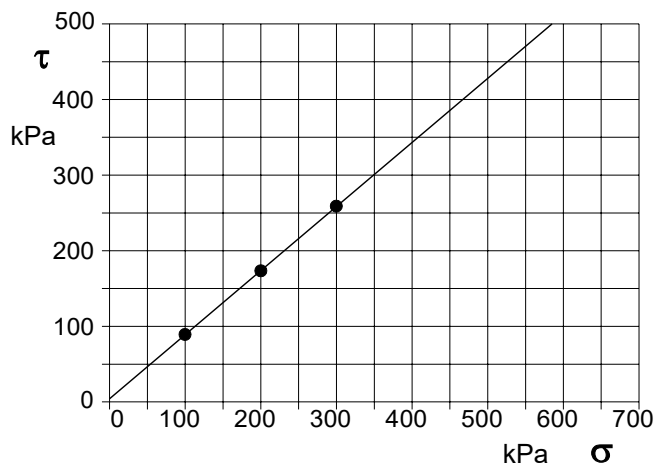


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

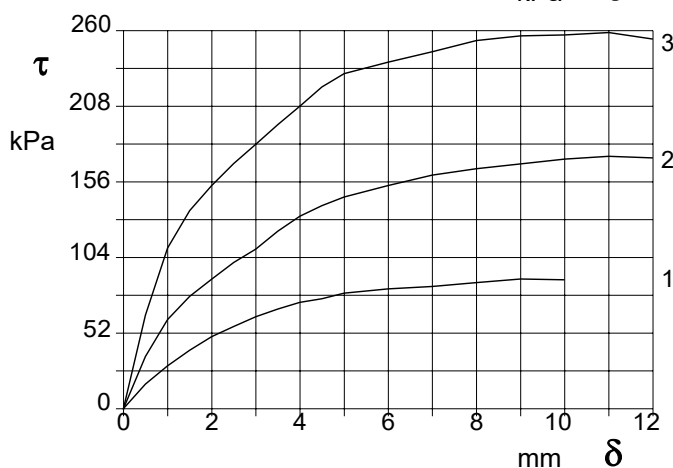


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11344	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 25/07/22	Fine analisi: 01/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESE (CO)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: 6	PROFONDITA': m	9,00 - 9,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,993
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	29,9
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,023

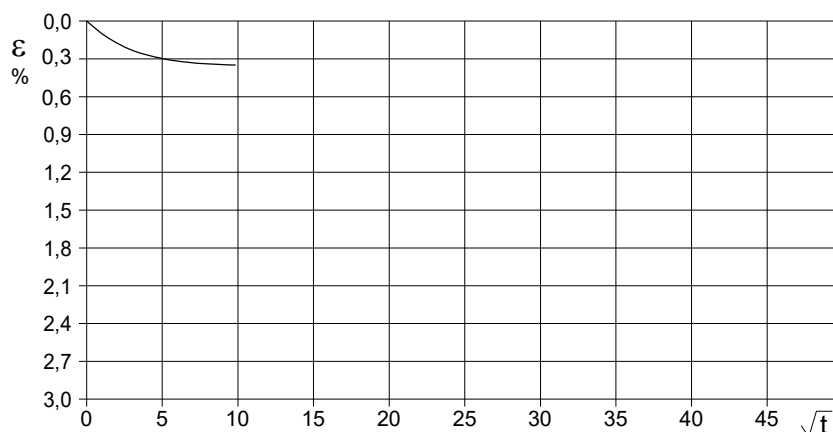


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,973
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	33,4
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,021

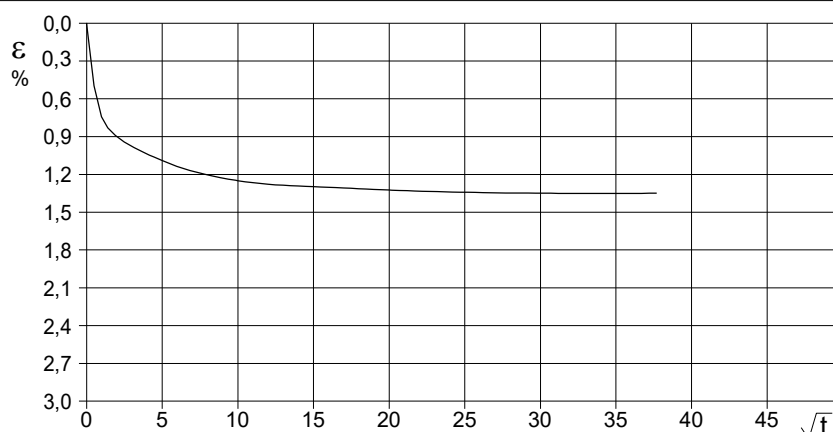
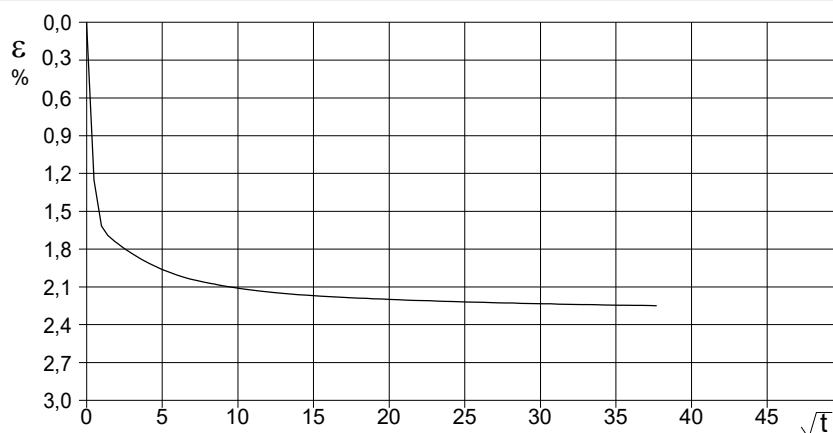


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,955
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	21,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,033



V_s = Velocità stimata di prova
 D_f = Deformazione a rottura stimata
 $t_f = 10 \times T_{100}$
 $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: 7

PROFONDITA': m 10,50 - 11,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	15,1	%
Peso di volume minimo	16,1	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,3	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,658	
Porosità	39,7	%
Grado di saturazione	63,0	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	40,0	%
Sabbia	54,5	%
Limo	3,1	%
Argilla	2,4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	6,885E-05	cm/sec
----------------	-----------	--------

Posizione delle prove CF GR K	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia con ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11345	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 25/07/22	Fine analisi: 26/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 10,50 - 11,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 15,1 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11346	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 25/07/22	Fine analisi: 25/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 10,50 - 11,00

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,1 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,3 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11347	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 25/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 10,50 - 11,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,9 kN/m³**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,9 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27,8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

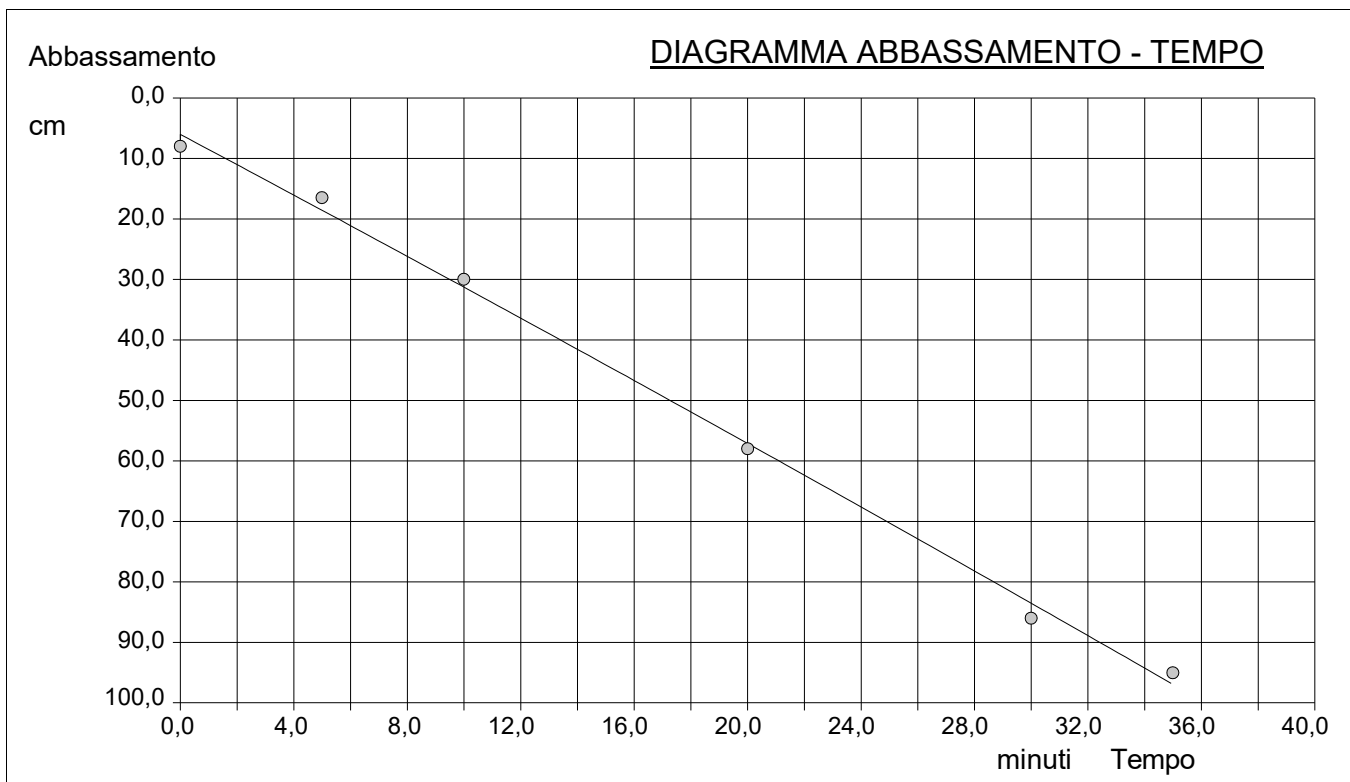
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11348	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 25/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 10,50 - 11,00

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN PERMEAMETRO

Modalità di prova: Norma ASTM D 2434-68

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	19,00	cm	5,0	8,5	8,5	2,32E-05
Diametro	7,60	cm	10,0	22,0	13,5	4,05E-05
Sezione	45,36	cm ²	20,0	50,0	28,0	5,20E-05
Volume	861,93	cm ³	30,0	78,0	28,0	7,62E-05
Massa	1656,0	g	35,0	87,0	9,0	6,89E-05
Peso di volume	18,8	kN/m ³				
Umidità	15,0	%				
Carico idraulico iniziale	134,00	cm				
Coeff. di permeabilità	6,89E-05	cm/sec				



Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

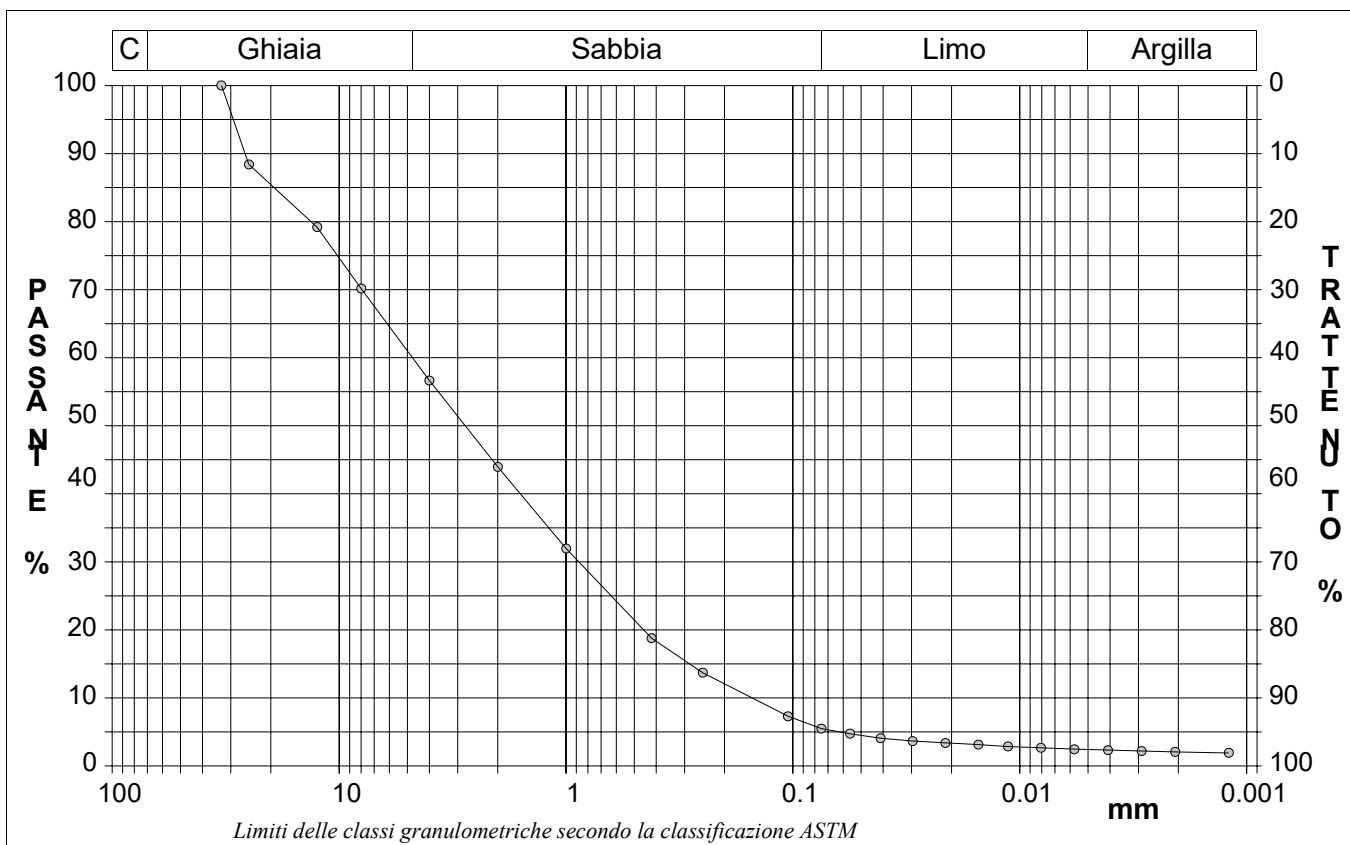
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11349	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 25/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 25/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 7 PROFONDITA': m 10,50 - 11,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

Ghiaia	40,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	44,0 %	D10	0,15109 mm	
Sabbia	54,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	18,8 %	D30	0,87769 mm	
Limo	3,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	5,5 %	D50	2,78063 mm	
Argilla	2,4 %			D60	4,75176 mm	
Coefficiente di uniformità		31,45	Coefficiente di curvatura	1,07	D90	25,96432 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
33,0000	100,00	2,0000	43,98	0,0750	5,49	0,0152	3,14	0,0029	2,20
25,0000	88,42	1,0000	31,98	0,0560	4,75	0,0113	2,87	0,0021	2,07
12,5000	79,18	0,4200	18,80	0,0411	4,08	0,0081	2,67	0,0012	1,94
8,0000	70,15	0,2500	13,71	0,0297	3,68	0,0057	2,47		
4,0000	56,65	0,1050	7,32	0,0213	3,41	0,0041	2,34		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: 8

PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	10,4	%
Peso di volume minimo	16,7	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,6	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,549	
Porosità	35,5	%
Grado di saturazione	52,0	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	38,0	%
Sabbia	57,0	%
Limo	3,9	%
Argilla	1,1	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	4,6	kPa
Angolo di attrito interno:	40,9	°

Posizione delle prove CF GR TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia con ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11350	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 26/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 8 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 10,4 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11351	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 26/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 26/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 8 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,7 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,6 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11352	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 8 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,8 kN/m³**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,8 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 29,0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

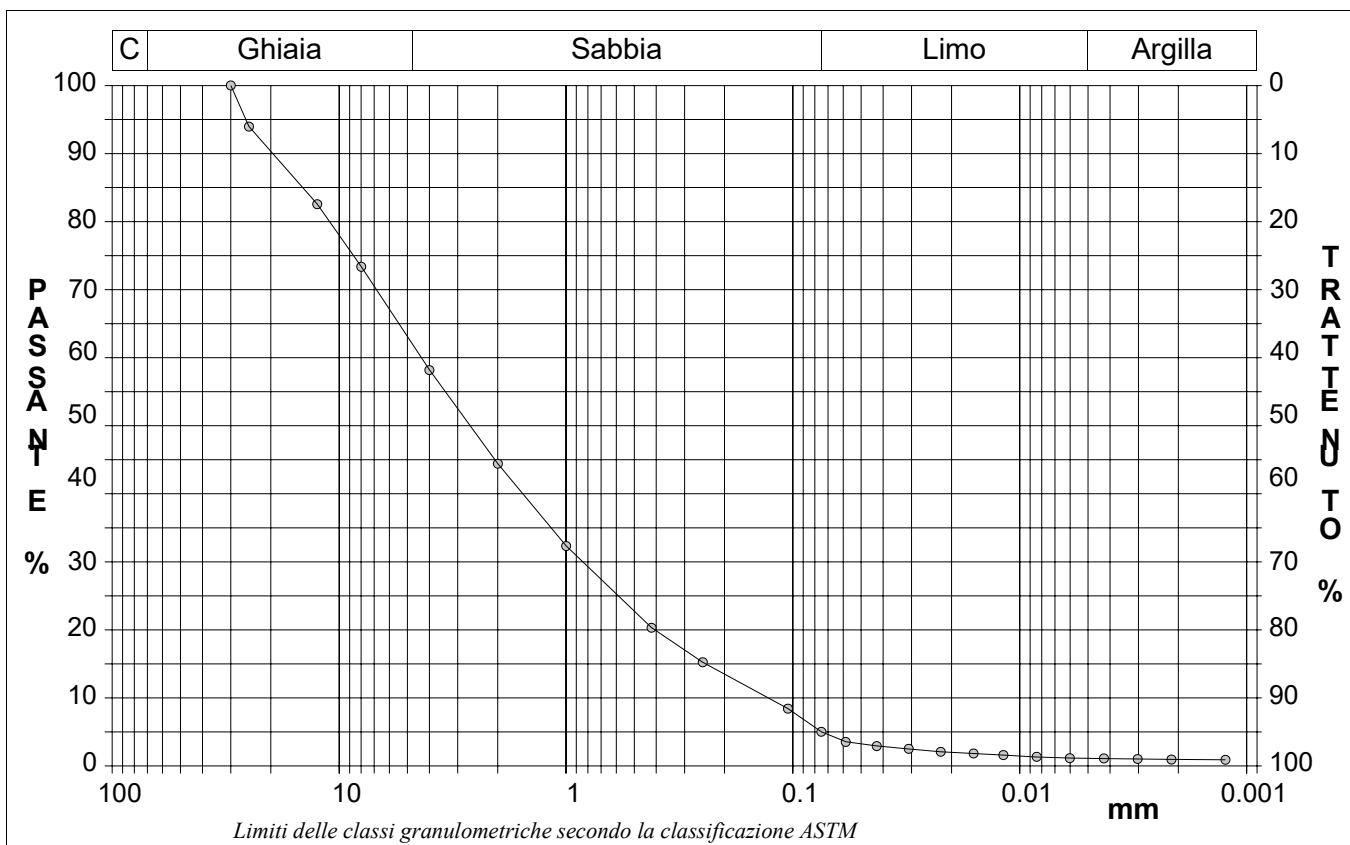
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11353	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 26/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 8 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

Ghiaia	38,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	44,4 %	D10	0,12841 mm	
Sabbia	57,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	20,3 %	D30	0,84404 mm	
Limo	3,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	5,0 %	D50	2,64774 mm	
Argilla	1,1 %			D60	4,34304 mm	
Coefficiente di uniformità		33,82	Coefficiente di curvatura	1,28	D90	19,62436 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
30,0000	100,00	2,0000	44,43	0,0750	5,03	0,0160	1,83	0,0030	1,04
25,0000	93,99	1,0000	32,35	0,0584	3,55	0,0118	1,59	0,0021	0,98
12,5000	82,57	0,4200	20,33	0,0427	2,94	0,0084	1,34	0,0012	0,91
8,0000	73,39	0,2500	15,25	0,0309	2,51	0,0060	1,16		
4,0000	58,20	0,1050	8,42	0,0223	2,08	0,0043	1,10		

Analisi granulometrica per via umida.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11354	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 02/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 8 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	98	171	271
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	6,00	9,00	12,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,20	0,75	0,44
Umidità naturale (%):	---	---	---
Peso di volume (kN/m³):	---	---	---

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 4,6 kPa
 Angolo di attrito interno: 40,9 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0,002 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24

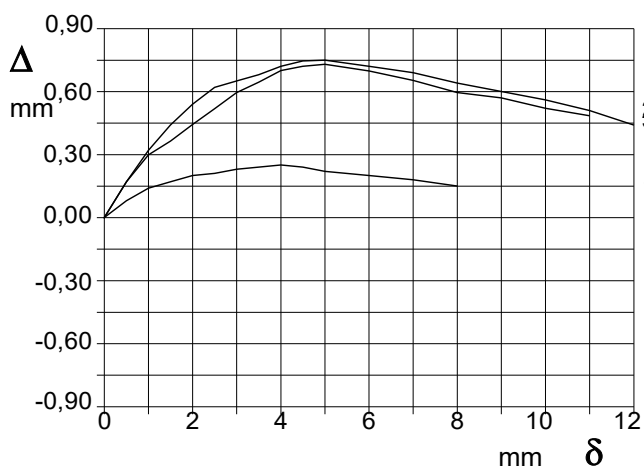
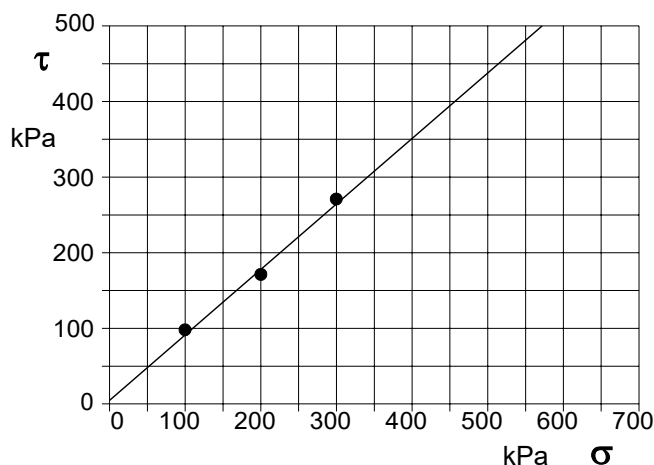


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

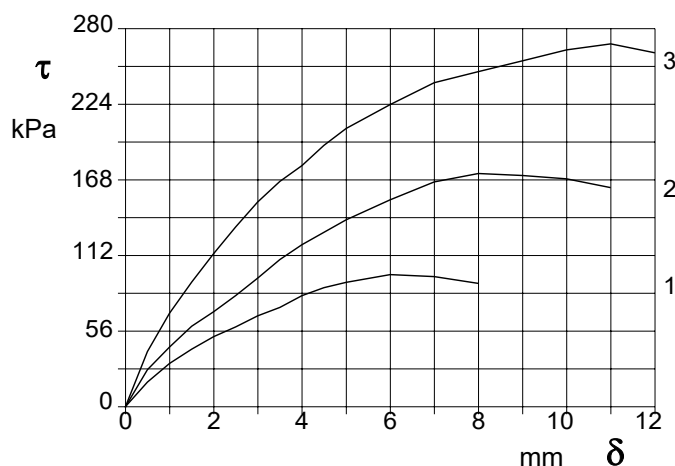


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11354	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 02/08/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 8 PROFONDITA': m 12,00 - 12,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-03

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,936
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	0,0
Df (mm)	0
Vs (mm/min)	0,000

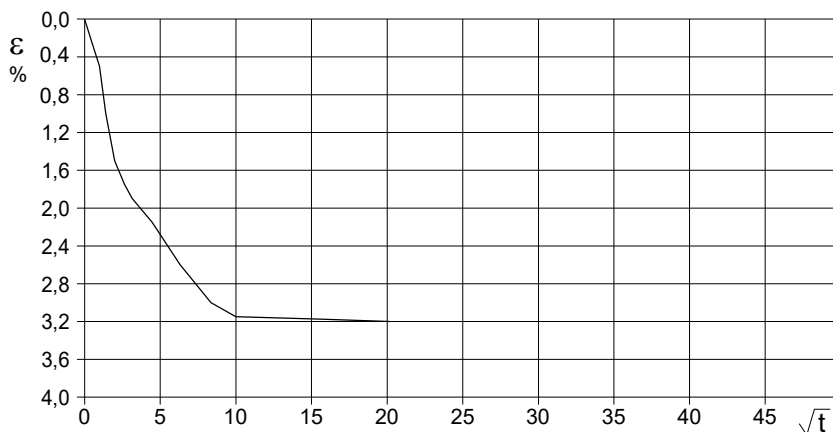


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,942
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	0,0
Df (mm)	0
Vs (mm/min)	0,000

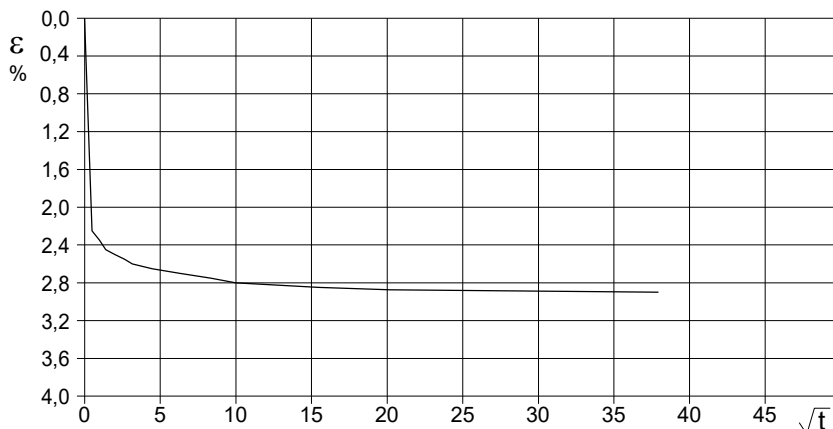
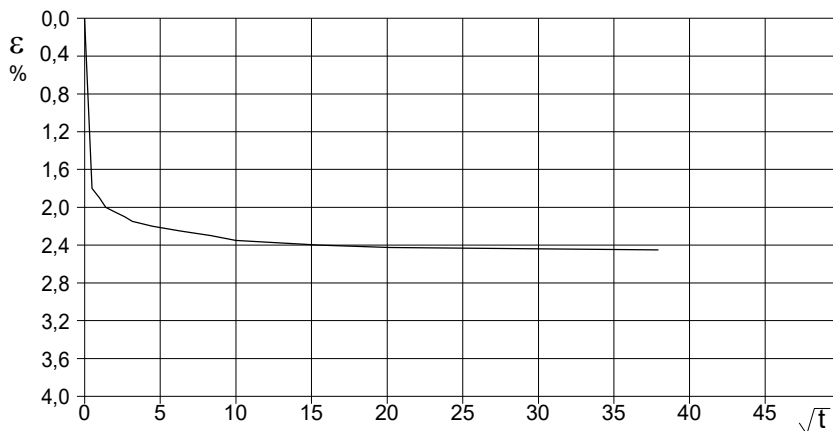


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,951
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	0,0
Df (mm)	0
Vs (mm/min)	0,000



V_s = Velocità stimata di prova
 D_f = Deformazione a rottura stimata
 $t_f = 10 \times T_{100}$
 $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: 9

PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	14,2	%
Peso di volume minimo	16,1	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,4	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,643	
Porosità	39,1	%
Grado di saturazione	60,7	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	33,3	%
Sabbia	61,3	%
Limo	4,1	%
Argilla	1,3	%

Posizione delle prove CF GR	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia con ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11355	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 26/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 9 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 14,2 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11356	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 26/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 26/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESE (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 9 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

PESO DI VOLUME MINIMO E MASSIMO

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume minimo = 16,1 kN/m³

Peso di volume massimo = 21,4 kN/m³

Prova eseguita sulla matrice fine passante al setaccio 6 mm.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11357	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 9 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 27,0 kN/m³**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,9 kN/m³**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

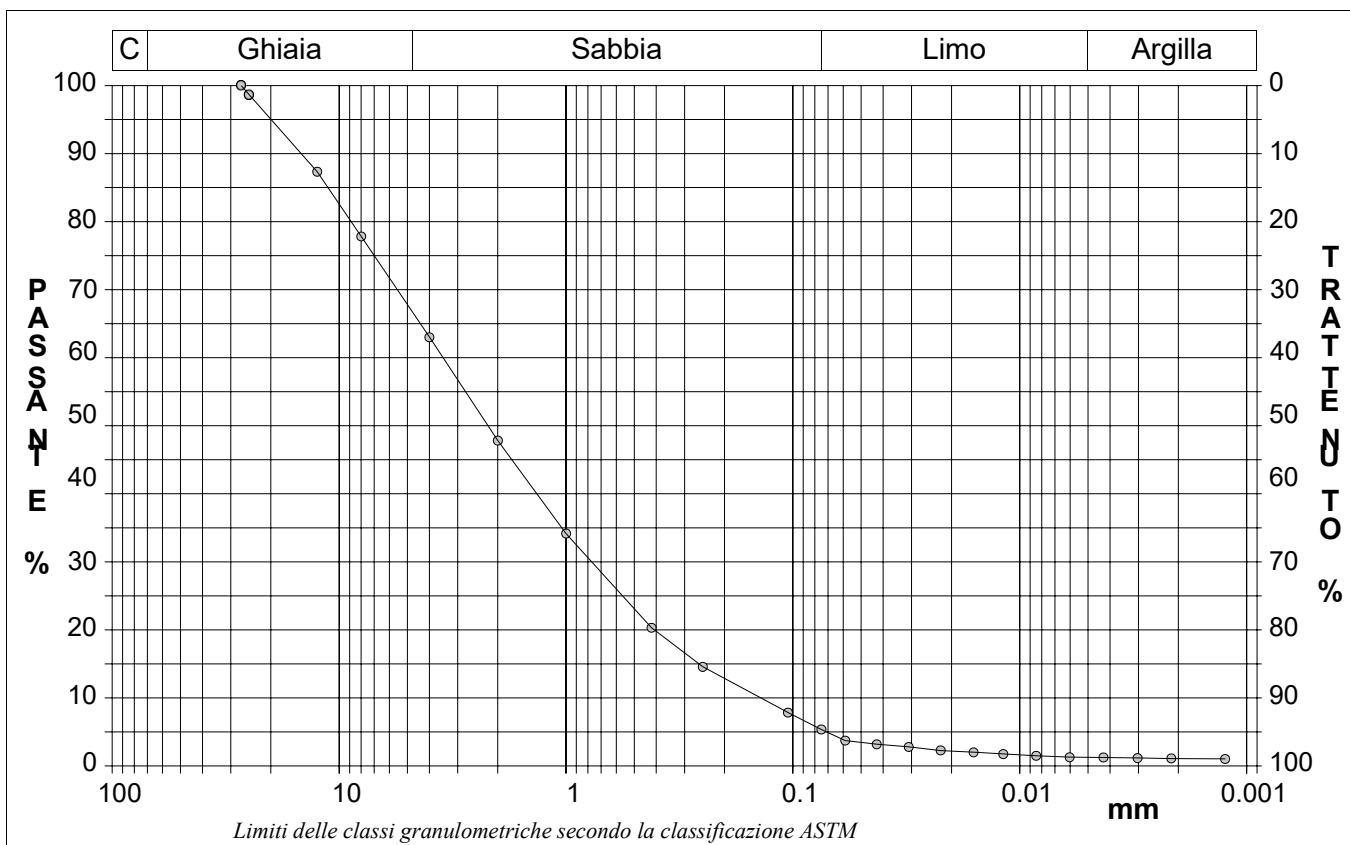
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11358	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 26/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESE (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 9 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

Ghiaia	33,3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	47,8 %	D10	0,13858 mm
Sabbia	61,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	20,3 %	D30	0,77111 mm
Limo	4,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	5,4 %	D50	2,21003 mm
Argilla	1,3 %			D60	3,48548 mm
				D90	14,71895 mm
Coefficiente di uniformità		25,15	Coefficiente di curvatura		1,23



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
27,0000	100,00	2,0000	47,81	0,0750	5,36	0,0160	2,03	0,0030	1,18
25,0000	98,71	1,0000	34,14	0,0589	3,72	0,0118	1,77	0,0021	1,11
12,5000	87,31	0,4200	20,32	0,0428	3,20	0,0085	1,50	0,0012	1,05
8,0000	77,82	0,2500	14,60	0,0308	2,81	0,0060	1,31		
4,0000	63,02	0,1050	7,84	0,0224	2,29	0,0043	1,24		

Analisi granulometrica per via umida.

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.

RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: 10

PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	5,7	%
Peso di volume minimo	17,1	kN/m ³
Peso di volume massimo	21,5	kN/m ³
Peso specifico	27,1	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,485	
Porosità	32,7	%
Grado di saturazione	32,4	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

FOTOGRAFIA



ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	42,7	%
Sabbia	50,9	%
Limo	4,0	%
Argilla	2,4	%

Posizione delle prove CF GR	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Sabbia con ghiaia.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11359	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 26/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESI (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 10 PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma CNR UNI 10008

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 5,7 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo

☐ Stratificato

☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: 10	PROFONDITA': m	18,00 - 18,50

Modalità di prova: Norma CNR 40-1973

Peso di volume massimo = 21,5 kN/m³

DIRETTORE TECNICO
dott. Enrico Fornasiero ingegnere-N°1712 Padova

CERTIFICATO DI PROVA N°: 11361	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.			
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESINO (CO)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: 10	PROFONDITA': m	18,00 - 18,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-02

$$\gamma_s = \text{Peso specifico dei granuli (media delle due misure)} \text{ (kN/m}^3\text{)} = 27,1 \text{ kN/m}^3$$
$$\gamma_{sc} = \text{Peso specifico dei granuli corretto a } 20^\circ \text{ (kN/m}^3\text{)} = 27,1 \text{ kN/m}^3$$

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 28,4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Prova eseguita sulla matrice sabbiosa.

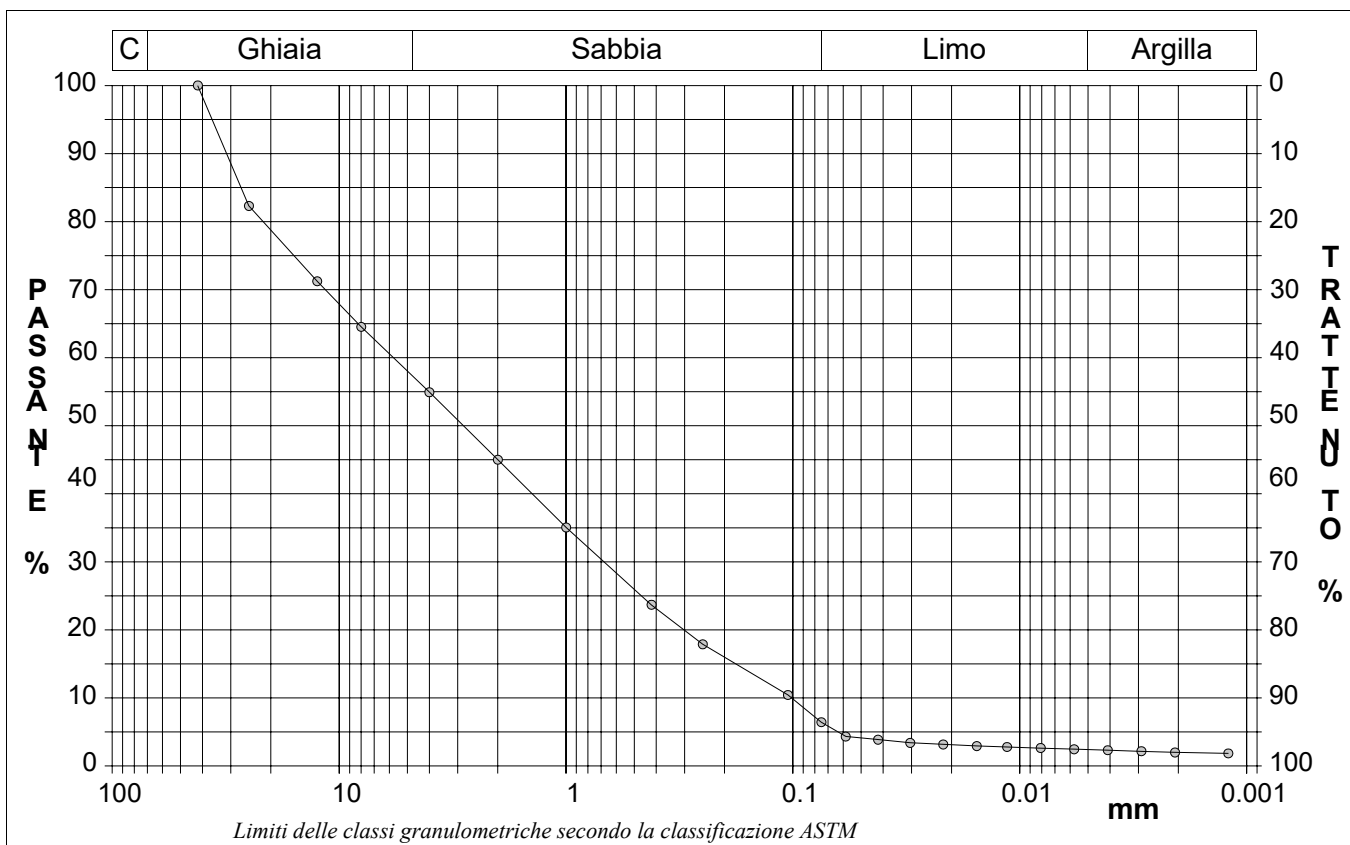
CERTIFICATO DI PROVA N°: 11362	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/08/22	Inizio analisi: 26/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 3372109219 del 18/07/22		Apertura campione: 26/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: NORD_ING S.r.l.
RIFERIMENTO: P.L. di via Mazzini LOCATE VARESE (CO)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 10 PROFONDITA': m 18,00 - 18,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI EN 933-1 / 933-2

Ghiaia	42,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	45,0 %	D10	0,10117 mm
Sabbia	50,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	23,7 %	D30	0,67944 mm
Limo	4,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	6,4 %	D50	2,83217 mm
Argilla	2,4 %			D60	5,76281 mm
				D90	31,31373 mm
Coefficiente di uniformità		56,96	Coefficiente di curvatura	0,79	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
42,0000	100,00	2,0000	45,02	0,0750	6,43	0,0155	2,94	0,0029	2,16
25,0000	82,33	1,0000	35,07	0,0585	4,35	0,0114	2,79	0,0021	2,01
12,5000	71,24	0,4200	23,69	0,0422	3,88	0,0081	2,63	0,0012	1,85
8,0000	64,55	0,2500	17,90	0,0304	3,41	0,0058	2,48		
4,0000	54,94	0,1050	10,44	0,0217	3,18	0,0041	2,32		

Analisi granulometrica per via umida.