REALIZZAZIONE DI UN VALLO PARAMASSI A DIFESA DELL'ABITATO IN COMUNE DI NOVATE MEZZOLA
CIG 9158189BA3



Fase Progettuale

PROGETTO ESECUTIVO

Oggetto

02 - GEOLOGIA E GEOTECNICA
Campagna di indagini geognostiche, geofisiche e ambientali - Relazione Tecnica - Illustrativa

Ing. P. Cancelli
Ing. G. Bragonzi

STUDIO CANCELLI ASSOCIATO
via Sansovino 23 - 20133 Milano
Tel.: 02 45488725 - 02 45488726
https://studiocancelli.eu
E-mail: info@studiocancelli.eu

Dott. Geol. A. Tamburini

IMAGE

Collaborazione

Ing. A. Mocchi
Ing. L. Tedeschi

Dott. Agr. F. Neonato
(PN Studio)

Elaborato

02.07

Codice 294E016T09

Scala -

13/12/2024	0	Emissione per consegna	GB
Data	n°	Descrizione	Approvato

REALIZZAZIONE DI UN VALLO PARAMASSI A DIFESA DELL'ABITATO COMUNE DI NOVATE MEZZOLA (SO)

CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E AMBIENTALI

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

COMMITTENTE: **Comunità Montana della Valchiavenna**
Via Suor Maria Laura Mainetti, 8
23022 Chiavenna (SO)

INDICE

1 GENERALITÀ 3
1.1 INTRODUZIONE 3
1.2 ELABORATI 5
2 SONDAGGI GEOGNOSTICI 6
2.1 GENERALITÀ 6
2.2 COMPLETAMENTO FORI 7
3 CAMPIONAMENTO 8
3.1 CAMPIONI RIMANEGGIATI DI TIPO GEOTECNICO 8
4 PROVE GEOTECNICHE IN FORO 9
4.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.P.T. 9
4.1.1 GENERALITÀ 9
4.1.2 ATTREZZATURA 9
4.1.3 MODALITÀ ESECUTIVE 9
4.1.4 RISULTATI 10
4.1.5 PARAMETRI GEOTECNICI DESUNTI DALLE PROVE SPT 11
5 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (SCPT) 13
5.1 GENERALITÀ 13
5.2 ATTREZZATURA 13
5.3 MODALITÀ ESECUTIVE 13
5.4 ELABORAZIONE 14
5.5 PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 15
6 PROSPEZIONI GEOFISICHE 16
6.1 PROSPEZIONE SISMICA CON METODO MASW 16
6.1.1 GENERALITÀ 16
6.1.2 STRUMENTAZIONE 17
6.1.3 MODALITÀ ESECUTIVE 17
6.1.4 ELABORAZIONE 18
6.1.5 RISULTATI 19
6.2 PROSPEZIONE SISMICA CON METODO HVSR 21
6.2.1 GENERALITÀ 21
6.2.2 STRUMENTAZIONE 21
6.2.3 MODALITÀ ESECUTIVE 21
6.2.4 ELABORAZIONE 22
6.2.5 RISULTATI 23
6.3 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA 26
6.3.1 METODOLOGIA DI INDAGINE 26
6.3.2 STRUMENTAZIONE 26
6.3.3 MODALITÀ ESECUTIVE 27
6.3.4 ELABORAZIONE 28
6.3.5 RISULTATI 28
6.4 PROSPEZIONE GEOELETTRICA CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA 31
6.4.1 GENERALITÀ 31
6.4.2 MODALITÀ ESECUTIVE 31

6.4.3 STRUMENTAZIONE 33
6.4.4 ELABORAZIONE 34
6.4.5 RISULTATI 35
7 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO 37

ALLEGATI:

ALLEGATO N.1 – STRATIGRAFIE SONDAGGI
ALLEGATO N.2 – RELAZIONE FOTOGRAFICA
ALLEGATO N.3 – CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
ALLEGATO N.4 – CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO

1 GENERALITÀ

1.1 INTRODUZIONE

La presente relazione si riferisce alla campagna di indagini geognostiche e geofisiche eseguite nel Comune di Novate Mezzola (SO).

Per la caratterizzazione geologico-geotecnica del sottosuolo, sono state svolte le seguenti lavorazioni:

- n.1 sondaggio verticale, eseguito a carotaggio continuo, spinto fino a profondità pari a -12.00 m da p.c.;
- n.2 sondaggi verticali, eseguiti a carotaggio continuo, spinti fino a profondità pari a -10.00 m da p.c.;
- n.10 prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT) di tipo super-pesante (DPSH), spinte sino a profondità massima pari a -9.00 m da p.c.

Per la caratterizzazione geofisica del sottosuolo, sono state svolte le seguenti indagini:

- n.1 prospezione sismica attiva con metodologia MASW, con stendimento da n.24 geofoni a spaziatura di 2.00 m, di lunghezza totale pari a 46.00 m.
- n.2 prospezioni sismiche passive con metodologia HVSR, con tempo di acquisizione pari a 1200 s.
- n.1 stendimento sismico a rifrazione con acquisizione delle onde P con stendimento da n.24 geofoni a spaziatura di 5.00m, di lunghezza totale pari a 115.00 m.
- n.1 stendimento geoelettrico tomografico con spaziatura interelettrodica di 2.50 m, di lunghezza totale pari a 117.50 m.

Nelle tabelle successive sono sinteticamente riassunte le caratteristiche delle indagini eseguite.

SONDAGGI GEOGNOSTICI					
SIGLA	**PROFONDITA' (m da p.c.)**	**MODALITA' DI PERFORAZIONE**	**N. PROVE S.P.T.**	**N. CAMPIONI GEOTECNICI**	**COMPLETAMENTO FORO**
S1	10.00	A carotaggio continuo	6	-	Installazione di piezometro Norton in PVC ø2" di lunghezza pari a 10.00 m (cieco da 0.00 m a -4.00 m da p.c; fessurato da -4.00 m da p.c. a -10.00 m da p.c.).
S2	12.00	A carotaggio continuo	7	-	Sigillatura mediante posa di materiale di risulta della perforazione additivato con inerti silicei (sabbia e ghiaia).
S3	10.00	A carotaggio continuo	6	-	Sigillatura mediante posa di materiale di risulta della perforazione additivato con inerti silicei (sabbia e ghiaia).

-Sintesi sondaggi geognostici eseguiti-

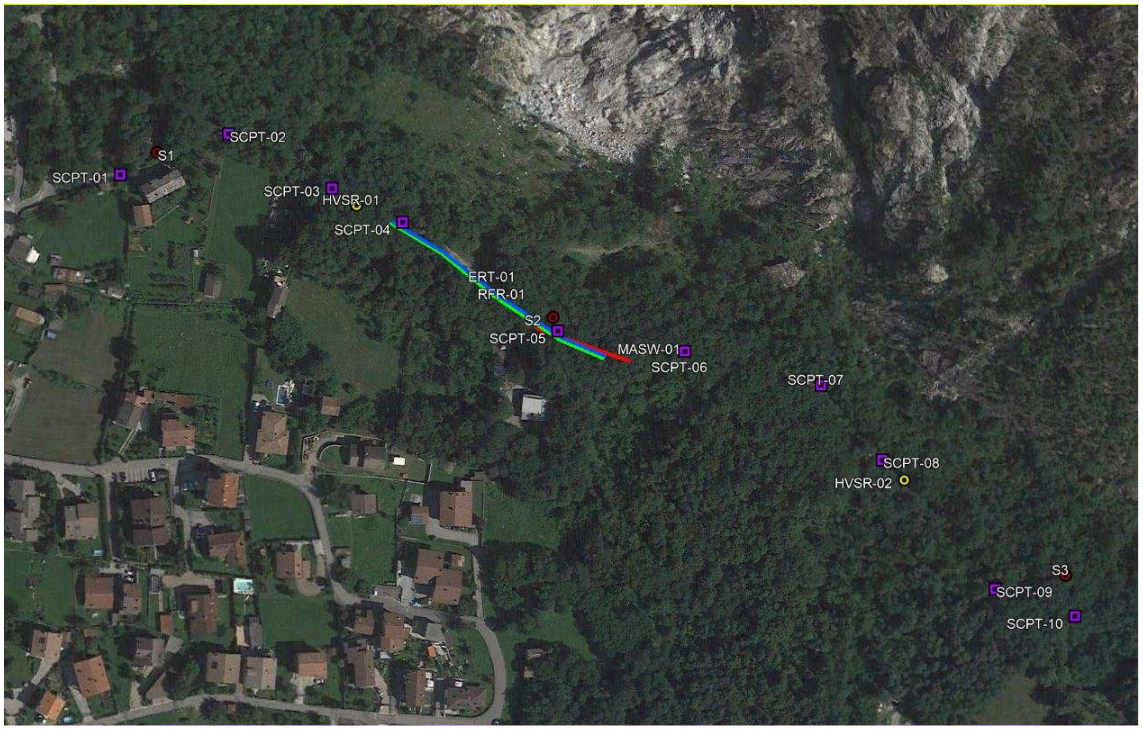
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE SUPERPESANTE (SCPT)				
SIGLA	**PROFONDITA' (m da p.c.)**	**MODELLO PENETROMETRO**	**PESO MASSA BATTENTE (Kg)**	**ALTEZZA CADUTA MAGLIO (m)**
SCPT-01	6.30	TG 63/100	73.00	0.75
SCPT-02	7.80	TG 63/100	73.00	0.75
SCPT-03	9.00	TG 63/100	73.00	0.75
SCPT-04	8.70	TG 63/100	73.00	0.75
SCPT-05	6.00	TG 63/100	73.00	0.75
SCPT-06	9.00	TG 63/100	73.00	0.75
SCPT-07	8.70	TG 63/100	73.00	0.75
SCPT-08	6.00	TG 63/100	73.00	0.75
SCPT-09	7.20	TG 63/100	73.00	0.75
SCPT-10	7.50	TG 63/100	73.00	0.75

-Sintesi prove penetrometriche dinamiche eseguite –

PROSPEZIONI GEOFISICHE				
SIGLA	**TIPOLOGIA DI INDAGINE**	**SPAZITURA INTERGEOFONICA/ INTERELETTRODICA (m)**	**LUNGHEZZA STENDIMENTO (m)**	**TEMPO DI ACQUISIZIONE (s)**
MASW1	Prospezione sismica attiva con metodo MASW	2.00	46.00	-
HVSR-01	Prospezione sismica passiva HVSR	-	-	1200
HVSR-02	Prospezione sismica passiva HVSR	-	-	1200
RFR-01	Prospezione sismica a rifrazione	5.00	115.00	-
ERT-01	Prospezione geoelettrica tomografica	2.50	117.50	-

-Sintesi indagini geofisiche eseguite –

Nella figura seguente è riportata la planimetria di insieme della area in esame con l'ubicazione dei punti di indagine (sondaggi a carotaggio continuo: cerchio rosso; prova penetrometrica dinamica continua: quadrato viola; prospezione sismica MASW: linea rossa; prospezioni sismiche HVSR: cerchi gialli; stendimento sismico a rifrazione: linea verde; tomografia elettrica: linea blu).



- Planimetrie di ubicazione indagini (da Google Earth)-

Le indagini sono state eseguite in conformità con quanto prescritto dalla normativa vigente (D.M. 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni; Circolare 21/01/2019, n.7 C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018).

Nei capitoli successivi sono sinteticamente descritte le lavorazioni eseguite nell'ambito della campagna di indagini effettuata.

1.2 ELABORATI

Tutti i dati raccolti e analizzati sono sintetizzati nella presente relazione, corredata dai seguenti elaborati:

ALLEGATO N.1 – Stratigrafie sondaggi

ALLEGATO N.2 – Relazione fotografica

ALLEGATO N.3 – Certificati prove penetrometriche dinamiche continue

ALLEGATO N.4 – Certificati prove di laboratorio

2 SONDAGGI GEOGNOSTICI

2.1 GENERALITÀ

Le perforazioni, condotte secondo quanto prescritto nelle raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche (A.G.I., 1977), sono state eseguite con sonda a rotazione cingolata modello PSM16G.

La rotazione è fornita da mandrino montato nella parte superiore dell'antenna, il tiro e la spinta sono assicurati da un motore oleodinamico con trasmissione a catena; la morsa è di tipo doppio con sistema di controllo oleodinamico. Il controllo della verticalità è assicurato tramite quattro stabilizzatori a pistone, con controllo tramite livella a bolla posta nella parte posteriore.

Gli utensili utilizzati per l'avanzamento delle perforazioni sono:

- Aste di perforazione con filettatura tronco conica APIR 2"3/8 $ø_{EST}$=76 mm, L=1.50÷3.00 m;
- Valvola a sfera a tenuta d'acqua con aperture di scarico, a filettatura tronco conica APIR 2"3/8 $ø_{EST}$=76 mm, L=0.50 m;
- Tubi di rivestimento $ø_{EST}$=127 mm, L=1.00÷1.50 m;
- Carotiere semplice tipo T1, $ø_{EST}$=101, L=1.50 m;
- Carotiere doppio tipo T6, $ø_{EST}$=101, L=1.50 m;
- Pompa triplex dotata di smorzatore di pulsazioni pneumatico, con pressione di iniezione massima pari a 40 bar a e portata massima pari a 200 l/min;
- Corone in widia;
- Corone diamantate impregnate, serie 6 e serie 9.

Le perforazioni sono state eseguite completamente a secco, il fluido di circolazione, costituito da acqua additivata con polimero biodegradabile, è stato utilizzato unicamente per le fasi di posa delle tubazioni di rivestimento provvisorio.

Il materiale prelevato durante le perforazioni è stato depositato, in modo continuo ed ordinato, in apposite cassette catalogatrici in PVC (capacità 5.00 m), ognuna siglata temporaneamente con l'identificativo del sondaggio, l'intervallo di profondità, il committente e la data di perforazione.

Le cassette catalogatrici, una volta riempite, sono state fotografate e descritte (secondo quanto prescritto dalle Raccomandazioni A.G.I.) da geologo abilitato.

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti e la relativa documentazione fotografica sono allegate alla presente, di cui costituiscono parte integrante (ALLEGATO N.1 e ALLEGATO N.2).

2.2 COMPLETAMENTO FORI

Al termine delle operazioni di perforazione, il foro S1 è stato attrezzato con piezometro tipo Norton in PVC ø2" di lunghezza pari a 10.00 m., mentre i fori S2 ed S3 sono stati sigillati mediante posa di materiale di risulta additivato con inerti silicei (sabbia e ghiaia).

Nella tabella seguente sono sinteticamente riassunti gli schemi di completamento dei sondaggi eseguiti.

CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE INSTALLATA					
SONDAGGIO			INTERCAPEDINE		TESTA TUBAZIONE
	PROFONDITA' (m da p.c)	TIPOLOGIA	PROFONDITA' (m da p.c.)	RIEMPIMENTO	
S1	10.00	Tubazione in PVC ø2" cieca	0.00÷2.50	Miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1/1	Chiusino in ghisa sferoidale CSUNI ø210
			2.50÷3.50	Bentonite idrorigonfiante in pellets ø20 mm	
		Tubazione in PVC ø2" fessurata	3.50÷10.00	Ghiaiertto siliceo lavato e selezionato ø2.0-3.5 mm	
S2	12.00	-	0.00÷12.00	Materiale di risulta della perforazione additivato con inerti silicei (sabbia e ghiaia).	-
S3	10.00	-	0.00÷10.00	Materiale di risulta della perforazione additivato con inerti silicei (sabbia e ghiaia).	-

-Schema di completamento dei sondaggi-

3 CAMPIONAMENTO

Durante la campagna di indagini sono stati prelevati n.6 campioni rimaneggiati di tipo geotecnico da sottoporre a prove di caratterizzazione fisica di laboratorio.

Nei paragrafi seguenti sono sinteticamente riportate le modalità di campionamento utilizzate e le tabelle di sintesi dei campioni prelevati.

Nei report stratigrafici (ALLEGATO N.1), sono sinteticamente indicate le sigle dei campioni prelevati e le relative profondità di prelievo.

3.1 CAMPIONI RIMANEGGIATI DI TIPO GEOTECNICO

I campioni rimaneggiati sono stati prelevati direttamente dalle cassette catalogatrici, previa ripresa fotografica delle stesse ed eliminazione delle parti alterate dalle lavorazioni, e custoditi all'interno di sacchetti di plastica opportunamente sigillati con nastro adesivo.

Ogni campione è stato siglato in maniera univoca e indelebile (indicando il Committente, l'identificativo del sondaggio di prelievo, la codifica del campione e la profondità di prelievo) e conservato in luogo riparato da agenti atmosferici fino al ritiro da parte dei tecnici di laboratorio incaricati.

Il quantitativo di terreno prelevato per ogni campione è variabile fra 0.5 kg e 5 kg, in funzione del diametro massimo caratteristico dei clasti costituenti, e comunque tale da avere un campione rappresentativo della tipologia di terreno da cui proviene.

Nella tabella successiva sono sintetizzati i campioni prelevati nel corso della campagna di indagine con le relative profondità.

CAMPIONI RIMANEGGIATI			
SONDAGGIO	**PROFONDITA' (m da p.c.)**	**SIGLA CAMPIONE**	**PROFONDITA' DI PRELIEVO (m da p.c.)**
S1	10.00	C1-1	4.00÷4.50
		C2-1	8.50÷9.50
S2	12.00	C1-2	2.50÷2.70
		C2-2	8.50÷9.00
S3	10.00	C1-3	4.00÷4.50
		C2-3	9.00÷9.50

-Sintesi campioni rimaneggiati di tipo geotecnico prelevati-

4 PROVE GEOTECNICHE IN FORO

Nei paragrafi seguenti vengono sinteticamente descritte le modalità esecutive delle prove eseguite in foro durante la campagna di indagini.

Nei report stratigrafici (ALLEGATO N.1), sono riportate tutte le informazioni relative ai risultati delle prove eseguite.

4.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.P.T.

4.1.1 GENERALITÀ

Le prove penetrometriche dinamiche tipo SPT sono state eseguite in avanzamento alle profondità indicate dalla Committenza, secondo le modalità esecutive proposte dall'A.G.I. e in accordo con le normative ASTM 1586 e UNI EN ISO 22476-3:2012.

La prova consiste nell'infissione a percussione nel terreno, secondo una procedura standard, di un campionatore posto a fondo foro per tre tratti di lunghezza pari a 150 mm; durante la prova viene registrato il numero di colpi necessario all'attraversamento dei tre tratti di lunghezza pari a 150 mm (N_1, N_2 e N_3).

4.1.2 ATTREZZATURA

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione della prova è la seguente:

- Dispositivo di battitura con maglio a sganciamento automatico tipo Plicon-Nenzi (63.50 kg), con caduta libera da H=76 cm e testa di battuta in acciaio;
- Aste di collegamento fra testa di battuta e campionatore Raymond, L=1.50÷3.00 m, $ø_{EST}$=50 mm, giunte a nipplo m/m;
- Valvola a sfera a tenuta d'acqua con aperture di scarico, $ø_{EST}$=50 mm;
- Campionatore Raymond, apribile longitudinalmente, a punta chiusa e/o aperta ($ø_{INT}$=35 mm);

4.1.3 MODALITÀ ESECUTIVE

Tutte le prove sono state eseguite previa verifica dell'effettiva profondità raggiunta dalla perforazione mediante scandaglio graduato e di eventuale manovra di pulizia del foro mediante carotiere.

Nel caso di fenomeni di instabilità delle pareti del foro, si è proceduto con l'avanzamento della colonna di rivestimento fino a circa 20-50 cm al di sopra del fondo foro, al fine di minimizzare il disturbo del terreno naturale.

Una volta calata l'attrezzatura in foro, si procede all'infissione del campionatore nel terreno, annotando in numero di colpi necessari al superamento dei tre tratti di lunghezza 150 mm.

Il numero di colpi N_{SPT} è la somma dei valori relativi agli ultimi due tratti di prova (30 cm) e consente la definizione, con buon grado di precisione, dei principali parametri meccanici del terreno; i valori riferiti al primo tratto da 150 mm (N_1, infissione preliminare), generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno parzialmente disturbato dalla perforazione.

Quando il numero di colpi necessari al superamento del primo tratto da 15 cm superi 50 o nel caso che il numero di colpi necessario al superamento del secondo e del terzo tratto da 15 cm superi 100, la prova è considerata a rifiuto, e si annota la profondità di infissione del campionatore relativo a 50 colpi (nei primi 150 mm) o a 100 colpi (nel secondo e terzo livello, 300 mm).

Nei sondaggi oggetto del presente documento, le prove SPT sono state effettuate con campionatore Raymond a punta chiusa, per via delle caratteristiche granulometriche dei depositi interessati dalle indagini.

4.1.4 RISULTATI

Nelle tabelle successiva sono sinteticamente riportati i valori misurati durante l'esecuzione delle prove S.P.T. e i valori normalizzati ricavati.

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S1							
SIGLA SONDAGGIO	**SIGLA PROVA SPT**	**PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)**	**CAMPIONAT. UTILIZZATO**	**NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)**	**N_{SPT}**	**N_{60}**	**$(N_1)_{60}$**
S1	SPT-01	1.50÷1.95	Punta chiusa	36-41-49	90	68	100
	SPT-02	3.00÷3.45	Punta chiusa	50/12cm	0	0	0
	SPT-03	4.50÷4.95	Punta chiusa	26-39-48	87	74	100
	SPT-04	6.00÷6.45	Punta chiusa	43-50/10cm	Rif	95	100
	SPT-05	7.50÷7.95	Punta chiusa	39-44-48	92	87	100
	SPT-06	9.00÷9.45	Punta chiusa	39-50/9cm	Rif	100	100

-Sintesi risultati prove SPT sondaggio S1 –

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S2							
SIGLA SONDAGGIO	**SIGLA PROVA SPT**	**PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)**	**CAMPIONAT. UTILIZZATO**	**NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)**	**N_{SPT}**	**N_{60}**	**$(N_1)_{60}$**
S2	SPT-01	1.50÷1.95	Punta chiusa	42-40-38	78	59	99
	SPT-02	3.00÷3.45	Punta chiusa	43-36-40	76	65	100
	SPT-03	4.50÷4.95	Punta chiusa	50/2cm	Rif	85	100
	SPT-04	6.00÷6.45	Punta chiusa	46-42-50/7cm	Rif	95	100
	SPT-05	7.50÷7.95	Punta chiusa	38-50/13cm	Rif	95	100
	SPT-06	9.00÷9.45	Punta chiusa	41-48-49	97	97	100
	SPT-07	10.50÷10.95	Punta chiusa	49-50/2cm	Rif	100	100

-Sintesi risultati prove SPT sondaggio S2 -

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S3							
SIGLA SONDAGGIO	**SIGLA PROVA SPT**	**PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)**	**CAMPIONAT. UTILIZZATO**	**NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)**	**N_{SPT}**	**N_{60}**	**$(N_1)_{60}$**
S3	SPT-01	1.50÷1.95	Punta chiusa	36-39-44	83	62	100
	SPT-02	3.00÷3.45	Punta chiusa	28-29-34	63	54	91
	SPT-03	4.50÷4.95	Punta chiusa	39-46-37	83	71	100
	SPT-04	6.00÷6.45	Punta chiusa	50/3cm	Rif	95	100
	SPT-05	7.50÷7.95	Punta chiusa	38-47-50/6cm	Rif	95	100
	SPT-06	9.00÷9.45	Punta chiusa	48-50/3cm	Rif	100	100

-Sintesi risultati prove SPT sondaggio S3 -

4.1.5 PARAMETRI GEOTECNICI DESUNTI DALLE PROVE SPT

In letteratura esistono diverse correlazioni fra i principali parametri geotecnici del terreno e il valore N_{SPT}.

Nel presente paragrafo vengono riportati i principali parametri geotecnici dei terreni investigati mediante prove SPT ricavati dai valori di N_{SPT}, N_{60} e $(N_1)_{60}$, attraverso le seguenti formulazioni:

- Densità relativa: determinata secondo le formulazioni proposte da Terzaghi & Peck (1967) e da Yoshida & Kokusho (1988);
- Angolo di attrito efficace: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Peck, Hansaon & Thornburn (1974) e da Meyerhof (1956);
- Coesione non drenata: determinata utilizzando le correlazioni proposte da Terzaghi & Peck (1948) e da Sivrikay & Togol (2007);
- Modulo di deformazione drenato: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Tornaghi et Al. e da Bowles (1987);
- Modulo di deformazione drenato al 25%: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Jamiolkowsky (1988) e da Stroud (1989);
- Modulo di deformazione non drenato: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Bowles (1987) e da Kulhawy & Mayne (1990).

Si sottolinea che i valori ricavati dalle correlazioni descritte sopra non rappresentano i parametri caratteristici dei terreni investigati; sarà onere del progettista l'eventuale reinterpretazione dei risultati delle prove SPT eseguite, nonché la definizione delle unità geotecniche e dei loro parametri caratteristici.

PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE SPT - SONDAGGIO S1																			
Prova SPT	Profondità di prova (m da p.c.)	N_{SPT}	NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA						
			Dr (%)		ϕ (°)			E' (kg/cm^2)		E_{25}' (kg/cm^2)			c_U (kg/cm^2)				E_U (kg/cm^2)	
			(1)	(2)	(1)	(2.1)	(2.2)	(1)	(2)	(1.1)	(1.2)	(2)	(1.1)	(2.1)	(2.2)	(2.3)	(1)	(2)
SPT-01	1.50÷1.95	90	100	100	47.2	39.5	44.5	586	535	473	1181	537	4.41	4.25	3.39	4.69	244	242
SPT-02	3.00÷3.45	Rif	100	100	47.2	40.0	44.9	658	586	595	1488	676	5.55	5.36	4.27	5.91	302	277
SPT-03	4.50÷4.95	87	100	100	47.2	39.4	44.3	614	520	518	1294	588	4.83	4.66	3.72	5.14	265	255
SPT-04	6.00÷6.45	Rif	100	100	47.2	40.0	44.9	696	586	665	1663	756	6.20	5.99	4.78	6.61	335	297
SPT-05	7.50÷7.95	92	100	100	47.2	39.6	44.6	667	545	612	1530	695	5.70	5.51	4.39	6.08	310	282
SPT-06	9.00÷9.45	Rif	100	100	47.2	40.0	44.9	714	586	700	1750	795	6.53	6.30	5.03	6.95	352	306

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'_{25}: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

- Sondaggio S1-Sintesi parametri geotecnici desunti da prove SPT -

PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE SPT - SONDAGGIO S2																		
Prova SPT	Profondità di prova (m da p.c.)	N_{SPT}	NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
			Dr (%)		ϕ (°)			E' (kg/cm²)		E_{25}' (kg/cm²)			c_U (kg/cm²)				E_U (kg/cm²)	
			(1)	(2)	(1)	(2.1)	(2.2)	(1)	(2)	(1.1)	(1.2)	(2)	(1.1)	(2.1)	(2.2)	(2.3)	(1)	(2)
SPT-01	1.50÷1.95	78	100	100	47.1	38.9	43.8	546	474	410	1024	465	3.82	3.69	2.94	4.07	214	222
SPT-02	3.00÷3.45	76	100	100	47.2	38.8	43.7	574	464	452	1131	514	4.22	4.07	3.25	4.49	234	235
SPT-03	4.50÷4.95	Rif	100	100	47.2	40.0	44.9	658	586	595	1488	676	5.55	5.36	4.27	5.91	302	277
SPT-04	6.00÷6.45	Rif	100	100	47.2	40.0	44.9	696	586	665	1663	756	6.20	5.99	4.78	6.61	335	297
SPT-05	7.50÷7.95	Rif	100	100	47.2	40.0	44.9	696	586	665	1663	756	6.20	5.99	4.78	6.61	335	297
SPT-06	9.00÷9.45	97	100	100	47.2	39.8	44.8	703	571	679	1698	772	6.33	6.11	4.88	6.75	342	300
SPT-07	10.50÷10.95	Rif	100	100	47.2	40.0	44.9	714	586	700	1750	795	6.53	6.30	5.03	6.95	352	306

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'_{25}: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

- Sondaggio S2-Sintesi parametri geotecnici desunti da prove SPT -

PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE SPT - SONDAGGIO S3																		
Prova SPT	Profondità di prova (m da p.c.)	N_{SPT}	NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
			Dr (%)		ϕ (°)			E' (kg/cm²)		E_{25}' (kg/cm²)			c_U (kg/cm²)				E_U (kg/cm²)	
			(1)	(2)	(1)	(2.1)	(2.2)	(1)	(2)	(1.1)	(1.2)	(2)	(1.1)	(2.1)	(2.2)	(2.3)	(1)	(2)
SPT-01	1.50÷1.95	83	100	100	47.2	39.2	44.1	563	499	436	1089	495	4.06	3.92	3.13	4.33	226	230
SPT-02	3.00÷3.45	63	100	100	46.3	37.9	42.9	522	398	375	937	426	3.49	3.37	2.69	3.72	197	210
SPT-03	4.50÷4.95	83	100	100	47.2	39.2	44.1	600	499	494	1235	561	4.60	4.45	3.55	4.91	254	248
SPT-04	6.00÷6.45	Rif	100	100	47.2	40.0	44.9	696	586	665	1663	756	6.20	5.99	4.78	6.61	335	297
SPT-05	7.50÷7.95	Rif	100	100	47.2	40.0	44.9	696	586	665	1663	756	6.20	5.99	4.78	6.61	335	297
SPT-06	9.00÷9.45	Rif	100	100	47.2	40.0	44.9	714	586	700	1750	795	6.53	6.30	5.03	6.95	352	306

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'_{25}: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

- Sondaggio S3-Sintesi parametri geotecnici desunti da prove SPT -

5 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (SCPT)

5.1 GENERALITÀ

Le prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT), realizzata secondo la normativa EN ISO 22476-2, in conformità con le procedure ISSMF del 1998 e con le Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (A.G.I.), consistono nell'infissione verticale all'interno del terreno, di una punta conica avvitata all'estremità inferiore di una batteria di aste metalliche, mediante battitura con un maglio di peso standard che cade liberamente da un'altezza costante.

L'infissione della batteria di aste può essere eventualmente alternata all'infissione di una batteria di rivestimento esterna, dotata all'estremità inferiore di una scarpa tagliente.

Durante la prova si rileva il numero di colpi necessari per la penetrazione di un tratto di lunghezza standard (in funzione della tipologia di prova compresa fra 10 cm e 30 cm) della punta e alternativamente del rivestimento (se utilizzato).

5.2 ATTREZZATURA

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione delle prove, è costituita da:

- Penetrometro statico/dinamico Pagani TG 63-100 KN da 10 ton, montato su semovente cingolato;
- Aste ø34mm, L=0.90 m, peso 4.6 kg/m;
- Punta conica ø51.0 mm, angolo di apertura pari a 60°, area pari a 20.27 cm^2;
- Dispositivo di infissione della punta dotato di dispositivo di sganciamento automatico, costituito da un maglio di peso pari a 73 kg che cade da liberamente da un'altezza costante di 0.75 m, e da una testa di battuta avvitata alla sommità della batteria di aste (lavoro specifico per battuta pari a 265 kJ/m^2);
- Dispositivo conta colpi analogico.

5.3 MODALITÀ ESECUTIVE

La prova eseguita nella campagna di indagine oggetto del presente documento è di tipo super pesante (DPSH), effettuate con penetrometro con maglio da 73 kg in caduta libera da 0.75 m

La prova è stata eseguita infiggendo la punta nel terreno con una velocità compresa fra 15÷30 colpi/min, annotando il numero di colpi necessario alla penetrazione della punta nel terreno di un tratto di lunghezza pari a 30 cm e verificando dopo ogni metro di penetrazione la possibilità della batteria di aste introdotta di ruotare liberamente all'interno del foro.

La prova viene considerata a rifiuto se per l'attraversamento di un tratto da 30 cm è necessario un numero di colpi superiore a 100.

La buona diffusione di questo tipo di prova, applicabile in tutti i tipi di deposito (granulari e coesivi), e la sua standardizzazione, consentono di ottenere una valutazione qualitativa del grado di addensamento o di consistenza dei terreni attraversati, nonché un'identificazione attendibile dei principali parametri geotecnici, mediante l'utilizzo delle principali correlazioni presenti in bibliografia.

I parametri geotecnici del terreno di fondazione possono essere ricavati da relazioni empiriche proposte da vari autori correlando il numero di colpi del penetrometro con quelli della prova SPT, oppure correlando la resistenza dinamica R_{pd} alla resistenza alla punta q_C ottenuta con le prove penetrometriche statiche CPT.

5.4 ELABORAZIONE

Al fine di garantire l'uniformità dei risultati di prove eseguite con diverse attrezzature, per ogni passo di infissione della punta, viene calcolata la resistenza alla penetrazione dinamica (R_{pd}), mediante la seguente formulazione (Formulazione Olandese):

$$R_{pd} = \frac{M^2 \times H}{A \times e \times (M + P)}$$

Dove:

- M (kg): massa del maglio;
- H (cm): altezza di caduta del maglio;
- A (cm^2): area della sezione trasversale della punta;
- e (cm): infissione media per colpo ($e=\delta/N$);
- δ (cm): avanzamento della punta;
- N (-): numero di colpi necessario alla penetrazione della punta di un tratto di lunghezza standard;
- P (kg): peso totale aste e sistema di battuta.

Al fine di uniformare i risultati di prova a quelli delle prove penetrometriche dinamiche in foro tipo SPT, è possibile ricavare il numero di colpi da prova SPT equivalenti al numero di colpi da prova penetrometrica dinamica (N), mediante la seguente relazione:

$$N_{SPT,EQ} = \beta_T \times N$$

Dove:

- $N_{SPT,EQ}$ (colpi/30 cm): numero di colpi da prova SPT equivalenti al numero di colpi da prova penetrometrica dinamica (N_{20});

- β_T (-): rapporto fra energia specifica per colpo da prova penetrometrica dinamica (Q_{DIN}) e da prova penetrometrica SPT (Q_{SPT}).

$$\beta_T = \frac{Q_{DIN}}{Q_{SPT}}$$

$$Q_{DIN} = \frac{M \times H}{A \times \delta}$$

$$Q_{SPT} = 7.83\ kg/cm^2$$

In ALLEGATO N.3 sono riportati i valori misurati nel corso di prova, i valori della resistenza alla penetrazione dinamica e di $N_{SPT,EQ}$ calcolati, nonché i relativi diagrammi di prova.

5.5 PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT

Dai valori di $N_{SPT,EQ}$ ottenuti, opportunamente corretti in funzione del carico litostatico e della lunghezza delle aste ($(N_1)_{60,EQ}$), sono stati successivamente calcolati i principali parametri geotecnici medi associati agli strati con comportamento omogeneo, utilizzando le seguenti correlazioni empiriche:

- Densità relativa: determinata secondo le formulazioni proposte da Terzaghi & Peck (1967) e da Yoshida & Kokusho (1988);
- Angolo di attrito efficace: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Peck, Hansaon & Thornburn (1974) e da Meyerhof (1956);
- Coesione non drenata: determinata utilizzando le correlazioni proposte da Terzaghi & Peck (1948) e da Sivrikay & Togol (2007);
- Modulo di deformazione drenato: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Tornaghi et Al. e da Bowles (1987);
- Modulo di deformazione drenato al 25%: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Jamiolkowsky (1988) e da Stroud (1989);
- Modulo di deformazione non drenato: determinato utilizzando le correlazioni proposte da Bowles (1987) e da Kulhawy & Mayne (1990).

In ALLEGATO N.3 sono riportate le tabelle di sintesi dei parametri geotecnici ricavati utilizzando le correlazioni di cui sopra.

Si sottolinea che i valori ricavati dalle correlazioni descritte sopra non rappresentano i parametri caratteristici dei terreni investigati; sarà onere del progettista l'eventuale reinterpretazione dei risultati delle prove SCPT eseguite, nonché la definizione delle unità geotecniche e dei loro parametri caratteristici.

6 PROSPEZIONI GEOFISICHE

Nella campagna di indagine oggetto del presente documento, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche costituita da n.1 stendimento MASW della lunghezza di 46.00 m, di n.2 misure puntuali HVSR, di n.1 stendimento sismico a rifrazione con acquisizione delle onde P della lunghezza di 115.00 m e di n.1 stendimento geoelettrico tomografico della lunghezza di 117.50 m, con l'obiettivo di stimare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio ($v_{S,EQ}$), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio (O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03, O.P.C.M. n. 3316 del 02/10/03 e O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/06) ed alle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14/01/08) e successivo "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 17/01/18).

Nei paragrafi seguenti sono sinteticamente descritte le metodologie di indagine adottate e i risultati ottenuti.

6.1 PROSPEZIONE SISMICA CON METODO MASW

6.1.1 GENERALITÀ

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (v_S) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (v_S), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (v_P).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi.

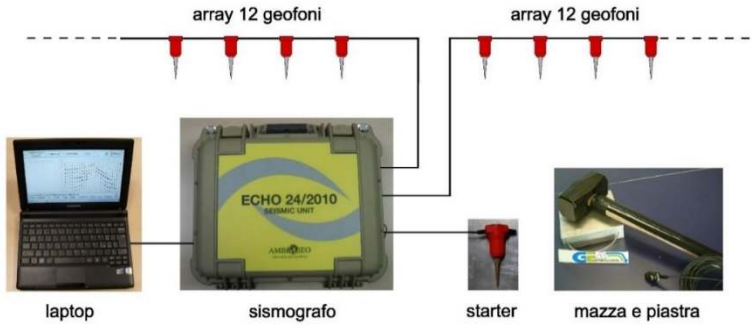
In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 m.

6.1.2 STRUMENTAZIONE

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova è costituita da:

Sismografo multicanale ECHO 24/2010 Ambrogeo, munito di contenitore in ABS a tenuta stagna da campo, conversione A/D a 24 bit, tempo di campionamento da 32 μs a 960 ms su 24+1 canali e lunghezza di registrazione estesa fino a 1600 campioni;

- n.24 geofoni verticali Oyo Geospace con frequenza propria pari a 4.5 Hz, collegati al sismografo tramite cavi elettrici schermati;
- laptop con software dedicato;
- sistema di energizzazione costituito da una mazza battente da 8 kg manovrata a mano;
- sensore accelerometrico montato sulla mazza e collegato al sismografo tramite cavo elettrico ("Starter");
- piastra quadrata in alluminio per la generazione delle onde di compressione, rese solidali al terreno.



-"ECHO 24/2010" con due array da 12 geofoni-

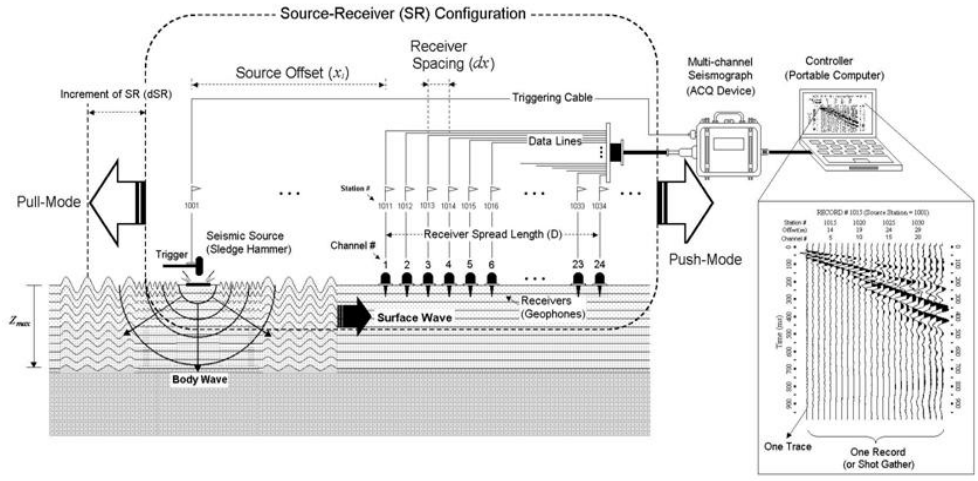
6.1.3 MODALITÀ ESECUTIVE

L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è una registrazione che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'instante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa

corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 m, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.



- Schema esecuzione MASW –

Nella campagna di indagine è stato eseguito n.1 stendimenti di 24 geofoni con spaziatura intergeofonica di 2.0 m, per una lunghezza totale della linea sismica pari a 46.0 m.

L'energizzazione è stata eseguita a 2.0, a 5.0 e a 10.0 m dal primo geofono. Allo scopo ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei record sismici sono stati eseguiti più tiri in ogni stazione e, ove ritenuto utile, essi sono stati sommati (stacking).

Il sito di indagine è collocato in un contesto abitato, tuttavia non si evidenziano particolari fonti di rumore antropico in grado di interferire in modo significativo con il segnale sismico.

6.1.4 ELABORAZIONE

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (Winmasw 4.3 – Eliosoft) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il "rumore" ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare il record sismico nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtraggi "passa basso", "passa alto", "passa banda", "taglia banda", il "muting" e l'ACG. Inoltre tramite le curve di attenuazione delle onde superficiale è possibile valutare con maggior precisione la qualità dei dati acquisiti.

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza, dalla quale si può individuare la curva della velocità di fase apparente del modo fondamentale e, ove possibile, dei modi superiori.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di procedimenti calcolo e algoritmi genetici di inversione (global-search methods), che gestiscono all'interno di un "spazio di ricerca", modelli caratterizzati da parametri velocità di taglio (v_S) e spessori degli strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume (v_P) che, assieme a spessore degli sismostrati e relative v_S, possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello di inversione in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata. Viene inoltre restituita una stima dell'attendibilità (deviazione standard) del modello proposto ottenuta con tecniche statistiche.

Avendo a disposizione informazioni addizionali, quali ad esempio stratigrafie di sondaggio, analisi granulometriche, di densità, prove CPT ecc, è possibile impostare un modello geologico\geofisico con il quale definire parametri quali lo spessore degli strati, la velocità delle onde P stimata e coefficiente di Poisson. Tale modello consente una più accurata inversione dei dati di campagna e di conseguenza una migliore definizione della sismostratigrafia del sito.

In conclusione viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio (v_S) in funzione della profondità, con relativa tabella sismostratigrafica, calcolo delle $v_{S,EQ}$ e correlazione alla categoria di sottosuolo secondo NTC2018.

Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismostratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.

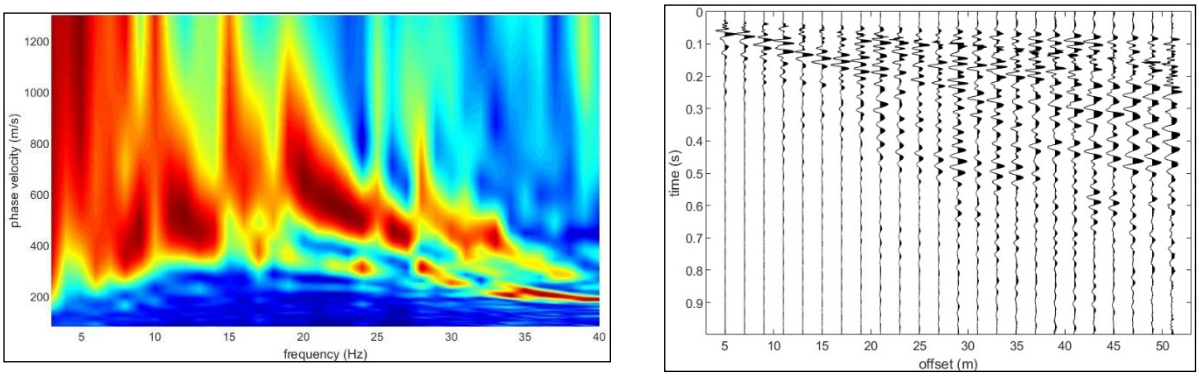
6.1.5 RISULTATI

L'analisi delle onde di Rayleigh, tramite metodo MASW, ha consentito stimare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio (v_S), dalle quali è possibile calcolare il valore $v_{S,EQ}$ per la sezione indagata.

Per depositi con profondità del bedrock sismico superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $v_{S,EQ}$ è definita dal parametro $v_{S,30}$, ottenuto ponendo H=30 m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità (N.T.C. 2018 3.2.2).

Nelle pagine seguenti sono sinteticamente riassunti i risultati della prospezione MASW eseguita.

MASW-01



– Curva di dispersione record sismico MASW-01 –

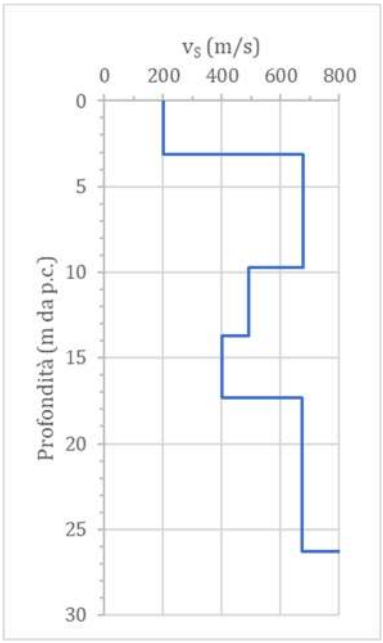


TABELLA SISMOSTRATIGRAFICA MASW1		
PROFONDITA' (m da p.c.)	**SPESSORE (m)**	**VELOCITA' ONDE DI TAGLIO (m/s)**
3.10	3.10	201
9.70	6.60	676
13.70	4.00	491
17.30	3.60	401
26.30	9.00	675
30.00	3.70	910

– Diagramma V_S-Profondità e tabella sismostratigrafica MASW –

Il valore $v_{S,EQ}$ con bedrock sismico stimato a 26.30 m a partire da piano campagna è pari a **473 m/s**.

Di conseguenza, la categoria di sottosuolo secondo NTC 2018 è 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.*".

6.2 PROSPEZIONE SISMICA CON METODO HVSR

6.2.1 GENERALITÀ

La HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è una metodologia di indagine geofisica che consente in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito, nonché, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo $v_{S,EQ}$ attraverso un processo di inversione del problema iniziale.

Le ipotesi alla base della tecnica sono le seguenti:

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

6.2.2 STRUMENTAZIONE

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova è costituita da:

- Sismografo multicanale ECHO 24/2010 Ambrogeo, munito di contenitore in ABS a tenuta stagna da campo, conversione A/D a 24 bit, tempo di campionamento da 32 μs a 960 ms su 24+1 canali e lunghezza di registrazione estesa fino a 1600 campioni;
- n.1 geofono tridirezionale frequenza propria di 4.5 Hz, collegato al sismografo tramite cavo elettrico schermato;
- Laptop con software dedicato;



-"ECHO 24/2010" con geofono 3D -

6.2.3 MODALITÀ ESECUTIVE

L'indagine è realizzata posizionando un geofono tridirezionale all'interno del terreno o su superfici rigide (pavimentazioni, cls, manto stradale) con appositi puntali regolabili, orientando l'asse Y verso il nord geografico per poter valutare la direzionalità di eventuali sorgenti di rumore dominanti.

Lo strumento acquisisce in continuo per almeno 20 minuti i segnali sismici in tre direzioni ortogonali tra loro provenienti dalle vibrazioni indotte nel terreno da fonti naturali o artificiali.

Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo.

Il risultato è un record che contiene molteplici informazioni quali i tempi di arrivo al geofono tridirezionale, le frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il modello ottenuto viene affinato sulla base delle conoscenze geofisiche, geologiche e geotecniche dei terreni in sito e nelle zone limitrofe. Il diagramma, riferibile al punto in cui è posizionato il geofono, rappresenta un valor medio di un volume significativo di terreno interessato all'indagine e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati.

6.2.4 ELABORAZIONE

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste in un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono 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 lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere

il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

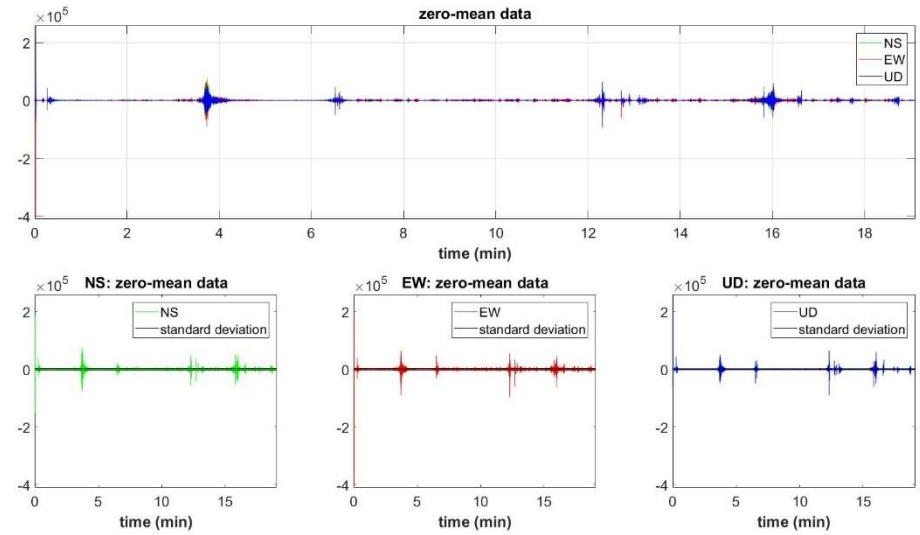
Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

6.2.5 RISULTATI

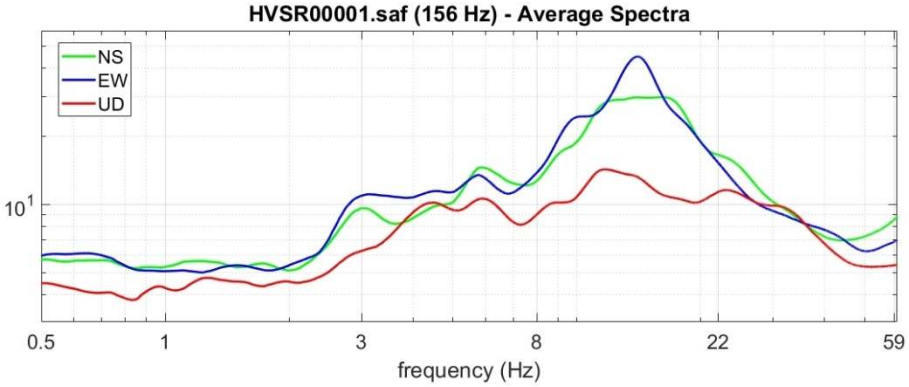
L'analisi dei rapporti spettrali ha consentito di valutare la risposta sismica in funzione della frequenza, nonché il relativo periodo (T) del sito oggetto di studio.

Nella pagina seguente sono sinteticamente riassunti i risultati delle prospezioni HVSR eseguite.

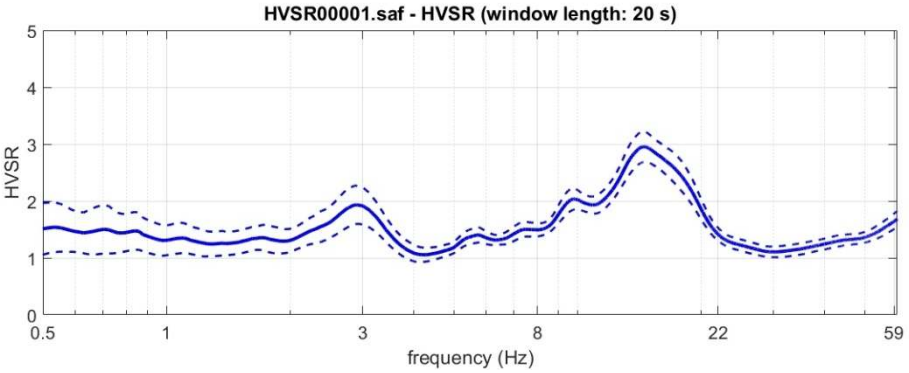
HVSR-01



-HVSR-01-Record sismici nelle tre componenti spaziali (rispettivamente N-S, E-O e Verticale)-



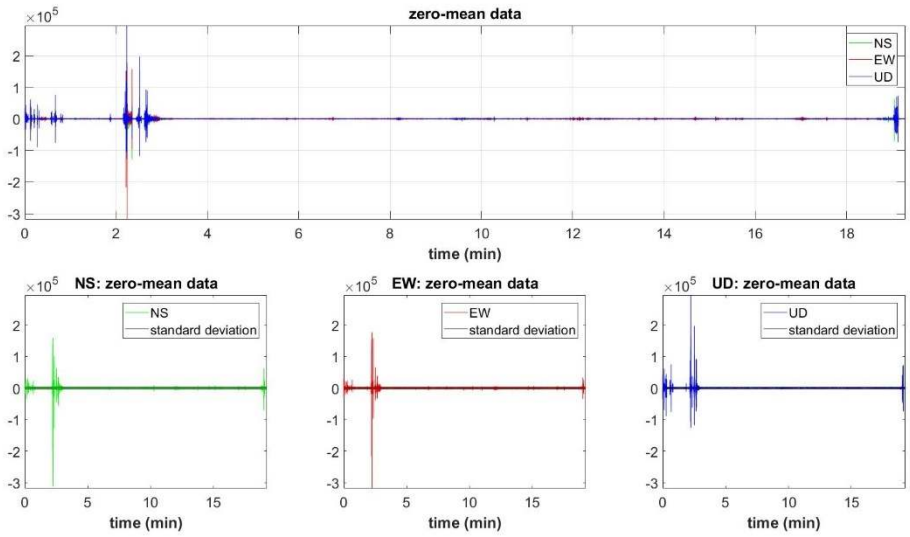
-HVSR-01: Spettri medi nelle tre direzioni spaziali-



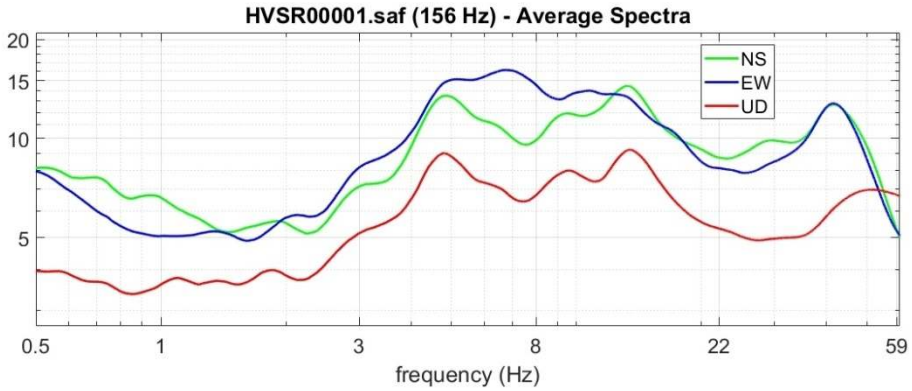
-HVSR-01: rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia–

Dall'analisi spettrale dell'indagine sismica HVSR-01 sono stati evidenziati due picchi significativi: il primo a frequenza di 14.60 Hz (rapporto H/V pari a 2.9) con periodo di 0.07 s e l'altro a frequenza di 2.93 Hz (rapporto H/V pari a 1.9) con periodo di 0.34 s, probabilmente da associare all'interfaccia con il bedrock sismico.

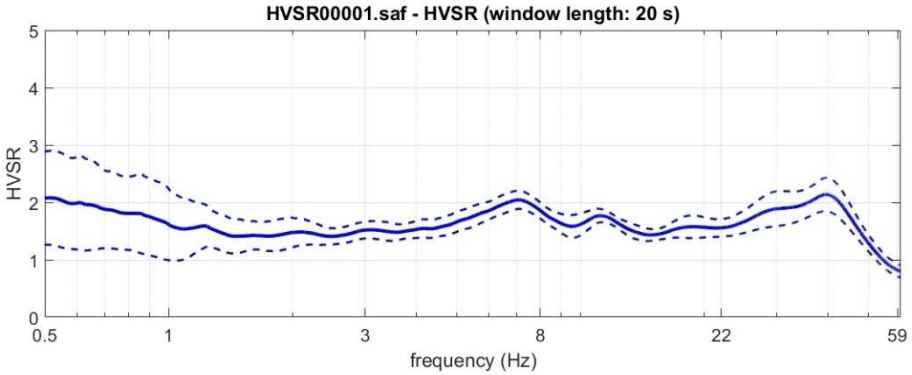
HVSR-02



-HVSR-01-Record sismici nelle tre componenti spaziali (rispettivamente N-S, E-O e Verticale)-



-HVSR-01: Spettri medi nelle tre direzioni spaziali-



-HVSR-01: rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia–

Dall'analisi spettrale dell'indagine sismica HVSR-02 sono stati evidenziati due picchi significativi: il primo a frequenza di 39.73 Hz (rapporto H/V pari a 2.0) con periodo di 0.02 s e l'altro a frequenza di 7.12 Hz (rapporto H/V pari a 2.0) con periodo di 0.14 s.

6.3 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

6.3.1 METODOLOGIA DI INDAGINE

La sismica a rifrazione è un metodo di indagine geofisico che consente l'individuazione delle variazioni di velocità delle onde sismiche nel sottosuolo in funzione delle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati e la conseguente determinazione di unità sismostratigrafiche.

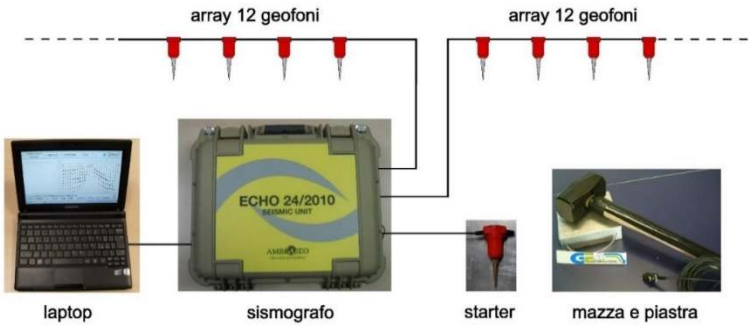
Tale metodo consiste nel disporre, lungo una linea, una serie di geofoni che registrino le perturbazioni (onde sismiche) indotte nel terreno da una sorgente energizzante artificiale ubicata in posizione nota. Leggendo i tempi dei primi arrivi delle onde sismiche ai geofoni, si costruiscono i diagrammi delle dromocrone, i quali permettono di individuare le variazioni verticali di velocità e le velocità reali dei diversi sismostrati al di sotto dello stendimento di geofoni.

La successiva elaborazione tomografica prevede di stimare la distribuzione delle velocità delle onde sismiche nel terreno tramite un processo matematico di regressione che utilizza algoritmi di calcolo che tendono a minimizzare le differenze tra il modello elaborato e i dati di partenza (misure dei primi arrivi). La tomografia sismica consente di raggiungere una migliore definizione della distribuzione delle velocità e risulta indicata in aree ad elevata acclività o con morfologie sepolte irregolari o allo scopo di raggiungere una maggior definizione dell'andamento dei rifrattori.

6.3.2 STRUMENTAZIONE

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova è costituita da:

- Sismografo multicanale ECHO 24/2010 Ambrogeo, munito di contenitore in ABS a tenuta stagna da campo, conversione A/D a 24 bit, tempo di campionamento da 32 μs a 960 ms su 24+1 canali e lunghezza di registrazione estesa fino a 1600 campioni;
- n.24 geofoni verticali Oyo Geospace con frequenza propria pari a 10 Hz, collegati al sismografo tramite cavi elettrici schermati;
- laptop con software dedicato;
- sistema di energizzazione costituito da una mazza battente da 8 kg manovrata a mano;
- sensore accelerometrico montato sulla mazza e collegato al sismografo tramite cavo elettrico ("Starter");
- piastra quadrata in alluminio per la generazione delle onde di compressione, resa solidale al terreno;
- Antenna GPS Geomax Zenith 16 a 181 canali, in grado di tracciare i satelliti GPS, GLONASS e GALILEO, per la georeferenziazione dei geofoni.



-"ECHO 24/2010" con due array da 12 geofoni-

6.3.3 MODALITÀ ESECUTIVE

L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni verticali e orizzontali collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o di teflon, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onde di compressione o di taglio sollecita rispettivamente le masse inerziali presenti nei geofoni verticali e orizzontali, gli impulsi così prodotti vengono convertiti in segnali elettrici e acquisiti dal sismografo. Il risultato è una registrazione che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'instante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

Nella campagna geofisica in oggetto è stato realizzato n.1 stendimento per le onde P con spaziatura intergeofonica di 5.00 m, con una lunghezza totale pari a 115.00 m.

La distanza intergeofonica ha consentito di ottenere una buona risoluzione sia orizzontale che verticale.

Gli stendimenti sono stati ubicati in base alle indicazioni della Committenza, all'obiettivo dell'indagine, all'accessibilità e agli spazi disponibili.

Lungo ogni la linea sismica il terreno è stato energizzato in punti ben precisi allo scopo di acquisire un numero di registrazioni tali da consentire un'analisi tomografica ottimale.

In particolare sono state eseguite energizzazioni (tiri) in 7 punti, disposti come segue:

- n.2 tiri simmetrici (end-shots) esterni allo stendimento ad una distanza pari a 1.00 m dai geofoni n.1 e n.24;
- n.5 tiri interni allo stendimento con spaziatura regolare.

In fase di acquisizione sono stati rilevati modesti "disturbi" sismici di origine naturale che, tuttavia non hanno interferito significativamente con il segnale acquisito. Per migliorare la qualità dei dati in ogni punto di energizzazione sono stati realizzati più tiri e tra loro sommati (operazione di stack).

6.3.4 ELABORAZIONE

L'elaborazione dei record sismici è stata effettuata con un software specialistici (Front End, DW Tomo e Surfer 9) che hanno consentito di effettuare l'analisi ed il filtraggio del segnale sismico, il picking dei primi arrivi, la costruzione delle dromocrone, l'elaborazione tomografica e, infine, la restituzione grafica.

Per tutti i record sismici acquisiti è stata eseguita l'analisi del segnale nel dominio del tempo e delle frequenze, seguita da filtraggi per eliminare, ove possibile, le frequenze non associabili ad impulsi sismici utili. I records così processati sono stati utilizzati per effettuare il picking dei primi arrivi delle onde P e delle onde S. La visualizzazione simultanea di tutte le dromocrone e della loro media ha consentito di definire velocità e spessori del modello iniziale monodimensionale, utilizzato per eseguire una prima inversione tomografica. Il metodo di elaborazione applica algoritmi di inversione basati sulla teoria del volume di Fresnel la quale adotta un approccio fondato sull'analisi della propagazione volumetrica dell'impulso sismico piuttosto che sulla definizione della propagazione dei singoli raggi.

In funzione della geometria dello stendimento, del percorso degli impulsi sismici e della morfologia superficiale è stata definita la griglia dell'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, rappresentato il percorso dei raggi sismici nel sottosuolo e quindi realizzato un primo modello tomografico bidimensionale. Tale modello è stato affinato con cicli di elaborazione successivi, tenendo conto di informazioni geologiche/geofisiche specifiche del sito oggetto di studio, tra cui stratigrafie di sondaggio a carotaggio continuo, realizzati nell'ambito del medesimo progetto.

Per la sezione sismica sono stati elaborati diversi modelli, verificando per ognuno la congruità geologica/geofisica e la distribuzione statistica dei valori di velocità che minimizza la somma dei quadrati degli scarti tra i tempi misurati ed i tempi calcolati per tutti i raggi.

Il modello finale, scelto per descrivere la sismostratigrafia del sito, è quello ritenuto maggiormente significativo da un punto di vista geofisico e geologico e che meglio si approssima alla risposta sismica reale del sottosuolo evidenziata dai record sismici acquisiti.

In conclusione è stata restituita la sezione sismostratigrafica rappresentante la distribuzione per intervalli delle velocità sismiche e le relative geometrie dei sismostrati.

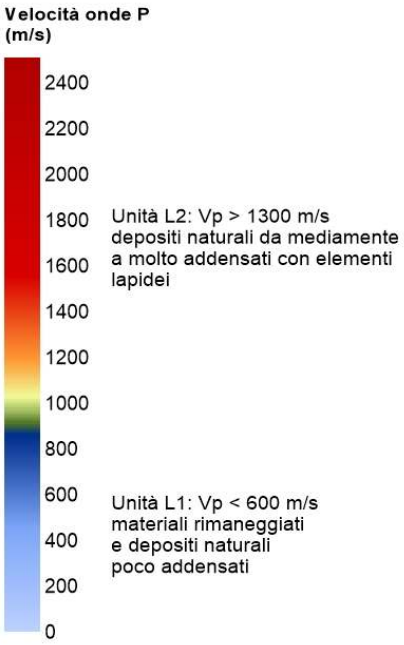
6.3.5 RISULTATI

La linea sismica, della lunghezza di 115.00 m è stata ubicata su terreno naturale ai piedi di un versante montuoso.

Dall'analisi dei segnali sismici è stata riscontrata una buona risposta dei terreni investigati; la qualità dei record sismici ottenuti ha così permesso di valutare le caratteristiche sismostratigrafiche lungo la sezione investigata.

L'elaborazione tomografica ha consentito di individuare 2 unità sismostratigrafiche a partire da piano campagna:

- **Unità L1**, presenta velocità inferiori 600 m/s. Essa è correlabile con materiali rimaneggiati e terreni naturali poco addensati.
- **Unità L2**, è caratterizzata da velocità superiori a tra 1300 m/s. L'unità è associabile a e depositi naturali da mediamente a molto addensati con elementi lapidei.

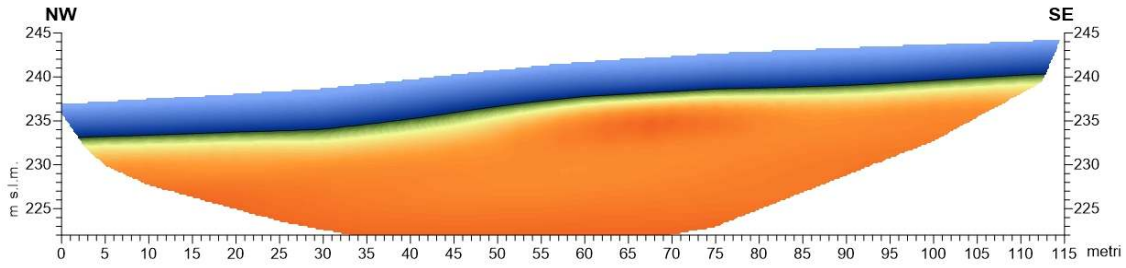


- Scala cromatica adottata -

È importante ricordare che il passaggio da una unità sismica all'altra ha un significato principalmente geofisico, essendo il passaggio stesso una superficie separante zone caratterizzate da diverse velocità di propagazione dell'impulso sismico.

Nella pagina seguente sono sinteticamente riassunti i risultati della prospezione sismica a rifrazione eseguita.

RFR-01



– Sezione sismica tomografica RFR-01 –

La sezione sismica evidenzia un livello superficiale a bassa velocità (unità sismica L1) dello spessore medio di circa 4 m. La sottostante unità L2 raggiunge la massima profondità indagata che è di circa 15 m. All'interno di quest'ultimo livello sismico si rilevano, in prossimità dell'interfaccia con il sismostrato superiore, variazioni nel gradiente delle curve di velocità indicative di variazioni locali nelle caratteristiche granulometriche e/o di addensamento. Nel sismostrato più profondo non si escludono livelli o zone, anche estese, con inversioni di velocità.

Il rifrattore tra l'unità L1 e L2 presenta un andamento subparallelo alla superficie topografica.

6.4 PROSPEZIONE GEOELETTRICA CON ELABORAZIONE TOMOGRAFICA

6.4.1 GENERALITÀ

La prospezione geoelettrica è un metodo di indagine geofisico che consente l'individuazione delle variazioni di conducibilità elettrica nel sottosuolo in funzione delle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati, permettendo la definizione di unità elettrostratigrafiche e l'individuazione di strutture sepolte.

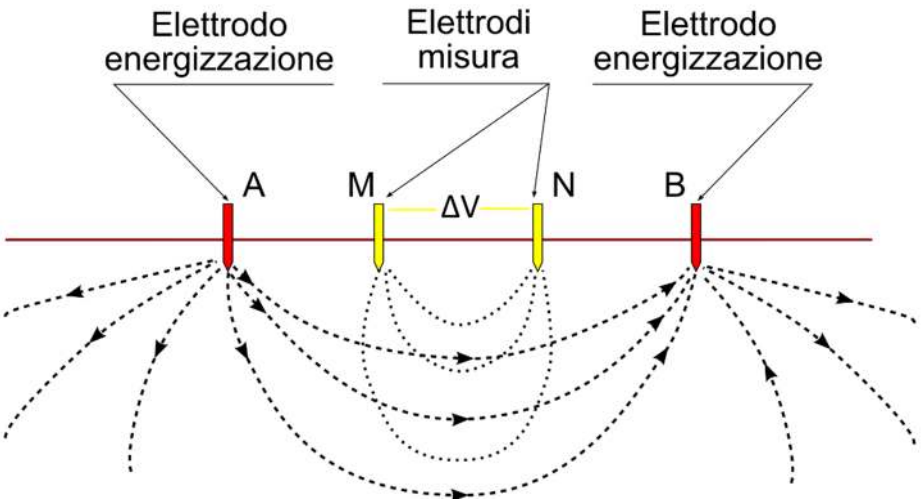
L'indagine è realizzata disponendo secondo geometrie predefinite (linee rette, loop, linee incrociate ecc.) una serie di picchetti di acciaio collegati tra loro da cavi multicanale, tramite i quali è immessa corrente nel terreno, generando quindi un campo elettrico; simultaneamente sono registrate le variazioni di potenziali indotte.

La successiva elaborazione, mono o bidimensionale, consente di stimare la distribuzione della resistività (grandezza inversa della conducibilità elettrica) nel terreno lungo la verticale riferita al centro dello stendimento o lungo una sezione, tramite un processo matematico di inversione che utilizza algoritmi di calcolo capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza.

6.4.2 MODALITÀ ESECUTIVE

Il metodo di prospezione utilizzato nella presente indagine è il "Wenner-Schlumberger". Esso prevede l'uso di due dipoli distinti: uno per energizzare il terreno con corrente continua e l'altro per misurare la differenza di potenziale indotta.

Il principio fisico del metodo è così schematizzabile: una corrente elettrica è inviata nel mezzo da indagare tramite una coppia di elettrodi (elettrodi energizzanti), la risultante distribuzione di potenziale elettrico indotto è determinata tramite una seconda coppia di elettrodi (elettrodi di misura). Un voltmetro collegato agli elettrodi di misura consente la determinazione della differenza di potenziale agli elettrodi. Viene così rilevata ogni disomogeneità (corpi a diversa capacità di conduzione elettrica) presente nel mezzo investigato, poiché esso deflette le linee di corrente e distorce pertanto la normale distribuzione di potenziale elettrico. Misurando la caduta di potenziale su due punti si è in grado di determinare la resistività elettrica del mezzo moltiplicando il rapporto di caduta di potenziale/corrente per un coefficiente geometrico dipendente dalla posizione degli elettrodi sul terreno. Variando la posizione del dispositivo elettrodico sull'area da investigare si determina la distribuzione di resistività nel volume interessato dalla circolazione di corrente elettrica.



- Schema geoelettrico quadripolare Wenner-Schlumberger -

Nel metodo "Wenner-Schlumberger" i picchetti energizzanti (denominati A e B) sono disposti esternamente ai picchetti di misura (M-N). L'energizzazione viene eseguita su una coppia di picchetti mantenendo fissa la coppia di misura (M-N) ed allargando progressivamente la copia di energizzazione, raggiunti gli estremi dello stendimento, viene aumentata la spaziatura della copia di misura (M-N) e ripetuta la sequenza di energizzazione. Questa proceduta viene realizzata con distanza progressivamente crescenti degli elettrodi M-N per aumentare il numero delle misure e quindi migliorare la definizione dell'elaborazione.

Al termine dell'acquisizione sono ottenuti una serie di valori di resistività distribuiti con regolarità lungo linee orizzontali parallele disposte a profondità crescente a formare un trapezio con la base maggiore coincidente con la linea dello stendimento. La profondità di indagine è proporzionale alla tipologia e lunghezza dello stendimento oltre che alle caratteristiche fisiche dei materiali attraversati; il grado di definizione è funzione della distanza interelettrodica e delle caratteristiche dei materiali.

Nella presente campagna è stato eseguito 1 stendimento della lunghezza di 117.50 m con spaziatura interelettrodica di 2.50 m.

Tale geometria e interdistanza elettrodica sono state scelte per soddisfare le condizioni principali del lavoro:

- Ottenere una risoluzione sufficiente a definire caratteristiche geoelettriche e rapporti geometrici tra i terreni indagati.
- Raggiungere la profondità di almeno 12-15 m.

Per un più efficace accoppiamento tra elettrodi e terreno è stata utilizzata una soluzione salina di acqua e cloruro di sodio.

6.4.3 STRUMENTAZIONE

Per l'acquisizione dei dati tomografici è stato utilizzato un georesistivimetro multicanale Ambrogeo "Mangusta System MC 96/E", dotato di 96 elettrodi di tipo passivo.



- Georesistivimetro Ambrogeo "Mangusta MC 96/E" –

Lo strumento è in grado di gestire la sequenza di misure e il cambiamento continuo degli elettrodi energizzanti e potenziometrici; può inoltre acquisire contemporaneamente i valori di potenziale su più coppie di misura così da aumentare significativamente la velocità di indagine. Lo strumento è equipaggiato con software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione della geometria e metodologia di indagine;
- verifica delle condizioni di accoppiamento picchetti/terreno;
- immissione di corrente nel terreno con intensità, periodo, durata e sequenza opportune;
- azzeramento dei potenziali spontanei;
- misura della differenza di potenziale e verifica della qualità del dato tramite il calcolo della deviazione standard;
- visualizzazione grafica della pseudosezione e della deviazione standard delle singole misure;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione;

Il georesistivimetro gestisce contemporaneamente tutti gli elettrodi tramite cavi multicanale, in modo che ogni elettrodo possa essere utilizzato sia per immettere corrente nel terreno sia per misurare i valori di potenziale indotto.

La georeferenziazione della posizione degli elettrodi è stata realizzata con strumentazione Geomax Zenith 16 a 181 canali. Il ricevitore, in grado di tracciare i satelliti GPS, GLONASS e GALILEO, permette di ottenere un'elevata accuratezza di rilievo dei punti, con precisioni di posizionamento anche inferiori al cm. Il sistema di misura è costituito da un'antenna GNSS ed un palmare, collegati fra di loro a mezzo di tecnologia wireless integrata.

Le coordinate geografiche dei punti battuti sono acquisite nel sistema di riferimento WGS84 e possono essere trasformate in coordinate piane nel sistema di riferimento Gauss-Boaga (Monte Mario – Fuso Ovest) e nel sistema di riferimento ED50.

6.4.4 ELABORAZIONE

L'elaborazione tomografica è stata sviluppata con software dedicato (Res2Dinv) che permette di convertire le pseudosezioni, costruite sulla base dei valori di resistività apparente misurati, in sezioni riportanti i valori di resistività reale dei diversi materiali presenti nel sottosuolo. Per la restituzione grafica è stato utilizzato il software Surfer 9.

L'elaborazione è sviluppata partendo dalla valutazione statistica della congruenza delle singole misure tramite verifica dello scostamento medio rispetto alle misure più prossime. Il software permette di evidenziare ed eliminare le misure ritenute fuori media che potrebbero alterare l'elaborazione finale. Nell'indagine in oggetto tale procedura ha riguardato una percentuale esigua di valori incongrui, pertanto rimossi, dando indicazione di buona qualità dei dati acquisiti.

Nella fase successiva l'elaborazione ha richiesto l'applicazione di equazioni, parametri di inversione, ottimizzazione e smoothing specifici per la situazione geofisica/geologica riscontrata, tenuto anche conto di informazioni bibliografiche, prove penetrometriche realizzate nell'ambito dello stesso progetto e conoscenze pregresse di lavori realizzati dalla scrivente in area vicine e con stesse problematiche da investigare.

Il livello di definizione dei risultati è soggetto ad un margine di errore intrinseco, funzione della spaziatura degli elettrodi e delle caratteristiche geometriche ed elettriche dei terreni e degli algoritmi di calcolo. Inoltre anche pochi dati anomali ubicati in posizioni periferiche della sezione possono portare alla generazione, in quello specifico settore dell'elaborazione, di artefatti o di accentuazione di anomalie che tuttavia non inficiano in alcun modo la validità complessiva del modello geofisico.

Va ricordato che le sezioni interpretative mostrano una suddivisione elettrostratigrafica ricostruita sul differente comportamento elettrico dei terreni investigati. È quindi possibile che il passaggio da una unità elettrostratigrafica all'altra non corrisponda necessariamente ad un passaggio litologico netto.

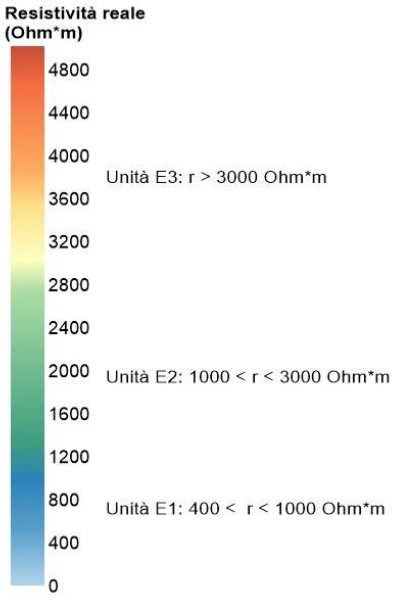
6.4.5 RISULTATI

Lo stendimento geoelettrico, della lunghezza di 117.50 m è stata ubicata su terreno naturale ai piedi di un versante montuoso.

Lo studio della distribuzione della resistività nel volume di terreno indagato ha consentito di definire 3 unità geoelettriche fino alle massime profondità di indagine.

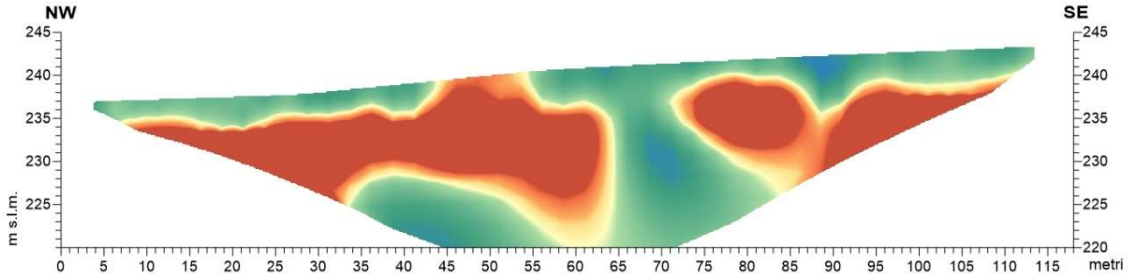
- **Unità resistiva E1**, ha valori di resistività compresi tra 400 e 1000 Ohm⍰m circa. Il passaggio all'unità E2 appare graduale.
- **Unità resistiva E2**, ha valori di resistività compresi tra 1000 e 3000 Ohm⍰m circa. Il passaggio all'unità E3 appare relativamente ben definito.
- **Unità resistiva E3**, ha valori compresi di resistività tra 700 e 1100 Ohm⍰m circa.

Tutte le unità individuate sono caratterizzata da elevati valori di resistività, indicativa di materiali grossolani e lapidei privi di una significativa frazione fine, e tendenzialmente asciutti.



- Scala cromatica adottata -

ERT-01



– Sezione geoelettrica tomografica ERT-01 –

La sezione tomografica evidenzia un livello più superficiale, correlabile con l'unità geoelettrica E2, e dello spessore di 2-4 m, in leggero incremento verso SE. Esso risulta sostanzialmente continuo a meno di un tratto di 10 m circa dove è interrotto da materiali più resistivi dell'unità sottostante E3. Inoltre, si rivelano passaggi graduali a valori più conduttivi associabili all'unità E1. Al di sotto è presente un livello ad andamento irregolare, da correlare all'unità più resistiva E3 il quale, nel settore centrale della sezione, è interrotto da terreni più resistivi (Unità E2 e localmente unità E1). Verso le massime profondità vi è un nuovo abbassamento della resistività con passaggi, più o meno graduali a seconda della posizione, a terreni più conduttivi (unità E2 e E1).

7 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Le prove geotecniche sui campioni prelevati sono state svolte presso il laboratorio Geodata S.r.l. di Ponte San Nicolò (PD), in possesso di concessione ministeriale (Circolare 8 settembre 2010, n.7618/STC) e di certificato QCB ISO 9001:2008.

Secondo le indicazioni della Committenza, sui campioni prelevati dai sondaggi eseguiti, sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- Analisi granulometrica per setacciatura;
- Analisi granulometrica per sedimentazione;

Nella tabella seguente sono riportati in sintesi i risultati delle prove di laboratorio eseguite.

Tipo di prova	sondaggio	S1		S2		S3	
	indisturbato						
	rimaneggiato	C1-1	C2-1	C1-2	C2-2	C1-3	C2-3
	profondità	4,00-4,50	9,00-9,50	2,50-2,70	8,50-9,00	4,00-4,50	9,00-9,50
Classificazione geotecnica		ghiaia sabbiosa e limosa grigia scuro	sabbia con ghiaia grigia	ghiaia con sabbia e limo grigia	elementi rocciosi biancastri	ghiaia sabbiosa e limosa grigia scuro	ghiaia con sabbia grigia
Pocket Penetrometer	P.P. kPa	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Torvane	Torv. kPa	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Contenuto naturale d'acqua	W %	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Peso dell'unità di volume	γ kN/m^3	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Limiti di Atterberg	WL %	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
	WP %	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
	IP %	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Analisi granulometrica con vagliatura	ciottoli %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ghiaia %	66,92	44,39	36,47	97,39	57,19	53,84
	sabbia %	20,79	51,97	30,10	2,58	24,56	43,03
	limo %	11,21	3,45	29,82	0,04	16,01	2,92
	argilla %	1,07	0,19	3,61		2,24	0,22
Classificazione UNI 11531-1	classe	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
	Ig	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -

-Sintesi risultati prove di laboratorio eseguite-

I certificati delle prove di laboratorio eseguite sono allegati alla presente di cui costituiscono parte integrante (ALLEGATO N.4).

REALIZZAZIONE DI UN VALLO PARAMASSI A DIFESA DELL'ABITATO COMUNE DI NOVATE MEZZOLA (SO)

CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E AMBIENTALI

ALLEGATO N.1
STRATIGRAFIE SONDAGGI

Sede Legale: Via Mantova, 307 – 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988
Sede operativa: Via Enrico Fermi, 18 – 25013 Carpenedolo (BS)
Uffici: Via Antonio Meucci, 26 – 25013 Carpenedolo (BS)
Tel.: 030.9983413 - Fax: 030.9698872 - web: http://www.singea.it - E-mail: info@singea.it - PEC: singea@pec.singea.it

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Comunità Montana Valchiavenna	Sondaggio: S1
Riferimento: Novate Mezzola (SO)	Data: 19.02.2024
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: A carotaggio continuo.	

SCALA 1 :50

SONDAGGIO - S1

ø mm	Rv	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Campioni	Pz
			1				Ghiaia e ciottoli, con sabbia, di colore grigio bianco, debolmente umida, molto addensata. Clasti poligenici, poco laterati, sfericità medio bassa, subangolosi, Dmax=120 mm, Dmed=20 mm. Presenza di trovanti da centimetrici decimetrici fratturati in ciottoli.	1,5	36-41-49	90		
			2									
			3		3,00	3,00		3,0	50/12cm	Rif		
					3,30	0,30	Trovante di natura ignea intrusiva costituito da spezzone lapideo.					
			4				Ghiaia con sabbia, di colore marrone, localmente grigio, debolmente umida, molto addensata. Clasti poligenici, poco alterati, sfericità bassa, da angolosi a subangolosi, Dmax=50 mm, Dmed=15-20 mm. Da -3.50 m da p.c. a -3.65 m da p.c. livello di sabbia, di colore marrone, debolmente umida.				C1-) Rim	< 4,00 4,50
			5		5,00	1,70		4,5	26-39-48	87		
			6				Sabbia con ciottoli, ghiaiosa, di colore marrone, debolmente umida, molto addensata. Clasti poligenici, poco alterati, sfericità bassa, subangolosi, Dmax=90 mm, Dmed=30-40 mm. Presenza di trovanti centimetrici fratturati in ciottoli.	6,0	43-50/10cm	Rif		
					6,60	1,60						
			7				Sabbia limosa, debolmente ghiaiosa, di colore marrone, umida. Clasti poligenici, poco alterati, sfericità bassa, angolosi, Dmax=10 mm, Dmed=3-4 mm.					
					7,00	0,40						
			8				Sabbia, localmene ciottolosa, debolmente ghiaiosa, di colore marrone, umida, molto addensata. Clasti poligenici, poco alterati, sfericità bassa, subangolosi, Dmax=70 mm, Dmed=4-5 mm.	7,5	39-44-48	92		
			9								C2-) Rim	< 8,50 9,50
					9,60	2,60		9,0	39-50/9cm	Rif		
101			10		10,00	0,40	Trovante di natura ignea intrusiva costituito da spezzone lapideo fratturato.					

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Comunità Montana Valchiavenna	Sondaggio: S1
Riferimento: Novate Mezzola (SO)	Data: 19.02.2024
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: A carotaggio continuo.	

SCALA 1 :50

SONDAGGIO - S1

Perforazione eseguita con carotiere singolo T1 ø101 mm da 0.00 m a -3.00 m dal p.c., da -3.55 m a -6.50 m dal p.c., da -6.80 m a -9.60 m dal p.c..
Perforazione eseguita con carotiere doppio T6 ø101 mm e corona diamantata da -3.00 m a -3.55 m, da -6.50 m a -6.80 m dal p.c., da 9.60 m a -10.00 m dal p.c..

Installazione di piezometro a tubo aperto PVC Ø 2'' di lunghezza pari a 10.00 m (cieco da 0.00 m a -4.00 m da p.c., fessurato da -4.00 m a -10.00 m da p.c.).
Sigillatura intercapedine mediante posa di ghiaietto siliceo lavato e selezionato (ø2-3.5 mm) da -3.50 m a -10.00 m da p.c., posa di bentonite idrorigonfiante in pellet (ø20 mm) da -3.50 m da p.c. a -2.50 m da p.c., iniezione di miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1:1 da -2.50 m a 0.00 m da p.c.

Installazione a testa tubazione di chiusino in ghisa sferoidale CSUNI ø210 mm.

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Comunità Montana Valchiavenna	Sondaggio: S2
Riferimento: Novate Mezzola (SO)	Data: 21.02.2024 - 22.02.2024
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: A carotaggio continuo.	

SCALA 1 :50

SONDAGGIO - S2

ø mm	Rv	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Campioni	Pz
					0,60	0,60	Sabbia con ghiaia, debolmente ciottolosa, di colore marrone-biancastro, asciutta. Clasti poligenici, poco alterati, da angolosi a subangolosi, sfericità bassa, Dmax=100 mm, Dmed=20 mm.					
			1				Ghiaia con sabbia, ciottolosa, di colore marrone, mediamente umida. Clasti poligenici, poco alterati, da angolosi a subangolosi,sfericità bassa, Dmax=110 mm, Dmed=20/25 mm. Presenza di spezzoni lapidei di natura ignea, decimetrici.	1,5	42-40-38	78		
			2								C1-) Rim < 2,50 2,70	
			3					3,0	43-36-40	76		
			4		4,35	3,75						
			5		5,60	1,25	Trovante di natura ignea, non alterato, debolmente fratturato.	4,5	50/2cm	Rif		
			6				Da ciottoli con ghiaia a ghiaia con ciottoli, localmente sabbiosa, di colore grigio-grigio scuro, debolmente umida. Clasti prevalentemente di natura ignea, debolmente alterati, da angolosi a subangolosi, sfericità medio-bassa, Dmax = 120 mm; Dmed = 40/45 mm. Presenza di spezzoni lapidei di natura ignea, decimetrici.	6,0	46-42-50/7cm	Rif		
			7					7,5	38-50/13cm	Rif		
			8								C2-) Rim < 8,50 9,00	
			9		9,40	3,80		9,0	41-48-49	97		
			10		10,00	0,60	Trovante di natura ignea, non alterato, debolmente fratturato.					

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Comunità Montana Valchiavenna	Sondaggio: S2
Riferimento: Novate Mezzola (SO)	Data: 21.02.2024 - 22.02.2024
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: A carotaggio continuo.	

SCALA 1 :50

SONDAGGIO - S2

ø mm	Rv	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Campioni	Pz
101			11 12		10,35 12,00	0,35 1,65	Sabbia debolmente ghiaiosa, di colore grigio, debolmente umida. Clasti prevalentemente di natura ignea, debolmente alterati, da angolosi a subangolosi, sfericità medio-bassa, Dmax = 30 mm; Dmed = 5/10 mm. Ghiaia con ciottoli, di colore grigio, debolmente umida. Clasti prevalentemente di natura ignea, debolmente alterati, da angolosi a subangolosi, sfericità medio-bassa, Dmax = 100 mm; Dmed = 20/25 mm.	10,5	49-50/2cm	Rif		

Perforazione eseguita con carotiere singolo T1 ø101 mm da 0.00 m a -1.10 m dal p.c., da -1.55 m a -4.40 m dal p.c., da -6.60 m a -6.30 m dal p.c..
Perforazione eseguita con carotiere doppio T6 ø101 mm e corona diamantata da -1.10 m a -1.55 m, da -4.40 m a -5.60 m dal p.c., da 6.30 m a -10.00 m dal p.c..

Sigillatura mediante posa di materiale di risulta della perforazione additivato con inerti silicei (sabbia e ghiaia).

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Comunità Montana Valchiavenna	Sondaggio: S3
Riferimento: Novate Mezzola (SO)	Data: 21.02.2024
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: A carotaggio continuo.	

SCALA 1 :50

SONDAGGIO - S3

ø mm	Rv	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Campioni	Pz
					1,55	1,55	Sabbia e ghiaia, debolmente ciottolosa, di colore marrone, debolmente umida. Clasti poligenici, poco alterati, sfericità bassa, subangolosi, Dmax=90 mm, Dmed=8-10 mm	1,5	30-39-44	83		
					2,00	0,45	Trovante di natura ignea intrusiva costituito da spezzone lapideo fratturato.					
					2,40	0,40	Ghiaia, debolmente ciottolosa, di colore marrone, debolmente umida. Clasti poligenici, poco alterati, sfericità bassa, subangolosi, Dmax=80 mm, Dmed=20-25 mm					
					3,00	0,60	Sabbia debolmente ghiaiosa, di colore marrone, umida. Clasti poligenici, poco alterati, sfericità bassa, subangolosi, Dmax=25 mm, Dmed=5 mm.	3,0	28-29-34	63		
					5,00	2,00	Sabbia e ghiaia, debolmente ciottolosa, di colore marrone, localmente marrone grigio, debolmente umida, molto addensata. Clasti poligenici, poco alterati, sfericità da media a bassa, subangolosi, Dmax=90 mm, Dmed=20 mm.	4,5	39-46-37	83	C1-) Rim < 4,00 4,50	
					6,60	1,60	Trovante di natura ignea intrusiva, fratturato in spezzoni lapidei e superiormente in ciottoli (da -5.00 m da p.c. a -5.30 m da p.c.). Fratture planari, con orientazione e inclinazione variabili, rugosità media, presenza di patina di alterazione di colore marrone arancio.	6,0	50/3cm	Rif		
					9,80	3,20	Sabbia debolmente ghiaiosa, debolmente ciottolosa, di colore marrone, umida, molto addensata. Clasti poligenici, poco alterati, sfericità bassa, subangolosi, Dmax=90 mm, Dmed=30 mm.	7,5	38-47-50/6cm	Rif		
								9,0	48-50/2cm	Rif	C2-) Rim < 9,00 9,50	
101					10,00	0,20	Trovante di natura ignea intrusiva, fratturato in spezzoni lapidei.					

Committente: Comunità Montana Valchiavenna	Sondaggio: S3
Riferimento: Novate Mezzola (SO)	Data: 21.02.2024
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: A carotaggio continuo.	

SCALA 1 :50

SONDAGGIO - S3

Perforazione eseguita con carotiere singolo T1 ø101 mm da 0.00 m a -1.55 m dal p.c., da -2.00 m a -5.00 m dal p.c., da -7.40 m a -9.75 m dal p.c..
Perforazione eseguita con carotiere doppio T6 ø101 mm e corona diamantata da -1.55 m a -2.00 m, da -5.00 m a -7.40 m dal p.c., da 9.75 m a -10.00 m dal p.c..

Sigillatura mediante posa di materiale di risulta della perforazione additivato con inerti silicei (sabbia e ghiaia).

REALIZZAZIONE DI UN VALLO PARAMASSI A DIFESA DELL'ABITATO COMUNE DI NOVATE MEZZOLA (SO)

CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E AMBIENTALI

ALLEGATO N.2
RELAZIONE FOTOGRAFICA

Sede Legale: Via Mantova, 307 – 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988
Sede operativa: Via Enrico Fermi, 18 – 25013 Carpenedolo (BS)
Uffici: Via Antonio Meucci, 26 – 25013 Carpenedolo (BS)
Tel.: 030.9983413 - Fax: 030.9698872 - web: http://www.singea.it - E-mail: info@singea.it - PEC: singea@pec.singea.it

SONDAGGIO S1



SONDAGGIO S1 – Postazione



SONDAGGIO S1 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m



SONDAGGIO S1 – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

SONDAGGIO S2



SONDAGGIO S2 – Postazione



SONDAGGIO S2 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m



SONDAGGIO S2 – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m



SONDAGGIO S2 – Cassa n.3 da 10.00 m a 12.00 m

SONDAGGIO S3



SONDAGGIO S3 – Postazione



SONDAGGIO S3 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m



SONDAGGIO S3 – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-01



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-01 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-02



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-02 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-03



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-03 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-04



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-04 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-05



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-05 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-06



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-06 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-07



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-07 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-08



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-08 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-09



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-09 – Postazione

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-10



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT-10 – Postazione

PROSPEZIONE SISMICA MASW-01



PROSPEZIONE SISMICA MASW-01– Postazione

PROSPEZIONE SISMICA HVSR-01



PROSPEZIONE SISMICA HVSR-01 – Postazione

PROSPEZIONE SISMICA HVSR-02



PROSPEZIONE SISMICA HVSR-02 – Postazione

PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE RFR-01



PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE RFR-01– Postazione

PROSPEZIONE GEOELETTRICA ERT-01



PROSPEZIONE GEOELETTRICA ERT-01– Postazione

REALIZZAZIONE DI UN VALLO PARAMASSI A DIFESA DELL'ABITATO COMUNE DI NOVATE MEZZOLA (SO)

CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E AMBIENTALI

ALLEGATO N.3
CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Sede Legale: Via Mantova, 307 – 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988
Sede operativa: Via Enrico Fermi, 18 – 25013 Carpenedolo (BS)
Uffici: Via Antonio Meucci, 26 – 25013 Carpenedolo (BS)
Tel.: 030.9983413 - Fax: 030.9698872 - web: http://www.singea.it - E-mail: info@singea.it - PEC: singea@pec.singea.it

S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE: Comunità Montana Valchiavenna
CANTIERE: Novate Mezzola (SO)
LOCALITA': Novate Mezzola (SO) **CODICE PROVA:** SCPT-01 **DATA ESECUZIONE:** 08.02.2024
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Bardelle **FALDA (m da p.c.):** assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100 | Peso massa battente (kg): 73 | Altezza caduta (m): 0.75 | Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32 | Peso unitario aste (kg/m): 4.6 | Lunghezza aste (m): 0.9 | Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51 | Area di base punta (cmq): 20.43 | Angolo ap. Punta (°): 60 | Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93 | Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83 | Coeff. di energia (-): 1.14

DATI DI PROVA

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)
0.0÷0.3	1	7	-	-	58.7	8	10
0.3÷0.6	2	15	-	-	119.4	17	22
0.6÷0.9	2	26	-	-	207.0	30	38
0.9÷1.2	2	32	-	-	254.8	36	47
1.2÷1.5	3	16	-	-	121.3	18	23
1.5÷1.8	3	12	-	-	90.9	14	17
1.8÷2.1	3	17	-	-	128.8	19	23
2.1÷2.4	4	27	-	-	195.2	31	37
2.4÷2.7	4	9	-	-	65.1	10	12
2.7÷3.0	4	30	-	-	216.9	34	36
3.0÷3.3	5	26	-	-	179.8	30	32
3.3÷3.6	5	17	-	-	117.5	19	20
3.6÷3.9	5	24	-	-	165.9	27	27
3.9÷4.2	6	29	-	-	192.1	33	32
4.2÷4.5	6	31	-	-	205.3	35	33
4.5÷4.8	6	33	-	-	218.6	38	34
4.8÷5.1	7	29	-	-	184.3	33	32
5.1÷5.4	7	41	-	-	260.6	47	44
5.4÷5.7	7	44	-	-	279.7	50	46
5.7÷6.0	8	56	-	-	342.1	64	57
6.0÷6.3	8	100	-	-	610.9	>100	>87

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)

Note:

SInGeA S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

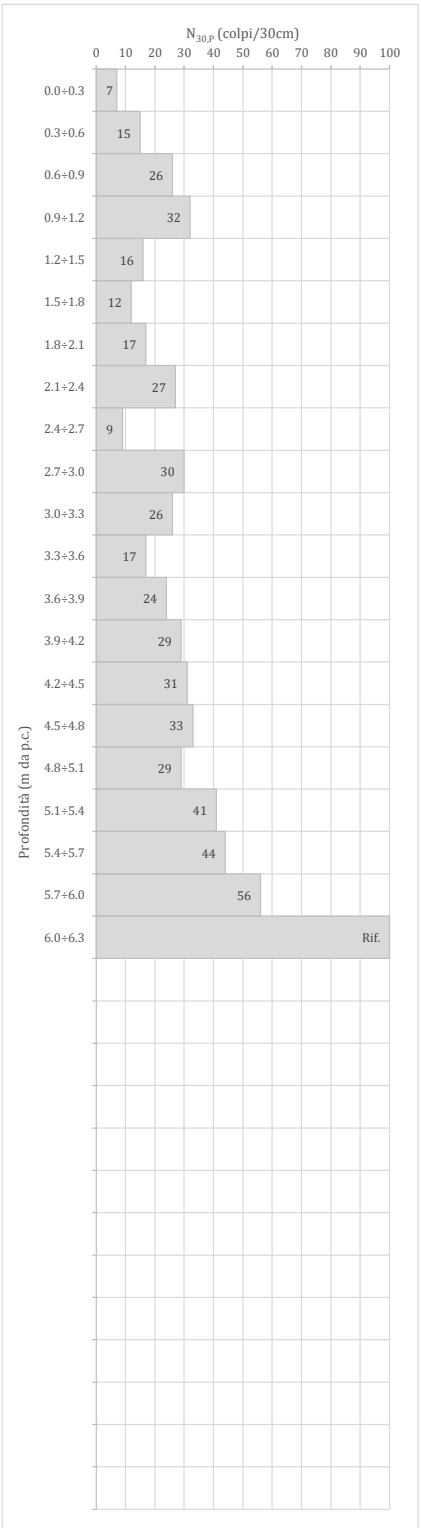
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

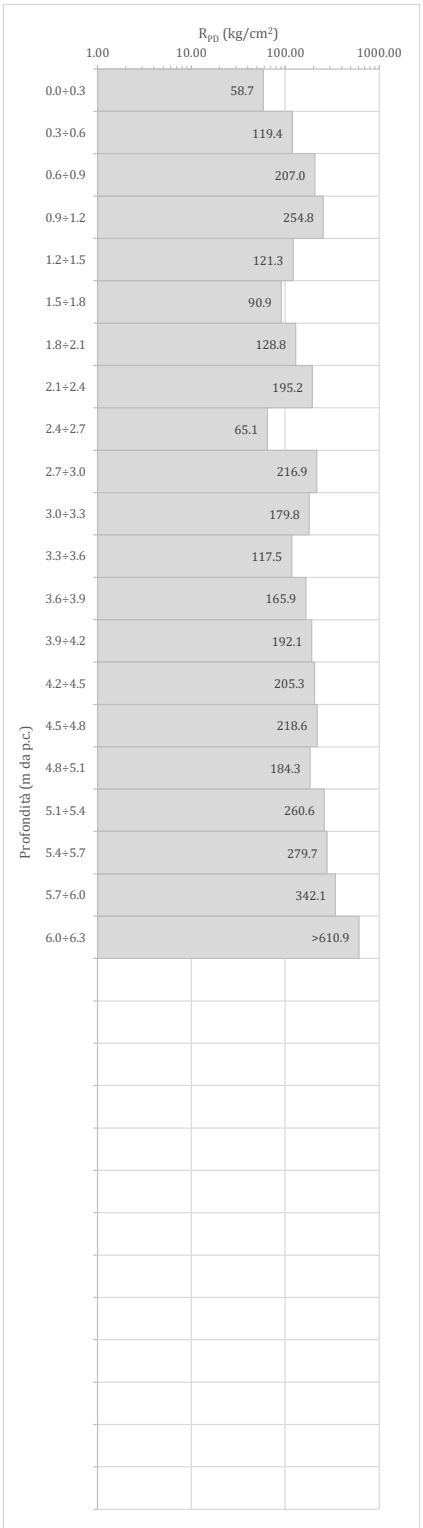
COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-01	**DATA ESECUZIONE:**	08.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

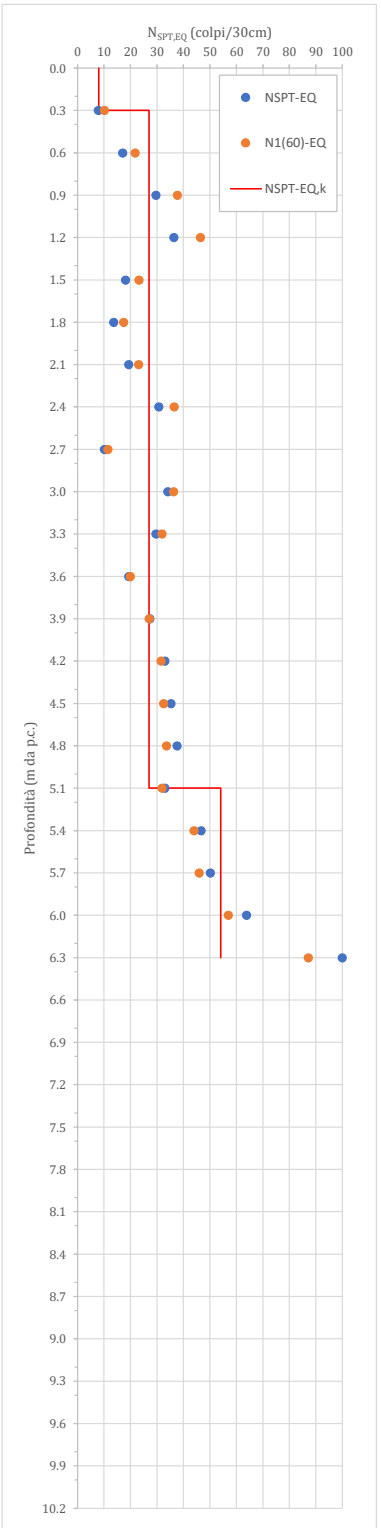
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100	Peso massa battente (kg): 73	Altezza caduta (m): 0.75	Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32	Peso unitario aste (kg/m): 4.6	Lunghezza aste (m): 0.9	Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51	Area di base punta (cmq): 20.43	Angolo ap. Punta (°): 60	Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93	Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83		Coeff. di energia (-): 1.14

DIAGRAMMI DI PROVA







Note:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-01	**DATA ESECUZIONE:**	08.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00÷0.30	7.0	7.0	7	7	-	7
2	0.30÷5.10	23.3	21.9	9	33	7.8	23
3	5.10÷6.30	47.0	46.6	41	56	7.9	47

STRATO	PROFONDITA'	R_{PD} (kg/cm^2)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	58.70	58.70	58.70	58.70	-	58.70
2	0.30-5.10	166.44	157.08	65.08	254.78	53.07	166.40
3	5.10-6.30	294.12	292.13	260.59	342.12	42.65	294.10

STRATO	PROFONDITA'	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	8.0	8.0	8	8	-	8
2	0.30-5.10	26.6	24.9	10	38	8.8	27
3	5.10-6.30	53.6	53.1	47	64	9.1	54

STRATO	PROFONDITA'	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	10.2	10.2	10	10	-	10
2	0.30-5.10	29.0	27.5	12	47	8.9	29
3	5.10-6.30	49.0	48.7	44	57	7.0	49

Simbologia:
- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	ϕ (1)	ϕ (2.1)	ϕ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'_{25} (1.1)	E'_{25} (1.2)	E'_{25} (2)	c_U (1)	c_U (2.1)	c_U (2.2)	c_U (2.3)	E_U (1)	E_U (2)
(n)	(m da p.c.)	(%)		(°)			(kg/cm^2)		(kg/cm^2)			(kg/cm^2)				(kg/cm^2)	
1	0.00-0.30	41	53	29.8	28.9	34.1	175	117	54	228	48	0.39	0.38	0.27	0.42	38	67
2	0.30-5.10	69	70	35.5	33.9	39.0	327	212	174	596	173	1.42	1.37	0.98	1.51	91	136
3	5.10-6.30	90	89	40.1	37.2	42.2	508	350	375	1078	405	3.32	3.21	2.30	3.54	188	210

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'_{25}: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE: Comunità Montana Valchiavenna
CANTIERE: Novate Mezzola (SO)
LOCALITA': Novate Mezzola (SO) **CODICE PROVA:** SCPT-02 **DATA ESECUZIONE:** 08.02.2024
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Bardelle **FALDA (m da p.c.):** assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100 | Peso massa battente (kg): 73 | Altezza caduta (m): 0.75 | Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32 | Peso unitario aste (kg/m): 4.6 | Lunghezza aste (m): 0.9 | Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51 | Area di base punta (cmq): 20.43 | Angolo ap. Punta (°): 60 | Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93 | Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83 | Coeff. di energia (-): 1.14

DATI DI PROVA

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)
0.0÷0.3	1	29	-	-	243.2	33	42
0.3÷0.6	2	95	-	-	756.4	>100	>100
0.6÷0.9	2	93	-	-	740.5	>100	>100
0.9÷1.2	2	47	-	-	374.2	54	68
1.2÷1.5	3	19	-	-	144.0	22	28
1.5÷1.8	3	23	-	-	174.3	26	33
1.8÷2.1	3	17	-	-	128.8	19	23
2.1÷2.4	4	25	-	-	180.8	29	34
2.4÷2.7	4	15	-	-	108.5	17	19
2.7÷3.0	4	16	-	-	115.7	18	19
3.0÷3.3	5	18	-	-	124.4	21	22
3.3÷3.6	5	15	-	-	103.7	17	18
3.6÷3.9	5	12	-	-	83.0	14	14
3.9÷4.2	6	19	-	-	125.8	22	21
4.2÷4.5	6	19	-	-	125.8	22	20
4.5÷4.8	6	20	-	-	132.5	23	20
4.8÷5.1	7	17	-	-	108.0	19	19
5.1÷5.4	7	15	-	-	95.3	17	16
5.4÷5.7	7	13	-	-	82.6	15	14
5.7÷6.0	8	19	-	-	116.1	22	19
6.0÷6.3	8	23	-	-	140.5	26	23
6.3÷6.6	8	18	-	-	110.0	21	17
6.6÷6.9	9	15	-	-	88.2	17	14
6.9÷7.2	9	31	-	-	182.3	35	29
7.2÷7.5	9	45	-	-	264.7	51	41
7.5÷7.8	10	100	-	-	566.9	>100	>78

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)

Note:

SInGeA S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

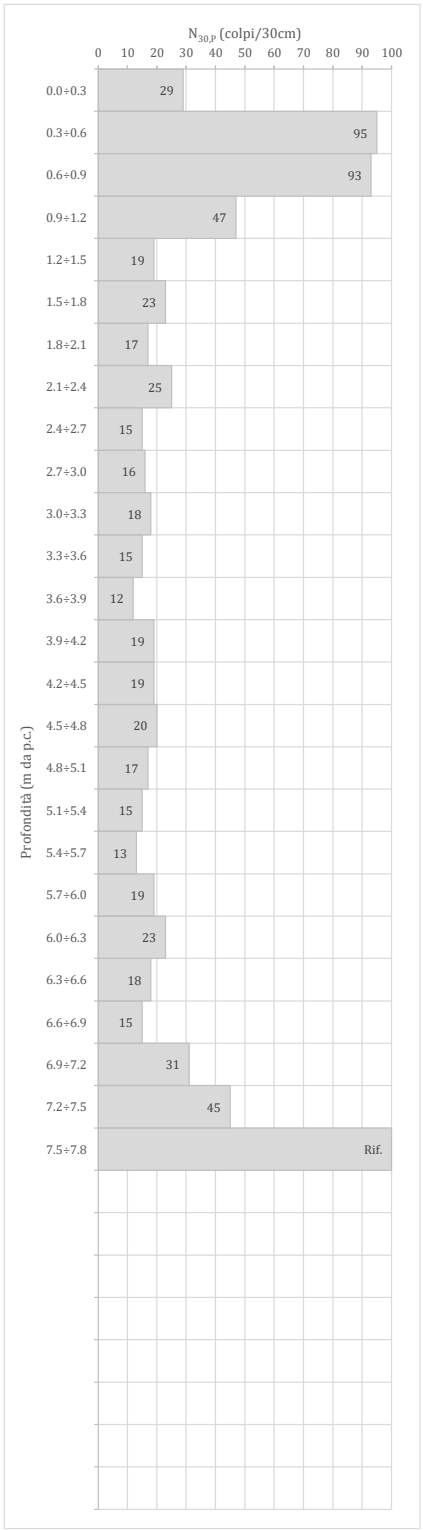
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

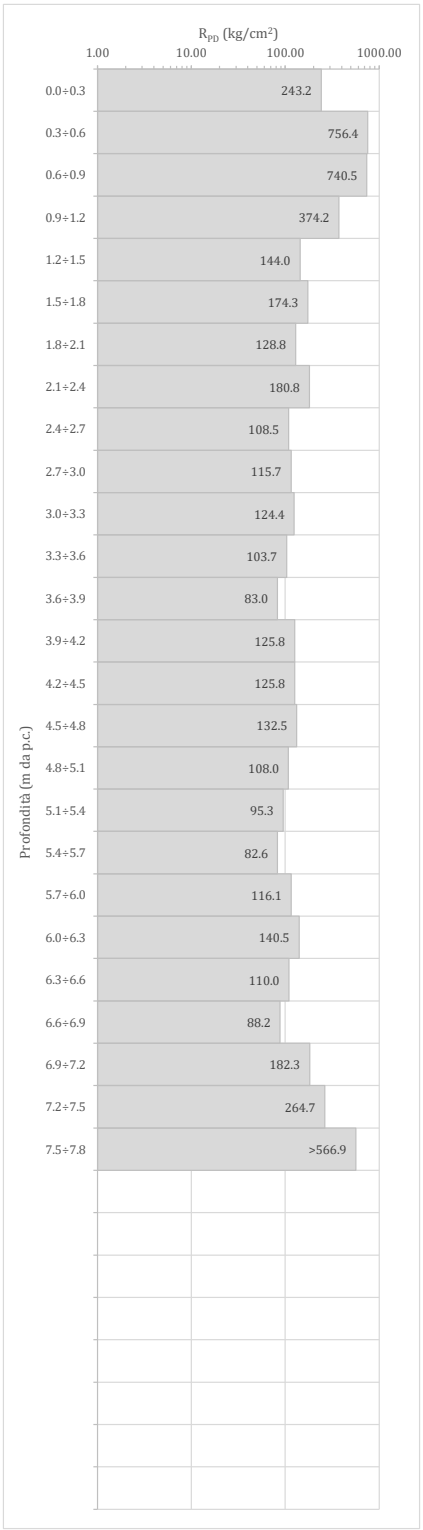
COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-02	**DATA ESECUZIONE:**	08.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

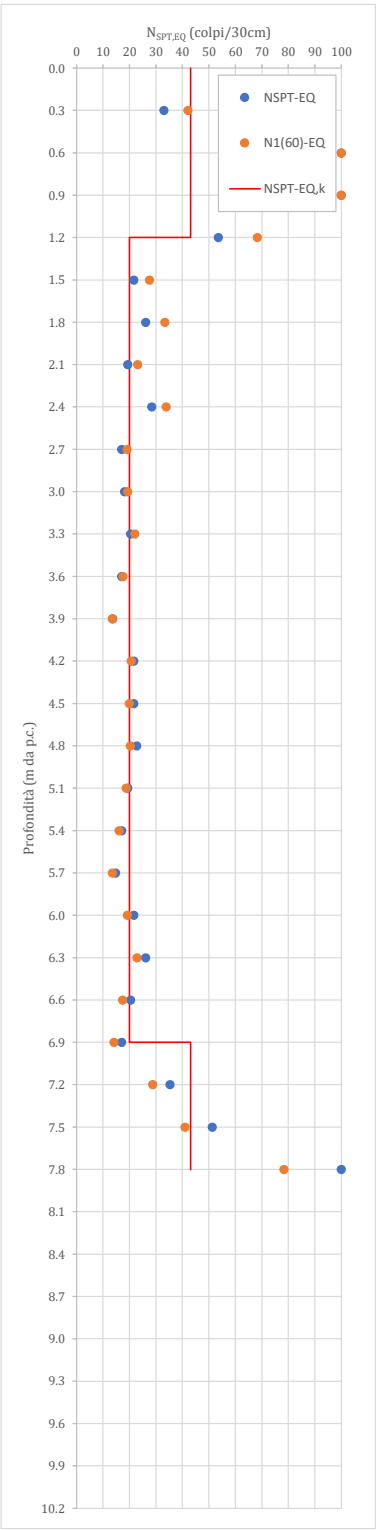
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100	Peso massa battente (kg): 73	Altezza caduta (m): 0.75	Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32	Peso unitario aste (kg/m): 4.6	Lunghezza aste (m): 0.9	Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51	Area di base punta (cmq): 20.43	Angolo ap. Punta (°): 60	Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93	Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83		Coeff. di energia (-): 1.14

DIAGRAMMI DI PROVA







Note:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-02	**DATA ESECUZIONE:**	08.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00÷1.20	38.0	36.9	29	47	12.7	38
2	1.20÷6.90	17.8	17.5	12	25	3.4	18
3	6.90÷7.80	38.0	37.3	31	45	9.9	38

STRATO	PROFONDITA'	R_{PD} (kg/cm^2)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	308.70	301.67	243.19	374.21	92.65	308.70
2	1.20-6.90	120.43	117.72	82.62	180.77	26.90	120.40
3	6.90-7.80	223.48	219.66	182.32	264.65	58.22	223.50

STRATO	PROFONDITA'	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	43.3	42.1	33	54	14.5	43
2	1.20-6.90	20.3	19.9	14	29	3.9	20
3	6.90-7.80	43.3	42.6	35	51	11.3	43

STRATO	PROFONDITA'	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	55.3	53.7	42	68	18.5	55
2	1.20-6.90	20.7	20.0	14	34	5.7	21
3	6.90-7.80	34.9	34.4	29	41	8.6	35

Simbologia:
- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	ϕ (1)	ϕ (2.1)	ϕ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'_{25} (1.1)	E'_{25} (1.2)	E'_{25} (2)	c_U (1)	c_U (2.1)	c_U (2.2)	c_U (2.3)	E_U (1)	E_U (2)
(n)	(m da p.c.)	(%)		(°)			(kg/cm^2)		(kg/cm^2)			(kg/cm^2)				(kg/cm^2)	
1	0.00-1.20	92	100	41.1	36.2	41.2	404	297	235	639	259	2.12	2.05	1.47	2.26	127	184
2	1.20-6.90	58	60	33.3	32.9	38.0	297	180	147	556	139	1.14	1.10	0.79	1.21	77	117
3	6.90-7.80	76	78	37.0	36.2	41.3	456	297	321	1049	328	2.69	2.59	1.86	2.86	156	184

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'_{25}: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE: Comunità Montana Valchiavenna
CANTIERE: Novate Mezzola (SO)
LOCALITA': Novate Mezzola (SO) **CODICE PROVA:** SCPT-03 **DATA ESECUZIONE:** 08.02.2024
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Bardelle **FALDA (m da p.c.):** assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100 | Peso massa battente (kg): 73 | Altezza caduta (m): 0.75 | Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32 | Peso unitario aste (kg/m): 4.6 | Lunghezza aste (m): 0.9 | Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51 | Area di base punta (cmq): 20.43 | Angolo ap. Punta (°): 60 | Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93 | Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83 | Coeff. di energia (-): 1.14

DATI DI PROVA

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)
0.0÷0.3	1	36	-	-	301.9	41	52
0.3÷0.6	2	32	-	-	254.8	36	47
0.6÷0.9	2	27	-	-	215.0	31	39
0.9÷1.2	2	41	-	-	326.4	47	60
1.2÷1.5	3	22	-	-	166.7	25	32
1.5÷1.8	3	17	-	-	128.8	19	25
1.8÷2.1	3	17	-	-	128.8	19	23
2.1÷2.4	4	19	-	-	137.4	22	26
2.4÷2.7	4	15	-	-	108.5	17	19
2.7÷3.0	4	21	-	-	151.9	24	25
3.0÷3.3	5	19	-	-	131.4	22	23
3.3÷3.6	5	17	-	-	117.5	19	20
3.6÷3.9	5	15	-	-	103.7	17	17
3.9÷4.2	6	17	-	-	112.6	19	19
4.2÷4.5	6	20	-	-	132.5	23	21
4.5÷4.8	6	22	-	-	145.7	25	22
4.8÷5.1	7	19	-	-	120.8	22	21
5.1÷5.4	7	17	-	-	108.0	19	18
5.4÷5.7	7	19	-	-	120.8	22	20
5.7÷6.0	8	22	-	-	134.4	25	22
6.0÷6.3	8	24	-	-	146.6	27	24
6.3÷6.6	8	21	-	-	128.3	24	20
6.6÷6.9	9	17	-	-	100.0	19	16
6.9÷7.2	9	19	-	-	111.7	22	18
7.2÷7.5	9	21	-	-	123.5	24	19
7.5÷7.8	10	23	-	-	130.4	26	21
7.8÷8.1	10	29	-	-	164.4	33	25
8.1÷8.4	10	33	-	-	187.1	38	28
8.4÷8.7	11	47	-	-	257.2	54	40
8.7÷9.0	11	100	-	-	547.3	>100	>73

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)

Note:

SInGeA S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

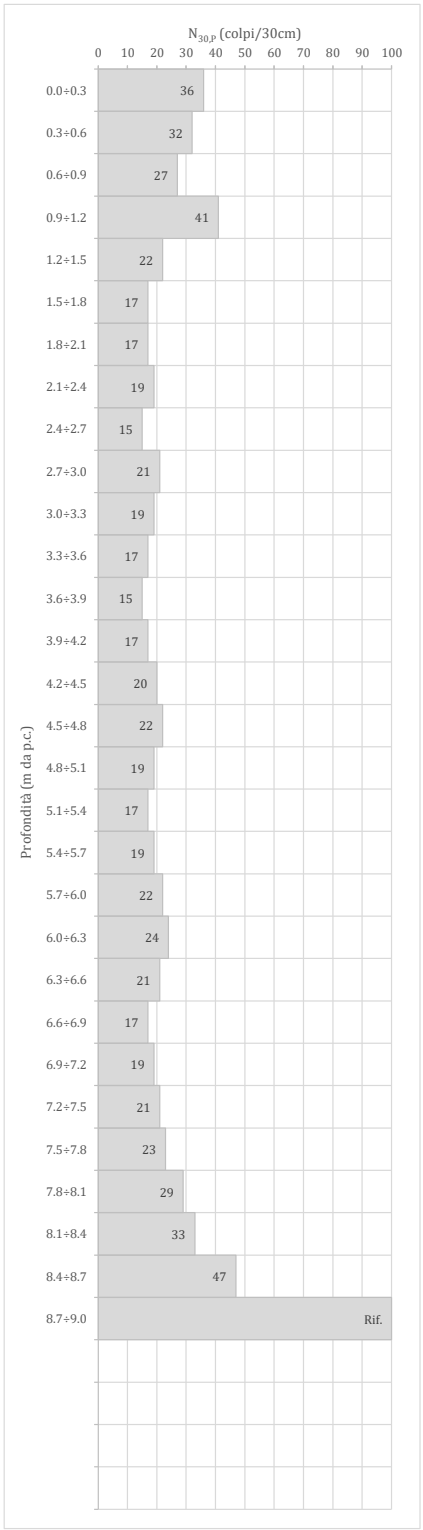
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

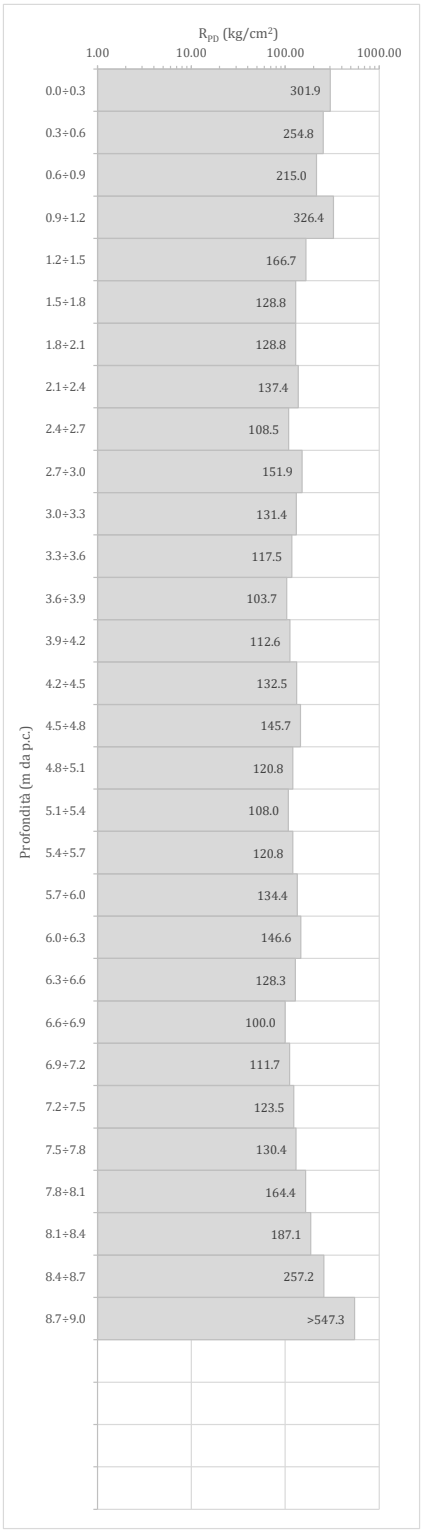
COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-03	**DATA ESECUZIONE:**	08.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

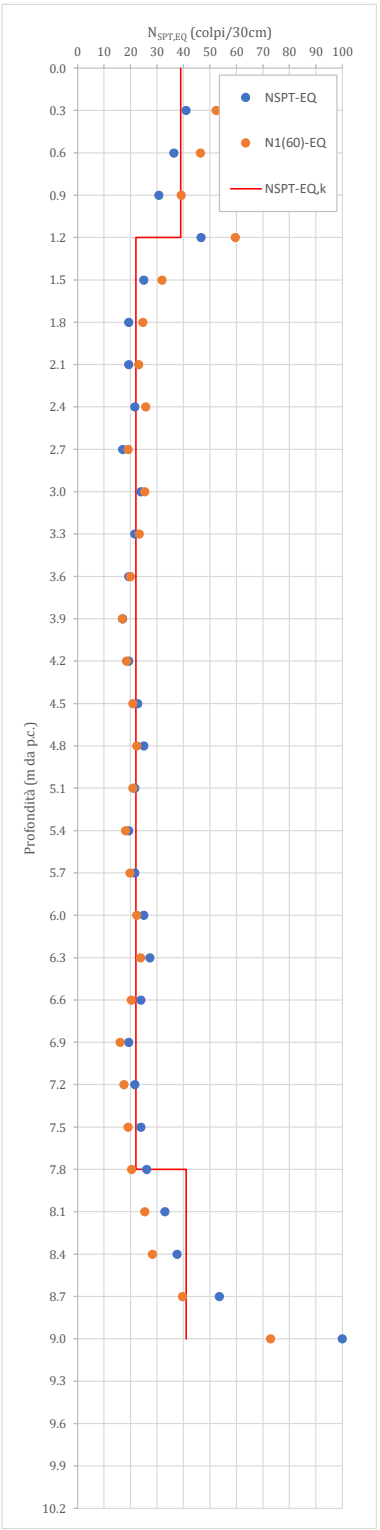
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100	Peso massa battente (kg): 73	Altezza caduta (m): 0.75	Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32	Peso unitario aste (kg/m): 4.6	Lunghezza aste (m): 0.9	Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51	Area di base punta (cmq): 20.43	Angolo ap. Punta (°): 60	Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93	Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83		Coeff. di energia (-): 1.14

DIAGRAMMI DI PROVA







Note:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-03	**DATA ESECUZIONE:**	08.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00÷1.20	34.0	33.6	27	41	5.9	34
2	1.20÷7.80	19.2	19.1	15	24	2.5	19
3	7.80÷9.00	36.3	35.6	29	47	9.5	36

STRATO	PROFONDITA'	R_{PD} (kg/cm^2)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	274.52	271.05	214.97	326.44	49.60	274.50
2	1.20-7.80	126.82	125.81	99.98	166.74	16.56	126.80
3	7.80-9.00	202.91	199.26	164.42	257.21	48.38	202.90

STRATO	PROFONDITA'	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	38.8	38.3	31	47	6.8	39
2	1.20-7.80	21.9	21.7	17	27	2.9	22
3	7.80-9.00	41.4	40.6	33	54	10.8	41

STRATO	PROFONDITA'	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	49.4	48.9	39	60	8.6	49
2	1.20-7.80	21.4	21.2	16	32	3.6	21
3	7.80-9.00	31.2	30.6	25	40	7.6	31

Simbologia:
- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	ϕ (1)	ϕ (2.1)	ϕ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'_{25} (1.1)	E'_{25} (1.2)	E'_{25} (2)	c_U (1)	c_U (2.1)	c_U (2.2)	c_U (2.3)	E_U (1)	E_U (2)
(n)	(m da p.c.)	(%)		(°)			(kg/cm^2)		(kg/cm^2)			(kg/cm^2)				(kg/cm^2)	
1	0.00-1.20	91	96	40.1	35.8	40.8	384	274	212	595	231	1.90	1.83	1.31	2.02	115	173
2	1.20-7.80	60	61	33.5	33.3	38.4	312	188	162	609	153	1.26	1.21	0.87	1.34	83	123
3	7.80-9.00	72	75	36.1	36.0	41.0	445	288	312	1058	313	2.57	2.48	1.78	2.74	150	179

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'_{25}: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE: Comunità Montana Valchiavenna
CANTIERE: Novate Mezzola (SO)
LOCALITA': Novate Mezzola (SO) **CODICE PROVA:** SCPT-04 **DATA ESECUZIONE:** 08.02.2024
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Bardelle **FALDA (m da p.c.):** assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100 | Peso massa battente (kg): 73 | Altezza caduta (m): 0.75 | Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32 | Peso unitario aste (kg/m): 4.6 | Lunghezza aste (m): 0.9 | Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51 | Area di base punta (cmq): 20.43 | Angolo ap. Punta (°): 60 | Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93 | Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83 | Coeff. di energia (-): 1.14

DATI DI PROVA

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)
0.0÷0.3	1	14	-	-	117.4	16	20
0.3÷0.6	2	23	-	-	183.1	26	33
0.6÷0.9	2	31	-	-	246.8	35	45
0.9÷1.2	2	29	-	-	230.9	33	42
1.2÷1.5	3	27	-	-	204.6	31	39
1.5÷1.8	3	24	-	-	181.9	27	35
1.8÷2.1	3	24	-	-	181.9	27	33
2.1÷2.4	4	19	-	-	137.4	22	26
2.4÷2.7	4	17	-	-	122.9	19	22
2.7÷3.0	4	19	-	-	137.4	22	23
3.0÷3.3	5	23	-	-	159.0	26	28
3.3÷3.6	5	25	-	-	172.8	29	29
3.6÷3.9	5	21	-	-	145.2	24	24
3.9÷4.2	6	19	-	-	125.8	22	21
4.2÷4.5	6	22	-	-	145.7	25	23
4.5÷4.8	6	20	-	-	132.5	23	20
4.8÷5.1	7	25	-	-	158.9	29	28
5.1÷5.4	7	27	-	-	171.6	31	29
5.4÷5.7	7	25	-	-	158.9	29	26
5.7÷6.0	8	23	-	-	140.5	26	23
6.0÷6.3	8	31	-	-	189.4	35	31
6.3÷6.6	8	33	-	-	201.6	38	32
6.6÷6.9	9	25	-	-	147.0	29	24
6.9÷7.2	9	36	-	-	211.7	41	33
7.2÷7.5	9	40	-	-	235.2	46	36
7.5÷7.8	10	53	-	-	300.5	60	47
7.8÷8.1	10	67	-	-	379.9	76	59
8.1÷8.4	10	82	-	-	464.9	94	71
8.4÷8.7	11	100	-	-	547.3	>100	>74

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)

Note:

SInGeA S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

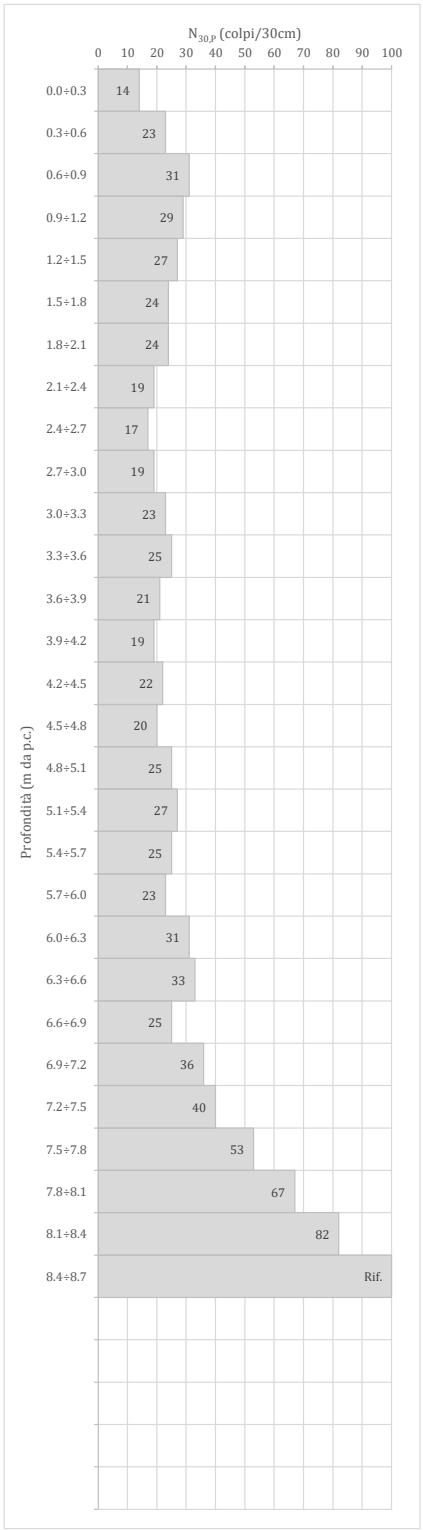
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

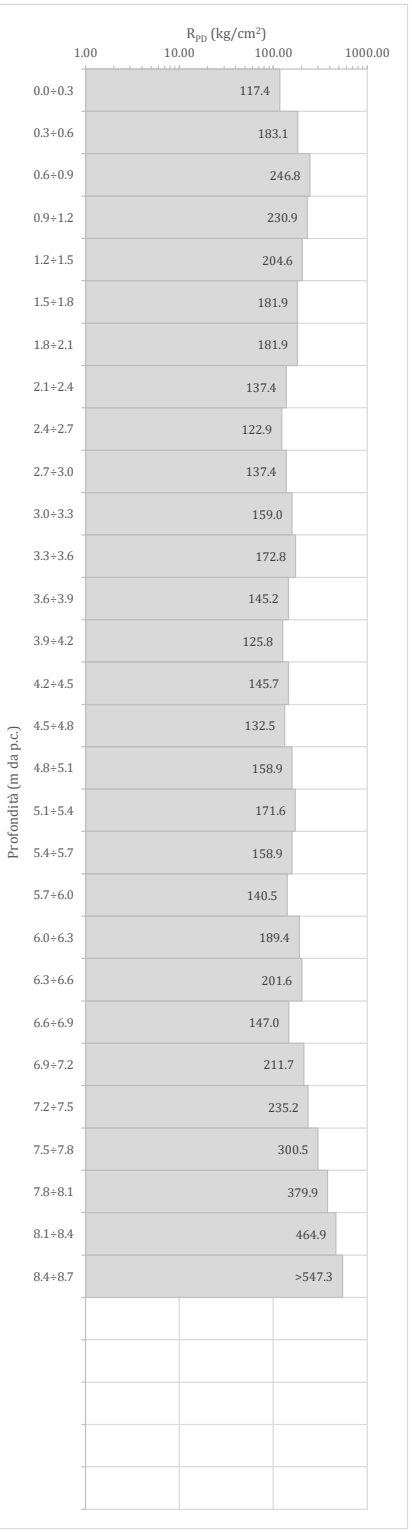
COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-04	**DATA ESECUZIONE:**	08.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

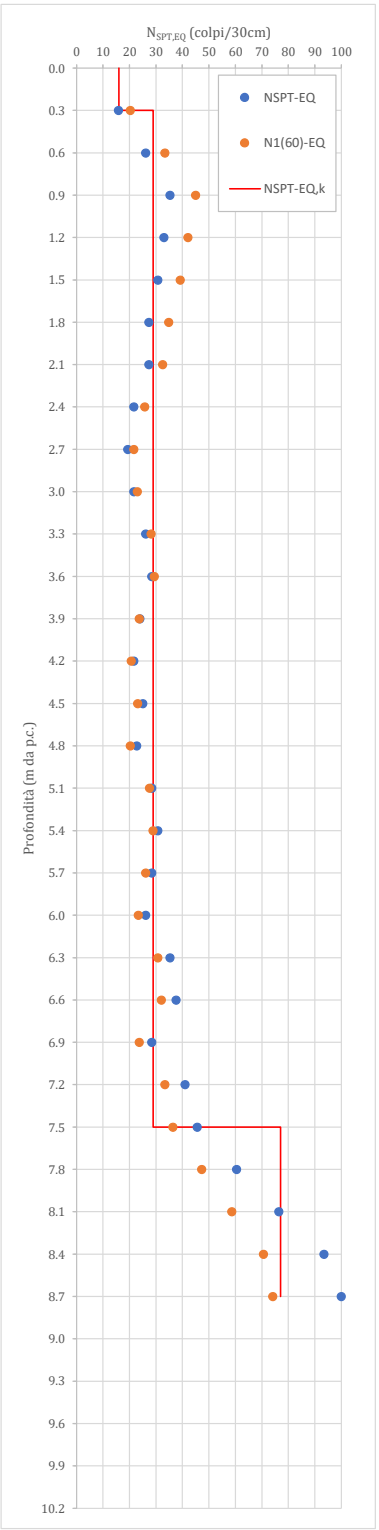
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100	Peso massa battente (kg): 73	Altezza caduta (m): 0.75	Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32	Peso unitario aste (kg/m): 4.6	Lunghezza aste (m): 0.9	Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51	Area di base punta (cmq): 20.43	Angolo ap. Punta (°): 60	Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93	Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83		Coeff. di energia (-): 1.14

DIAGRAMMI DI PROVA







Note:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-04	**DATA ESECUZIONE:**	08.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00÷0.30	14.0	14.0	14	14	-	14
2	0.30÷7.50	25.3	24.8	17	40	5.7	25
3	7.50÷8.70	67.3	66.3	53	82	14.5	67

STRATO	PROFONDITA'	R_{PD} (kg/cm^2)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	117.40	117.40	117.40	117.40	-	117.40
2	0.30-7.50	171.79	168.40	122.93	246.82	35.66	171.80
3	7.50-8.70	381.75	375.78	300.48	464.90	82.22	381.70

STRATO	PROFONDITA'	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	16.0	16.0	16	16	-	16
2	0.30-7.50	28.9	28.3	19	46	6.5	29
3	7.50-8.70	76.8	75.6	60	94	16.5	77

STRATO	PROFONDITA'	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	20.4	20.4	20	20	-	20
2	0.30-7.50	29.4	28.7	20	45	6.8	29
3	7.50-8.70	58.9	58.1	47	71	11.6	59

Simbologia:
- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	ϕ (1)	ϕ (2.1)	ϕ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'_{25} (1.1)	E'_{25} (1.2)	E'_{25} (2)	c_U (1)	c_U (2.1)	c_U (2.2)	c_U (2.3)	E_U (1)	E_U (2)
(n)	(m da p.c.)	(%)		(°)			(kg/cm^2)		(kg/cm^2)			(kg/cm^2)				(kg/cm^2)	
1	0.00-0.30	58	73	33.2	31.9	37.1	247	158	101	385	95	0.78	0.75	0.54	0.83	58	102
2	0.30-7.50	70	71	35.6	34.4	39.5	353	224	200	694	198	1.63	1.57	1.13	1.73	102	144
3	7.50-8.70	96	97	41.8	38.7	43.7	607	468	519	1361	580	4.76	4.60	3.30	5.07	262	260

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'_{25}: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE: Comunità Montana Valchiavenna
CANTIERE: Novate Mezzola (SO)
LOCALITA': Novate Mezzola (SO) **CODICE PROVA:** SCPT-05 **DATA ESECUZIONE:** 09.02.2024
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Bardelle **FALDA (m da p.c.):** assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100 | Peso massa battente (kg): 73 | Altezza caduta (m): 0.75 | Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32 | Peso unitario aste (kg/m): 4.6 | Lunghezza aste (m): 0.9 | Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51 | Area di base punta (cmq): 20.43 | Angolo ap. Punta (°): 60 | Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93 | Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83 | Coeff. di energia (-): 1.14

DATI DI PROVA

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)
0.0÷0.3	1	38	-	-	318.7	43	55
0.3÷0.6	2	36	-	-	286.6	41	52
0.6÷0.9	2	28	-	-	222.9	32	41
0.9÷1.2	2	45	-	-	358.3	51	65
1.2÷1.5	3	7	-	-	53.1	8	10
1.5÷1.8	3	9	-	-	68.2	10	13
1.8÷2.1	3	27	-	-	204.6	31	37
2.1÷2.4	4	39	-	-	282.0	44	53
2.4÷2.7	4	29	-	-	209.7	33	37
2.7÷3.0	4	35	-	-	253.1	40	42
3.0÷3.3	5	39	-	-	269.6	44	48
3.3÷3.6	5	23	-	-	159.0	26	27
3.6÷3.9	5	37	-	-	255.8	42	42
3.9÷4.2	6	33	-	-	218.6	38	36
4.2÷4.5	6	30	-	-	198.7	34	32
4.5÷4.8	6	36	-	-	238.4	41	37
4.8÷5.1	7	41	-	-	260.6	47	45
5.1÷5.4	7	54	-	-	343.2	62	58
5.4÷5.7	7	57	-	-	362.3	65	60
5.7÷6.0	8	100	-	-	610.9	>100	>89

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)

Note:

SInGeA S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

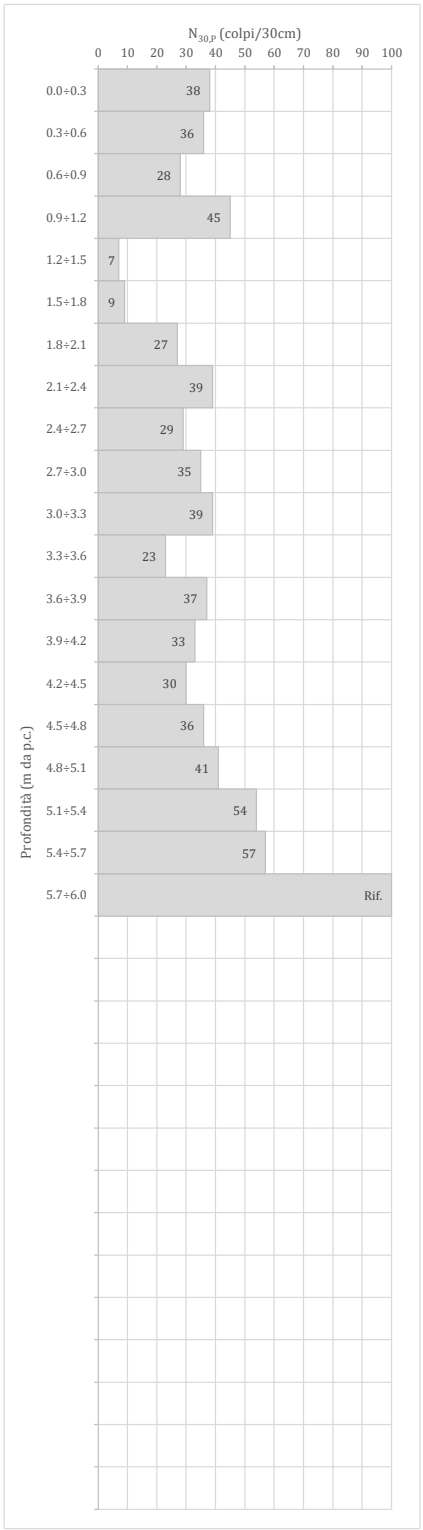
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

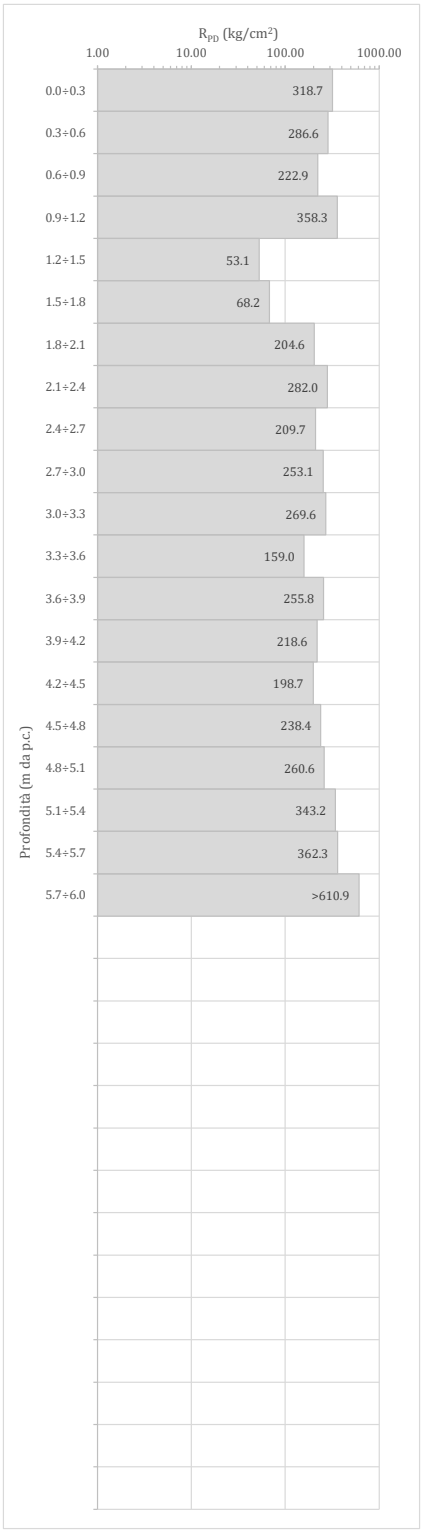
COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-05	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

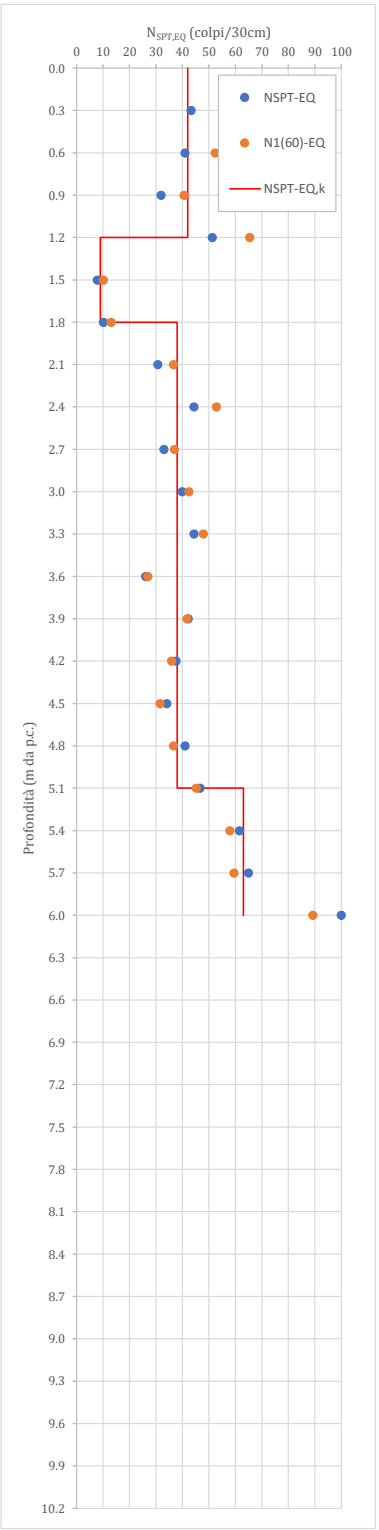
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100	Peso massa battente (kg): 73	Altezza caduta (m): 0.75	Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32	Peso unitario aste (kg/m): 4.6	Lunghezza aste (m): 0.9	Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51	Area di base punta (cmq): 20.43	Angolo ap. Punta (°): 60	Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93	Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83		Coeff. di energia (-): 1.14

DIAGRAMMI DI PROVA







Note:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-05	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00÷1.20	36.8	36.2	28	45	7.0	37
2	1.20÷1.80	8.0	7.9	7	9	1.4	8
3	1.80÷5.10	33.5	33.1	23	41	5.7	34
4	5.10÷6.00	55.5	55.5	54	57	2.1	56

STRATO	PROFONDITA'	R_{PD} (kg/cm^2)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	296.63	292.26	222.93	358.29	57.21	296.60
2	1.20-1.80	60.63	60.16	53.05	68.21	10.72	60.60
3	1.80-5.10	231.83	228.95	159.01	282.01	36.95	231.80
4	5.10-6.00	352.74	352.61	343.21	362.28	13.48	352.70

STRATO	PROFONDITA'	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	41.9	41.3	32	51	8.0	42
2	1.20-1.80	9.1	9.1	8	10	1.6	9
3	1.80-5.10	38.3	37.7	26	47	6.5	38
4	5.10-6.00	63.3	63.3	62	65	2.4	63

STRATO	PROFONDITA'	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	53.4	52.7	41	65	10.2	53
2	1.20-1.80	11.6	11.5	10	13	2.1	12
3	1.80-5.10	39.6	38.9	27	53	7.4	40
4	5.10-6.00	58.8	58.8	58	60	1.1	59

Simbologia:
- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	ϕ (1)	ϕ (2.1)	ϕ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'_{25} (1.1)	E'_{25} (1.2)	E'_{25} (2)	c_U (1)	c_U (2.1)	c_U (2.2)	c_U (2.3)	E_U (1)	E_U (2)
(n)	(m da p.c.)	(%)		(°)			(kg/cm^2)		(kg/cm^2)			(kg/cm^2)				(kg/cm^2)	
1	0.00-1.20	93	97	40.8	36.1	41.1	399	290	227	616	250	2.05	1.98	1.42	2.19	123	181
2	1.20-1.80	44	46	30.4	29.4	34.6	186	123	61	253	54	0.45	0.43	0.31	0.48	41	73
3	1.80-5.10	81	81	38.1	35.7	40.7	403	272	246	776	256	2.10	2.03	1.45	2.23	126	171
4	5.10-6.00	99	96	41.9	38.0	43.0	553	399	428	1127	478	3.92	3.79	2.72	4.18	219	232

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'_{25}: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE: Comunità Montana Valchiavenna
CANTIERE: Novate Mezzola (SO)
LOCALITA': Novate Mezzola (SO) **CODICE PROVA:** SCPT-06 **DATA ESECUZIONE:** 09.02.2024
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Bardelle **FALDA (m da p.c.):** assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100 | Peso massa battente (kg): 73 | Altezza caduta (m): 0.75 | Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32 | Peso unitario aste (kg/m): 4.6 | Lunghezza aste (m): 0.9 | Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51 | Area di base punta (cmq): 20.43 | Angolo ap. Punta (°): 60 | Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93 | Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83 | Coeff. di energia (-): 1.14

DATI DI PROVA

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)
0.0÷0.3	1	21	-	-	176.1	24	31
0.3÷0.6	2	22	-	-	175.2	25	32
0.6÷0.9	2	20	-	-	159.2	23	29
0.9÷1.2	2	21	-	-	167.2	24	31
1.2÷1.5	3	25	-	-	189.5	29	36
1.5÷1.8	3	27	-	-	204.6	31	39
1.8÷2.1	3	31	-	-	234.9	35	42
2.1÷2.4	4	33	-	-	238.6	38	45
2.4÷2.7	4	29	-	-	209.7	33	37
2.7÷3.0	4	30	-	-	216.9	34	36
3.0÷3.3	5	34	-	-	235.1	39	42
3.3÷3.6	5	29	-	-	200.5	33	34
3.6÷3.9	5	27	-	-	186.7	31	31
3.9÷4.2	6	26	-	-	172.2	30	28
4.2÷4.5	6	31	-	-	205.3	35	33
4.5÷4.8	6	34	-	-	225.2	39	35
4.8÷5.1	7	37	-	-	235.2	42	41
5.1÷5.4	7	35	-	-	222.5	40	38
5.4÷5.7	7	39	-	-	247.9	44	41
5.7÷6.0	8	41	-	-	250.5	47	42
6.0÷6.3	8	43	-	-	262.7	49	43
6.3÷6.6	8	39	-	-	238.3	44	38
6.6÷6.9	9	37	-	-	217.6	42	35
6.9÷7.2	9	39	-	-	229.4	44	36
7.2÷7.5	9	42	-	-	247.0	48	38
7.5÷7.8	10	46	-	-	260.8	52	41
7.8÷8.1	10	52	-	-	294.8	59	46
8.1÷8.4	10	71	-	-	402.5	81	61
8.4÷8.7	11	89	-	-	487.1	>100	>74
8.7÷9.0	11	100	-	-	547.3	>100	>73

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)

Note:

SInGeA S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

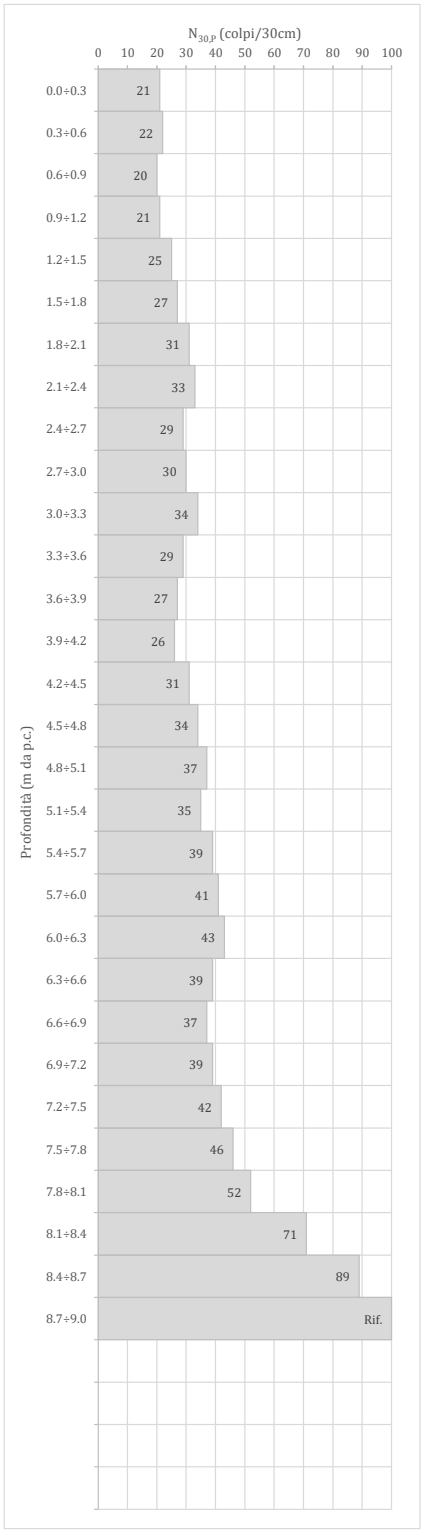
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

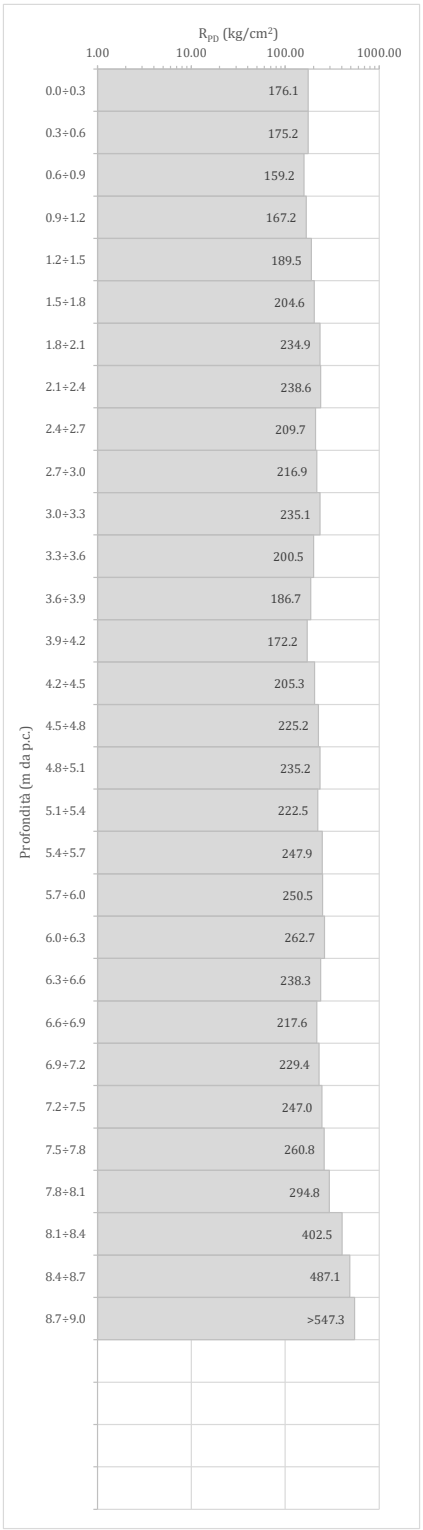
COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-06	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

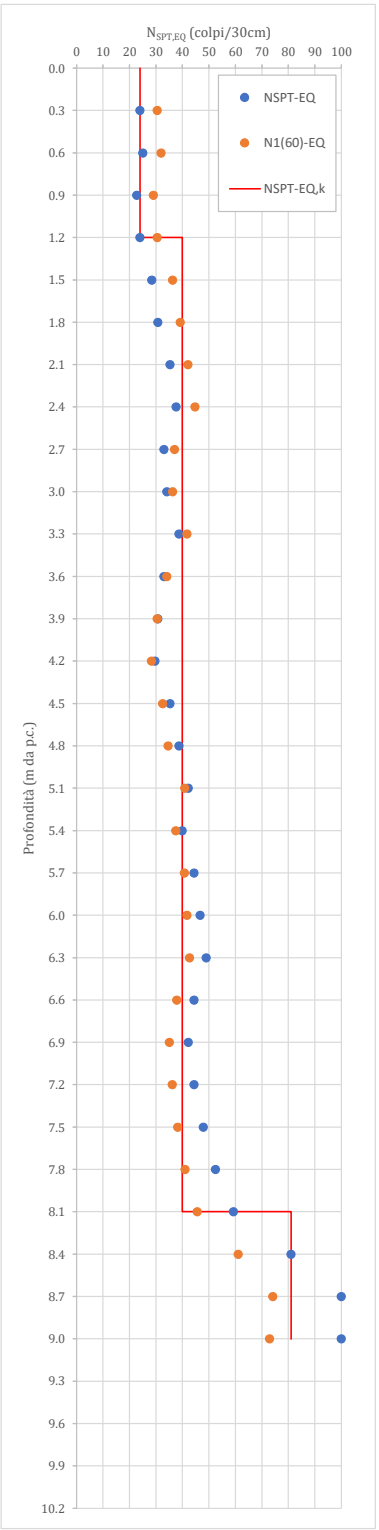
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100	Peso massa battente (kg): 73	Altezza caduta (m): 0.75	Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32	Peso unitario aste (kg/m): 4.6	Lunghezza aste (m): 0.9	Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51	Area di base punta (cmq): 20.43	Angolo ap. Punta (°): 60	Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93	Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83		Coeff. di energia (-): 1.14

DIAGRAMMI DI PROVA







Note:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-06	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00÷1.20	21.0	21.0	20	22	0.8	21
2	1.20÷8.10	35.0	34.4	25	52	6.9	35
3	8.10÷9.00	71.0	71.0	71	71	-	71

STRATO	PROFONDITA'	R_{PD} (kg/cm^2)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	169.43	169.29	159.24	176.10	7.88	169.40
2	1.20-8.10	227.21	225.57	172.20	294.81	27.87	227.20
3	8.10-9.00	402.53	402.53	402.53	402.53	-	402.50

STRATO	PROFONDITA'	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	24.0	23.9	23	25	0.9	24
2	1.20-8.10	40.0	39.2	29	59	7.9	40
3	8.10-9.00	81.0	81.0	81	81	-	81

STRATO	PROFONDITA'	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-1.20	30.5	30.5	29	32	1.2	31
2	1.20-8.10	38.1	37.8	28	46	4.4	38
3	8.10-9.00	61.1	61.1	61	61	-	61

Simbologia:
- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	ϕ (1)	ϕ (2.1)	ϕ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'_{25} (1.1)	E'_{25} (1.2)	E'_{25} (2)	c_U (1)	c_U (2.1)	c_U (2.2)	c_U (2.3)	E_U (1)	E_U (2)
(n)	(m da p.c.)	(%)		(°)			(kg/cm^2)		(kg/cm^2)			(kg/cm^2)				(kg/cm^2)	
1	0.00-1.20	71	80	36.0	33.7	38.8	303	199	144	494	143	1.17	1.13	0.81	1.25	78	130
2	1.20-8.10	80	80	37.8	35.9	40.9	422	280	274	875	283	2.32	2.24	1.61	2.47	137	176
3	8.10-9.00	100	100	42.3	39.0	44.0	626	489	539	1346	612	5.02	4.85	3.48	5.35	275	270

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'_{25}: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE: Comunità Montana Valchiavenna
CANTIERE: Novate Mezzola (SO)
LOCALITA': Novate Mezzola (SO) **CODICE PROVA:** SCPT-07 **DATA ESECUZIONE:** 09.02.2024
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Bardelle **FALDA (m da p.c.):** assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100 | Peso massa battente (kg): 73 | Altezza caduta (m): 0.75 | Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32 | Peso unitario aste (kg/m): 4.6 | Lunghezza aste (m): 0.9 | Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51 | Area di base punta (cmq): 20.43 | Angolo ap. Punta (°): 60 | Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93 | Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83 | Coeff. di energia (-): 1.14

DATI DI PROVA

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)
0.0÷0.3	1	8	-	-	67.1	9	12
0.3÷0.6	2	21	-	-	167.2	24	31
0.6÷0.9	2	23	-	-	183.1	26	33
0.9÷1.2	2	19	-	-	151.3	22	28
1.2÷1.5	3	24	-	-	181.9	27	35
1.5÷1.8	3	23	-	-	174.3	26	33
1.8÷2.1	3	26	-	-	197.1	30	35
2.1÷2.4	4	29	-	-	209.7	33	39
2.4÷2.7	4	27	-	-	195.2	31	35
2.7÷3.0	4	31	-	-	224.2	35	38
3.0÷3.3	5	29	-	-	200.5	33	36
3.3÷3.6	5	27	-	-	186.7	31	32
3.6÷3.9	5	27	-	-	186.7	31	31
3.9÷4.2	6	29	-	-	192.1	33	32
4.2÷4.5	6	31	-	-	205.3	35	33
4.5÷4.8	6	33	-	-	218.6	38	34
4.8÷5.1	7	35	-	-	222.5	40	39
5.1÷5.4	7	32	-	-	203.4	36	34
5.4÷5.7	7	29	-	-	184.3	33	30
5.7÷6.0	8	31	-	-	189.4	35	32
6.0÷6.3	8	30	-	-	183.3	34	30
6.3÷6.6	8	33	-	-	201.6	38	32
6.6÷6.9	9	35	-	-	205.8	40	33
6.9÷7.2	9	37	-	-	217.6	42	34
7.2÷7.5	9	37	-	-	217.6	42	34
7.5÷7.8	10	42	-	-	238.1	48	38
7.8÷8.1	10	47	-	-	266.5	54	41
8.1÷8.4	10	55	-	-	311.8	63	47
8.4÷8.7	11	100	-	-	547.3	>100	>74

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)

Note:

SInGeA S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

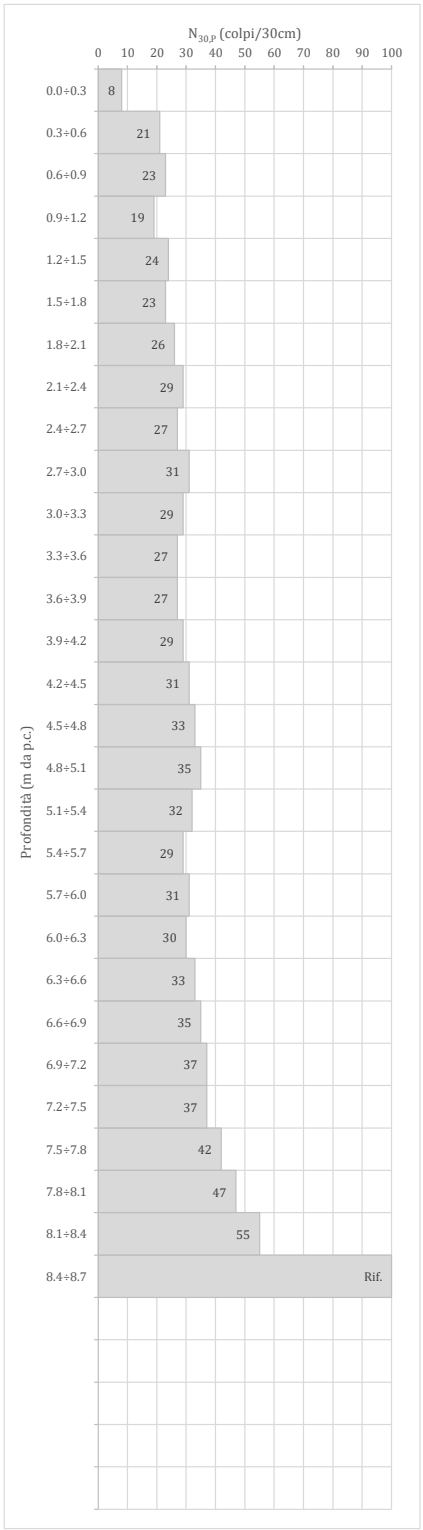
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

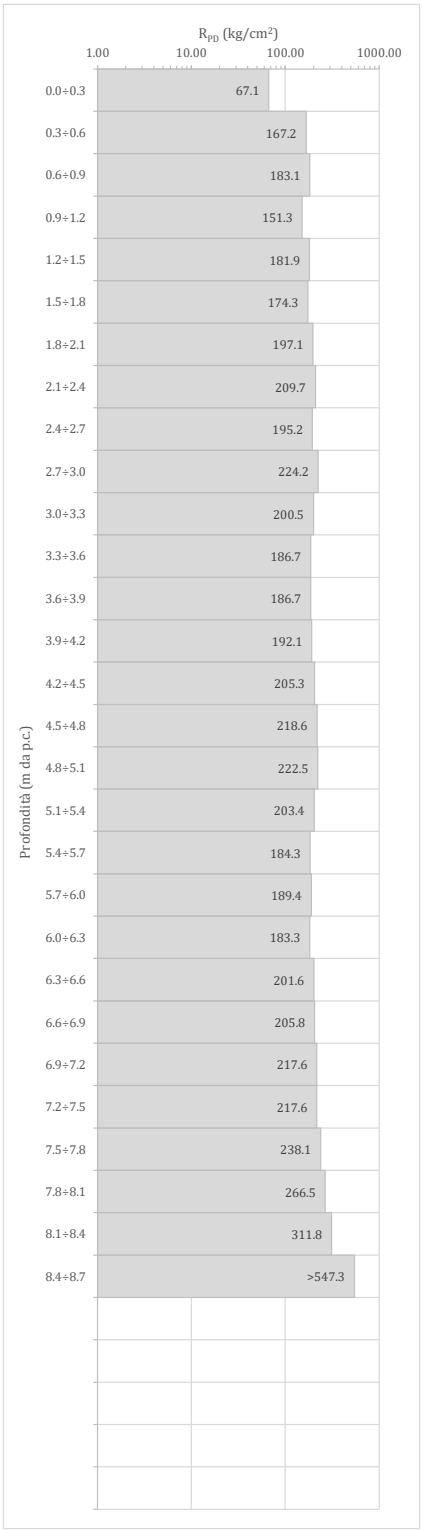
COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-07	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

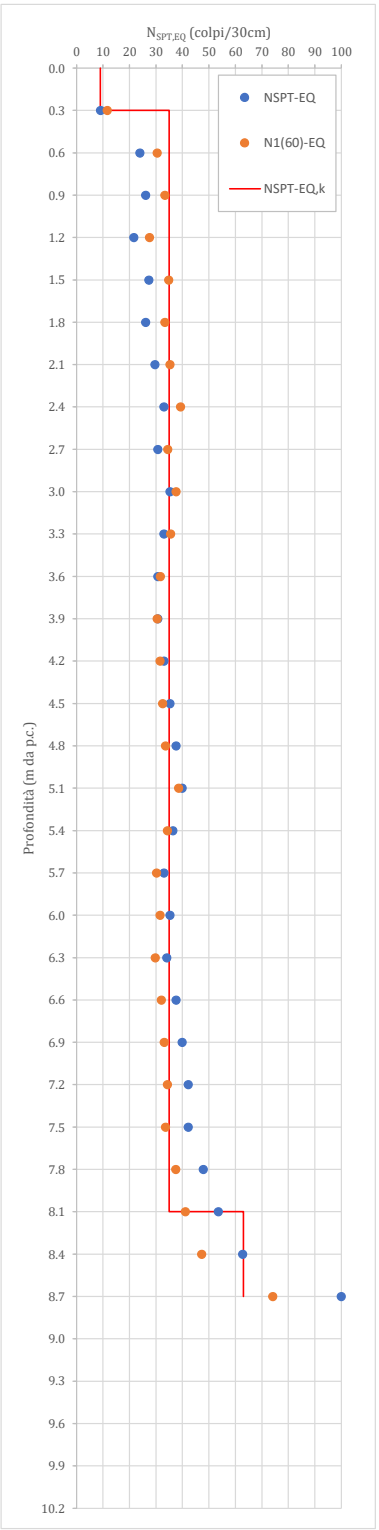
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100	Peso massa battente (kg): 73	Altezza caduta (m): 0.75	Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32	Peso unitario aste (kg/m): 4.6	Lunghezza aste (m): 0.9	Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51	Area di base punta (cmq): 20.43	Angolo ap. Punta (°): 60	Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93	Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83		Coeff. di energia (-): 1.14

DIAGRAMMI DI PROVA







Note:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-07	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00÷0.30	8.0	8.0	8	8	-	8
2	0.30÷8.10	30.3	29.7	19	47	6.3	30
3	8.10÷8.70	55.0	55.0	55	55	-	55

STRATO	PROFONDITA'	R_{PD} (kg/cm^2)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	67.09	67.09	67.09	67.09	-	67.10
2	0.30-8.10	200.15	198.84	151.28	266.47	23.58	200.10
3	8.10-8.70	311.82	311.82	311.82	311.82	-	311.80

STRATO	PROFONDITA'	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	9.1	9.1	9	9	-	9
2	0.30-8.10	34.5	33.8	22	54	7.2	35
3	8.10-8.70	62.7	62.7	63	63	-	63

STRATO	PROFONDITA'	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	11.6	11.6	12	12	-	12
2	0.30-8.10	33.8	33.7	28	41	3.2	34
3	8.10-8.70	47.4	47.4	47	47	-	47

Simbologia:
- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	ϕ (1)	ϕ (2.1)	ϕ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'$_{25}$ (1.1)	E'$_{25}$ (1.2)	E'$_{25}$ (2)	c_U (1)	c_U (2.1)	c_U (2.2)	c_U (2.3)	E_U (1)	E_U (2)
(n)	(m da p.c.)	(%)		(°)			(kg/cm^2)		(kg/cm^2)			(kg/cm^2)				(kg/cm^2)	
1	0.00-0.30	44	56	30.4	29.5	34.7	187	123	61	254	54	0.45	0.43	0.31	0.48	41	73
2	0.30-8.10	75	76	36.8	35.2	40.3	389	253	238	792	241	1.97	1.91	1.37	2.10	119	161
3	8.10-8.70	89	91	39.8	37.9	42.9	551	396	440	1276	474	3.89	3.76	2.69	4.14	217	231

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'$_{25}$: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE: Comunità Montana Valchiavenna
CANTIERE: Novate Mezzola (SO)
LOCALITA': Novate Mezzola (SO) **CODICE PROVA:** SCPT-08 **DATA ESECUZIONE:** 09.02.2024
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Bardelle **FALDA (m da p.c.):** assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100 | Peso massa battente (kg): 73 | Altezza caduta (m): 0.75 | Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32 | Peso unitario aste (kg/m): 4.6 | Lunghezza aste (m): 0.9 | Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51 | Area di base punta (cmq): 20.43 | Angolo ap. Punta (°): 60 | Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93 | Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83 | Coeff. di energia (-): 1.14

DATI DI PROVA

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)
0.0÷0.3	1	12	-	-	100.6	14	17
0.3÷0.6	2	19	-	-	151.3	22	28
0.6÷0.9	2	22	-	-	175.2	25	32
0.9÷1.2	2	20	-	-	159.2	23	29
1.2÷1.5	3	23	-	-	174.3	26	33
1.5÷1.8	3	23	-	-	174.3	26	33
1.8÷2.1	3	25	-	-	189.5	29	34
2.1÷2.4	4	27	-	-	195.2	31	37
2.4÷2.7	4	30	-	-	216.9	34	38
2.7÷3.0	4	32	-	-	231.4	36	39
3.0÷3.3	5	34	-	-	235.1	39	42
3.3÷3.6	5	34	-	-	235.1	39	40
3.6÷3.9	5	33	-	-	228.1	38	37
3.9÷4.2	6	37	-	-	245.0	42	40
4.2÷4.5	6	41	-	-	271.5	47	43
4.5÷4.8	6	46	-	-	304.7	52	47
4.8÷5.1	7	51	-	-	324.1	58	56
5.1÷5.4	7	69	-	-	438.5	79	74
5.4÷5.7	7	82	-	-	521.2	94	86
5.7÷6.0	8	100	-	-	610.9	>100	>89

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)

Note:

SInGeA S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

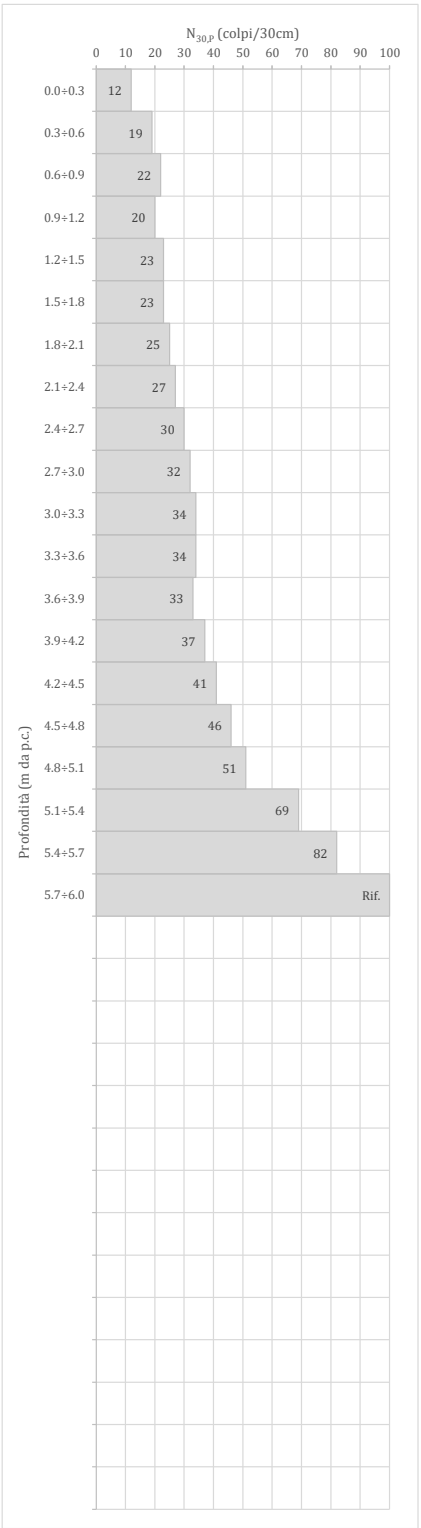
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

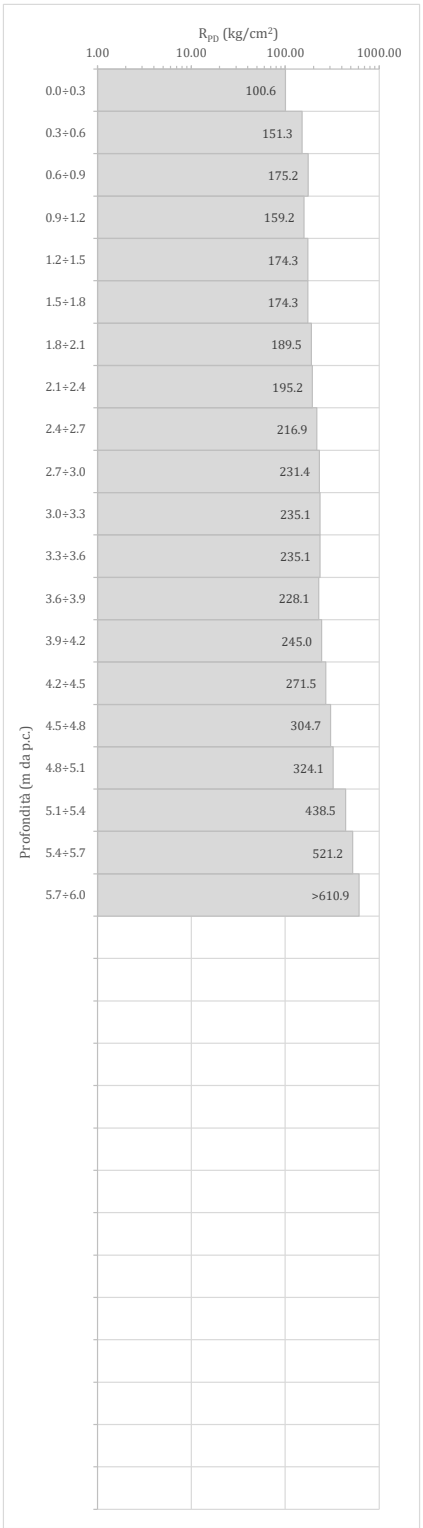
COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-08	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

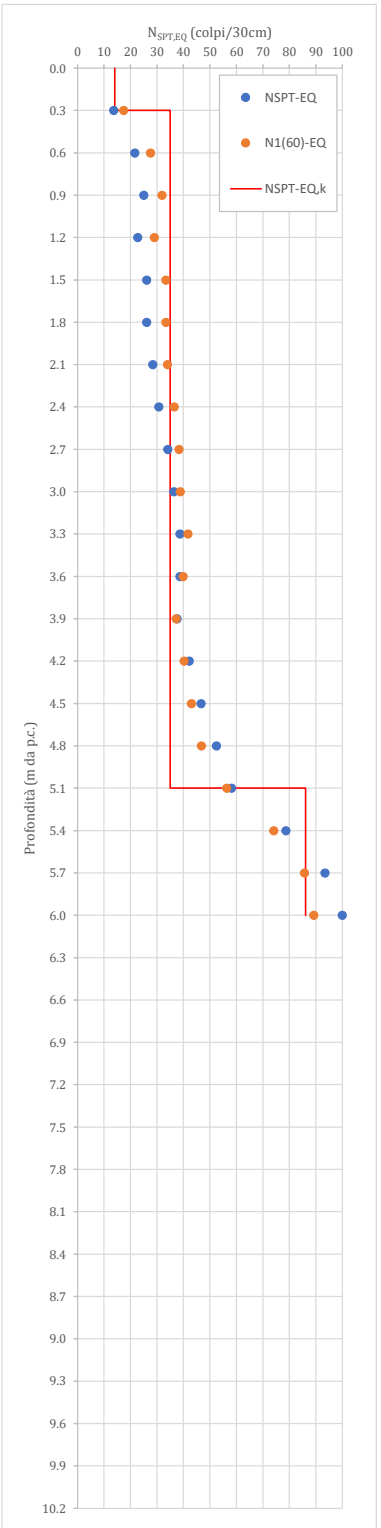
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100	Peso massa battente (kg): 73	Altezza caduta (m): 0.75	Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32	Peso unitario aste (kg/m): 4.6	Lunghezza aste (m): 0.9	Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51	Area di base punta (cmq): 20.43	Angolo ap. Punta (°): 60	Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93	Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83		Coeff. di energia (-): 1.14

DIAGRAMMI DI PROVA







Note:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-08	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00÷0.30	12.0	12.0	12	12	-	12
2	0.30÷5.10	31.1	29.8	19	51	9.3	31
3	5.10÷6.00	75.5	75.2	69	82	9.2	76

STRATO	PROFONDITA'	R_{PD} (kg/cm^2)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	100.63	100.63	100.63	100.63	-	100.60
2	0.30-5.10	219.44	214.26	151.28	324.14	50.40	219.40
3	5.10-6.00	479.86	478.08	438.55	521.17	58.42	479.90

STRATO	PROFONDITA'	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	13.7	13.7	14	14	-	14
2	0.30-5.10	35.4	34.0	22	58	10.7	35
3	5.10-6.00	86.1	85.8	79	94	10.5	86

STRATO	PROFONDITA'	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.30	17.5	17.5	17	17	-	17
2	0.30-5.10	38.1	37.5	28	56	7.1	38
3	5.10-6.00	79.9	79.7	74	86	8.2	80

Simbologia:
- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	ϕ (1)	ϕ (2.1)	ϕ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'_{25} (1.1)	E'_{25} (1.2)	E'_{25} (2)	c_U (1)	c_U (2.1)	c_U (2.2)	c_U (2.3)	E_U (1)	E_U (2)
(n)	(m da p.c.)	(%)		(°)			(kg/cm^2)		(kg/cm^2)			(kg/cm^2)				(kg/cm^2)	
1	0.00-0.30	54	68	32.4	31.3	36.4	229	146	88	345	82	0.67	0.65	0.46	0.71	53	93
2	0.30-5.10	79	80	37.7	35.2	40.3	380	257	224	705	232	1.91	1.84	1.32	2.03	116	163
3	5.10-6.00	100	100	45.0	39.3	44.3	645	516	573	1432	651	5.34	5.16	3.70	5.69	291	279

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'_{25}: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE: Comunità Montana Valchiavenna
CANTIERE: Novate Mezzola (SO)
LOCALITA': Novate Mezzola (SO) **CODICE PROVA:** SCPT-09 **DATA ESECUZIONE:** 09.02.2024
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Bardelle **FALDA (m da p.c.):** assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100 | Peso massa battente (kg): 73 | Altezza caduta (m): 0.75 | Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32 | Peso unitario aste (kg/m): 4.6 | Lunghezza aste (m): 0.9 | Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51 | Area di base punta (cmq): 20.43 | Angolo ap. Punta (°): 60 | Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93 | Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83 | Coeff. di energia (-): 1.14

DATI DI PROVA

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)
0.0÷0.3	1	9	-	-	75.5	10	13
0.3÷0.6	2	13	-	-	103.5	15	19
0.6÷0.9	2	23	-	-	183.1	26	33
0.9÷1.2	2	31	-	-	246.8	35	45
1.2÷1.5	3	19	-	-	144.0	22	28
1.5÷1.8	3	27	-	-	204.6	31	39
1.8÷2.1	3	32	-	-	242.5	36	43
2.1÷2.4	4	28	-	-	202.5	32	38
2.4÷2.7	4	33	-	-	238.6	38	42
2.7÷3.0	4	24	-	-	173.5	27	29
3.0÷3.3	5	21	-	-	145.2	24	26
3.3÷3.6	5	36	-	-	248.9	41	42
3.6÷3.9	5	31	-	-	214.3	35	35
3.9÷4.2	6	37	-	-	245.0	42	40
4.2÷4.5	6	28	-	-	185.4	32	29
4.5÷4.8	6	21	-	-	139.1	24	21
4.8÷5.1	7	31	-	-	197.0	35	34
5.1÷5.4	7	29	-	-	184.3	33	31
5.4÷5.7	7	32	-	-	203.4	36	33
5.7÷6.0	8	43	-	-	262.7	49	44
6.0÷6.3	8	56	-	-	342.1	64	56
6.3÷6.6	8	67	-	-	409.3	76	65
6.6÷6.9	9	89	-	-	523.4	>100	>83
6.9÷7.2	9	100	-	-	588.1	>100	>82

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)

Note:

SInGeA S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

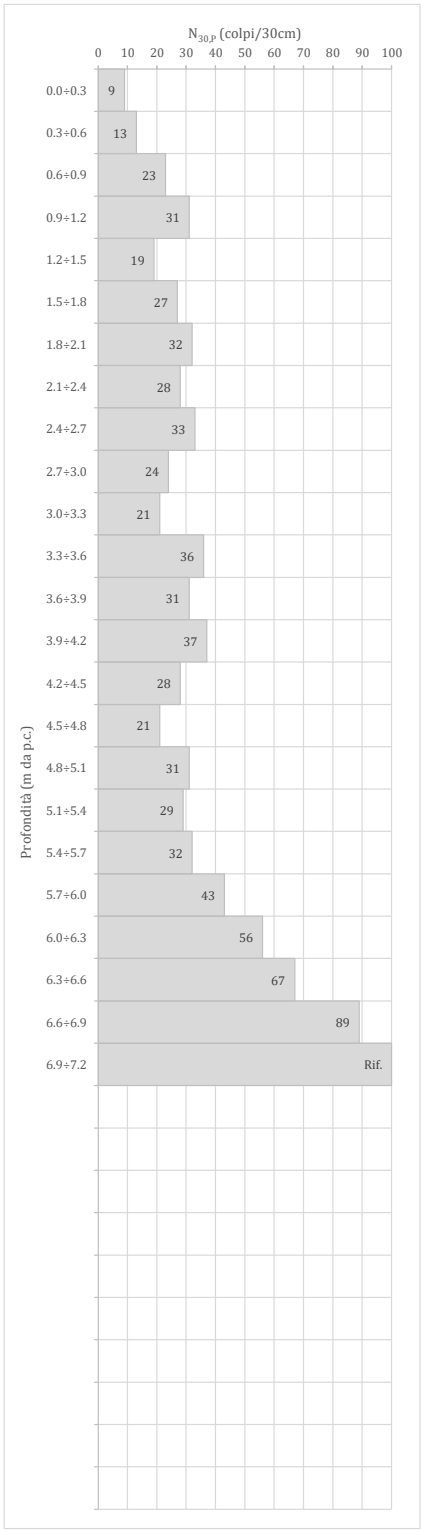
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

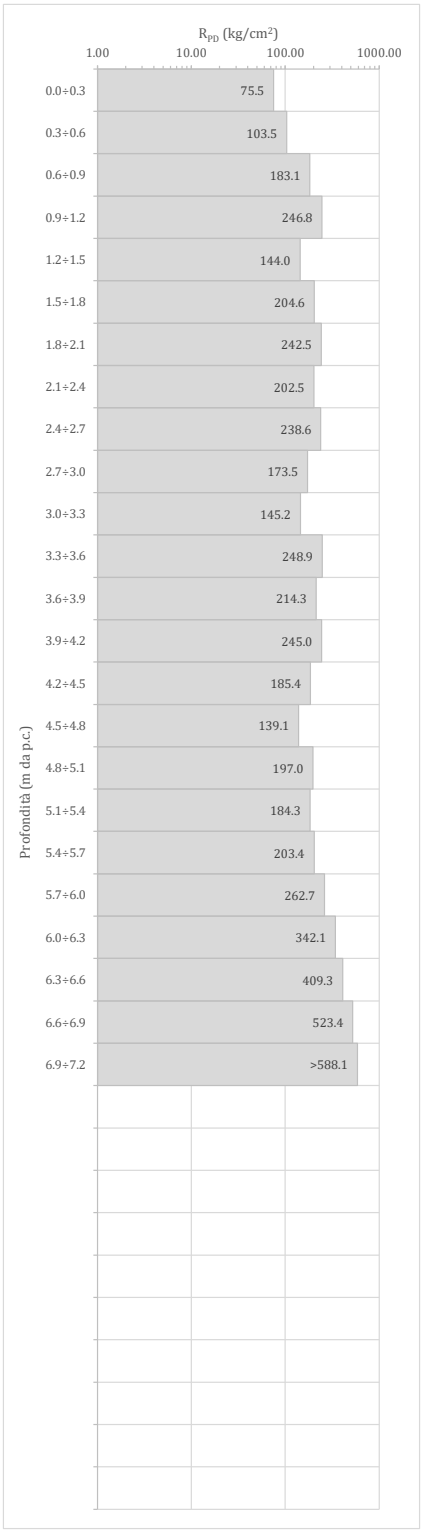
COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-09	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

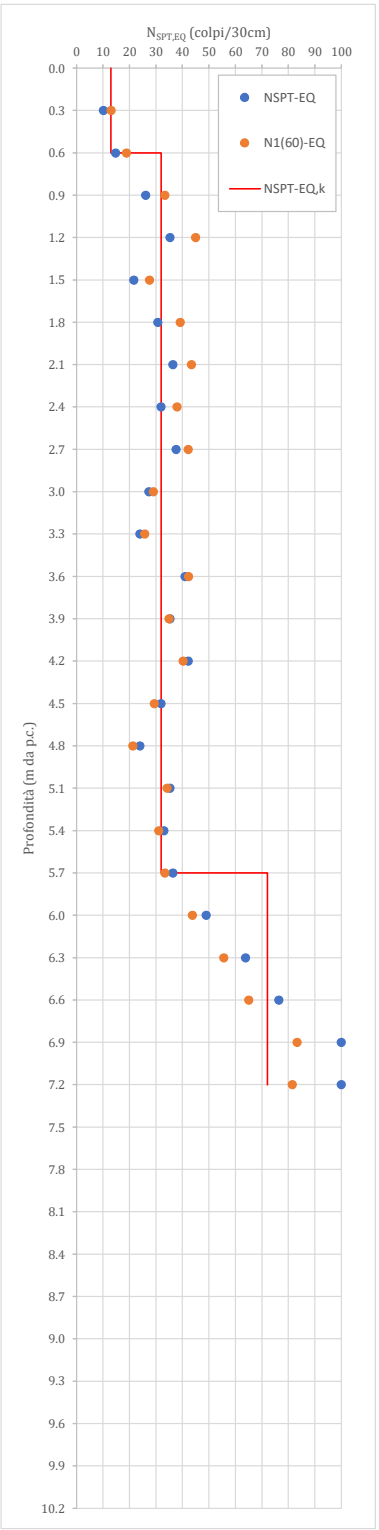
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100	Peso massa battente (kg): 73	Altezza caduta (m): 0.75	Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32	Peso unitario aste (kg/m): 4.6	Lunghezza aste (m): 0.9	Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51	Area di base punta (cmq): 20.43	Angolo ap. Punta (°): 60	Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93	Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83		Coeff. di energia (-): 1.14

DIAGRAMMI DI PROVA







Note:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-09	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00÷0.60	11.0	10.8	9	13	2.8	11
2	0.60÷5.70	28.4	27.9	19	37	5.3	28
3	5.70÷7.20	63.8	61.6	43	89	19.5	64

STRATO	PROFONDITA'	R_{PD} (kg/cm^2)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.60	89.49	88.38	75.47	103.51	19.82	89.50
2	0.60-5.70	199.91	196.60	139.08	248.89	36.62	199.90
3	5.70-7.20	384.39	372.51	262.70	523.42	110.37	384.40

STRATO	PROFONDITA'	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.60	12.5	12.3	10	15	3.2	13
2	0.60-5.70	32.4	31.8	22	42	6.0	32
3	5.70-7.20	72.3	69.9	49	100	21.6	72

STRATO	PROFONDITA'	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-0.60	16.0	15.7	13	19	4.1	16
2	0.60-5.70	34.8	34.1	21	45	6.8	35
3	5.70-7.20	62.0	60.3	44	83	16.7	62

Simbologia:
- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	ϕ (1)	ϕ (2.1)	ϕ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'$_{25}$ (1.1)	E'$_{25}$ (1.2)	E'$_{25}$ (2)	c_U (1)	c_U (2.1)	c_U (2.2)	c_U (2.3)	E_U (1)	E_U (2)
(n)	(m da p.c.)	(%)		(°)			(kg/cm^2)		(kg/cm^2)			(kg/cm^2)				(kg/cm^2)	
1	0.00-0.60	51	62	31.9	30.8	36.0	218	140	82	322	75	0.61	0.59	0.43	0.65	50	88
2	0.60-5.70	76	76	37.0	35.0	40.0	369	242	211	697	215	1.76	1.70	1.22	1.88	108	155
3	5.70-7.20	95	95	42.2	38.4	43.4	587	445	490	1289	547	4.48	4.33	3.10	4.78	248	250

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'$_{25}$: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE: Comunità Montana Valchiavenna
CANTIERE: Novate Mezzola (SO)
LOCALITA': Novate Mezzola (SO) **CODICE PROVA:** SCPT-10 **DATA ESECUZIONE:** 09.02.2024
TIPOLOGIA: Super Pesante (DPSH) non rivestita **OPERATORE:** Bardelle **FALDA (m da p.c.):** assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100 | Peso massa battente (kg): 73 | Altezza caduta (m): 0.75 | Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32 | Peso unitario aste (kg/m): 4.6 | Lunghezza aste (m): 0.9 | Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51 | Area di base punta (cmq): 20.43 | Angolo ap. Punta (°): 60 | Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93 | Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83 | Coeff. di energia (-): 1.14

DATI DI PROVA

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)
0.0÷0.3	1	11	-	-	92.2	13	16
0.3÷0.6	2	16	-	-	127.4	18	23
0.6÷0.9	2	23	-	-	183.1	26	33
0.9÷1.2	2	31	-	-	246.8	35	45
1.2÷1.5	3	21	-	-	159.2	24	31
1.5÷1.8	3	43	-	-	325.9	49	63
1.8÷2.1	3	12	-	-	90.9	14	16
2.1÷2.4	4	19	-	-	137.4	22	26
2.4÷2.7	4	27	-	-	195.2	31	35
2.7÷3.0	4	31	-	-	224.2	35	38
3.0÷3.3	5	36	-	-	248.9	41	44
3.3÷3.6	5	34	-	-	235.1	39	40
3.6÷3.9	5	29	-	-	200.5	33	33
3.9÷4.2	6	33	-	-	218.6	38	36
4.2÷4.5	6	41	-	-	271.5	47	43
4.5÷4.8	6	37	-	-	245.0	42	38
4.8÷5.1	7	36	-	-	228.8	41	40
5.1÷5.4	7	39	-	-	247.9	44	42
5.4÷5.7	7	43	-	-	273.3	49	45
5.7÷6.0	8	29	-	-	177.2	33	30
6.0÷6.3	8	21	-	-	128.3	24	21
6.3÷6.6	8	27	-	-	164.9	31	26
6.6÷6.9	9	39	-	-	229.4	44	37
6.9÷7.2	9	63	-	-	370.5	72	59
7.2÷7.5	9	100	-	-	588.1	>100	>80

Profondità (m da p.c.)	Aste (n)	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)	$N_{30,R}$ (colpi/30cm)	R (-)	R_{PD} (kg/cm^2)	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)

Note:

SInGeA S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

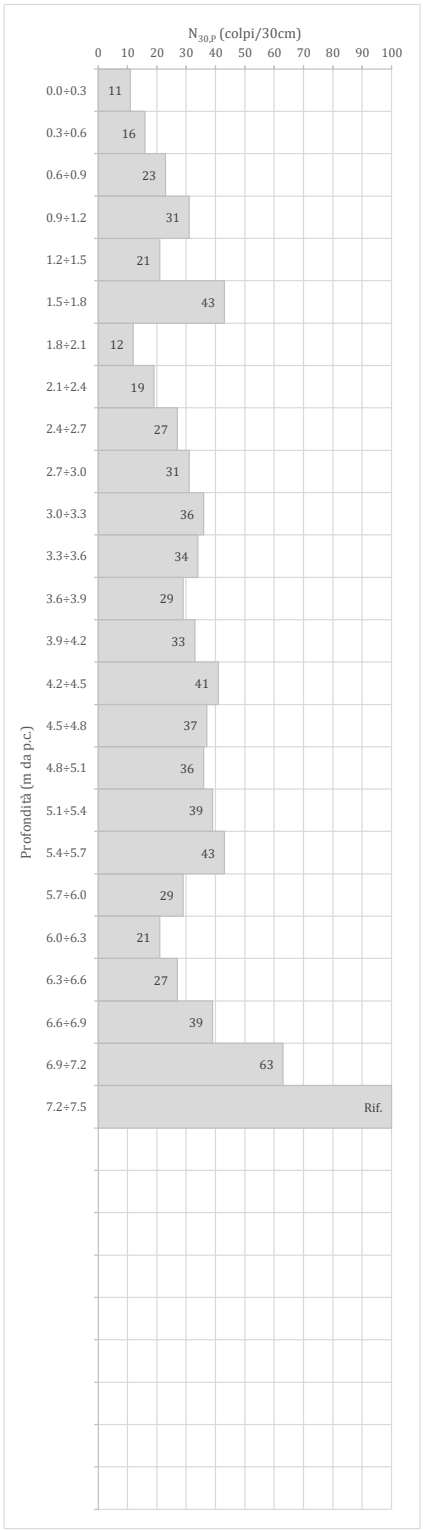
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

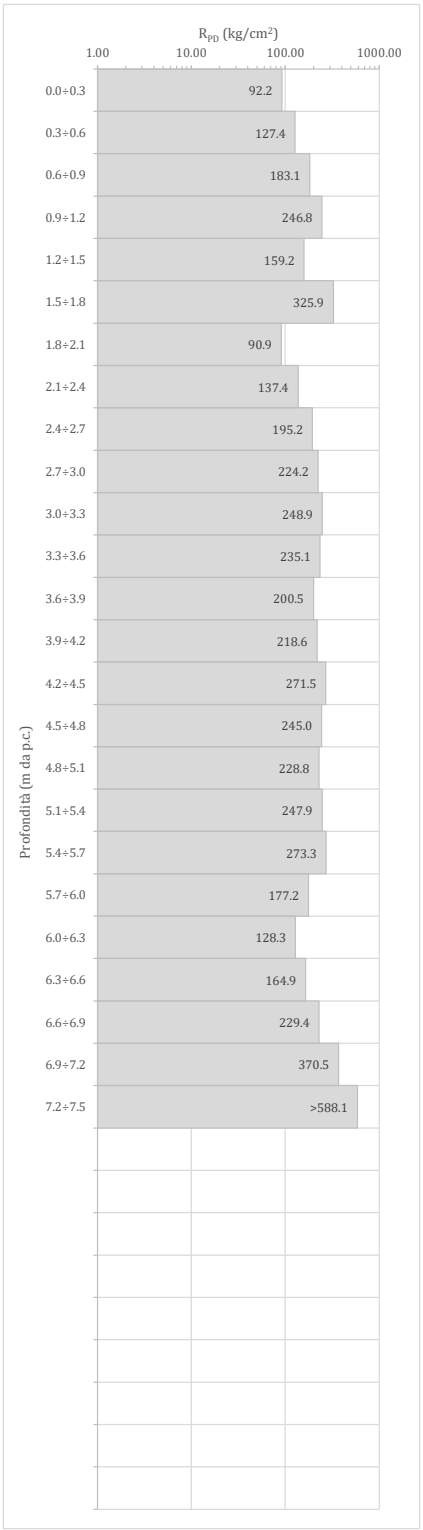
COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-10	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

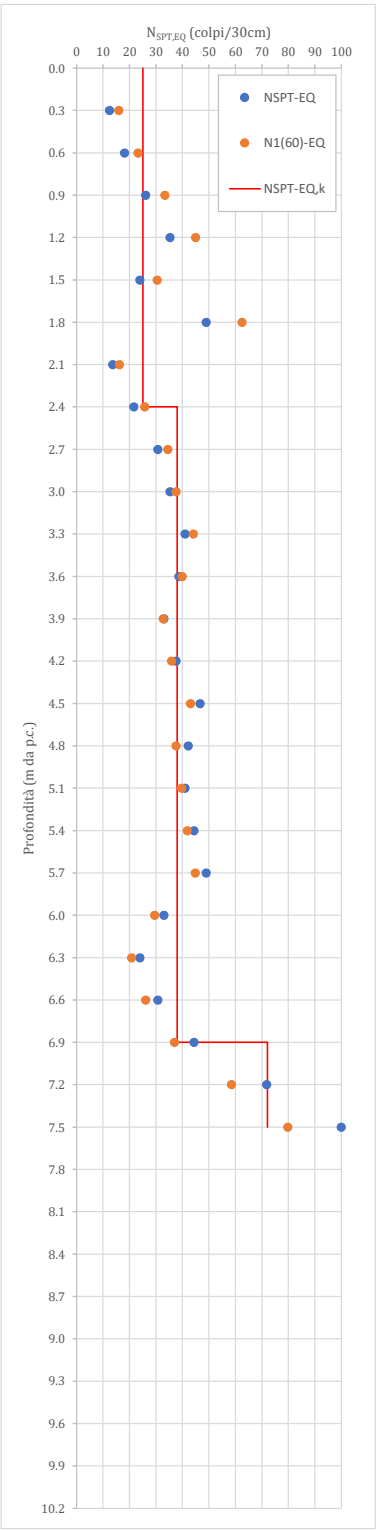
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI PROVA:

Penetrometro: TG 63-100	Peso massa battente (kg): 73	Altezza caduta (m): 0.75	Peso sist. Batt. (kg): 0.63
Diam. aste (mm): 32	Peso unitario aste (kg/m): 4.6	Lunghezza aste (m): 0.9	Giunz. prima asta (m): 0.3
Diam. punta (mm): 51	Area di base punta (cmq): 20.43	Angolo ap. Punta (°): 60	Avanzamento punta (m): 0.3
Energia spec. per colpo (kg/cmq): 8.93	Energia specifica per colpo prova SPT (kg/cmq): 7.83		Coeff. di energia (-): 1.14

DIAGRAMMI DI PROVA







Note:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (SCPT)

COMMITTENTE:	Comunità Montana Valchiavenna				
CANTIERE:	Novate Mezzola (SO)				
LOCALITA':	Novate Mezzola (SO)	**CODICE PROVA:**	SCPT-10	**DATA ESECUZIONE:**	09.02.2024
TIPOLOGIA:	Super Pesante (DPSH) non rivestita	**OPERATORE:**	Bardelle	**FALDA (m da p.c.):**	assente

ELABORAZIONE STATISTICA

STRATO	PROFONDITA'	$N_{30,P}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00÷2.40	22.0	20.0	11	43	10.6	22
2	2.40÷6.90	33.5	32.9	21	43	6.1	33
3	6.90÷7.50	63.0	63.0	63	63	-	63

STRATO	PROFONDITA'	R_{PD} (kg/cm^2)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-2.40	170.37	155.63	90.95	325.89	80.77	170.40
2	2.40-6.90	219.25	215.37	128.29	273.30	40.01	219.20
3	6.90-7.50	370.51	370.51	370.51	370.51	-	370.50

STRATO	PROFONDITA'	N_{SPT-EQ} (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-2.40	25.1	22.8	13	49	12.1	25
2	2.40-6.90	38.2	37.5	24	49	6.9	38
3	6.90-7.50	71.9	71.9	72	72	-	72

STRATO	PROFONDITA'	$N_{1(60)-EQ}$ (colpi/30cm)					
(n)	(m da p.c.)	M	MG	MIN	MAX	D.ST	VC
1	0.00-2.40	31.6	28.6	16	63	15.7	32
2	2.40-6.90	36.4	35.7	21	45	6.8	36
3	6.90-7.50	58.6	58.6	59	59	-	59

Simbologia:
- M: media; MG: media geometrica; MIN: valore minimo; MAX: valore massimo; D.ST: deviazione standard; VC: valore caratteristico.

Note:

PARAMETRI GEOTECNICI

		NATURA GRANULARE										NATURA COESIVA					
STR.	PROFONDITA'	Dr (1)	Dr (2)	ϕ (1)	ϕ (2.1)	ϕ (2.2)	E' (1)	E' (2)	E'_{25} (1.1)	E'_{25} (1.2)	E'_{25} (2)	c_U (1)	c_U (2.1)	c_U (2.2)	c_U (2.3)	E_U (1)	E_U (2)
(n)	(m da p.c.)	(%)		(°)			(kg/cm^2)		(kg/cm^2)			(kg/cm^2)				(kg/cm^2)	
1	0.00-2.40	71	74	35.9	33.5	38.6	304	204	148	485	151	1.24	1.19	0.86	1.32	82	130
2	2.40-6.90	78	78	37.3	35.7	40.7	414	271	264	855	270	2.22	2.14	1.54	2.36	132	171
3	6.90-7.50	99	99	41.8	38.5	43.5	590	443	481	1223	543	4.46	4.30	3.08	4.75	246	251

Formulazioni utilizzate:
-Dr: (1) Terzaghi & Peck (1967); (2) Yoshida & Kokusho (1988);
-ϕ': (1) Peck, Hansaon & Thornburn (1974); (2.1) Meyerhof (1956) sabbie fini e sabbie limose; (2.2) Meyerhof (1956) sabbie medie e grossolane;
-E': (1) Tornaghi et Al.; (2) Bowles (1987);
-E'_{25}: (1.1) Jamiolkowsky (1988) sabbie normal consolidate; (1.2) Jamiolkowsky (1988) sabbie sovra consolidate; (2) Stroud (1989);
-c_U: (1) Terzaghi & Peck (1948); (2.1) Sivrikay & Togol (2007) limi e argille limose; (2.2) Sivrikay & Togol (2007) argille bassa plasticità; (2.3) Sivrikay & Togol (2007) argille alta plasticità;
-E_U: (1) Bowles (1987); (2) Kulhawy & Mayne (1990).

REALIZZAZIONE DI UN VALLO PARAMASSI A DIFESA DELL'ABITATO COMUNE DI NOVATE MEZZOLA (SO)

CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E AMBIENTALI

ALLEGATO N.4
CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO

Sede Legale: Via Mantova, 307 – 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988
Sede operativa: Via Enrico Fermi, 18 – 25013 Carpenedolo (BS)
Uffici: Via Antonio Meucci, 26 – 25013 Carpenedolo (BS)
Tel.: 030.9983413 - Fax: 030.9698872 - web: http://www.singea.it - E-mail: info@singea.it - PEC: singea@pec.singea.it

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N°	**146306**	pag.	1/1	emesso il	04/04/24
Verbale di Accettazione n.	08424	data ricevimento campione	21/03/24	data prova	29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

Sond./Prel.: **S1** Campione: **C1-1** Prof.: **4,00-4,50**

CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

Tipologia campione: rimaneggiato contenuto in sacchetto

Classificazione geotecnica: ghiaia sabbiosa e limosa grigia scuro

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe ND Ig ND

Classificazione USCS: ND

Prove eseguite: - granulometria completa

legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI
UNI 11531-1
USCS

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente
E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N°	**146307**	pag.	1/1	emesso il	04/04/24
Verbale di Accettazione n.	08424	data ricevimento campione	21/03/24	data prova	29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

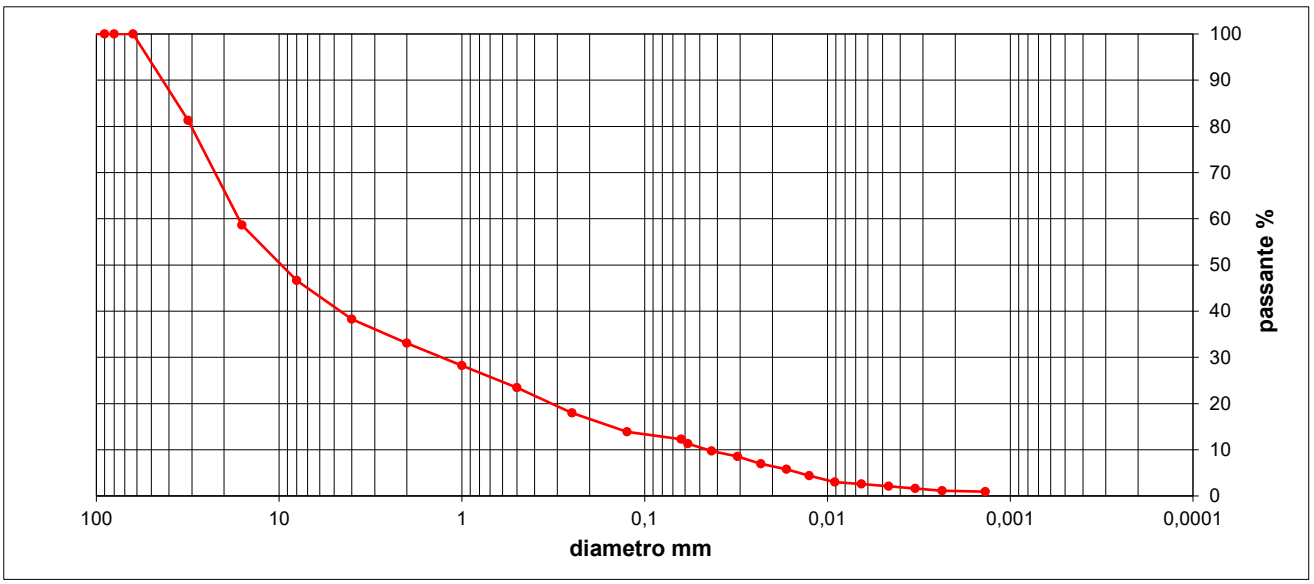
CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

Sond./Prel.: **S1** Campione: **C1-1** Prof.: **4,00-4,50**

ANALISI GRANULOMETRICA

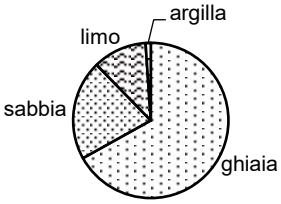
(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

diametro mm	trattenuto %	passante %	diametro mm	trattenuto %	passante %	diametro mm	trattenuto %	passante %
125,00	0,00	100,00	0,50	4,75	23,47	0,0091		3,01
90,00	0,00	100,00	0,250	5,48	17,99	0,0065		2,55
80,00	0,00	100,00	0,125	4,14	13,85	0,0046		2,08
63,00	0,00	100,00	0,063	1,56	12,29	0,0033		1,62
31,50	18,72	81,28	0,0580		11,34	0,0024		1,16
16,00	22,67	58,61	0,0430		9,72	0,0014		0,93
8,00	11,98	46,63	0,0310		8,56			
4,00	8,34	38,28	0,0231		6,94			
2,00	5,20	33,08	0,0167		5,79			
1,00	4,86	28,22	0,0126		4,40			



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo	argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine		
> 63 mm	63 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0.6 mm	0.6 - 0.2 mm	0.2 - 0.063 mm	0.063-0.002 mm	< 0.002 mm
0,00	35,54	22,00	9,38	8,66	6,43	5,70	11,21	1,07

classificazione geotecnica: ghiaia sabbiosa e limosa grigia scuro



UNI 11531-1 - - - Ig - - - USCS - - -

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente
E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N°	**146308**	pag.	1/1	emesso il	04/04/24
Verbale di Accettazione n.	08424	data ricevimento campione	21/03/24	data prova	29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

Sond./Prel.: **S1** Campione: **C2-1** Prof.: **9,00-9,50**

CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

Tipologia campione: rimaneggiato contenuto in sacchetto

Classificazione geotecnica: sabbia con ghiaia grigia

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe ND Ig ND

Classificazione USCS: ND

Prove eseguite: - granulometria completa

legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI
UNI 11531-1
USCS

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente
E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N° 146309 pag. 1/1 emesso il 04/04/24

Verbale di Accettazione n. 08424 data ricevimento campione 21/03/24 data prova 29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

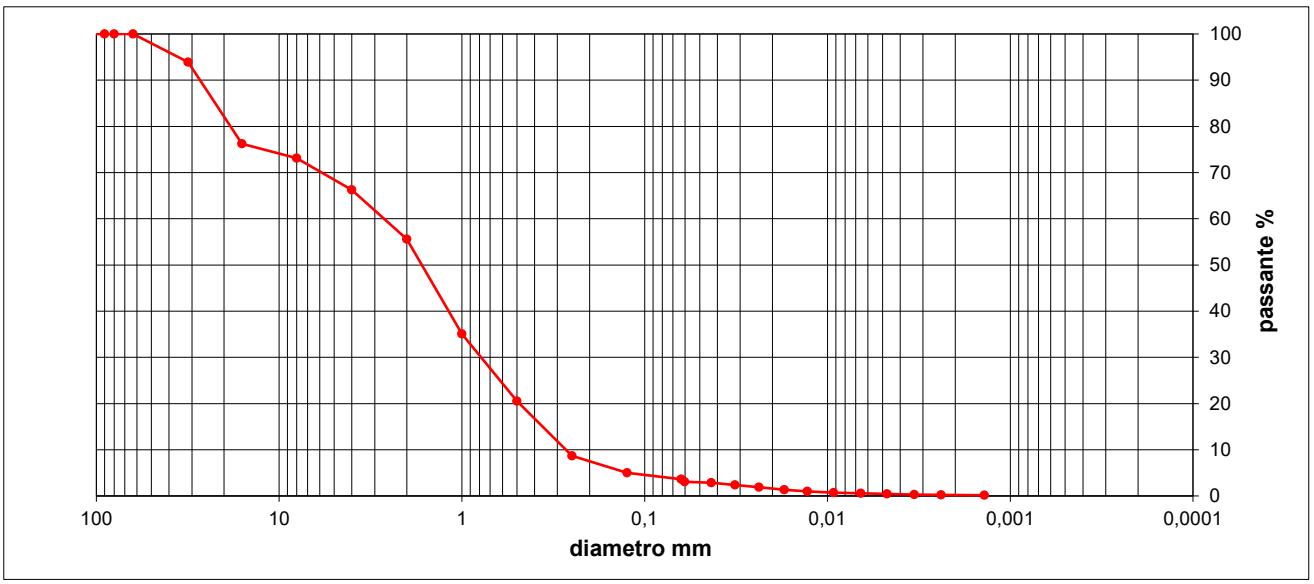
CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

Sond./Prel.: **S1** Campione: **C2-1** Prof.: **9,00-9,50**

ANALISI GRANULOMETRICA

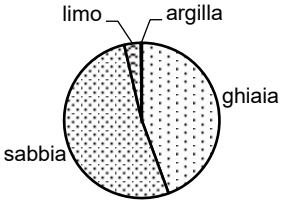
(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

diametro mm	trattenuto %	passante %	diametro mm	trattenuto %	passante %	diametro mm	trattenuto %	passante %
125,00	0,00	100,00	0,50	14,52	20,56	0,0093		0,72
90,00	0,00	100,00	0,250	11,86	8,70	0,0066		0,57
80,00	0,00	100,00	0,125	3,70	4,99	0,0047		0,43
63,00	0,00	100,00	0,063	1,35	3,64	0,0033		0,29
31,50	6,11	93,89	0,0604		3,08	0,0024		0,21
16,00	17,69	76,20	0,0432		2,86	0,0014		0,14
8,00	3,12	73,08	0,0320		2,36			
4,00	6,84	66,24	0,0236		1,86			
2,00	10,63	55,61	0,0172		1,36			
1,00	20,54	35,08	0,0129		1,00			



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo	argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine		
> 63 mm	63 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0.6 mm	0.6 - 0.2 mm	0.2 - 0.063 mm	0.063-0.002 mm	< 0.002 mm
0,00	19,23	11,11	14,05	32,15	14,76	5,06	3,45	0,19

classificazione geotecnica: sabbia con ghiaia grigia



UNI 11531-1 - - - Ig - - - USCS - - -

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N°	**146310**	pag.	1/1	emesso il	04/04/24
Verbale di Accettazione n.	08424	data ricevimento campione	21/03/24	data prova	29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

Sond./Prel.: **S2** Campione: **C1-2** Prof.: **2,50-2,70**

CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

Tipologia campione: rimaneggiato contenuto in sacchetto

Classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia e limo grigia

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe ND Ig ND

Classificazione USCS: ND

Prove eseguite: - granulometria completa

legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI
UNI 11531-1
USCS

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente
E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N° 146311 pag. 1/1 emesso il 04/04/24

Verbale di Accettazione n. 08424 data ricevimento campione 21/03/24 data prova 29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

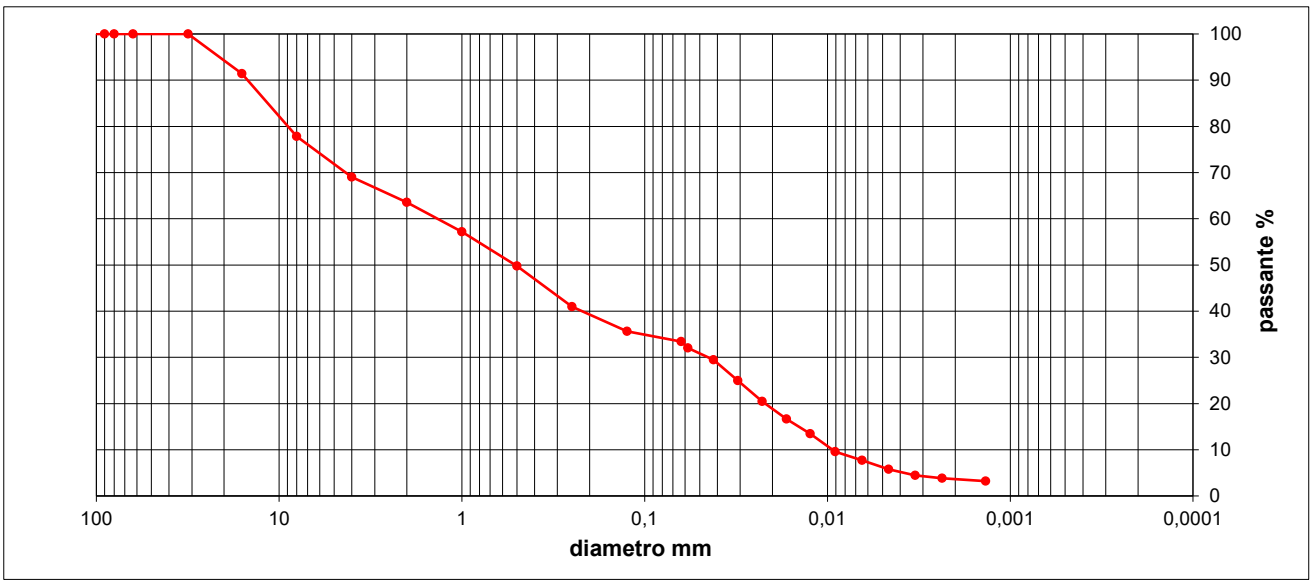
CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

Sond./Prel.: **S2** Campione: **C1-2** Prof.: **2,50-2,70**

ANALISI GRANULOMETRICA

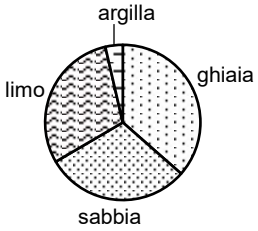
(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

diametro mm	trattenuto %	passante %	diametro mm	trattenuto %	passante %	diametro mm	trattenuto %	passante %
125,00	0,00	100,00	0,50	7,42	49,73	0,0091		9,60
90,00	0,00	100,00	0,250	8,76	40,97	0,0065		7,68
80,00	0,00	100,00	0,125	5,33	35,64	0,0046		5,76
63,00	0,00	100,00	0,063	2,21	33,43	0,0033		4,48
31,50	0,00	100,00	0,0580		32,01	0,0024		3,84
16,00	8,60	91,40	0,0420		29,45	0,0014		3,20
8,00	13,57	77,84	0,0309		24,97			
4,00	8,79	69,05	0,0228		20,48			
2,00	5,52	63,53	0,0167		16,64			
1,00	6,38	57,15	0,0124		13,44			



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo	argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine		
> 63 mm	63 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0.6 mm	0.6 - 0.2 mm	0.2 - 0.063 mm	0.063-0.002 mm	< 0.002 mm
0,00	6,38	20,18	9,92	12,32	10,25	7,54	29,82	3,61

classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia e limo grigia



UNI 11531-1 - - - Ig - - - USCS - - -

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N°	**146312**	pag.	1/1	emesso il	04/04/24
Verbale di Accettazione n.	08424	data ricevimento campione	21/03/24	data prova	29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

Sond./Prel.: **S2** Campione: **C2-2** Prof.: **8,50-9,00**

CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

Tipologia campione: rimaneggiato contenuto in sacchetto

Classificazione geotecnica: elementi rocciosi biancastri

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe ND Ig ND

Classificazione USCS: ND

Prove eseguite: - granulometria completa

legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI
UNI 11531-1
USCS

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente
E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N° 146313 pag. 1/1 emesso il 04/04/24

Verbale di Accettazione n. 08424 data ricevimento campione 21/03/24 data prova 29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

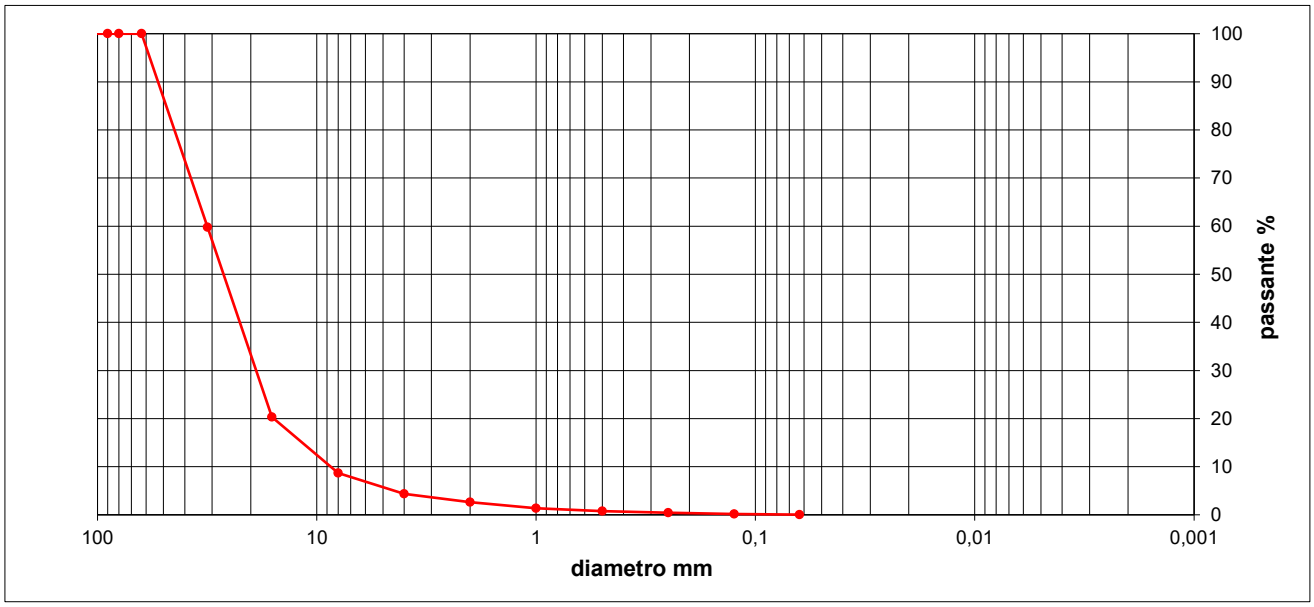
Sond./Prel.: **S2** Campione: **C2-2** Prof: **8,50-9,00**

ANALISI GRANULOMETRICA

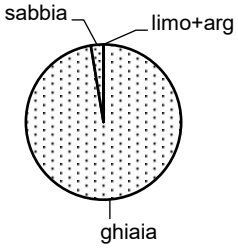
(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

diametro mm	trattenuto %	passante %
125,00	0,00	100,00
90,00	0,00	100,00
80,00	0,00	100,00
63,00	0,00	100,00
31,50	40,26	59,74
16,00	39,45	20,29
8,00	11,62	8,68

diametro mm	trattenuto %	passante %
4,00	4,31	4,37
2,00	1,76	2,61
1,00	1,22	1,39
0,50	0,60	0,78
0,250	0,35	0,43
0,125	0,26	0,17
0,063	0,14	0,04



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 63 mm	63 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0.6 mm	0.6 - 0.2 mm	0.2 - 0.063 mm	<0,063 mm
0,00	69,53	23,95	3,91	1,71	0,47	0,40	0,04



classificazione geotecnica: elementi rocciosi biancastri

UNI 11531-1 - - - Ig - - - USCS - - -

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N°	**146314**	pag.	1/1	emesso il	04/04/24
Verbale di Accettazione n.	08424	data ricevimento campione	21/03/24	data prova	29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

Sond./Prel.: **S3** Campione: **C1-3** Prof.: **4,00-4,50**

CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

Tipologia campione: rimaneggiato contenuto in sacchetto

Classificazione geotecnica: ghiaia sabbiosa e limosa grigia scuro

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe ND Ig ND

Classificazione USCS: ND

Prove eseguite: - granulometria completa

legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI
UNI 11531-1
USCS

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente
E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N° 146315 pag. 1/1 emesso il 04/04/24

Verbale di Accettazione n. 08424 data ricevimento campione 21/03/24 data prova 29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

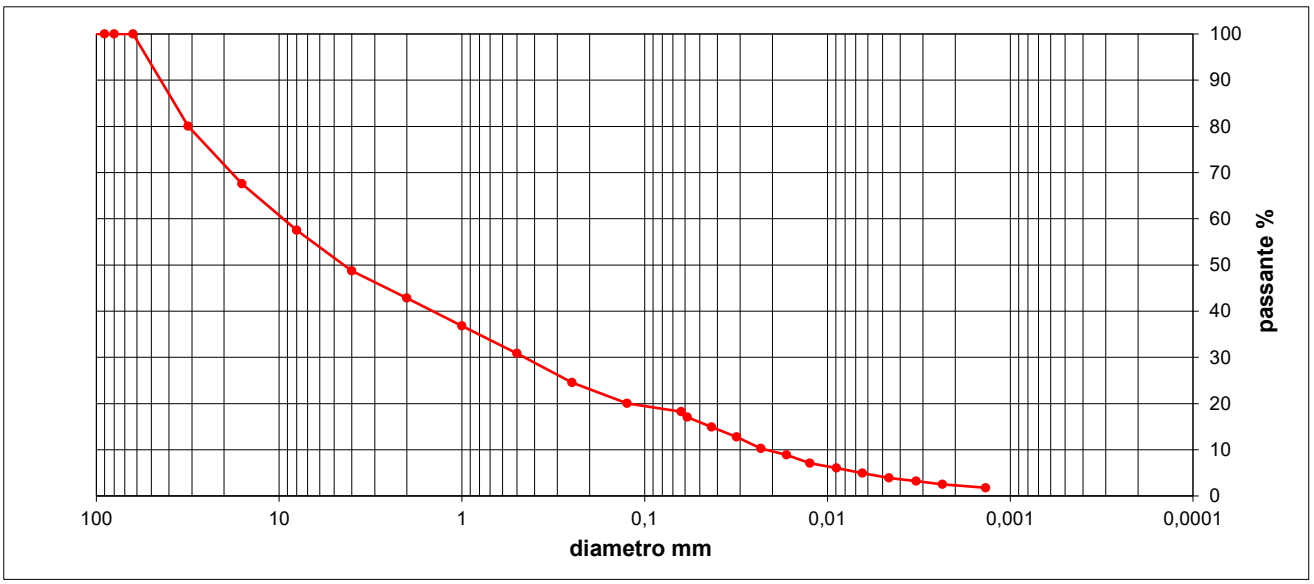
CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

Sond./Prel.: **S3** Campione: **C1-3** Prof.: **4,00-4,50**

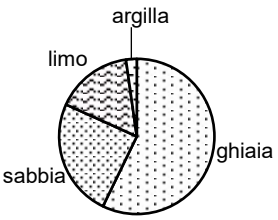
ANALISI GRANULOMETRICA

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

diametro mm	trattenuto %	passante %	diametro mm	trattenuto %	passante %	diametro mm	trattenuto %	passante %
125,00	0,00	100,00	0,50	5,96	30,88	0,0089		6,03
90,00	0,00	100,00	0,250	6,31	24,57	0,0064		4,97
80,00	0,00	100,00	0,125	4,53	20,03	0,0046		3,90
63,00	0,00	100,00	0,063	1,78	18,25	0,0033		3,19
31,50	19,98	80,02	0,0583		17,03	0,0023		2,48
16,00	12,43	67,59	0,0430		14,90	0,0014		1,77
8,00	10,06	57,52	0,0314		12,77			
4,00	8,79	48,73	0,0231		10,29			
2,00	5,92	42,81	0,0167		8,87			
1,00	5,98	36,83	0,0125		7,10			



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo	argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine		
> 63 mm	63 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0.6 mm	0.6 - 0.2 mm	0.2 - 0.063 mm	0.063-0.002 mm	< 0.002 mm
0,00	29,20	17,67	10,32	10,75	7,50	6,32	16,01	2,24



classificazione geotecnica: ghiaia sabbiosa e limosa grigia scuro

UNI 11531-1 - - - Ig - - - USCS - - -

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N°	**146316**	pag.	1/1	emesso il	04/04/24
Verbale di Accettazione n.	08424	data ricevimento campione	21/03/24	data prova	29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

Sond./Prel.: **S3** Campione: **C2-3** Prof.: **9,00-9,50**

CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

Tipologia campione: rimaneggiato contenuto in sacchetto

Classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia grigia

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe ND Ig ND

Classificazione USCS: ND

Prove eseguite: - granulometria completa

legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI
UNI 11531-1
USCS

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente
E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale

GEODATA S.r.l. Unipersonale
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - C.F. / P.I. 01370550285 - SDI: M5UXCR1
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.it

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

CERTIFICATO N°	**146317**	pag.	1/1	emesso il	04/04/24
Verbale di Accettazione n.	08424	data ricevimento campione	21/03/24	data prova	29/03/24

COMMITTENTE: Comunità Montana dalla Valchiavenna

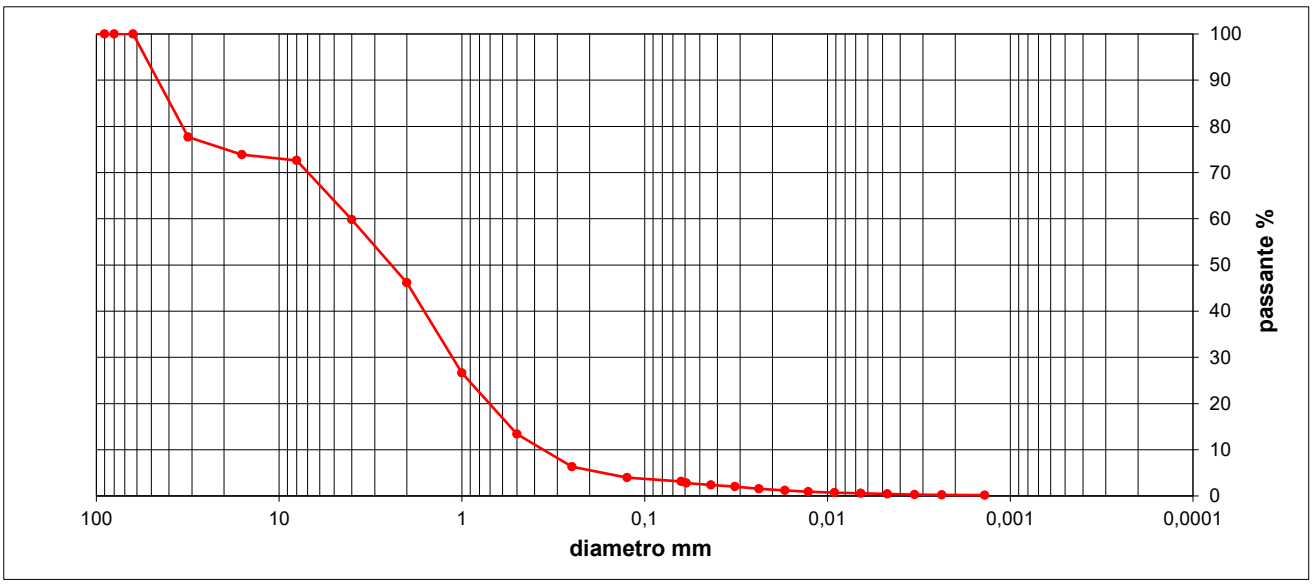
CANTIERE: Comune di Novate Mezzola (SO)

Sond./Prel.: **S3** Campione: **C2-3** Prof.: **9,00-9,50**

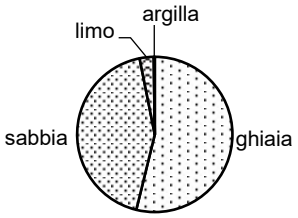
ANALISI GRANULOMETRICA

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

diametro mm	trattenuto %	passante %	diametro mm	trattenuto %	passante %	diametro mm	trattenuto %	passante %
125,00	0,00	100,00	0,50	13,27	13,38	0,0092		0,71
90,00	0,00	100,00	0,250	7,04	6,34	0,0066		0,59
80,00	0,00	100,00	0,125	2,41	3,93	0,0047		0,42
63,00	0,00	100,00	0,063	0,79	3,14	0,0033		0,30
31,50	22,30	77,70	0,0591		2,79	0,0024		0,24
16,00	3,80	73,91	0,0433		2,38	0,0014		0,18
8,00	1,28	72,63	0,0321		2,02			
4,00	12,79	59,84	0,0237		1,54			
2,00	13,68	46,16	0,0171		1,19			
1,00	19,51	26,65	0,0127		0,95			



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo	argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine		
> 63 mm	63 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0.6 mm	0.6 - 0.2 mm	0.2 - 0.063 mm	0.063-0.002 mm	< 0.002 mm
0,00	25,11	8,65	20,07	30,13	9,69	3,21	2,92	0,22



classificazione geotecnica: ghiaia con sabbia grigia

UNI 11531-1 - - - Ig - - - USCS - - -

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA S.r.l. Unipersonale