PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI CORNEDO VICENTINO

Cod. uff.: 302G *Data: gennaio 2020*

PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO DI UN EDIFICIO INDUSTRIALE IN VIA MONTE CENGIO IN VARIANTE URBANISTICA

INDAGINE GEOLOGICA

COMMITTENTE: VECCHIO FORNO S.R.L.

Dr. geol. Claudia Centomo
Firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs. 7 marzo 2005, n. 82

DOLOMITI STUDIO
GEOLOGIA INGEGNERIA AMBIENTE TERRITORIO

Ing. Marco Dal Pezzo
Firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs. 7 marzo 2005, n. 82

STUDIO ASSOCIATO Piazza Dolomiti 8/A 36076 Recoaro Terme VI tel/fax 0445 780229 info@dolomitistudio.it www.dolomitistudio.it

SOMMARIO

1 PREMESSA 2
2 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO 4
3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO 5
4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO 6
5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO 7
6 COMPATIBILITA' GEOLOGICA IN RELAZIONE AL PIANO DI ASSETTO DEL TERRITORIO 8
6.1 Compatibilità geologica in riferimento al PAI 9
7 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO 10
8 INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO 11
8.1 Prove Penetrometriche Dinamiche 11
8.2 Indagine geofisica 12
8.3 Sondaggi geognostici 13
9 MODELLO GEOTECNICO 14
10 CONCLUSIONI 17
10.1 Compatibilità geologica e geomorfologica 17
10.2 Stratigrafia 17
10.3 Inquadramento geofisico 17
10.4 Falda 17
10.5 Scavi 17

1 PREMESSA

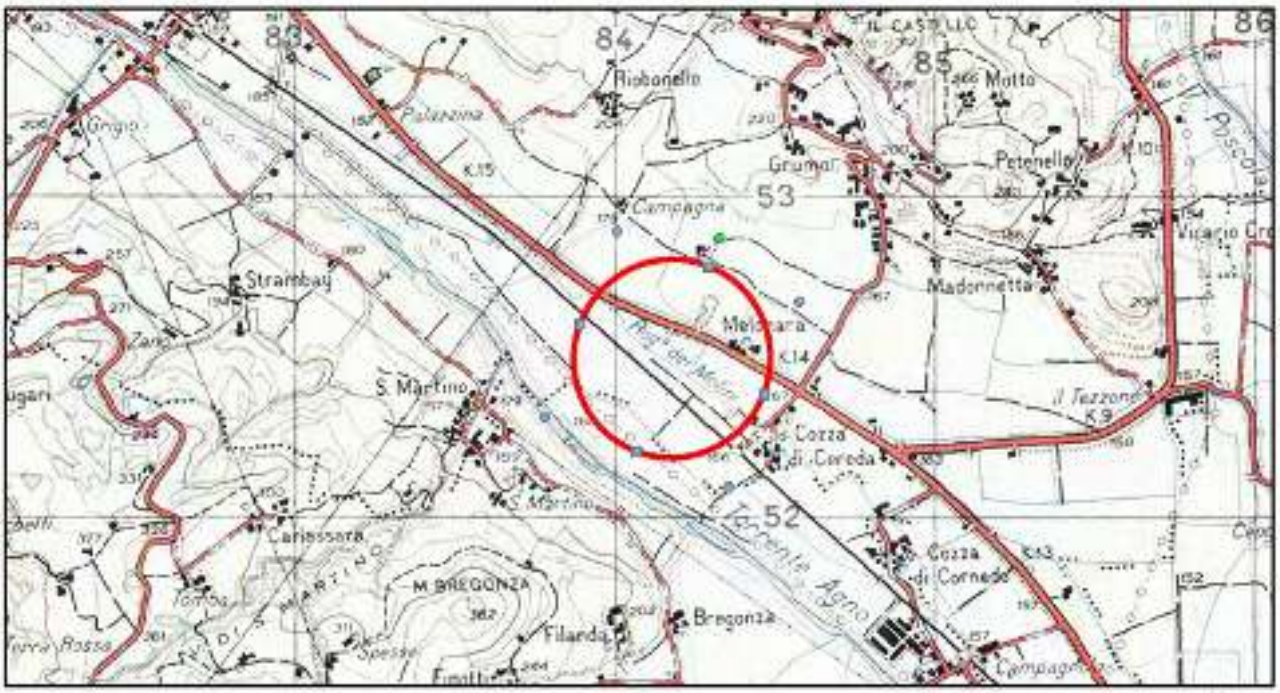
Committente:	IL VECCHIO FORNO S.R.L. Via Oltre Agno, 7 - 36070 Brogliano (VI) Tel. +39 0445 - 941588 / 940346 Fax. +39 0445 - 941218
Titolo del progetto:	PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO DI UN EDIFICIO INDUSTRIALE
Progettista dell'opera:	arch. Emanuele Zordan Viale Trento, 197, 36078 Valdagno VICENZA (Italy) Ph.: +39 0445 401397 Mobil: +39 335 460 495 Mail: zordanemanuele@gmail.com
Ubicazione:	via Monte Cengio nel comune di Cornedo Vicentino (VI)
Natura dell'incarico:	La presente relazione geologica si propone di: - verificare la situazione geologica, geomorfologica e idrogeologica generale dell'area; - analizzare le problematiche geologico-tecniche del sito in esame; - ricostruire l'assetto stratigrafico del sottosuolo; - valutare la risposta sismica di sito; - determinare le caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione; - riconoscere le proprietà del sistema idrogeologico locale; - verificare la compatibilità e sostenibilità degli interventi di progetto in relazione alla dinamica delle componenti del territorio di cui ai punti precedenti.
Normativa di riferimento:	**Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018** (supplemento ordinario n. 8 Gazzetta ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018) recante "*Aggiornamento delle nuove norme tecniche per le costruzioni*". Tale norma rappresenta l'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni D.M 14/01/2008, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, allegato al presente decreto. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008. **D.P.R. N. 120 del 13 giugno 2017 "***Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164*" (G.U. n. 183 del 7 agosto 2017).
Prove in sito:	- N. 2 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPSH); - N. 2 sondaggi meccanici a rotazione a carotaggio continuo - N. 1 prospezione sismica con tecnica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor); - N. 1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con

	elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio.
Allegati:	• Tabelle e grafici prova penetrometrica dinamica DPSH; • Indagini geognostiche in sito • Indagine geofisica con metodi Re.Mi. e H.V.S.R. per la caratterizzazione sismica dei terreni secondo la normativa vigente (N.T.C. – D.M. 17 gennaio 2018)

2 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

L'ubicazione dell'area è stata ottenuta, secondo i Datum WGS 84 ed ED50, utilizzando un posizionatore GPS: le coordinate ottenute sono specificate nella tabella sottostante.

Latitudine	Longitudine
45.599797° N (WGS 84)	11.360148° E (WGS 84)
45.600708° N (ED 50)	11.361160° E (ED 50)

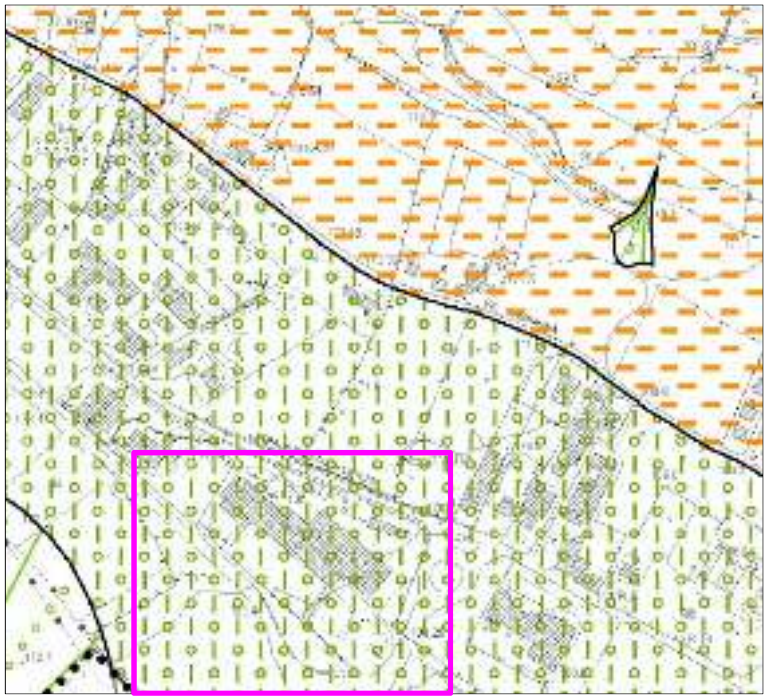


Estratto tavoletta

Estratto ortofoto

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

In questa zona la situazione Geolitologica è contraddistinta dalla presenza di *Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati*.



LEGENDA

Materiali alluvionali granulari più o mmeno addensati e/o fluvioglaciali antichi terrazzati a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa

Estratto Tav. c050101 - Carta Geolitologica del PAT

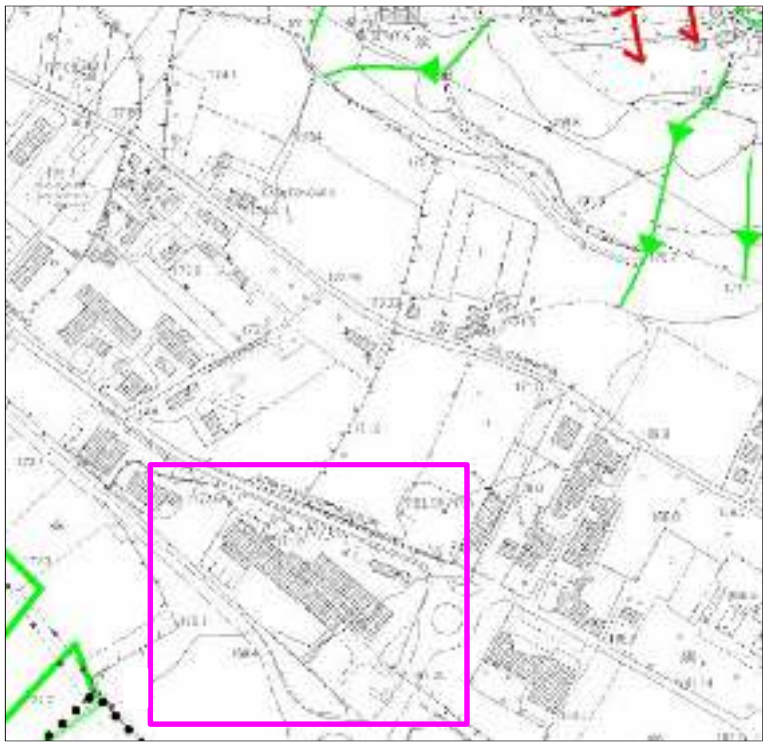
Si tratta del materasso di alluvioni grossolane legato alle varie fasi deposizionali del T. Agno il cui spessore varia dai 30 ai 60 mt. I litotipi più ampiamente rappresentati nelle alluvioni sono i calcari e le dolomie, subordinatamente si rinvengono le filladi, i tufi, i basalti e le porfiriti, cioè tutte le formazioni sedimentarie presenti nel bacino dell'Agno. Le varie fasi deposizionali, spesso hanno determinano una stratificazione dei depositi con alternanza di livelli a diversa granulometria. In superficie è presente una copertura di terreni limoso-argillosi di spessore mediamente non superiore al metro.

Depositi alluvionali di fondovalle della Valle dell'Agno nel comune di Cornedo

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Si allega estratto della Tav. c050301 – Carta Geomorfologica del PAT.

L'area è costituita da un lotto di terreno pianeggiante situato sul fondovalle e non sono presenti elementi geomorfologici da segnalare.

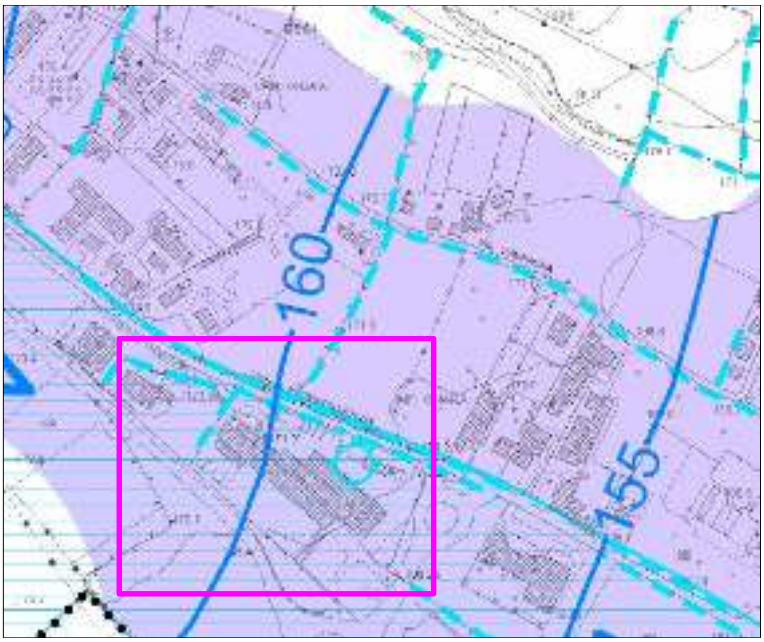


LEGENDA

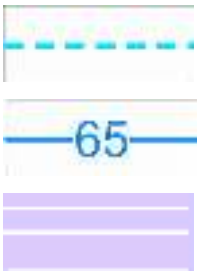
Estratto Tav. c050301 – Carta Geomorfologica del PAT

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Si allega estratto della Tav. c050201 – Carta Idrogeologica del PAT.



LEGENDA



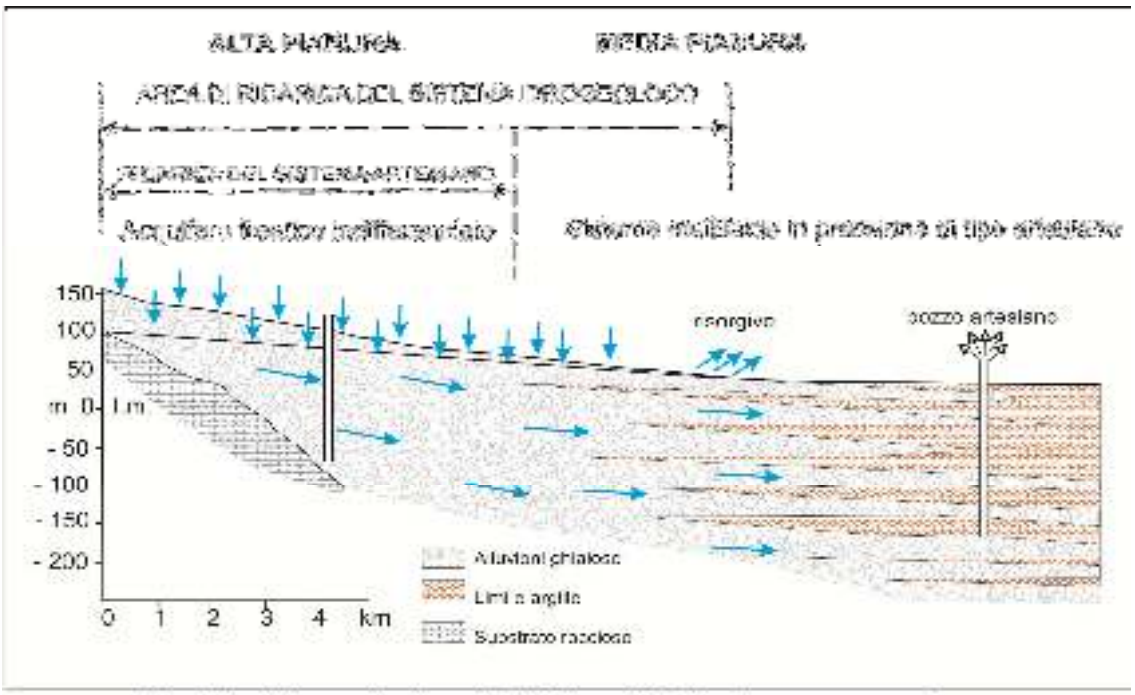
Roggia

Linea isofreatica e sua quota assoluta

Area con profondità della falda freatica > di 10 m dal p.c.

Estratto Tav. c050201 – Carta Idrogeologica del PAT

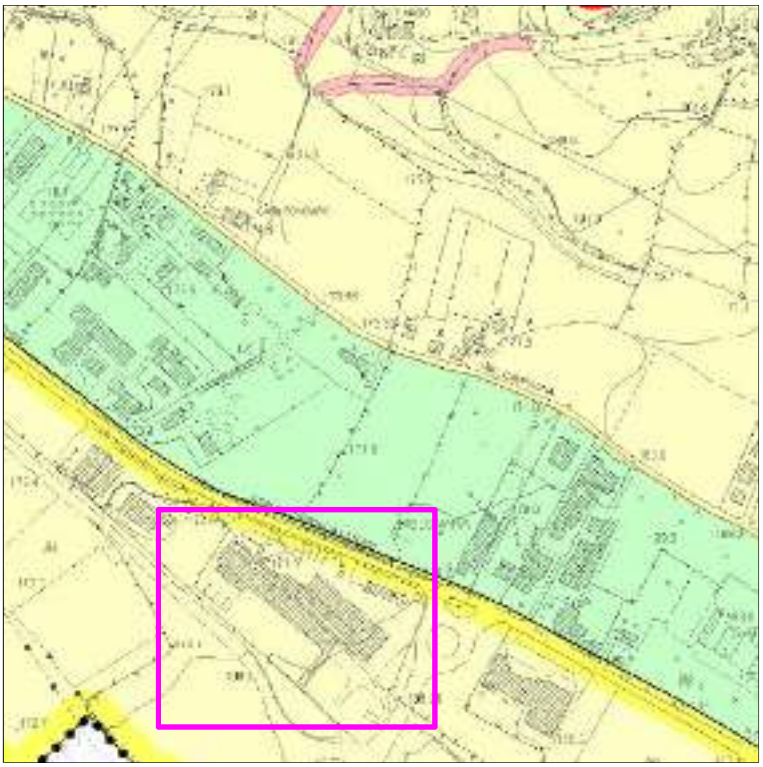
Il fondovalle del T. Agno è costituito dal vasto materasso alluvionale ghiaioso che è sede di un acquifero continuo la cui alimentazione è assicurata dalle forti dispersioni del torrente Agno, soprattutto a nord di Cornedo, dalla dispersione dei corsi d'acqua minori, dal sistema di canali e rogge presenti e, subordinatamente, dalle precipitazioni dirette e dagli interscambi idrici con i complessi rocciosi e fessurati che costituiscono i versanti della valle.



Modello idrogeologico dell'Alta e Media pianura veneta

6 COMPATIBILITA' GEOLOGICA IN RELAZIONE AL PIANO DI ASSETTO DEL TERRITORIO

Dall'analisi della Tavola 3 - *Carta delle Fragilità* del PAT, l'area sulla quale è prevista la realizzazione del fabbricato in oggetto rientra nella classe di compatibilità geologica definita: "*Area idonea a condizione".*



LEGENDA

Area non idonea

Area idonea a condizione

Area idonea

Estratto Tav. b0301011 del PAT - Carta della Fragilità

L'area "***Idonea a condizione***" è normata dall'art. 25 delle NTA del PAT di seguito riportato:

Descrizione

Rientrano nella classe "Area idonea a condizione":
- le frane non attive;
- le aree con presenza di fenomeni d'instabilità nei terreni di copertura, prevalentemente superficiali ma diffusi ed estesi (creep);
- i versanti a pendenza media;
- le "zone di attenzione geologica";
- le "zone di attenzione idraulica";
- i terreni con caratteristiche geotecniche o il substrato roccioso con caratteristiche geomeccaniche nell'insieme scadenti o molto variabili.

Prescrizioni e vincoli per le "Aree idonee a condizione"

All'interno dell'"Area idonea a condizione" non sussistono vincoli all'edificazione. Tutti gli interventi, opere, attività consentiti dal Piano o autorizzati dopo la sua approvazione dovranno essere correlati da studi e indagini geologiche basate sull'osservanza delle norme vigenti in materia, estese per un intorno e profondità significativi rapportati all'importanza delle opere previste, con rilievi di superficie, verifiche di stabilità, indagini, prove geotecniche, idrogeologiche adeguate e che affrontino in maniera approfondita ogni l'elemento di fragilità del territorio.

Nelle prescrizioni relative alle indagini geologiche e nei provvedimenti esecutivi conseguenti dovrà essere posta particolare attenzione a:

- la regimazione delle acque superficiali e meteoriche:

- non ostacolarne o deviarne il normale deflusso al fine di non creare pericolo a monte o a valle dell'area interessata;
- prevedere adeguati sistemi di raccolta ed allontanamento di tutte le acque (sia superficiali sia sotterrane) che potrebbero interferire con le opere di progetto e con quelle esistenti nelle immediate vicinanze;
- nel caso siano previsti aumenti delle superfici impermeabili, valutare opportuni sistemi di raccolta e di smaltimento delle acque meteoriche evitando scarichi puntuali e/o incontrollati al suolo;
- prevedere sempre idonei sistemi conferimento delle acque meteoriche nella rete idrografica superficiale allo scopo di evitare fenomeni di erosione a seguito di scarichi puntuali o situati in corrispondenza di scarpate e cigli fluviali in dissesto;

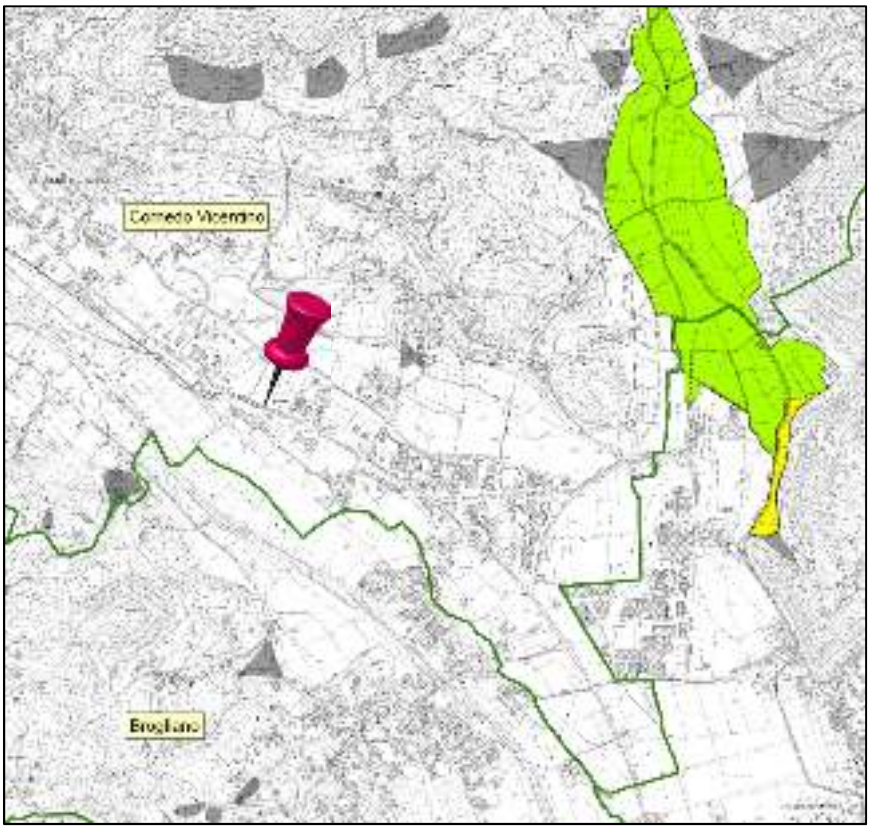
➢ <u>gli scarichi delle acque reflue domestiche in corpo recettore diverso dalla fognatura</u>:
- la tipologia più idonea e la loro ubicazione dovrà essere attentamente valutata sulla base del contesto morfologico locale, di stabilità dell'area, della presenza di sorgenti per approvvigionamento idrico e della permeabilità del terreno; questo al fine di non comportare un aumento delle condizioni di pericolo a valle dell'area interessata.

➢ <u>scavi e riporti di terreno</u>:
- dovranno essere valutate e recepite nel progetto delle opere tutte quelle soluzioni tecniche finalizzate a garantire la stabilità e la sicurezza dell'intervento in un intorno significativo al fine di non comportare un aumento delle condizioni di pericolo a valle e a monte dell'area interessata.

Gli interventi che ricadono all'interno di uno dei perimetri di "Aree soggette a dissesto idrogeologico" dovranno in aggiunta contenere gli approfondimenti d'indagine previsti per ogni perimetrazione.

6.1 Compatibilità geologica in riferimento al PAI

Nell'area di studio non ricadono vincoli riferibili al Piano di Assetto Idrogeologico vigente (PAI).



Estratto della Carta della pericolosità idraulica del PAI Brenta-Bacchiglione

7 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

(tratta dalla relazione tecnica fornita dal Progettista)

Il progetto prevede la realizzazione di un secondo ampliamento del capannone esistente. A tal fine si rendono necessarie le seguenti operazioni:

a) spostare il tratto di raccordo a Sud della nuova Roggia Molini in posizione maggiormente aderente al confine di proprietà per consentire il futuro ampliamento del magazzino;

b) realizzare un secondo ampliamento sul lato Ovest dell'edificio che si sviluppi su tre livelli con al piano interrato e parte del terra magazzini, la restante porzione del terra e del primo piano a produzione;

c) adeguare le altezze interne alla misura di 12 m per la maggior parte del nuovo fabbricato e a 13,3 per una piccola porzione a Nord che in ogni caso non uscirà dalla linea di prospetto;

d) realizzare sul lato Nord-Est del fabbricato un'ulteriore piccola porzione di ampliamento in aggiunta ai locali materie prime.

Il tutto viene evidenziato nella sottostante planimetria.

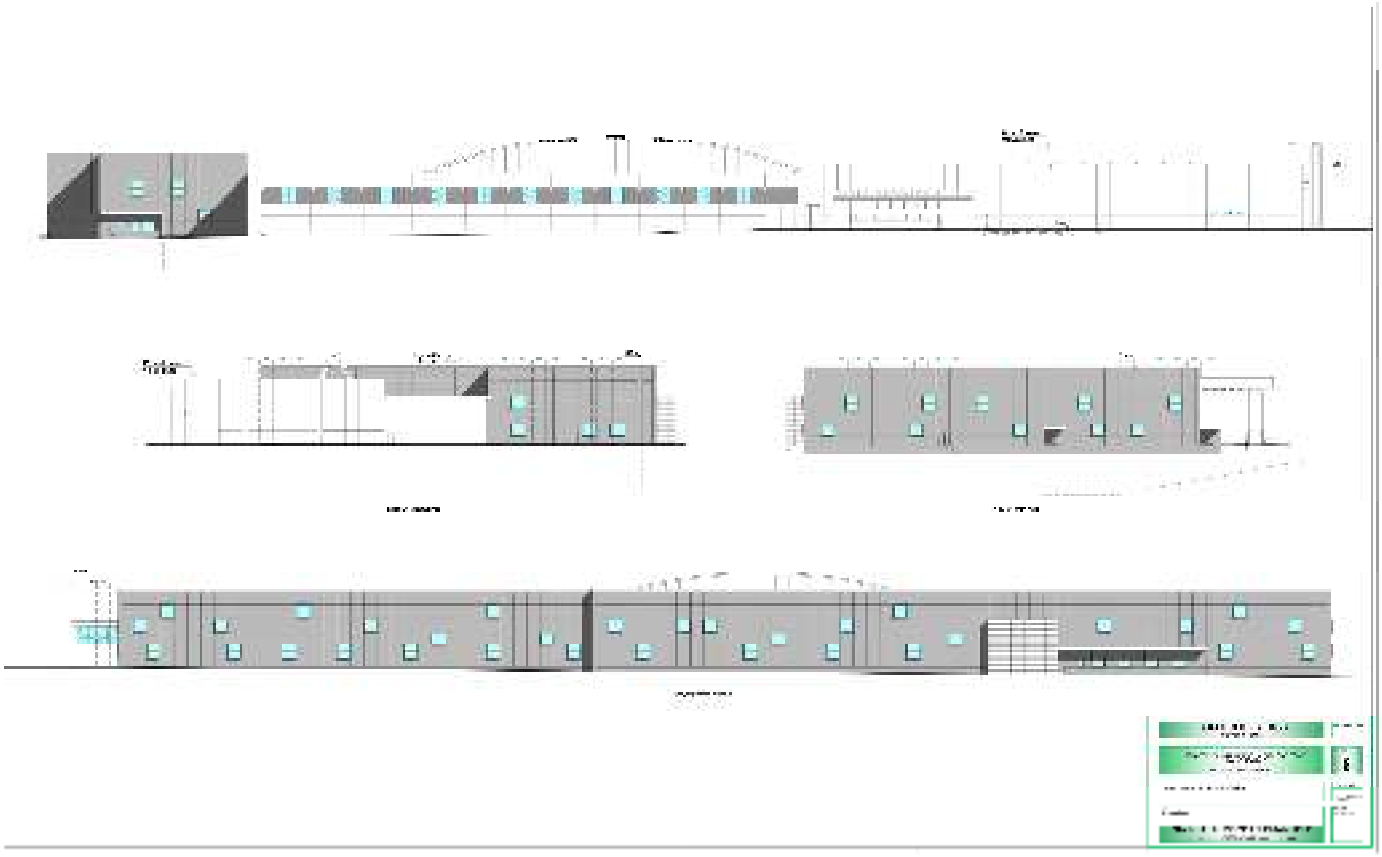


Tavola prospetti di progetto

8 INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

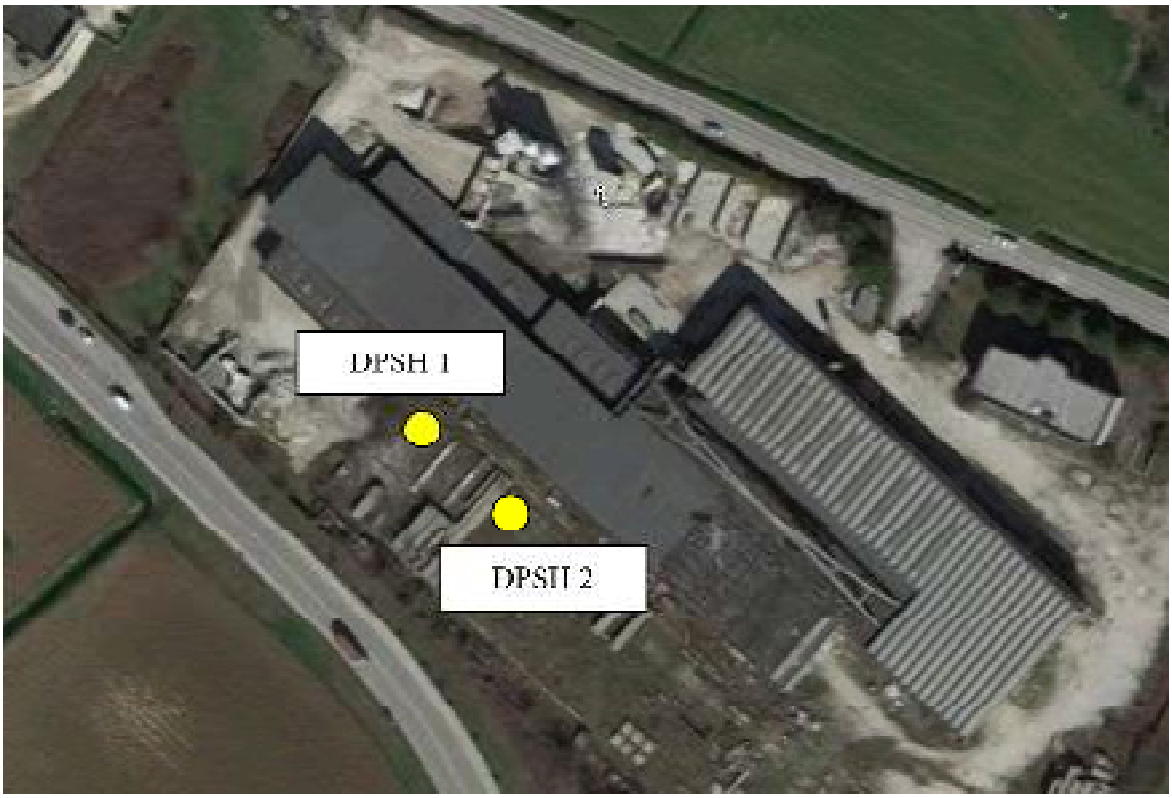
8.1 Prove Penetrometriche Dinamiche

Sono state effettuate **n. 2 Prove Penetrometriche DPSH** spinte in profondità fino al "rifiuto strumentale".

L'ubicazione delle prove è stata influenzata dalla morfologia e dall'accessibilità dei luoghi.

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.472
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °



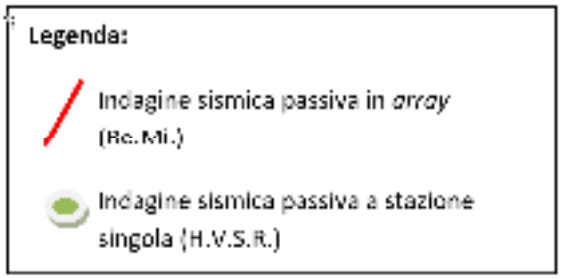
Ubicazione Prove Penetrometriche

8.2 Indagine geofisica

Sono state realizzate dallo Studio Sisma:

- **N.1 prospezione sismica con tecnica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor)** per la ricostruzione sismo - stratigrafica del sottosuolo e per l'assegnazione della Categoria del sottosuolo di fondazione (*Vs,eq*) come espressamente richiesto dalla normativa vigente *(Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 17/01/2018)*;
- **N. 1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)** per individuare le frequenze di risonanza del terreno.

Si allega ubicazione prove sismiche.



Ubicazione prove sismiche

DPSH N. 1

DPSH N. 2

8.3 Sondaggi geognostici

Sono stati effettuati dalla ditta Geotechna S.r.l. di Vicenza n. 2 sondaggi a carotaggio continuo:

SONDAGGIO S1		FOTO	UBICAZIONE SONDAGGI
Profondità raggiunta dal p.c.	15 m		
Falda	9 m		
Campioni prelevati	5		
Prove SPT [1] eseguite	9		
SONDAGGIO S2		**FOTO**	
Profondità raggiunta dal p.c.	12		
Falda	8,75		
Campioni prelevati	5		
Prove SPT eseguite	7		

L'esecuzione dei sondaggi ha permesso di tarare i risultati emersi dalle prospezioni geofisiche ed inoltre di ricostruire l'esatta litostratigrafia del substrato.

[1] La prova SPT (*Standard Penetration Test*) consiste nel misurare il numero di colpi necessari per far penetrare di 30 cm (15 + 15) nel terreno un tubo campionatore collegato alla superficie mediante batterie di aste in testa alla quale agisce un maglio di kg 63,5 che cade da un'altezza prefissata. Durante l'infissione dei 15 cm + 30 cm viene rilevato il numero di colpi N necessario per la penetrazione di ciascun tratto di 15 cm. Il valore di N_{SPT} è la somma dei colpi misurati per il 2° e 3° tratto.

9 MODELLO GEOTECNICO

Si riporta il modello geologico – geotecnico del terreno ricavato dalle indagini eseguite sul lotto di terreno oggetto di ampliamento.

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH n. 1

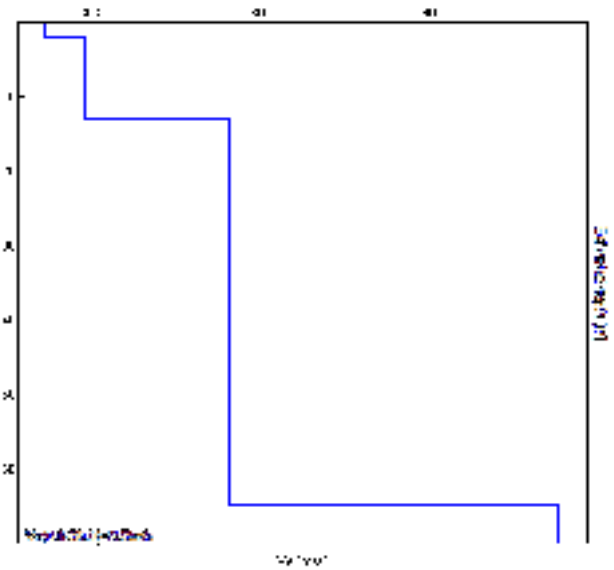
Strato	Prof. (m)	N_{spt}	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] ARGILLA	0.0 - 0.4	5.89	17.75	18.53	--	72.18	6.07	5.78	--	--	68.15
[2] GHIAIA	0.4 - 1.4	37.68	21.48	24.52	37.77	--	10.28	25.83	0.28	193.19	125.59

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH n. 2

Strato	Prof. (m)	N_{spt}	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] ARGILLA	0.0 - 0.4	5.52	17.55	18.44	--	67.67	5.70	5.41	--	--	67.39
[2] GHIAIA	0.4 - 0.8	61.46	22.56	24.52	44.56	--	15.07	37.49	0.23	305.99	126.4

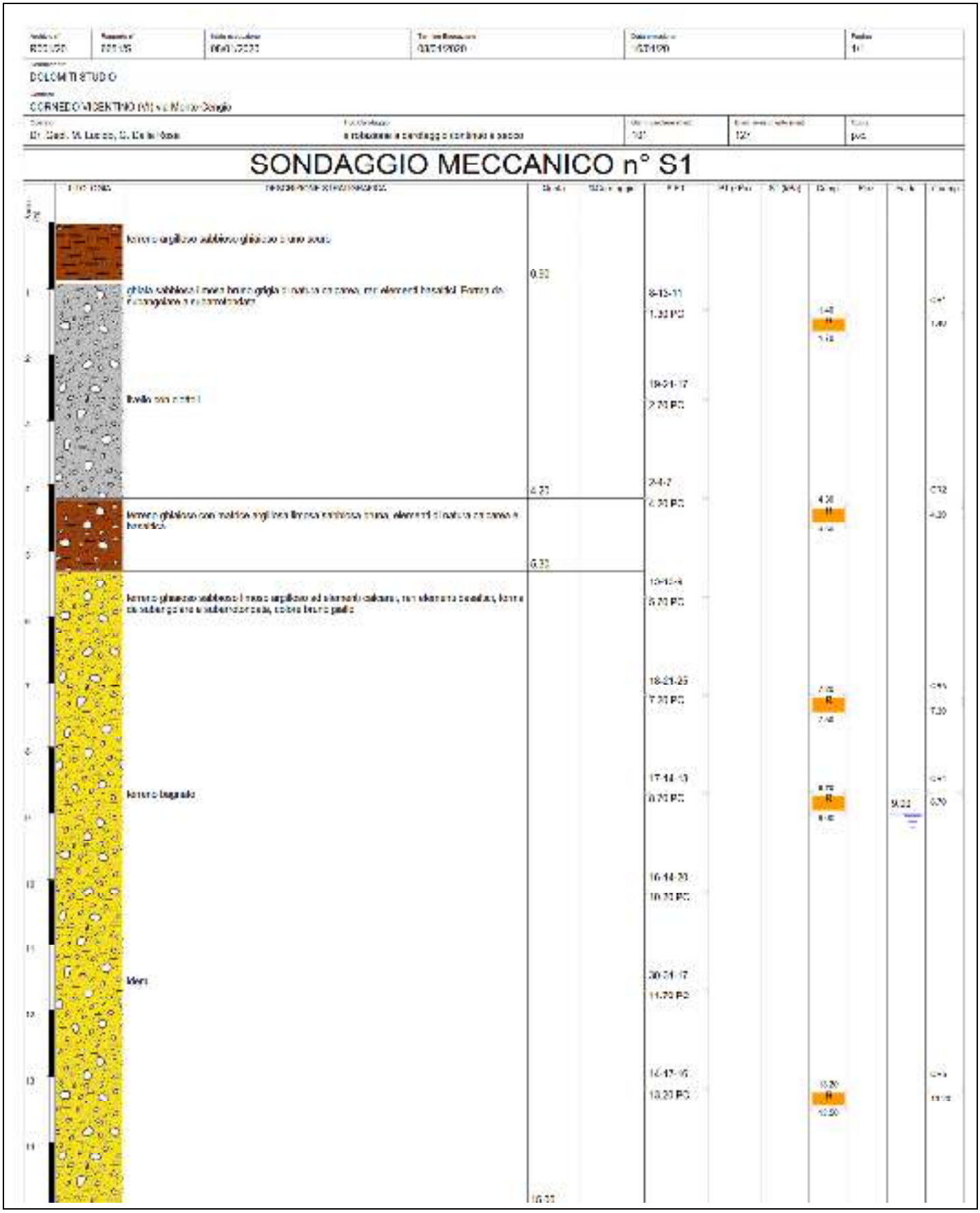
La **ricostruzione sismo-stratigrafica** di sito ha evidenziato:

- dal p.c. fino a circa 2 m di prof.: presenza di un materiale mediamente addensato caratterizzato da una Vs di circa 230 m/s mentre per valori di profondità maggiori il grado di rigidità diventa più elevato con Vs di circa 300 Vs.
- a circa 13 m dal p.c. locale: si segnala un aumento della velocità di propagazione delle onde S che raggiunge valori di circa 550 m/s;
- a circa 65 m dal p.c. locale si colloca il *bedrock* geofisico (Vs ≈ 1130 m/s – probabile substrato geologico).

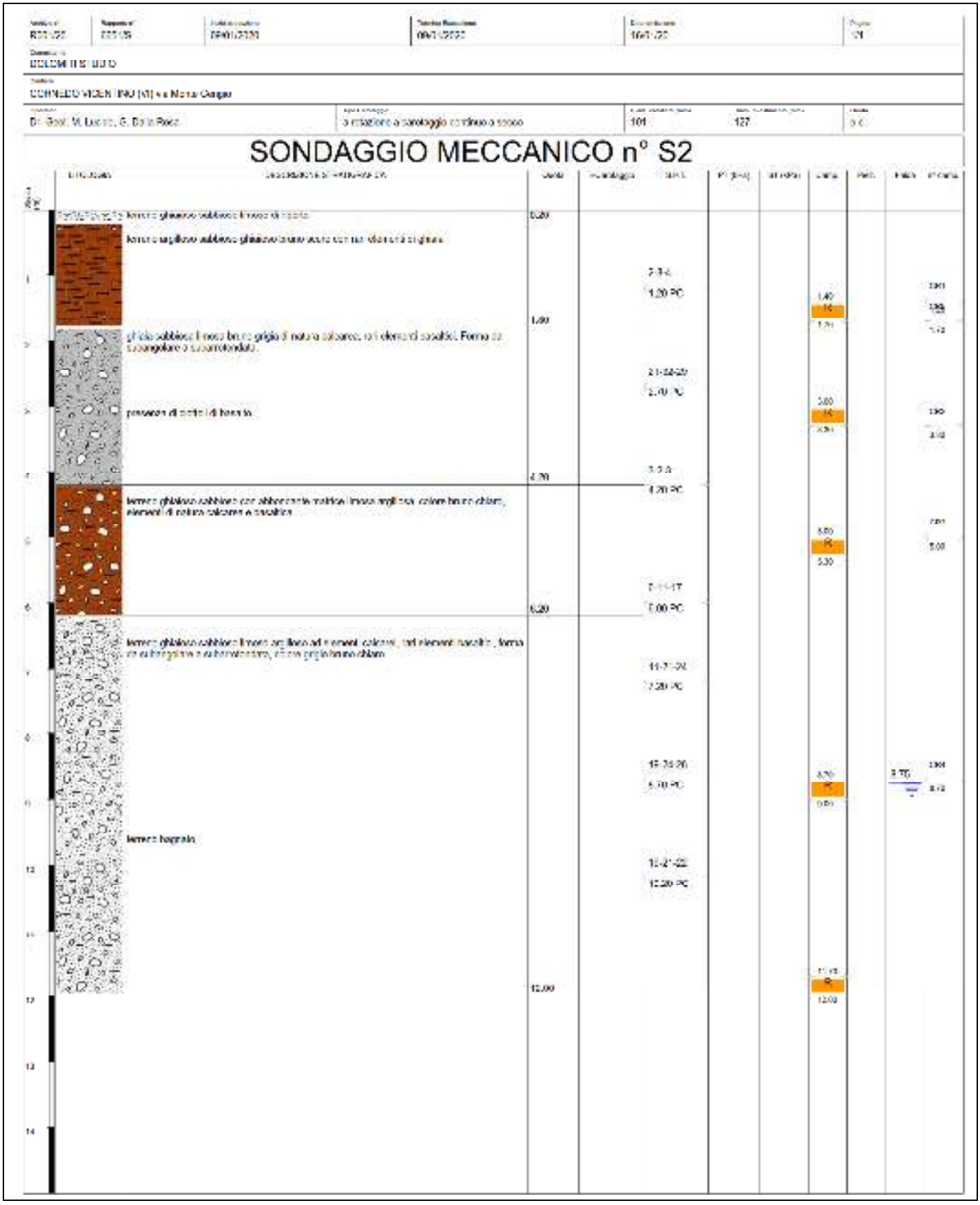


Modello stratigrafico interpretativo

Si allegano stratigrafie dei sondaggi meccanici a carotaggio continuo eseguiti.



DOLOMITI STUDIO
Piazza Dolomiti 8/A 36076 Recoaro Terme VI
Tel. 0445 780229 - info@dolomitistudio.it - www.dolomitistudio.it


SONDAGGIO MECCANICO n° S2

10 CONCLUSIONI

10.1 Compatibilità geologica e geomorfologica

L'analisi delle caratteristiche generali dell'area emerse dalle prove eseguite effettuati hanno evidenziato condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche tali da definire il sito idoneo per le opere di progetto.

L'area rientra nella classe di compatibilità geologica "*Area idonea a condizione*" della Tavola 3 - Carta delle Fragilità del Piano di Assetto del Territorio.

10.2 Stratigrafia

Il quadro stratigrafico locale emerso dalle prove può essere riassunto come segue:

STRATO	PROFONDITA' (mt)	DESCRIZIONE TIPO DI SUOLO DI RIFERIMENTO
1 strato	dal p.c. fino a - 2,0	Materiale argilloso sabbioso
2 strato	da – 2,0 fino a –13,0	Materiale ghiaioso sabbioso con locale matrice fine limo-sabbiosa
3 strato	da - 13,0 fino a – 65,0	Sabbia e ghiaia addensate/cementate
4 strato	da – 65 in poi	*Bedrock* geofisico (substrato roccioso)

10.3 Inquadramento geofisico

Dalla ricostruzione del quadro geofisico emerso dal presente studio e dalle indicazioni normative si prevede l'inserimento del sito d'indagine nella **Categoria di Sottosuolo denominata B**.

La frequenza fondamentale di risonanza di sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale (H/V ≈ 5,6) nell'intervallo di interesse ingegneristico-strutturale (0,0 – 20,0 Hz), è di circa **2,2 Hz**.

Si ritiene importante, vista l'ampiezza dei picchi spettrali registrati, considerare l'intervallo frequenziale di circa 1,4 – 4,0 Hz come range di possibili valori di vibrazione del terreno in caso di evento sismico di magnitudo rilevante poiché d'interesse ingegneristico – strutturale.

Si rimanda all'allegato "*Indagine geofisica con metodi Re.Mi. e H.V.S.R.*" per maggiori dettagli.

10.4 Falda

La falda freatica è stata individuata durante l'esecuzione dei sondaggi meccanici a rotazione ad una profondità pari a:
Sondaggio S 1 = prof. falda - 9 m dal p.c.
Sondaggio S 2 = prof. falda – 8,75 m dal p.c.

10.5 Scavi

Gli scavi eseguiti a ridosso del fabbricato esistente dovranno essere opportunamente sostenuti da interventi tipo berlinese opportunamente dimensionata.
Gli scavi non eseguiti in prossimità di opere esistenti dovranno avere una pendenza non superiore a 45°.

La sottoscritta si riserva eventuali integrazioni o precisazioni alla presente indagine geologica qualora in fase di esecuzione dell'intervento venissero riscontrate eventuali difformità con quanto qui previsto ed esposto.

Recoaro Terme VI, gennaio 2020

DOLOMITI STUDIO
Dr. Geol. Claudia Centomo
Iscr. Ordine Geologi Vento n. 452

Firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs. 7 marzo 2005, n. 82

Allegati:

- Tabelle e grafici prova penetrometrica dinamica DPSH;
- Indagini geognostiche in sito
- Indagine geofisica con metodi Re.Mi. e H.V.S.R. per la caratterizzazione sismica dei terreni secondo la normativa vigente (*N.T.C. – D.M. 17 gennaio 2018*)

TABELLA PROVA DPSH n. 1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 08/03/2019
Profondità prova 1.40 mt
Falda non rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Prof. (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. din. ridotta (Mpa)	Res. din. (Mpa)	Pres. Amm. con rid. Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. Amm. Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	2	0.855	1.76	2.06	88.06	103.04
0.40	10	0.851	8.77	10.30	438.32	515.21
0.60	18	0.797	13.57	17.02	678.35	851.13
0.80	36	0.693	23.60	34.05	1180.23	1702.26
1.00	32	0.690	20.87	30.26	1043.68	1513.12
1.20	30	0.736	20.89	28.37	1044.43	1418.55
1.40	50	0.633	29.93	47.28	1496.25	2364.25

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 1

Strato	Prof. (m)	N_{spt}	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] ARGILLA	0.0 - 0.4	5.89	17.75	18.53	--	72.18	6.07	5.78	--	--	68.15
[2] GHIAIA	0.4 - 1.4	37.68	21.48	24.52	37.77	--	10.28	25.83	0.28	193.19	125.59

GRAFICO PROVA DPSH n. 1

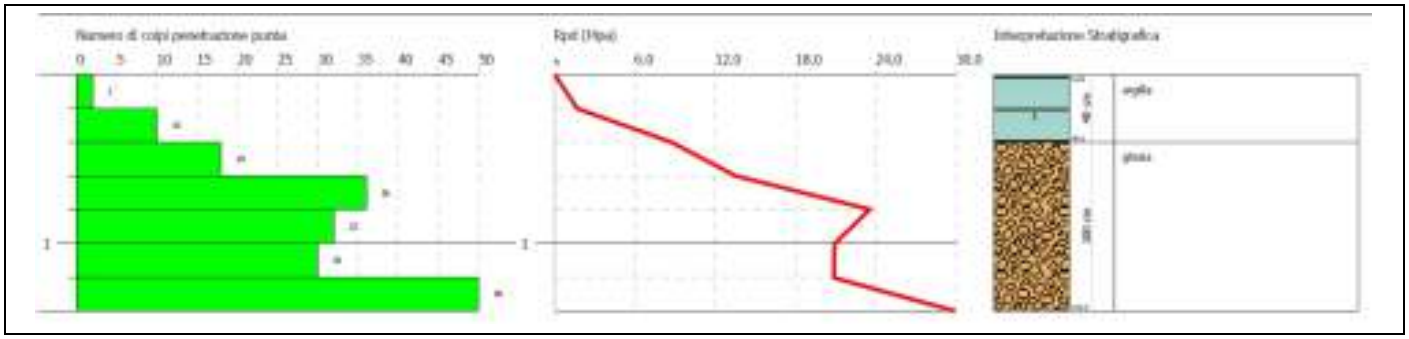


TABELLA PROVA DPSH n. 2

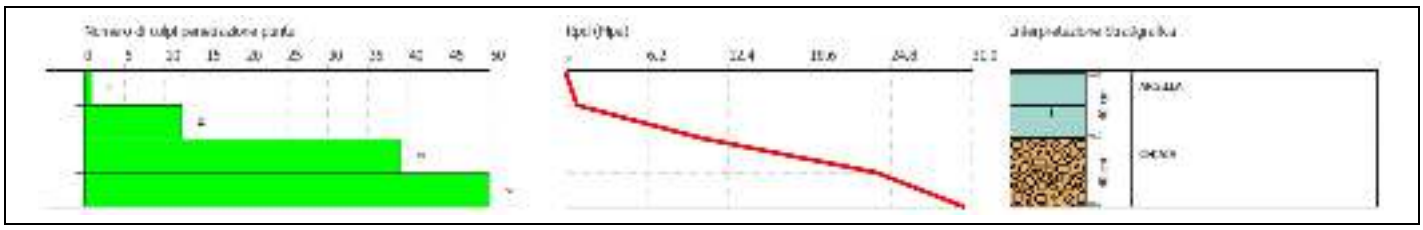
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 08/03/2019
Profondità prova 0.80 mt
Falda non rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio Minimo

Prof. (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. din. ridotta (Mpa)	Res. din. (Mpa)	Pres. Amm. con rid. Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. Amm. Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	1	0.855	0.88	1.03	44.03	51.52
0.40	12	0.851	10.52	12.36	525.99	618.25
0.60	39	0.647	23.86	36.88	1193.15	1844.11
0.80	50	0.643	30.42	47.28	1521.00	2364.25

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH n. 2

Strato	Prof. (m)	N_{spt}	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] ARGILLA	0.0 - 0.4	5.52	17.55	18.44	--	67.67	5.70	5.41	--	--	67.39
[2] GHIAIA	0.4 - 0.8	61.46	22.56	24.52	44.56	--	15.07	37.49	0.23	305.99	126.4

GRAFICO PROVA DPSH n. 2



36040 - Torri di Quartesolo (Vicenza - ITALY) - Via degli Avieri, 26
tel. 0444 389495 - fax 0444 263413 - www.geotechna.it - info@geotechna.it
R.I. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Cap. Soc. 31.200 € i.v. - P. IVA/C.F. 00673940243

GEOTECHNA

DOLOMITI STUDIO
Piazza Dolomiti, 8/A
36076 RECOARO TERME (VI)

RAPPORTI DI PROVA
relativi alle

INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

cantiere :

CORNEDO VICENTINO (VI) via Monte Cengio

Responsabile Tecnico		Direttore Laboratorio
.....	GEOTECHNA srl 36040 Torri di Quartesolo (VI) Via degli Avieri, 26 P. IVA 00673940243 Tel. 0444 389495 Fax 0444 263413	.....
Dr. Geol. Andrea Baldracchi		*Dr.Geol. Renato Bartolomei*

Torri di Quartesolo (VI), 16/01/20 archivio n. : **R 001 /20**

TÜV NORD
TÜV NORD Italia S.r.l.
ISO 9001

QUESTO DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE DUPLICATO PARZIALMENTE SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI GEOTECHNA S.R.L.

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

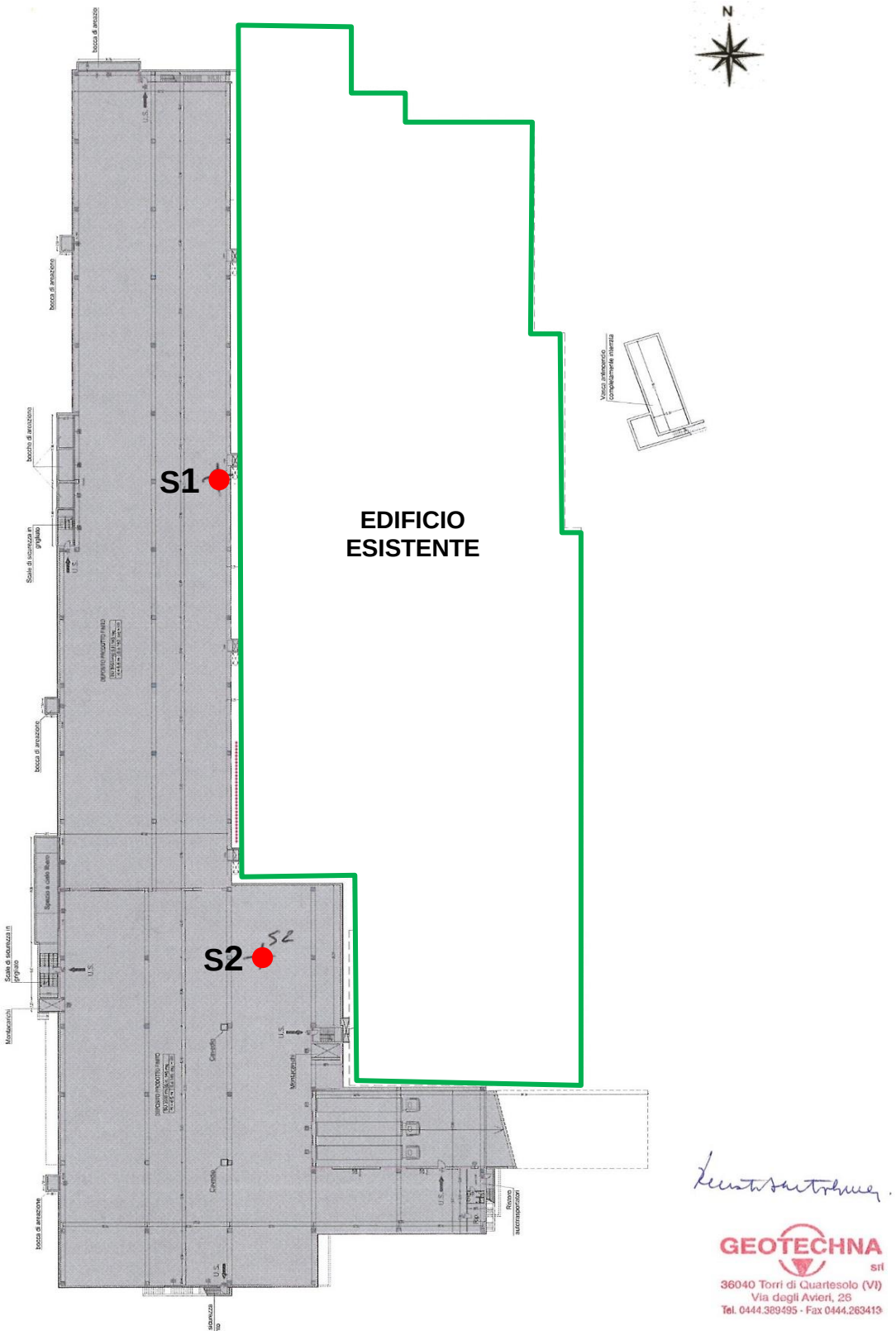
codice archivio n°	R001/20	data emissione :	16/01/20	pagina	1/1

Committente : **DOLOMITI STUDIO**

Cantiere : **CORNEDO VICENTINO - EX BATTILANA**

P L A N I M E T R I A

CON UBICAZIONE PUNTI INDAGINE



codice archivio n°	R001/20	data emissione:	16/01/20	pagina	1/1

Committente : **DOLOMITI STUDIO**

Cantiere : **CORNEDO VICENTINO (VI) Via Monte Cengio**

Posizionamento Sondaggio n° **S1**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO MECCANICO

Sperimentatore

(Dr. Geol. Marco Lucido)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

Archivio n°	Rapporto n°	Inizio esecuzione	Termine Esecuzione	Data emissione	Pagina
R001/20	6651/S	08/01/2020	08/01/2020	16/01/20	1/1

Committente: DOLOMITI STUDIO

Cantiere: CORNEDO VICENTINO (VI) via Monte Cengio

Operatori	Tipo Carotaggio	Diam. carotiere (mm)	Diam. rivestimento (mm)	Quota
Dr. Geol. M. Lucido, G. Dalla Rosa	a rotazione a carotaggio continuo a secco	101	127	p.c.

SONDAGGIO MECCANICO n° S1

Scala (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	PT (kPa)	ST (kPa)	Camp.	Piez.	Falda	n° camp.
		terreno argilloso sabbioso ghiaioso bruno scuro	0.90								
1, 2, 3		ghiaia sabbiosa limosa bruno grigia di natura calcarea, rari elementi basaltici. Forma da subangolare a subarrotondata.			8-13-11 1.30 PC 19-21-17 2.70 PC			1.40 R 1.70			CR1 1.40
		livello con ciottoli	4.20		2-4-7 4.20 PC			4.30 R 4.60			CR2 4.30
5		terreno ghiaioso con matrice argillosa limosa sabbiosa bruna, elementi di natura calcarea e basaltica	5.30								
6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14		terreno ghiaioso sabbioso limoso argilloso ad elementi calcarei, rari elementi basaltici, forma da subangolare a subarrotondata, colore bruno giallo			13-13-9 5.70 PC 18-21-25 7.20 PC 17-14-13 8.70 PC 16-14-20 10.20 PC 30-31-17 11.70 PC 14-17-16 13.20 PC			7.20 R 7.50 8.70 R 9.00 13.20 R 13.50		9.00	CR3 7.30 CR4 8.70 CR5 13.20
		terreno bagnato									
		idem	15.00								

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:a rotazione a carotaggio continuo a secco
Sonda:Carotaggio:a rotazione a carotaggio continuo a secco

Sperimentatore (Dr. Geol. M. Lucido)

Direttore del Laboratorio (Dr. Geol. R. Bartolomei)

codice archivio n°	R001/20	data emissione:	16/01/20	pagina	1/2

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	**CORNEDO VICENTINO (VI) Via Monte Cengio**

Sondaggio n°	**1**	**Box n°**	**1 - 2**	quota m	da p.c. a 10. 0 m p.c.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO MECCANICO

Sperimentatore

(Dr. Geol. Marco Lucido)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

codice archivio n°	R001/20	data emissione:	16/01/20	pagina	2/2

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	**CORNEDO VICENTINO (VI) Via Monte Cengio**

Sondaggio n°	**1**	**Box n°**	**3**	quota m	da 10.0 a 15.0 m p.c.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO MECCANICO

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n°	R001/20				pagina 1/1
inizio esecuzione	08/01/20	termine esecuzione	08/01/20	emissione	16/01/20

Committente : **DOLOMITI STUDIO**

Cantiere : **CORNEDO VICENTINO (VI)**

PROVA PENETROMETRICA S.P.T.

Standard **P**enetration **T**est (ASTM D1586 - RACC. AGI 1977)

Prove eseguite nel sondaggio n°	**S1**	altezza livello falda in **m** da p.c.	-9.0

metodo di perforazione: rotazione a carotaggio continuo a secco

S.P.T. n°	rapporto di prova n°	quota m da p.c. da	a	n° colpi 1° 15 cm	2° 15 cm	3° 15 cm	**N 2°+ 3°** 30 cm	descrizione litologica	lunghezza campione cm
S1 /1	**6652 /S**	1.30	1.75	8	13	11	**24**	*ghiaia sabbiosa limosa*	
S1 /2	**6653 /S**	2.70	3.15	19	21	17	**38**	*ghiaia sabbiosa limosa*	
S1 /3	**6654 /S**	4.20	4.65	2	4	7	**11**	*ghiaia con argilla*	
S1 /4	**6655 /S**	5.70	6.15	13	13	9	**22**	*ghiaia sabbiosa limosa argillosa*	
S1 /5	**6656 /S**	7.20	7.65	18	21	25	**46**	*ghiaia sabbiosa limosa argillosa*	
S1 /6	**6657 /S**	8.70	9.15	17	14	13	**27**	*ghiaia sabbiosa limosa argillosa*	
S1 /7	**6658 /S**	10.20	10.65	16	14	20	**34**	*ghiaia sabbiosa limosa argillosa*	
S1 /8	**6659 /S**	11.70	12.15	30	31	17	**48**	**ghiaia sabbiosa limosa argillosa*	
S1 /9	**6660 /S**	13.20	13.65	14	17	16	**33**	*ghiaia sabbiosa limosa argillosa*	
								**presenza di un ciottolo*	

- Dispositivo di guida e di sganciamento automatico con caduta della massa libera e costante
- massa di percussione = 63.5 kg - volata = 0.76 m - energia specifica = 473 Joule/colpo - ∅ campionatore = 51 mm

note : *Quando la natura del terreno in prova risulta grossolana viene usata la punta conica Φ 51 mm conicità 60°, in sostituzione della scarpa (da Racc. AGI 1977).*

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

codice archivio n°	R001/20	data emissione:	16/01/20	pagina	1/1

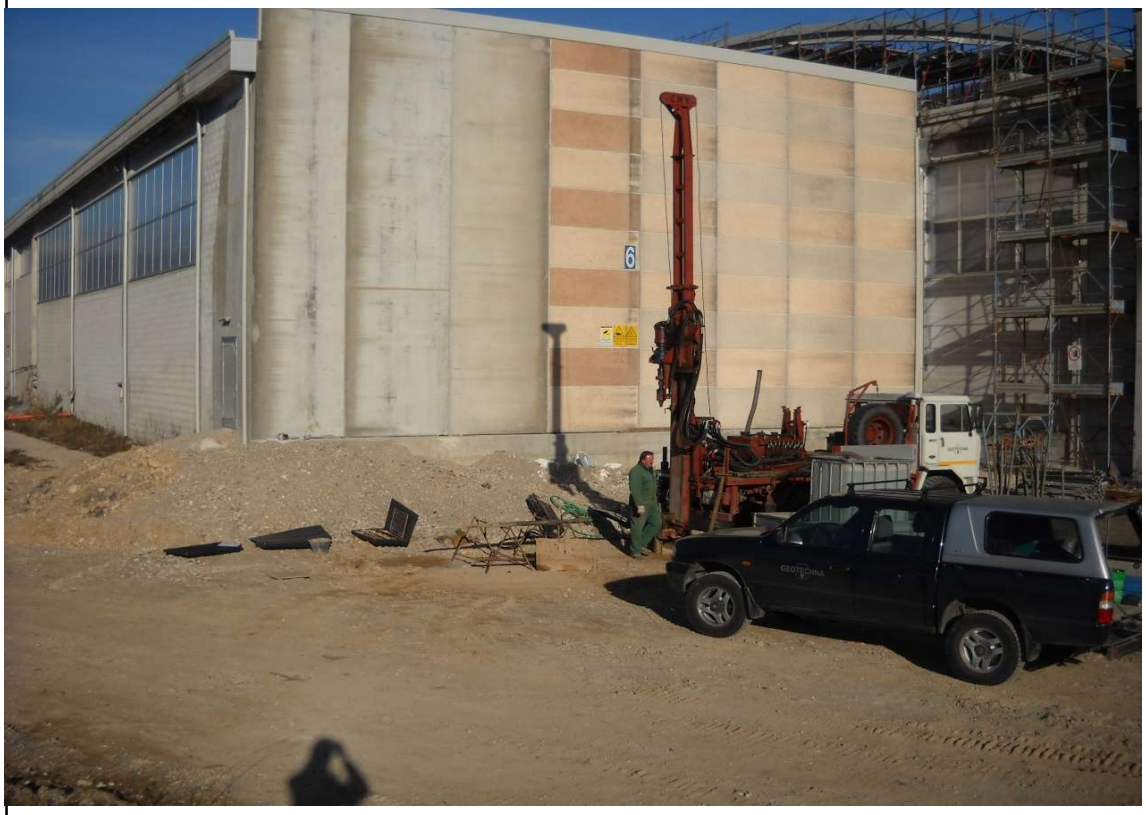
Committente : **DOLOMITI STUDIO**

Cantiere : **CORNEDO VICENTINO (VI) Via Monte Cengio**

Posizionamento Sondaggio n° **S2**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO MECCANICO



Sperimentatore

(Dr. Geol. Marco Lucido)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

Archivio n°	Rapporto n°	Inizio esecuzione	Termine Esecuzione	Data emissione	Pagina
R001/20	6651/S	09/01/2020	09/01/2020	16/01/20	1/1

Committente: DOLOMITI STUDIO

Cantiere: CORNEDO VICENTINO (VI) via Monte Cengio

Operatori	Tipo Carotaggio	Diam. carotiere (mm)	Diam. rivestimento (mm)	Quota
Dr. Geol. M. Lucido, G. Dalla Rosa	a rotazione a carotaggio continuo a secco	101	127	p.c.

SONDAGGIO MECCANICO n° S2

Scala (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	PT (kPa)	ST (kPa)	Camp.	Piez.	Falda	n° camp.
		terreno ghiaioso sabbioso limoso di riporto	0.20								
1		terreno argilloso sabbioso ghiaioso bruno scuro con rari elementi di ghiaia	1.80		2-8-4 1.20 PC			1.40 R 1.70			CR1 1.40
2		ghiaia sabbiosa limosa bruno grigia di natura calcarea, rari elementi basaltici. Forma da subangolare a subarrotondata.			21-32-29 2.70 PC						1.70
3		presenza di ciottoli di basalto	4.20					3.00 R 3.30			CR2 3.30
4		terreno ghiaioso sabbioso con abbondante matrice limosa argillosa, colore bruno chiaro, elementi di natura calcarea e basaltica			3-2-3 4.20 PC						
5								5.00 R 5.30			CR3 5.00
6		terreno ghiaioso sabbioso limoso argilloso ad elementi calcarei, rari elementi basaltici, forma da subangolare a subarrotondata, colore grigio bruno chiaro	6.20		6-11-17 6.00 PC						
7					11-21-24 7.20 PC						
8					19-24-26 8.70 PC			8.70 R 9.00		8.75	CR4 8.70
9		terreno bagnato									
10					19-21-22 10.20 PC						
11								11.70 R 12.00			
12			12.00								
13											
14											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:a rotazione a carotaggio continuo a secco
Sonda:Carotaggio:a rotazione a carotaggio continuo a secco

Sperimentatore

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. M. Lucido)

(Dr. Geol. R. Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

codice archivio n°	R001/20	data emissione:	16/01/20	pagina	1/2

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	**CORNEDO VICENTINO (VI) Via Monte Cengio**

Sondaggio n°	**S2**	**Box n°**	**1 - 2**	quota m	da p.c. a 10. 0 m p.c.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO MECCANICO

Sperimentatore

(Dr. Geol. Marco Lucido)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

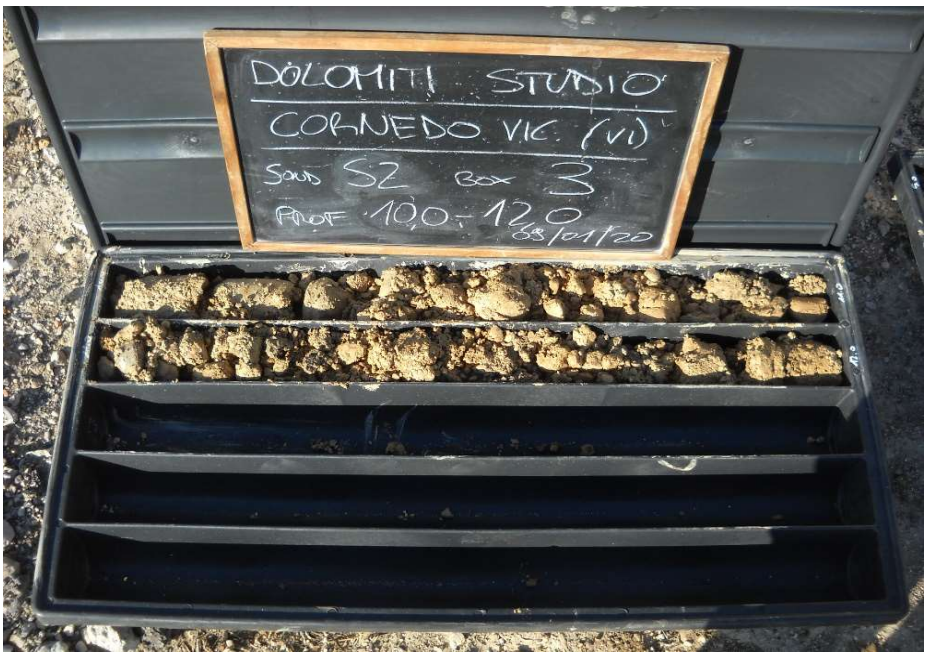
codice archivio n°	R001/20	data emissione:	16/01/20	pagina	2/2

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	**CORNEDO VICENTINO (VI) Via Monte Cengio**

Sondaggio n°	**S2**	**Box n°**	**3**	quota m	da 10.0 a 15.0 m p.c.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO MECCANICO



GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n°	R001/20				pagina 1/1
inizio esecuzione	09/01/20	termine esecuzione	09/01/20	emissione	16/01/20

Committente : **DOLOMITI STUDIO**

Cantiere : **CORNEDO VICENTINO (VI)**

PROVA PENETROMETRICA S.P.T.

Standard **P**enetration **T**est (ASTM D1586 - RACC. AGI 1977)

Prove eseguite nel sondaggio n°	**S2**	altezza livello falda in **m** da p.c.	-8.75

metodo di perforazione: rotazione a carotaggio continuo a secco

S.P.T. n°	rapporto di prova n°	quota m da p.c. da	a	n° colpi 1° 15 cm	2° 15 cm	3° 15 cm	**N 2°+ 3°** 30 cm	descrizione litologica	lunghezza campione cm
S2 /1	**6662 /S**	1.20	1.65	2	8	4	**12**	*argilla limosa sabbiosa*	
S2 /2	**6663 /S**	2.70	3.15	21	32	29	**61**	*ghiaia sabbiosa limosa*	
S2 /3	**6664 /S**	4.20	4.65	3	2	3	**5**	*ghiaia con argilla*	
S2 /4	**6665 /S**	6.00	6.45	6	11	17	**28**	*ghiaia sabbiosa limosa argillosa*	
S2 /5	**6666 /S**	7.20	7.65	11	21	24	**45**	*ghiaia sabbiosa limosa argillosa*	
S2 /6	**6667 /S**	8.70	9.15	19	24	26	**50**	*ghiaia sabbiosa limosa argillosa*	
S2 /7	**6668 /S**	10.20	10.65	19	21	22	**43**	*ghiaia sabbiosa limosa argillosa*	

- Dispositivo di guida e di sganciamento automatico con caduta della massa libera e costante
- massa di percussione = 63.5 kg - volata = 0.76 m - energia specifica = 473 Joule/colpo - ∅ campionatore = 51 mm

note : *Quando la natura del terreno in prova risulta grossolana viene usata la punta conica Φ 51 mm conicità 60°, in sostituzione della scarpa (da Racc. AGI 1977).*

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA
36040 TORRI DI Q.LO (VI) - Via degli Avieri, 26
☎ 0444 389495 fax 0444 263413 info@geotechna.it

T A B E L L A R I A S S U N T I V A
PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente : **DOLOMITI STUDIO**

Cantiere/Opera : **CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI**

Consegna campioni : 09/01/20 ARCHIVIO R001/20

sondaggio n.	**S1**									
campione n.	**CR1**	**CR2**	**CR3**	**CR4**	**CR5**					
quota m	1.4-1.7	4.3-4.6	7.2-7.5	8.7-9.0	13.2-13.5					
rapporto n°	6672/L	6673/L	6674/L	6675/L	6676/L					
CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA :										
contenuto d' acqua (riferito ai limiti di Atterberg) (%)	-	-	-	-	-					
massa volumica (Mg/m^3)	-	-	-	-	-					
limite di liquidità (%)	-	37	-	-	-					
indice di plasticità (%)	-	13	-	-	-					
CLASSI GRANULOMETRICHE SECONDO AGI										
GHIAIA %	64	55	63	65	59					
SABBIA %	20	18	22	21	21					
LIMO %	16	27	15	14	20					
ARGILLA %	-	-	-	-	-					
DIAMETRO MASSIMO GRANULI mm (∅)	19<∅<37.5	19<∅<37.5	19<∅<37.5	37.5<∅<75	37.5<∅<75					
classifica AGI	ghiaia sabbiosa limosa argillosa	ghiaia sabbiosa limosa argillosa	ghiaia sabbiosa limosa argillosa	ghiaia sabbiosa limosa argillosa	ghiaia sabbiosa limosa argillosa					
classifica ASTM D2487	GC-GM	GC	GC-GM	GC-GM	GC-GM					
classifica UNI 11531	A1-b	A2-6(0)	A1-a	A1-a	A1-b					
MASSA VOLUMICA GRANULI SOLIDI (Mg/m^3)	-	-	-	-	-					
SOSTANZA ORGANICA (%) :										
COMPRESSIONE SEMPLICE ELL :										
PROVA TRIASSIALE UU :										
PROVA TRIASSIALE CIU :										
CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA										
TAGLIO DIRETTO :										

NOTE: * *questa classificazione è da ritenersi indicativa in quanto non è possibile determinare la frazione passante al setaccio 0.063mm poiché è stato utilizzato, come da norma ASTM, il setaccio 0.075mm*

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	**rapporto n.** 6676/L		pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	inizio prove 13/01/20	emissione : 16/01/20	

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

Sondaggio n°	**S1**	Campione n°	**CR5**	quota m	13.2-13.5

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :
(UNI EN ISO 14688-1)

ghiaia sabbiosa limosa argillosa di colore bruno giallo chiaro (D74), prevalentemente di natura calcarea, di forma da sub-angolare a sub-arrotondata

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

contenuto in acqua	**Wn** %	-

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

massa volumica	ρ Mg/m^3	-

contenitore campione
sacchetto plastica

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.063	0.002
	%	**41**	**28**	**20**	**-**

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo+argilla
	%	**59**	**21**	**20**

Sperimentatore
(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n°	R001/20	**rapporto n.**	**6676/L**		pag 1/1
campione ricevuto :	09/01/20	esecuzione prova	14/01/20	emissione :	16/01/20

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

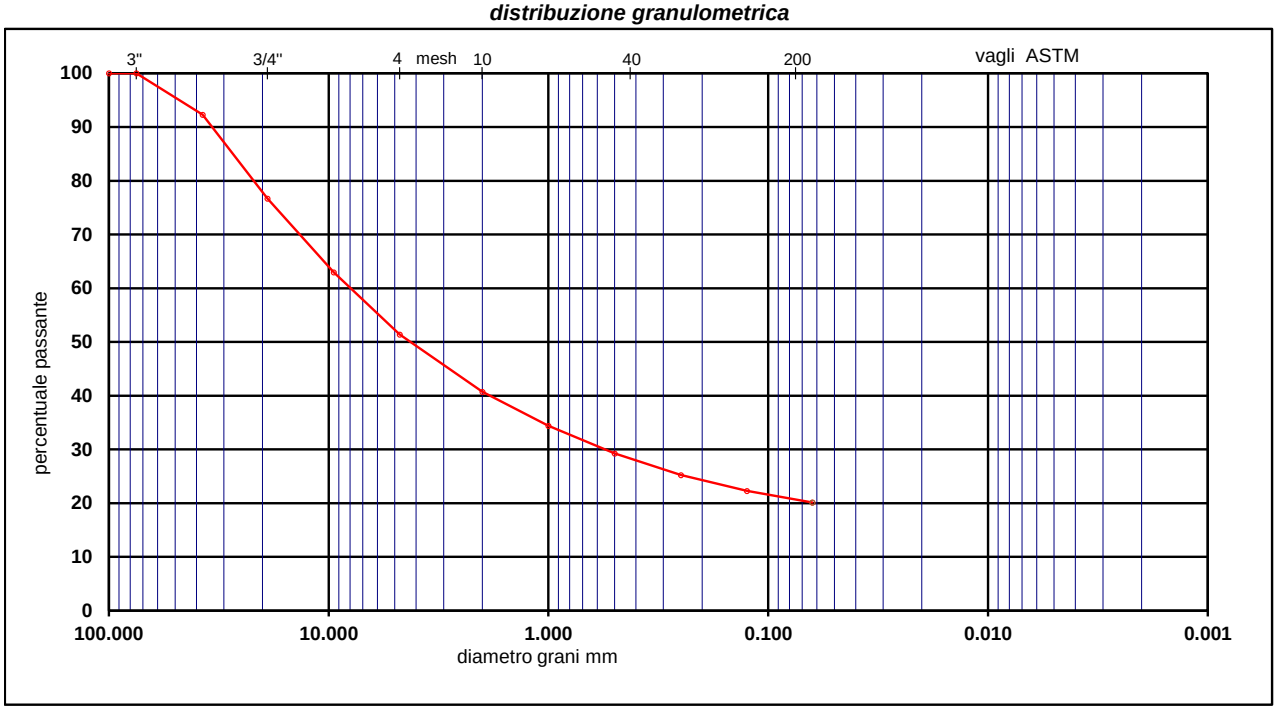
Sondaggio n°	**S1**	Campione n°	**CR5**	quota m	13.2-13.5

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4) per setacciatura

classificazione granulometrica (AGI): *ghiaia sabbiosa limosa argillosa*

distribuzione granulometrica



note:

dati di prova

SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE	
∅ setacci	terreno trattenuto	terreno passante	∅ equival. grani	terreno in sospensione
mm	g	%	mm	%
100	-	100.0	-	-
75	-	100.0	-	-
37.5	153	92.3	-	-
19.0	310	76.7	-	-
9.5	273	63.0	-	-
4.75	231	51.4	-	-
2.00	212	40.7	-	-
1.00	126	34.4	-	-
0.50	102	29.3	-	-
0.250	81	25.2	-	-
0.125	58	22.3	-	-
0.063	43	20.1	-	-

massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	1989
massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	-
temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	-
densimetro utilizzato: ASTM 152H	
antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
Limiti di Atterberg : non eseguiti	
classifica ASTM D2487	**GC-GM**
classifica UNI 11531	**A1-b**

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	**rapporto n.** **6675/L**		pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	inizio prove 13/01/20	emissione : 16/01/20	

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

Sondaggio n°	**S1**	Campione n°	**CR4**	quota m	8.7-9.0

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :
(UNI EN ISO 14688-1)

ghiaia sabbiosa limosa argillosa di colore bruno giallo (D72), prevalentemente di natura calcarea, di forma da sub-angolare a sub-arrotondata

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

contenuto in acqua	**Wn** %	-

contenitore campione
sacchetto plastica

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

massa volumica	ρ Mg/m^3	-

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.063	0.002
	%	**35**	**19**	**14**	**-**

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo+argilla
	%	**65**	**21**	**14**

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n°	R001/20	**rapporto n.**	**6675/L**		pag 1/1
campione ricevuto :	09/01/20	esecuzione prova	14/01/20	emissione :	16/01/20

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

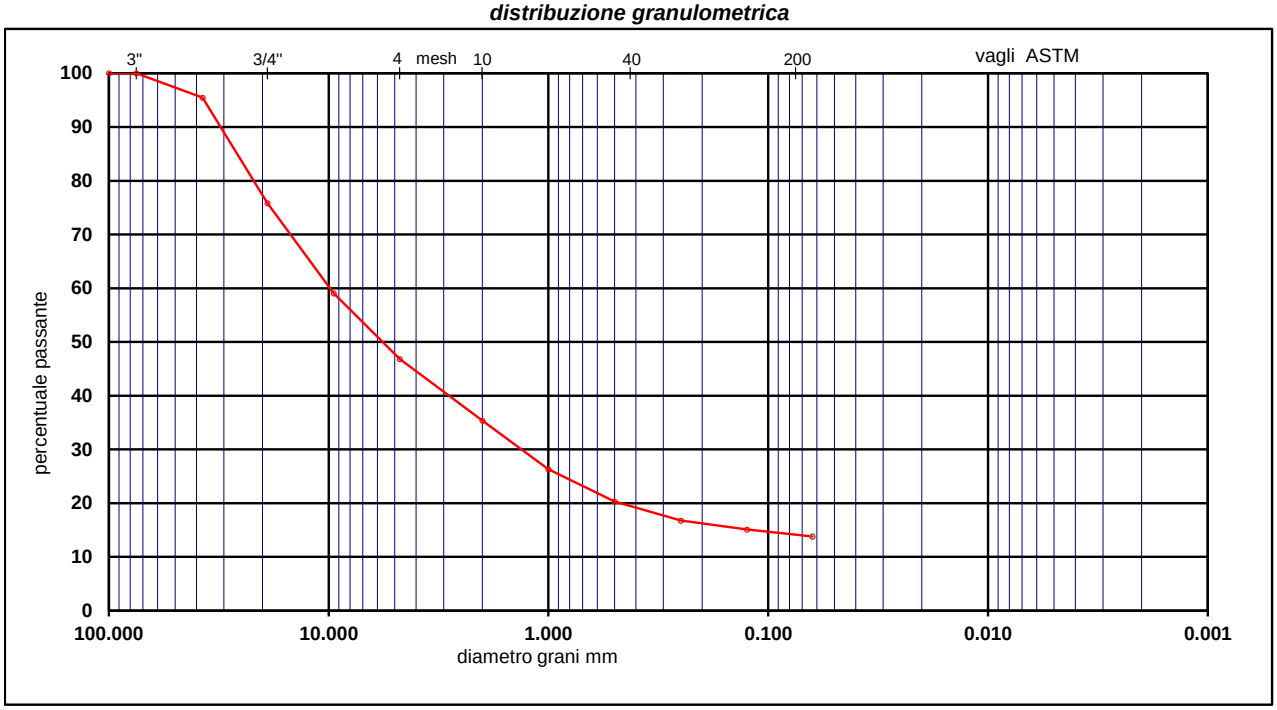
Sondaggio n°	**S1**	Campione n°	**CR4**	quota m	8.7-9.0

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4) per setacciatura

classificazione granulometrica (AGI): *ghiaia sabbiosa limosa argillosa*

distribuzione granulometrica



note:

dati di prova

SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE	
∅ setacci	terreno trattenuto	terreno passante	∅ equival. grani	terreno in sospensione
mm	g	%	mm	%
100	-	100.0	-	-
75	-	100.0	-	-
37.5	124	95.5	-	-
19.0	540	75.8	-	-
9.5	461	59.1	-	-
4.75	335	46.9	-	-
2.00	316	35.4	-	-
1.00	249	26.3	-	-
0.50	164	20.3	-	-
0.250	97	16.8	-	-
0.125	47	15.1	-	-
0.063	36	13.8	-	-

massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	2748
massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	-
temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	-
densimetro utilizzato: ASTM 152H	
antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
Limiti di Atterberg : non eseguiti	
classifica ASTM D2487	**GC-GM**
classifica UNI 11531	**A1-a**

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	**rapporto n.** 6674/L		pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	inizio prove 13/01/20	emissione : 16/01/20	

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

Sondaggio n°	**S1**	Campione n°	**CR3**	quota m	7.2-7.5

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :
(UNI EN ISO 14688-1)

ghiaia sabbiosa limosa argillosa di colore bruno oliva (F74), prevalentemente di natura calcarea, di forma da sub-angolare a sub-arrotondata

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

contenuto in acqua	**Wn** %	-

contenitore campione
sacchetto plastica

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

massa volumica	ρ Mg/m^3	-

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.063	0.002
	%	**37**	**21**	**15**	**-**

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo+argilla
	%	**63**	**22**	**15**

Sperimentatore
(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n°	R001/20	**rapporto n.**	**6674/L**		pag 1/1
campione ricevuto :	09/01/20	esecuzione prova	14/01/20	emissione :	16/01/20

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

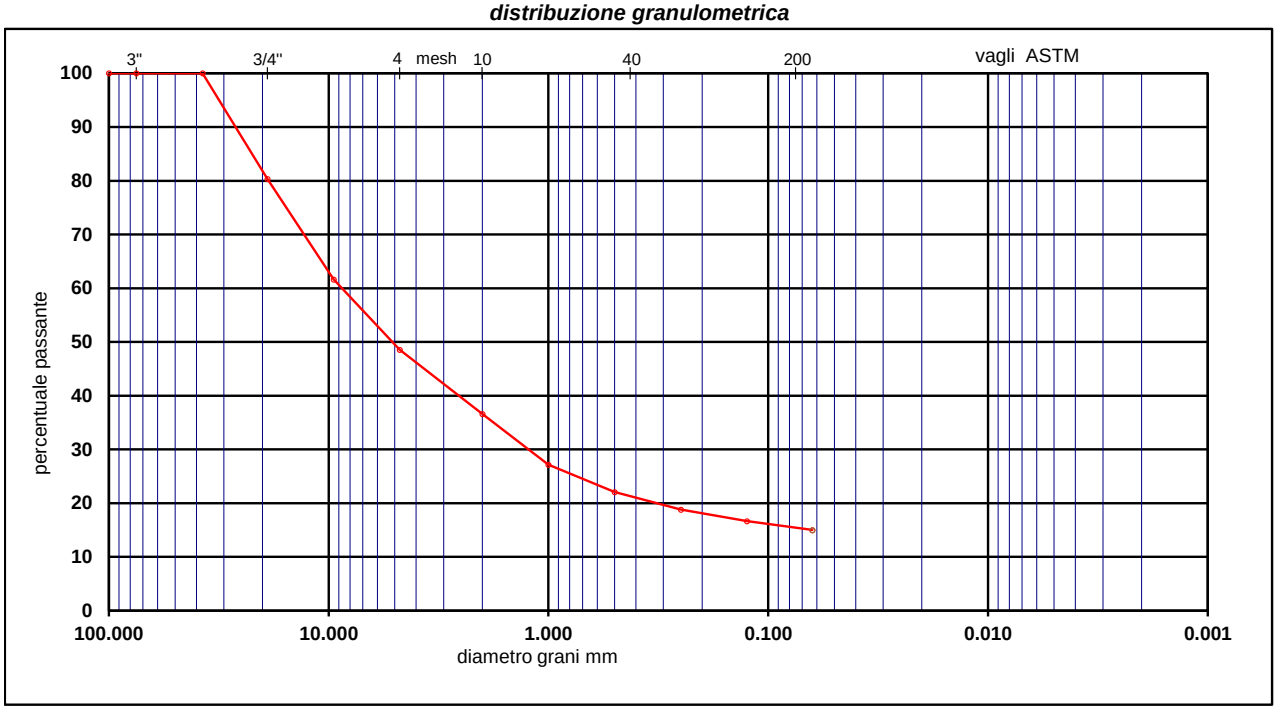
Sondaggio n°	**S1**	Campione n°	**CR3**	quota m	7.2-7.5

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4) per setacciatura

classificazione granulometrica (AGI): *ghiaia sabbiosa limosa argillosa*

distribuzione granulometrica



note:

dati di prova

SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE	
∅ setacci	terreno trattenuto	terreno passante	∅ equival. grani	terreno in sospensione
mm	g	%	mm	%
100	-	100.0	-	-
75	-	100.0	-	-
37.5	-	100.0	-	-
19.0	524	80.4	-	-
9.5	499	61.6	-	-
4.75	349	48.6	-	-
2.00	319	36.6	-	-
1.00	251	27.2	-	-
0.50	136	22.1	-	-
0.250	87	18.8	-	-
0.125	58	16.6	-	-
0.063	43	15.0	-	-

massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	2667
massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	-
temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	-
densimetro utilizzato: ASTM 152H	
antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
Limiti di Atterberg : non eseguiti	
classifica ASTM D2487	**GC-GM**
classifica UNI 11531	**A1-a**

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	rapporto n. 6673/L			pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	inizio prove 13/01/20		emissione : 16/01/20	

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

Sondaggio n°	S1	Campione n°	CR2	quota m	4.3-4.6

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :
(UNI EN ISO 14688-1)

ghiaia sabbiosa in matrice limosa argillosa di colore oliva scuro (E76), prevalentemente di natura calcarea, di forma da sub-angolare a sub-arrotondata

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

contenuto in acqua	**Wn** %	-

contenitore campione
sacchetto plastica

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

massa volumica	ρ Mg/m^3	-

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.063	0.002
	%	**45**	**36**	**27**	**-**

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo+argilla
	%	**55**	**18**	**27**

Limiti di consistenza o di Atterberg (ASTM D4318)

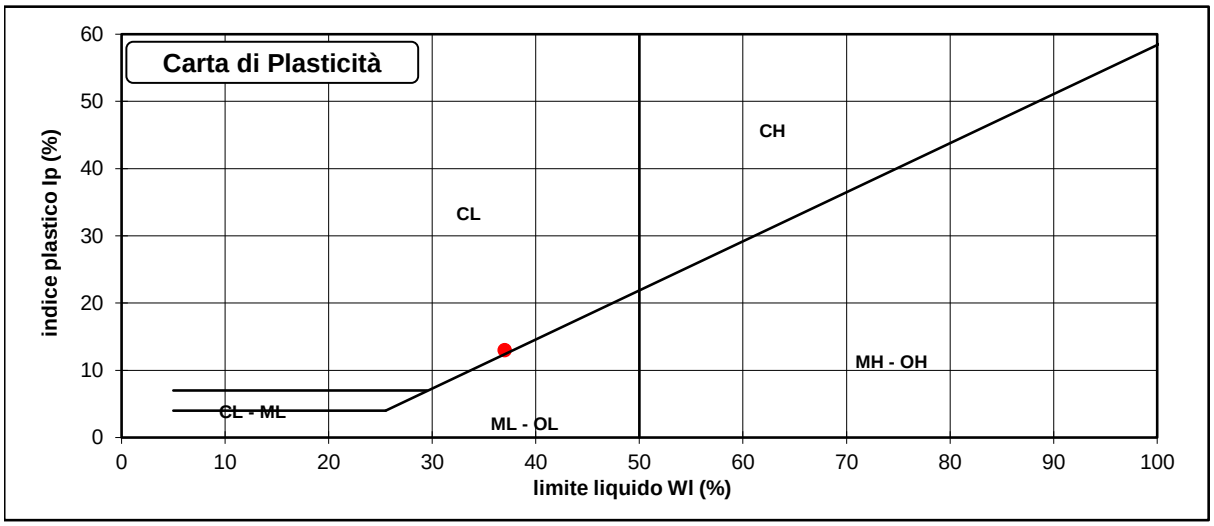
limite di liquidità	**Wl %**	**37**
limite di plasticità	**Wp %**	**24**
indice di plasticità	**Ip %**	**13**
indice di consistenza	**Ic**	-
coeff. di attività colloidale (Ip / % <2μm)	**A**	-

ONE-POINT - Method B

Wl%=W(N/25)$^{0.121}$

n° colpi N	28	28
W%	36.2	36.4
Wl%	**36.7**	**36.9**

limiti di Atterberg eseguiti sulla frazione passante al setaccio 0.4mm



Sperimentatore
(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	rapporto n.	6673/L		pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	esecuzione prova	14/01/20	emissione :	16/01/20

Committente : **DOLOMITI STUDIO**

Cantiere : CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

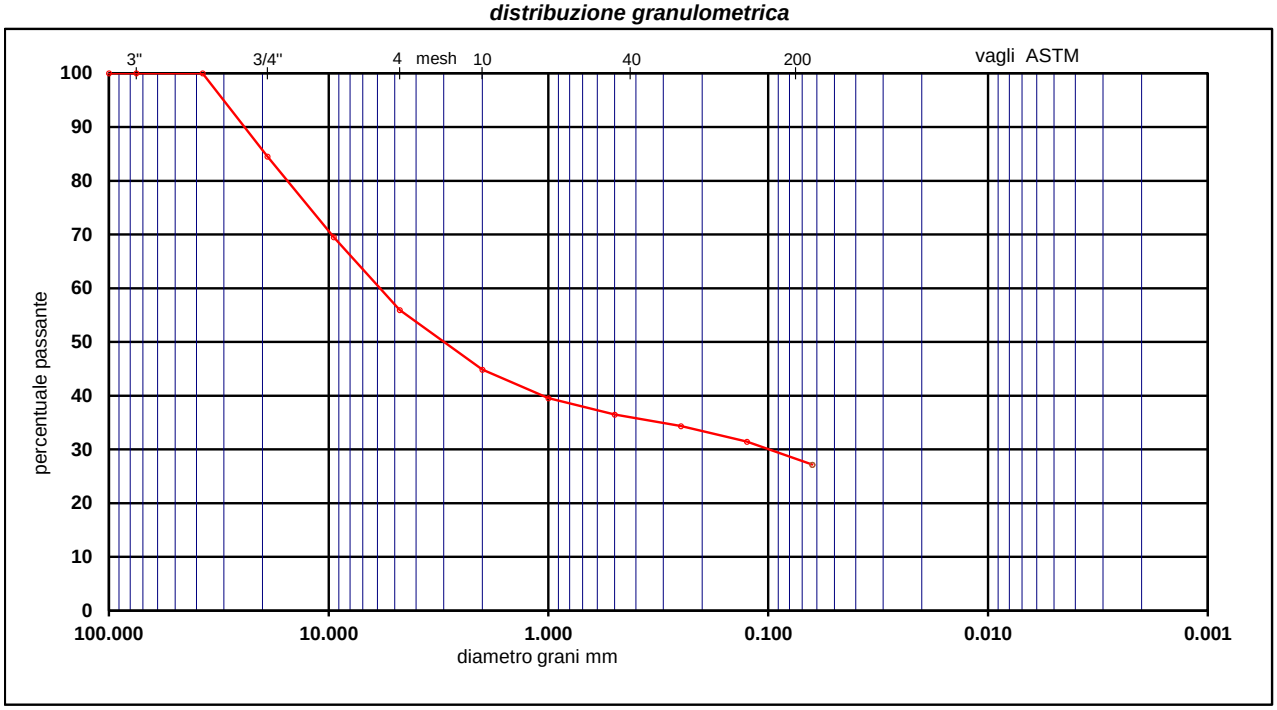
Sondaggio n°	S1	Campione n°	CR2	quota m	4.3-4.6

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4) per setacciatura

classificazione granulometrica (AGI): *ghiaia sabbiosa limosa argillosa*

distribuzione granulometrica



note:

dati di prova

SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE	
∅ setacci mm	terreno trattenuto g	terreno passante %	∅ equival. grani mm	terreno in sospensione %
100	-	100.0	-	-
75	-	100.0	-	-
37.5	-	100.0	-	-
19.0	295	84.5	-	-
9.5	286	69.5	-	-
4.75	258	56.0	-	-
2.00	211	44.9	-	-
1.00	102	39.5	-	-
0.50	57	36.5	-	-
0.250	42	34.3	-	-
0.125	55	31.5	-	-
0.063	81	27.2	-	-

massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	1905
massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	-
temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	-
densimetro utilizzato: ASTM 152H	
antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
Limiti di Atterberg : eseguiti *(sulla frazione passane al setaccio 0.4 mm)*	
classifica ASTM D2487	**GC**
classifica UNI 11531	**A2-6(0)**

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	**rapporto n.** 6672/L		pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	inizio prove 13/01/20	emissione : 16/01/20	

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

Sondaggio n°	**S1**	Campione n°	**CR1**	quota m	1.4-1.7

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :
(UNI EN ISO 14688-1)

ghiaia sabbiosa limosa argillosa di colore oliva (F83), prevalentemente di natura calcarea, di forma da sub-angolare a sub-arrotondata

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

contenuto in acqua	**Wn** %	-

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

massa volumica	ρ Mg/m^3	-

contenitore campione
sacchetto plastica

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.063	0.002
	%	**36**	**22**	**16**	**-**

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo+argilla
	%	**64**	**20**	**16**

Sperimentatore
(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	**rapporto n.**	**6672/L**		pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	esecuzione prova	14/01/20	emissione :	16/01/20

Committente : **DOLOMITI STUDIO**

Cantiere : CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

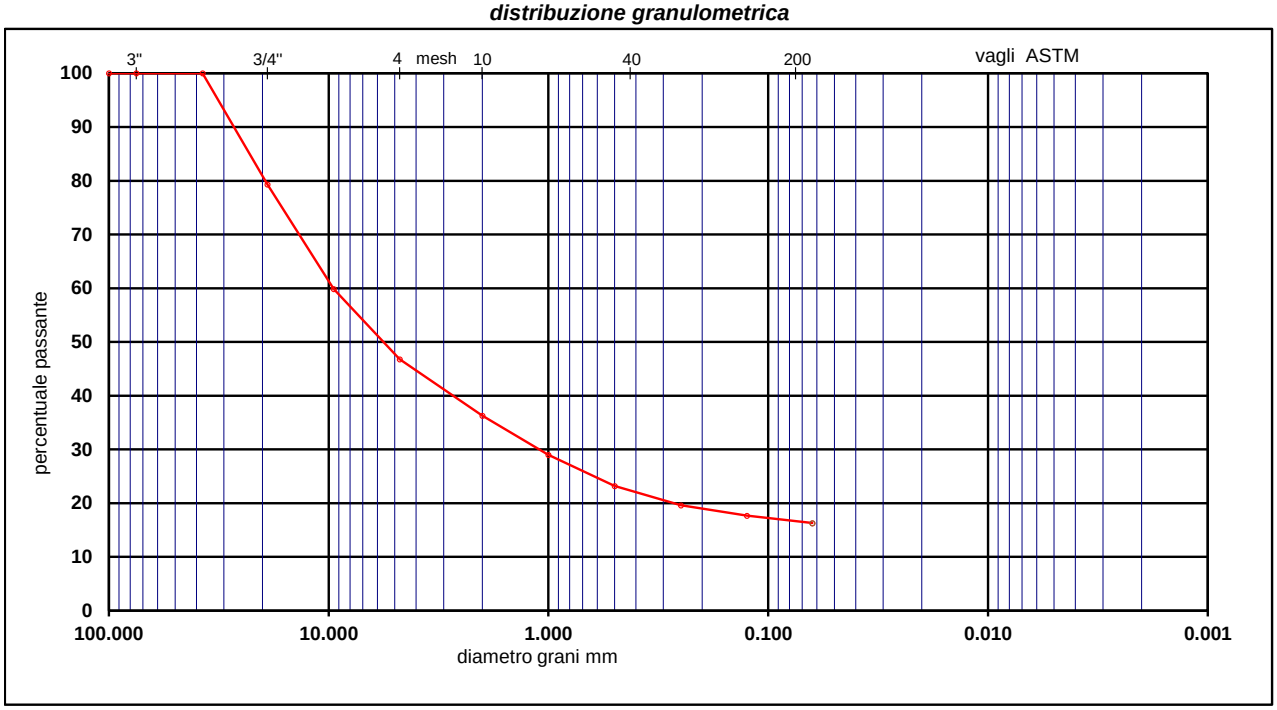
Sondaggio n°	**S1**	Campione n°	**CR1**	quota m	1.4-1.7

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4) per setacciatura

classificazione granulometrica (AGI): *ghiaia sabbiosa limosa argillosa*

distribuzione granulometrica



note:

dati di prova

SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE	
∅ setacci mm	terreno trattenuto g	terreno passante %	∅ equival. grani mm	terreno in sospensione %
100	-	100.0	-	-
75	-	100.0	-	-
37.5	-	100.0	-	-
19.0	460	79.3	-	-
9.5	433	59.9	-	-
4.75	291	46.8	-	-
2.00	234	36.3	-	-
1.00	162	29.0	-	-
0.50	128	23.2	-	-
0.250	81	19.6	-	-
0.125	43	17.7	-	-
0.063	30	16.3	-	-

massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	2225
massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	-
temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	-
densimetro utilizzato: ASTM 152H	
antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
Limiti di Atterberg : non eseguiti	
classifica ASTM D2487	**GC-GM**
classifica UNI 11531	**A1-b**

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA
36040 TORRI DI Q.LO (VI) - Via degli Avieri, 26
☎ 0444 389495 fax 0444 263413 info@geotechna.it

T A B E L L A R I A S S U N T I V A
PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente : **DOLOMITI STUDIO**

Cantiere/Opera : **CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI**

Consegna campioni : 09/01/20 ARCHIVIO R001/20

sondaggio n.	**S2**									
campione n.	**CR1**	**CR2**	**CR3**	**CR4**	**CR5**					
quota m	1.4-1.7	3.0-3.3	5.0-5.3	8.7-9.0	11.7-12.0					
rapporto n°	6677/L	6678/L	6679/L	6680/L	6681/L					
CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA :										
contenuto d' acqua (riferito ai limiti di Atterberg) (%)	34.5	-	-	-	-					
massa volumica (Mg/m^3)	-	-	-	-	-					
limite di liquidità (%)	48	-	27	-	22					
indice di plasticità (%)	24	-	6	-	3					
CLASSI GRANULOMETRICHE SECONDO AGI										
GHIAIA %	-	60	59	54	55					
SABBIA %	-	24	18	23	25					
LIMO %	-	16	23	23	20					
ARGILLA %	-	-	-	-	-					
DIAMETRO MASSIMO GRANULI mm (∅)	–	19<∅<37.5	37.5<∅<75	37.5<∅<75	19<∅<37.5					
classifica AGI		ghiaia sabbiosa limosa argillosa	ghiaia sabbiosa limosa argillosa	ghiaia sabbiosa limosa argillosa	ghiaia sabbiosa limosa argillosa					
classifica ASTM D2487		GC-GM	GC-GM	GC-GM	GM					
classifica UNI 11531	A7-6(15)	A1-b	A1-b(0)	A1-b	A1-b(0)					
MASSA VOLUMICA GRANULI SOLIDI (Mg/m^3)	-	-	-	-	-					
SOSTANZA ORGANICA (%) :										
COMPRESSIONE SEMPLICE ELL :										
PROVA TRIASSIALE UU :										
PROVA TRIASSIALE CIU :										
CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA										
TAGLIO DIRETTO :										

NOTE: * *questa classificazione è da ritenersi indicativa in quanto non è possibile determinare la frazione passante al setaccio 0.063mm poiché è stato utilizzato, come da norma ASTM, il setaccio 0.075mm*

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	rapporto n. 6681/L			pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	inizio prove 13/01/20		emissione : 16/01/20	

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

Sondaggio n°	S2	Campione n°	CR5	quota m	11.7-12.0

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :
(UNI EN ISO 14688-1)

ghiaia sabbiosa limosa argillosa di colore bruno giallo (E72), prevalentemente di natura calcarea, di forma da sub-angolare a sub-arrotondata

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

contenuto in acqua	**Wn** %	-

contenitore campione
sacchetto plastica

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

massa volumica	ρ Mg/m^3	-

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.063	0.002
	%	**45**	**28**	**20**	-

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo+argilla
	%	**55**	**25**	**20**

Limiti di consistenza o di Atterberg (ASTM D4318)

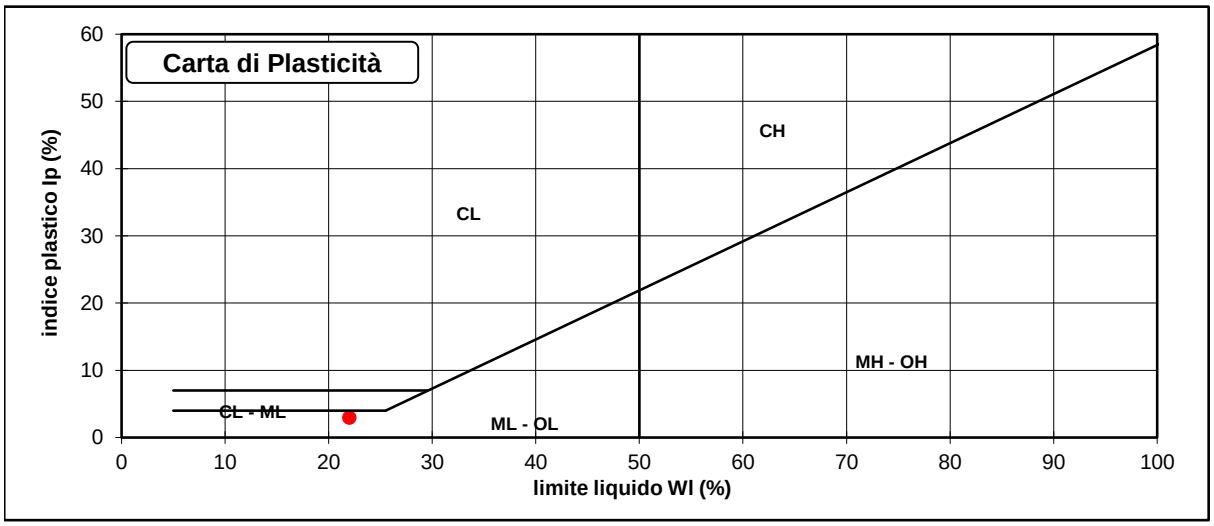
limite di liquidità	**Wl %**	**22**
limite di plasticità	**Wp %**	**19**
indice di plasticità	**Ip %**	**3**
indice di consistenza	**Ic**	-
coeff. di attività colloidale (Ip / % <2µm)	**A**	-

ONE-POINT - Method B

Wl%=W(N/25)$^{0.121}$

n° colpi N	20	20
W%	22.2	22.2
Wl%	**21.6**	**21.6**

limiti di Atterberg eseguiti sulla frazione passante al setaccio 0.4mm



Sperimentatore
(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n°	R001/20	**rapporto n.**	**6681/L**		pag 1/1
campione ricevuto :	09/01/20	esecuzione prova	14/01/20	emissione :	16/01/20

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

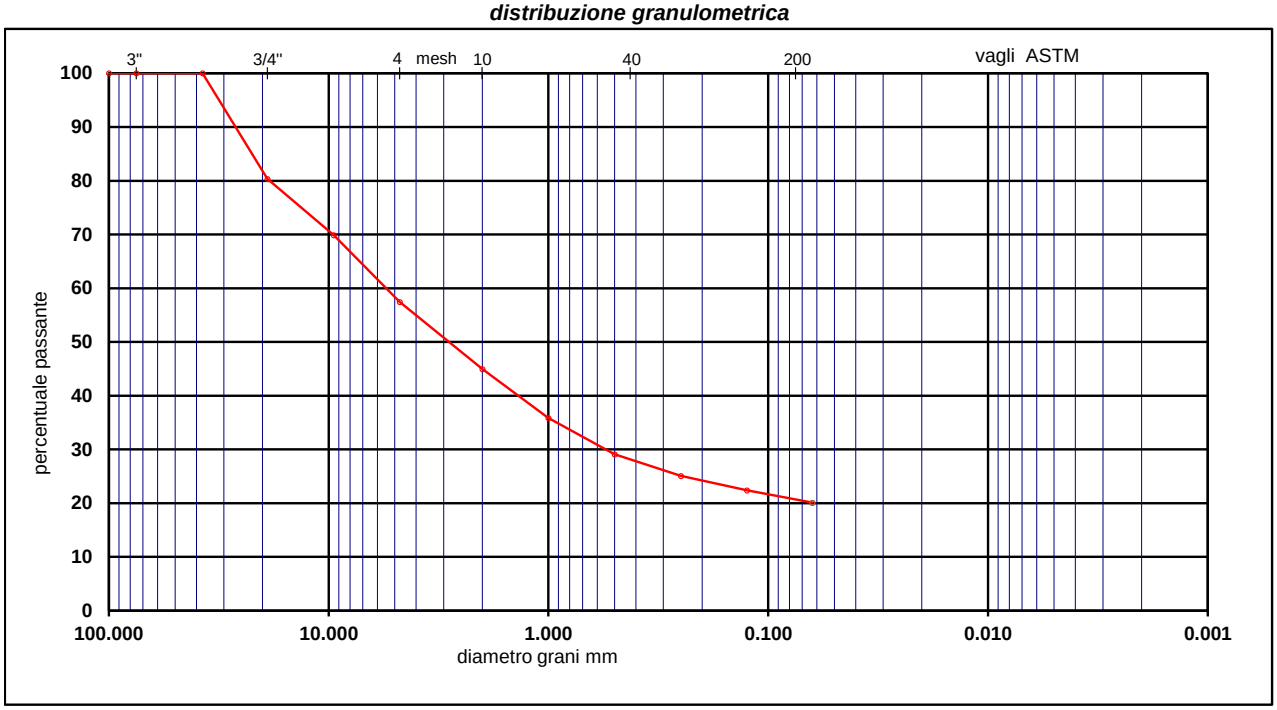
Sondaggio n°	**S2**	Campione n°	**CR5**	quota m	11.7-12.0

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4) per setacciatura

classificazione granulometrica (AGI): *ghiaia sabbiosa limosa argillosa*

distribuzione granulometrica



note:

dati di prova

SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE	
∅ setacci	terreno trattenuto	terreno passante	∅ equival. grani	terreno in sospensione
mm	g	%	mm	%
100	-	100.0	-	-
75	-	100.0	-	-
37.5	-	100.0	-	-
19.0	443	80.4	-	-
9.5	236	69.9	-	-
4.75	281	57.4	-	-
2.00	282	44.9	-	-
1.00	205	35.8	-	-
0.50	152	29.1	-	-
0.250	90	25.1	-	-
0.125	61	22.4	-	-
0.063	51	20.1	-	-

massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	2256
massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	-
temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	-
densimetro utilizzato: ASTM 152H	
antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
Limiti di Atterberg : eseguiti *(sulla frazione passane al setaccio 0.4 mm)*	
classifica ASTM D2487	**GM**
classifica UNI 11531	**A1-b(0)**

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	**rapporto n.** 6680/L		pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	inizio prove 13/01/20	emissione : 16/01/20	

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

Sondaggio n°	S2	Campione n°	CR4	quota m	8.7-9.0

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :
(UNI EN ISO 14688-1)

ghiaia sabbiosa limosa argillosa di colore giallo oliva scuro (E76), prevalentemente di natura calcarea, di forma da sub-angolare a sub-arrotondata

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

contenuto in acqua	**Wn** %	-

contenitore campione
sacchetto plastica

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

massa volumica	ρ Mg/m^3	-

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.063	0.002
	%	**46**	**30**	**23**	**-**

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo+argilla
	%	**54**	**23**	**23**

Sperimentatore
(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n°	R001/20	**rapporto n.**	**6680/L**		pag 1/1
campione ricevuto :	09/01/20	esecuzione prova	14/01/20	emissione :	16/01/20

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

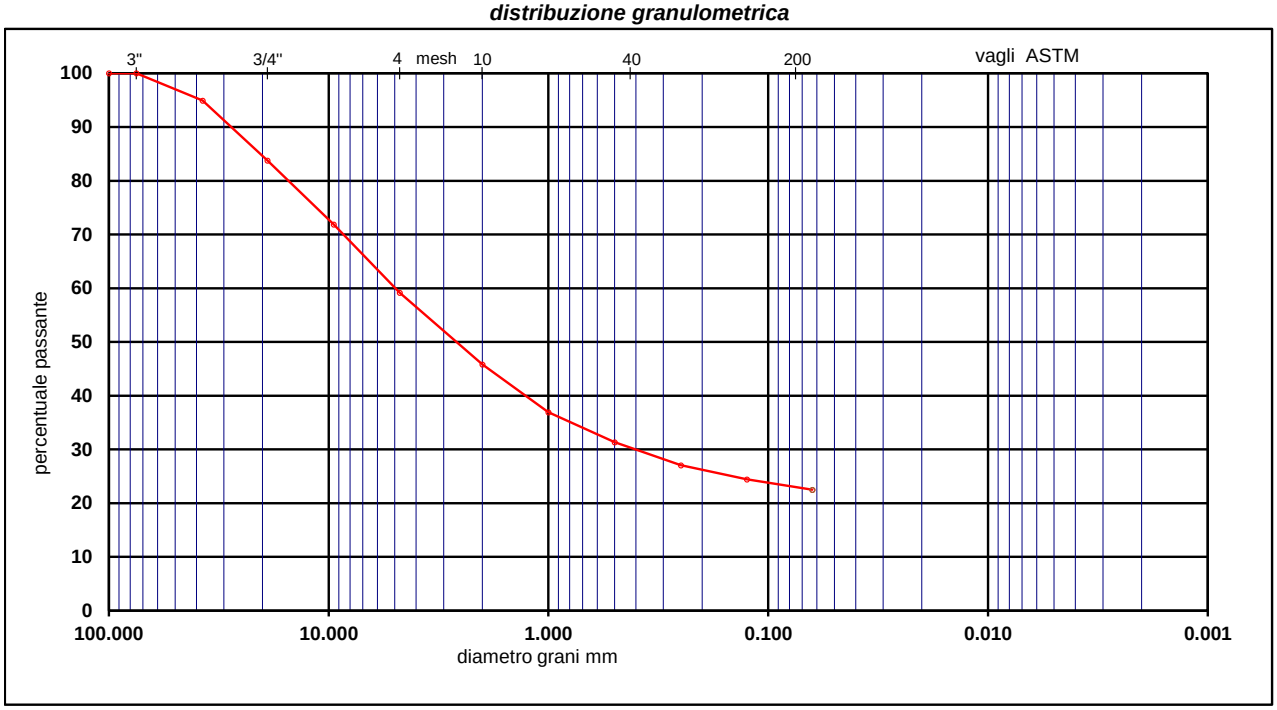
Sondaggio n°	**S2**	Campione n°	**CR4**	quota m	8.7-9.0

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4) per setacciatura

classificazione granulometrica (AGI): *ghiaia sabbiosa limosa argillosa*

distribuzione granulometrica



note:

dati di prova

SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE	
∅ setacci mm	terreno trattenuto g	terreno passante %	∅ equival. grani mm	terreno in sospensione %
100	-	100.0	-	-
75	-	100.0	-	-
37.5	112	94.9	-	-
19.0	248	83.8	-	-
9.5	263	71.9	-	-
4.75	282	59.2	-	-
2.00	295	45.8	-	-
1.00	197	36.9	-	-
0.50	124	31.4	-	-
0.250	96	27.1	-	-
0.125	58	24.4	-	-
0.063	43	22.5	-	-

massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	2216
massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	-
temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	-
densimetro utilizzato: ASTM 152H	
antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
Limiti di Atterberg : non eseguiti	
classifica ASTM D2487	**GC-GM**
classifica UNI 11531	**A1-b**

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	rapporto n. 6679/L			pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	inizio prove 13/01/20		emissione : 16/01/20	

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

Sondaggio n°	S2	Campione n°	CR3	quota m	5.0-5.3

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :
(UNI EN ISO 14688-1)

ghiaia sabbiosa limosa argillosa di colore oliva chiaro, prevalentemente di natura calcarea, di forma da sub-angolare a sub-arrotondata

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

contenuto in acqua	**Wn** %	-

contenitore campione
sacchetto plastica

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

massa volumica	ρ Mg/m^3	-

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.063	0.002
	%	**41**	**30**	**23**	-

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo+argilla
	%	**59**	**18**	**23**

Limiti di consistenza o di Atterberg (ASTM D4318)

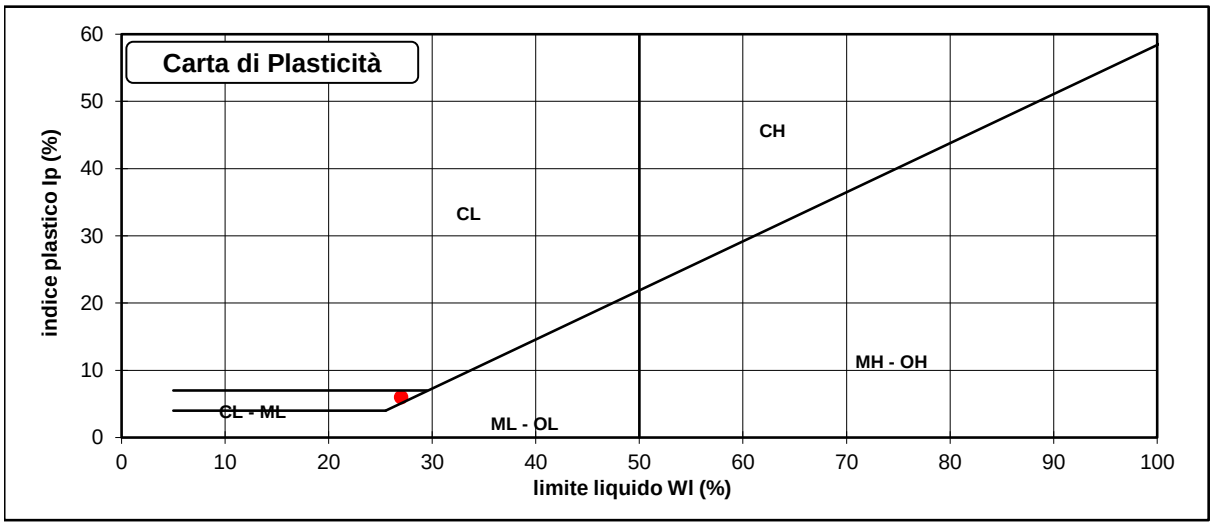
limite di liquidità	**Wl %**	**27**
limite di plasticità	**Wp %**	**21**
indice di plasticità	**Ip %**	**6**
indice di consistenza	**Ic**	-
coeff. di attività colloidale (Ip / % <2μm)	**A**	-

ONE-POINT - Method B

Wl%=W(N/25)$^{0.121}$

n° colpi N	27	26
W%	26.7	27.7
Wl%	**26.9**	**27.8**

limiti di Atterberg eseguiti sulla frazione passante al setaccio 0.4mm



Sperimentatore
(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n°	R001/20	**rapporto n.**	**6679/L**		pag 1/1
campione ricevuto :	09/01/20	esecuzione prova	14/01/20	emissione :	16/01/20

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

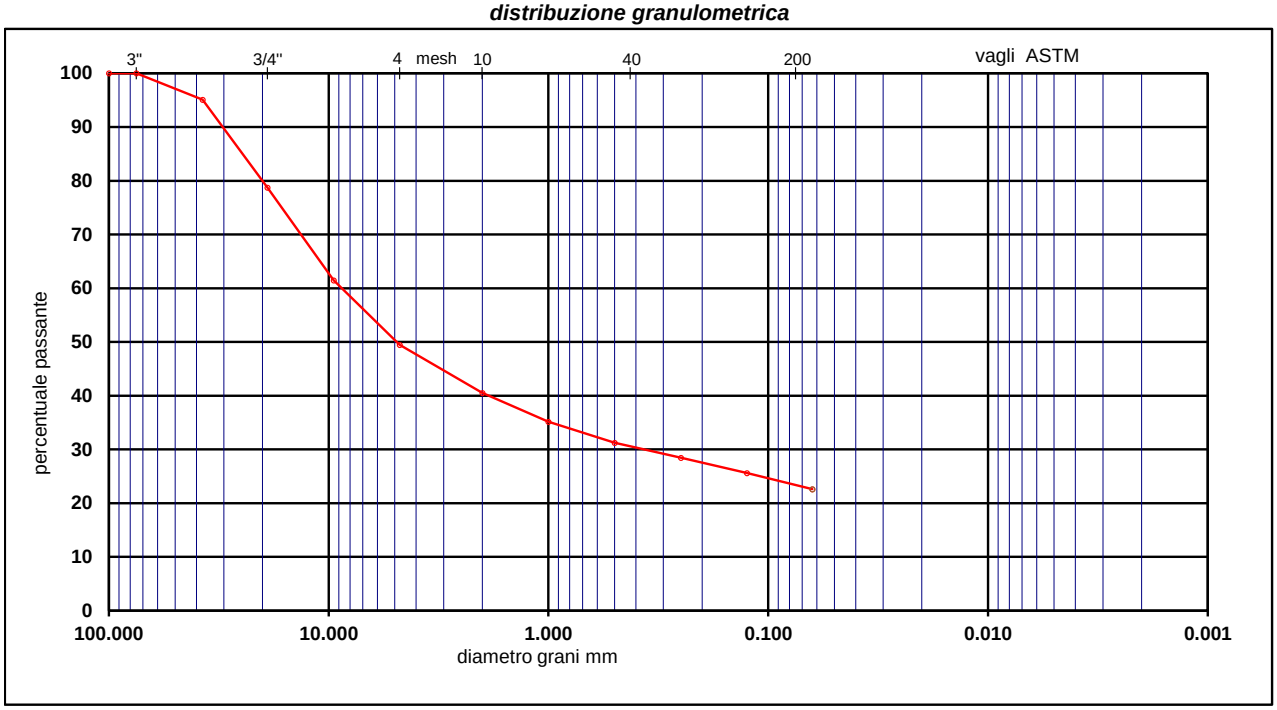
Sondaggio n°	**S2**	Campione n°	**CR3**	quota m	5.0-5.3

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4) per setacciatura

classificazione granulometrica (AGI): *ghiaia sabbiosa limosa argillosa*

distribuzione granulometrica



note:

dati di prova

SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE	
∅ setacci mm	terreno trattenuto g	terreno passante %	∅ equival. grani mm	terreno in sospensione %
100	-	100.0	-	-
75	-	100.0	-	-
37.5	85	95.1	-	-
19.0	283	78.8	-	-
9.5	300	61.5	-	-
4.75	208	49.5	-	-
2.00	155	40.5	-	-
1.00	93	35.2	-	-
0.50	67	31.3	-	-
0.250	49	28.4	-	-
0.125	49	25.6	-	-
0.063	52	22.6	-	-

massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	1733
massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	-
temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	-
densimetro utilizzato: ASTM 152H	
antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
Limiti di Atterberg : eseguiti *(sulla frazione passane al setaccio 0.4 mm)*	
classifica ASTM D2487	**GC-GM**
classifica UNI 11531	**A1-b(0)**

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	**rapporto n.** 6678/L		pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	inizio prove 13/01/20	emissione : 16/01/20	

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

Sondaggio n°	S2	Campione n°	CR2	quota m	3.0-3.3

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :
(UNI EN ISO 14688-1)

ghiaia sabbiosa limosa argillosa di colore bruno oliva chiaro (F83), prevalentemente di natura calcarea, di forma da sub-angolare a sub-arrotondata

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

contenuto in acqua	**Wn** %	-

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

massa volumica	ρ Mg/m^3	-

contenitore campione
sacchetto plastica

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.063	0.002
	%	**40**	**23**	**16**	**-**

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo+argilla
	%	**60**	**24**	**16**

Sperimentatore
(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	rapporto n.	6678/L		pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	esecuzione prova	14/01/20	emissione :	16/01/20

Committente : **DOLOMITI STUDIO**

Cantiere : CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

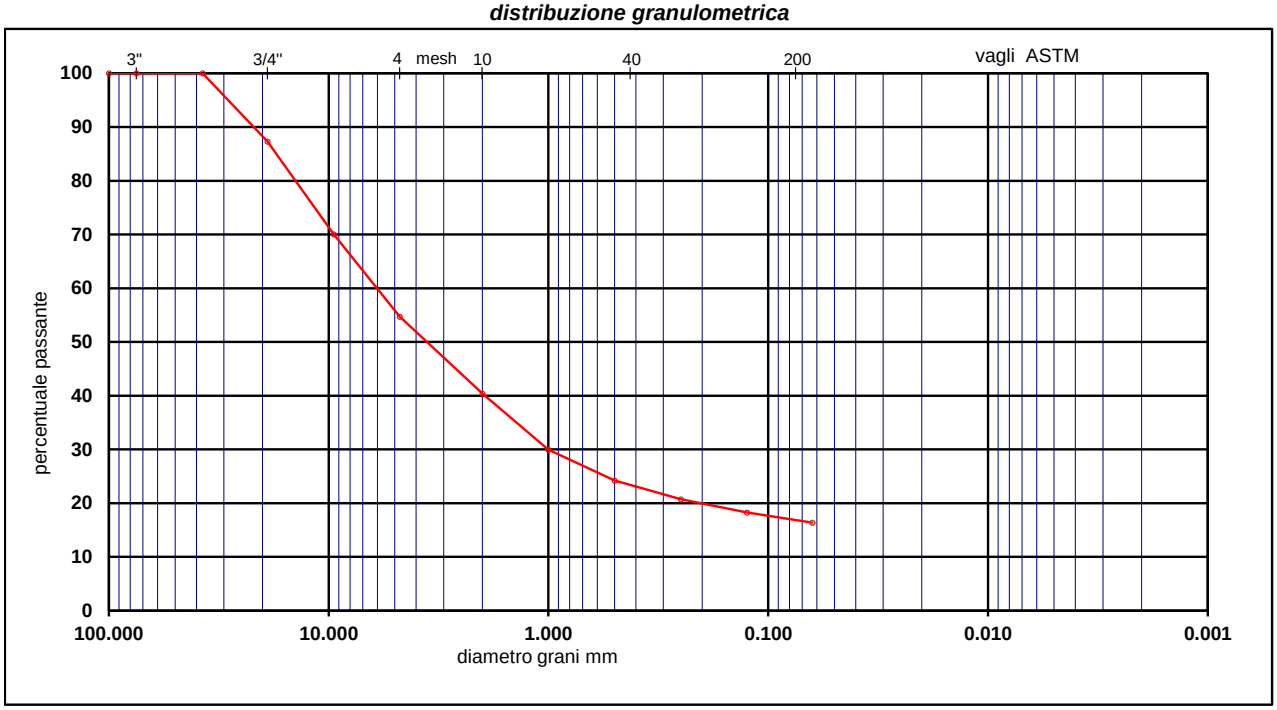
Sondaggio n°	S2	Campione n°	CR2	quota m	3.0-3.3

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4) per setacciatura

classificazione granulometrica (AGI): *ghiaia sabbiosa limosa argillosa*

distribuzione granulometrica



note:

dati di prova

SETACCIATURA			SEDIMENTAZIONE	
∅ setacci mm	terreno trattenuto g	terreno passante %	∅ equival. grani mm	terreno in sospensione %
100	-	100.0	-	-
75	-	100.0	-	-
37.5	-	100.0	-	-
19.0	250	87.3	-	-
9.5	341	70.1	-	-
4.75	303	54.7	-	-
2.00	282	40.4	-	-
1.00	207	30.0	-	-
0.50	113	24.2	-	-
0.250	69	20.7	-	-
0.125	48	18.3	-	-
0.063	38	16.4	-	-

massa secca totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	1974
massa secca della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	-
temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	-
densimetro utilizzato: ASTM 152H	
antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
Limiti di Atterberg : non eseguiti	
classifica ASTM D2487	**GC-GM**
classifica UNI 11531	**A1-b**

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

GEOTECHNA srl
Via degli Avieri, 26
36040 Torri di Quartesolo
Vicenza (ITALY)
www.geotechna.it
info@geotechna.it
Tel. 0444 389495
Fax 0444 263413
GEOTECHNA
Reg. Imp. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 00673940243

archivio n° R001/20	rapporto n. 6677/L			pag 1/1
campione ricevuto : 09/01/20	inizio prove 13/01/20		emissione : 16/01/20	

Committente :	**DOLOMITI STUDIO**
Cantiere :	CORNEDO VICENTINO (VI) - EX BATTILANA PREFABBRICATI

Sondaggio n°	S2	Campione n°	CR1	quota m	1.4-1.7

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :
(UNI EN ISO 14688-1)

argilla limosa di colore bruno oliva (F74) con rari elementi di ghiaino

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

contenuto in acqua	**Wn** %	**34.5**

contenitore campione
sacchetto plastica

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

massa volumica	ρ Mg/m^3	-

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.075	0.002
	%	-	-	-	-

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo	argilla
	%	-	-	-	-

Limiti di consistenza o di Atterberg (ASTM D4318)

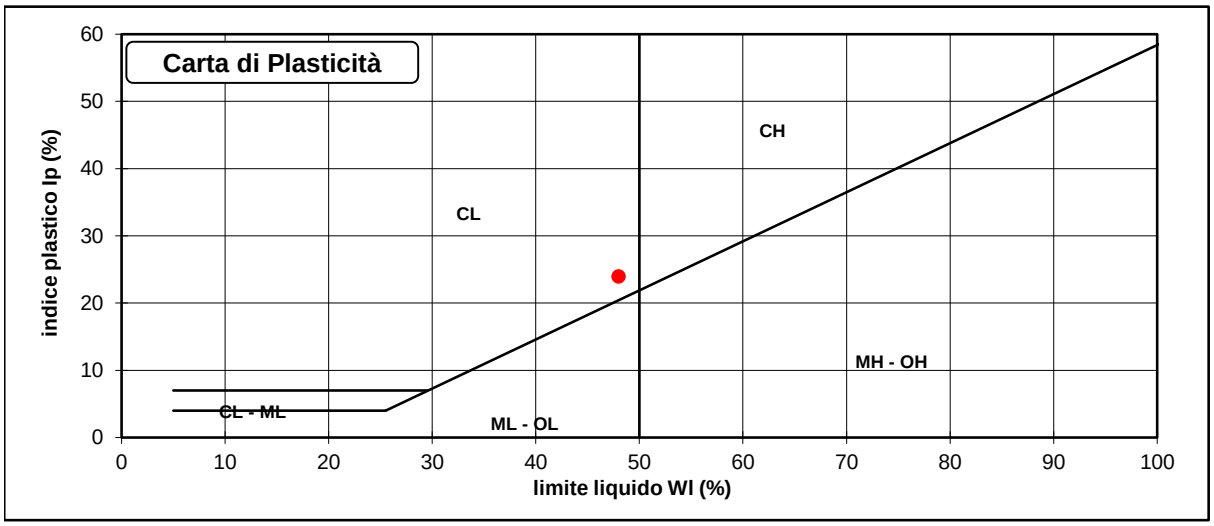
limite di liquidità	**Wl %**	**48**
limite di plasticità	**Wp %**	**24**
indice di plasticità	**Ip %**	**24**
indice di consistenza	**Ic**	**0.56**
coeff. di attività colloidale (Ip / % <2μm)	**A**	-

ONE-POINT - Method B

Wl%=W(N/25)$^{0.121}$

n° colpi N	26	25
W%	48.1	47.9
Wl%	**48.3**	**47.9**

limiti di Atterberg eseguiti sul campione tal quale



Sperimentatore
(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

Direttore del Laboratorio
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

REGIONE DEL VENETO

Provincia di Vicenza

Indagine geofisica con metodi Re.Mi. e H.V.S.R. per la caratterizzazione sismica dei terreni secondo la normativa vigente (*N.T.C. – D.M. 17 gennaio 2018*)

Via Monte Cengio – frazione di Cereda-Cozza
Comune di Cornedo Vicentino (VI)

Committente:
Dolomiti Studio

Data: marzo 2019

STUDIOSISMA srl
Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale (VI)
Tel/Fax. 0444/962532 Cell. +39 349/0567455
Mail: info@studiosisma.com
C.F. e P.IVA 03797510249

La legge sui diritti d'autore (22/04/41 n° 633) vieta la riproduzione ed utilizzazione anche parziale di questo documento, senza la preventiva autorizzazione degli autori.

INDICE

1. PREMESSE 3

2. CENNI TEORICI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA 5

2.1 Indagine sismica di tipo passivo in array (Re.Mi.) 5

2.2 Indagine sismica di tipo passivo a stazione singola (H.V.S.R.) 7

3. EVOLUZIONE NORMATIVA E CENNI DI INGEGNERIA SISMICA 8

4. ANALISI SISMICA DI SITO E DEFINIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO 10

4.1 Risultati ottenuti dalle indagini sismiche effettuate 10

4.2 Indagine sismica passiva in array (Re.Mi.) con inversione congiunta 10

4.3 Indagine sismica passiva a stazione singola (H.V.S.R.) 11

4.4 Categoria di sottosuolo di fondazione secondo le Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 17 gennaio 2018 12

ALLEGATI

- Tav. 01: Indagine sismica Re.Mi. e H.V.S.R.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Responsabile di Progetto	Autori	Collaboratori
M. Collareda		S. Franceschetto

1. PREMESSE

Il giorno 22 febbraio 2019 è stata condotta la presente campagna d'indagine geofisica in Via Monte Cengio, nella frazione di Cereda-cozza nel Comune di Cornedo Vicentino (VI), su incarico di **DOLOMITI STUDIO**. Al fine di caratterizzare, dal punto di vista sismico, il sottosuolo dell'area in esame sono state effettuate:

- **n°1 prospezione sismica con tecnica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor)** sviluppata in *array* lineare con n°16 geofoni a 4,5 Hz ad asse verticale per la ricostruzione sismo - stratigrafica del sottosuolo e per l'assegnazione della Categoria del sottosuolo di fondazione (*Vs,eq*) come espressamente richiesto dalla normativa vigente *(Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 17/01/2018)*;
- **n°1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)** per individuare le frequenze di risonanza del terreno al fine di eseguire una corretta progettazione sismica delle strutture.

Nella figura a seguire viene evidenziata l'area in oggetto di studio (*Fig. n°1 – Estratto da I.G.M. in scala 1:25.000)*.

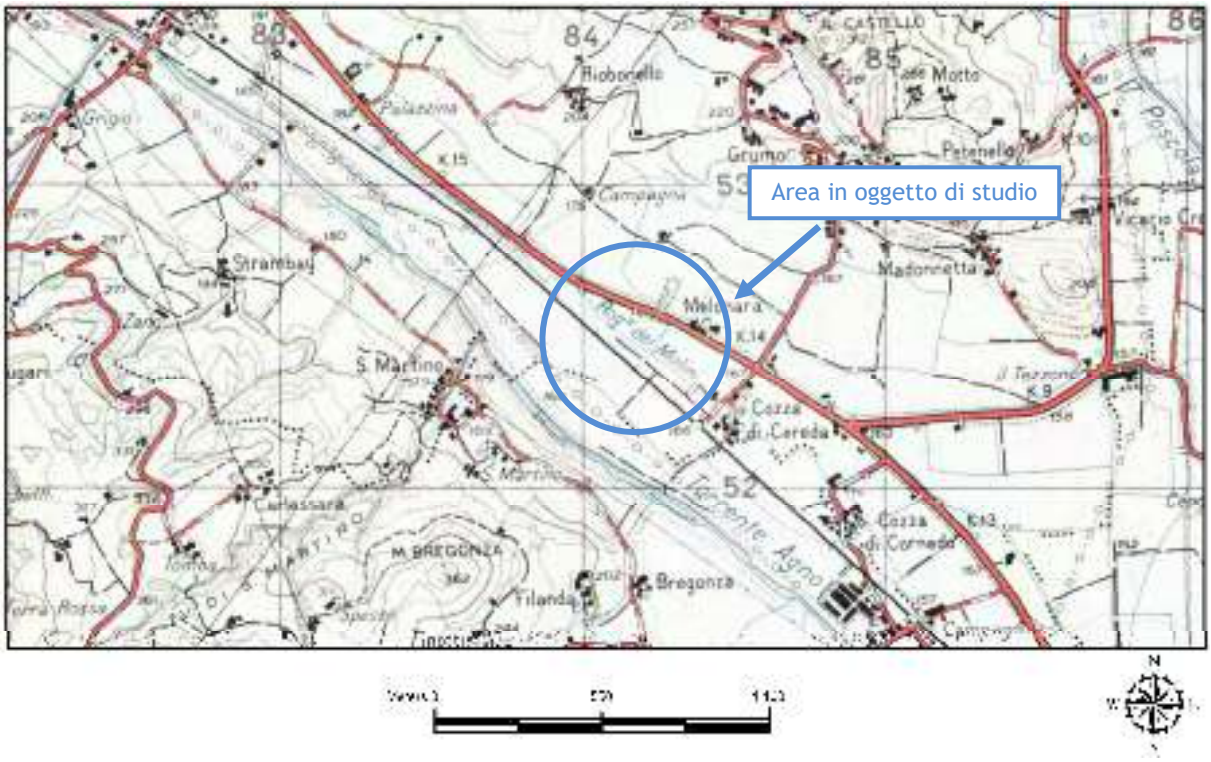


Fig. n°1: Estratto da I.G.M. in scala 1:25.000

L'ubicazione dell'area è stata ottenuta, secondo i Datum WGS 84 ed ED50, utilizzando un posizionatore GPS: le coordinate ottenute sono specificate nella tabella sottostante. Nella figura seguente *(Fig. n°2 – Ubicazione prove in sito)* sono invece riportate, in dettaglio, le posizioni di ogni misura effettuata.

Latitudine	Longitudine
45.599797° N (WGS 84)	11.360148° E (WGS 84)
45.600708° N (ED 50)	11.361160° E (ED 50)

Legenda:

Indagine sismica passiva in *array* (Re.Mi.)

Indagine sismica passiva a stazione singola (H.V.S.R.)

Fig. n°2 – Ubicazione prove in sito

2. CENNI TEORICI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

2.1 Indagine sismica di tipo passivo in array (Re.Mi.)

È noto che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più un'unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda. Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Questo comportamento viene definito ***dispersione in frequenza*** ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie. Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario, le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. I metodi di prospezione sismica che utilizzano le onde di superficie si basano su modelli fisico – matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati con caratteristiche elastiche lineari.

La procedura Re.Mi. è un metodo di prospezione sismica sviluppato presso l'Università di Reno in Nevada (Louie, 2001) e viene classificato come metodo passivo in quanto utilizza il rumore ambientale. I vantaggi promossi da questo metodo sono molteplici: è molto veloce e semplice da usare in fase di acquisizione, raggiunge una buona profondità e risoluzione d'indagine ma soprattutto permette di ottenere migliori risultati in ambienti particolarmente urbanizzati.

La fase di acquisizione deve essere effettuata con una serie di accorgimenti e precauzioni da prendere in sito e nella pianificazione della registrazione. Tutto è finalizzato alla registrazione di dati contenenti la miglior informazione possibile riguardo alla propagazione delle onde di Rayleigh con buon rapporto segnale - rumore.

Il rumore incoerente, cioè di tipo casuale, nel caso Re.Mi. rappresenta la fonte del segnale utile che si vuole registrare. I microtremori generati dall'ambiente si propagano nel suolo e di questi si cerca di distinguere il modo fondamentale di vibrazione dell'onda di Rayleigh da quelli superiori e dall'aliasing spaziale. C'è, in questo caso, la necessità di soddisfare la condizione di "omnidirezionalità" delle sorgenti, cioè si suppone che il rumore ambientale provenga sostanzialmente da tutte le direzioni.

I tempi di registrazione dei microtremori sono decisamente più elevati rispetto alle indagini di tipo attivo. La registrazione sarà analizzata in finestre temporali che variano dai 10 ai 30 secondi.

Sono da considerare la lunghezza dello stendimento L e la distanza intergeofonica Δx. Quest'ultima agisce sul segnale come una specie di filtro in frequenza. Supponendo, infatti, che il segnale arrivi da tutte le direzioni, maggiore è la spaziatura, minore sarà la frequenza del segnale utile campionabile e viceversa. Se la frequenza è più bassa aumenta la profondità d'indagine.

La fase più delicata è quella del *data processing*, che consiste nel trattamento dei dati acquisiti con l'obbiettivo di stimare la velocità di fase delle onde di Rayleigh (Vr) che sono correlabili con le velocità Vs di propagazione delle onde S ($Vs \approx 1{,}1\ Vr$).

Le varie tecniche di processing trasformano l'informazione registrata nel dominio x - t (spazio tempo), in un dominio dove l'energia associata all'evento è funzione della frequenza e di altre variabili. Tutto questo allo scopo, attraverso lo spettro, di localizzare la densità di energia maggiore, alla quale sono di solito associate le onde di Rayleigh. Con procedura manuale vengono selezionati dei punti sullo spettro, che andranno a formare la curva di dispersione sperimentale. La scelta di questi valori, denominata *picking*, è condizionata da alcune indicazioni ma è imprescindibile dall'abilità e dall'esperienza dell'interpretatore anche in base ad altre conoscenze in merito al sito in esame.

Il *sampling rate* utilizzato è stato di 512 Hz in modo da ottenere un elevato dettaglio del segnale. La durata (lunghezza temporale) del segnale registrato è stato di circa 6 minuti. Il software utilizzato per l'analisi spettrale è Grilla v.7.0 release 2018.

Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 10 Hz), sono stati utilizzati n°16 geofoni verticali a 4,5 Hz uniti in un *array* lineare totalmente digitale (*SoilSpy Rosina*). Ogni geofono è munito di un digitalizzatore che converte il segnale e lo trasmette al sismografo tramite un'interfaccia USB. Tale sistema permette di avere elevati rapporti di rumore, un perfetto sincronismo e una estrema leggerezza. La spaziatura utilizzata tra i geofoni è stata di 3 m quindi la lunghezza complessiva del profilo è risultata essere di 45 m. Non sono presenti sostanziali variazioni di quota e quindi il sito può essere considerato orizzontale.

Per una corretta ricostruzione sismica del sottosuolo e una buona stima delle onde Vs è necessario adottare una modellizzazione numerica che può essere rappresentata dalla seguente equazione:

$$\hat{v}_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{v_i}} \qquad [2.1]$$

Vs = valore di velocità delle onde di taglio [m/s];
H = profondità alla quale si desidera stimare Vs [m] (30 m in caso di Vs30);
hi = spessore dello strato i – esimo [m];
vi = velocità delle onde Vs all'interno dello strato i – esimo [m/s].

In via puramente indicativa, al fine di correlare le velocità delle onde di taglio ad un tipo di suolo, si riportano i valori tabulati da Borcherdt (1992; 1994) assieme a quelli ottenuti sperimentalmente in diversi ambienti sedimentari da altri autori (Budny, 1984; Ibs von Seht e Wohlenberg, 1999; Delgado et al., 2000 a, b; Parolai et al., 2002; Scherbaum et al., 2003; D'Amico et al., 2004, 2006; Hinzen et al., 2004).

TIPO DI SUOLO	Vs min [m/s]	Vs media [m/s]	Vs max [m/s]
ROCCE MOLTO DURE (es. rocce metamorfiche molto - poco fratturate)	1400	1620	-
ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturate)	700	1050	1400
SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia)	375	540	700
ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI - GHIAIOSI (es. ghiaie e suoli con < 20% di ghiaia, sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose)	200	290	375
TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere)	100	150	200

2.2 Indagine sismica di tipo passivo a stazione singola (H.V.S.R.)

La tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali o H.V.S.R., Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non richiede nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale. Si dovranno adottare adeguate precauzioni nel costruire edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito *(free field)* e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la **velocità media delle onde di taglio Vs** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. Sarà quindi possibile calcolare la Vs,eq e la relativa categoria di sottosuolo come esplicitamente richiesto dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 gennaio 2018*;
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un *range* di indagine compreso tra 0,5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostante per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremori. La forma di un'onda registrata in un sito *x* da uno strumento dipende:

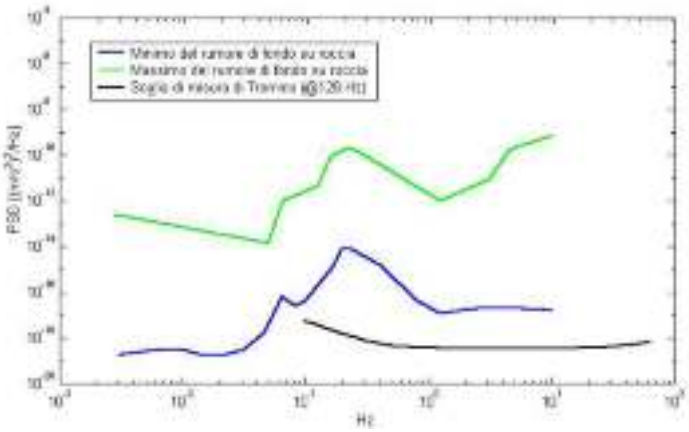
- dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente *s*;
- dal percorso dell'onda dalla sorgente *s* al sito *x* (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);
- dalla risposta dello strumento.

Possiamo scrivere questo come:

segnale registrazione al sito x =
sorgente * effetti di percorso * funzione trasferimento strumento

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche *microtremore* poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi poiché il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nel tragitto dalla sorgente *s* al sito *x* le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione riguardante la sorgente è persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni concernenti il percorso del segnale e, in particolare, relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali del sottosuolo; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale della ditta Moho S.r.l. modello "*Tromino ENGY-PLUS*" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra - leggeri e ultra - compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni. Lo strumento racchiude al suo interno una terna velocimetrica con i sensori ortogonali tra loro e con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz. Nella figura a fianco si riporta la curva di rumore di "*Tromino*" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.



3. EVOLUZIONE NORMATIVA E CENNI DI INGEGNERIA SISMICA

La storia della classificazione sismica Italiana comincia dopo il terribile terremoto di Reggio Calabria e Messina del 1908 (XI grado MCS) che provocò la morte di circa 80.000 persone. In seguito a questo evento ci fu un deciso impegno dello Stato a tradurre in legge le conoscenze scientifiche e tecniche sulle costruzioni sino ad allora maturate. Fu così emanato il Regio decreto n°193 [1909] nel quale è contenuta la prima classificazione sismica del territorio Italiano. Negli anni a seguire si continuò ad aggiornare la normativa tecnica ampliando la classificazione in base alle zone colpite da eventi sismici. Nel 1962 fu pubblicata la Legge n°1684, in seguito ai terremoti di Carnia (1956), Valle del Velino (1961) e Irpinia (1962) dove, per la prima volta, si prescrisse l'applicazione delle norme sismiche ai comuni "*soggetti a intensi movimenti sismici*" e non solo a quelli colpiti dal terremoto. In seguito ai terremoti dei Monti Nebroli (1967), della Valle del Belice (1968) e di Tuscania (1971), fu emanata la Legge n°64 [1974], che costituisce una pietra miliare nel panorama della normativa sismica poiché stabilì che la classificazione sismica dovesse procedere sulla base di comprovate motivazioni tecniche scientifiche.

La promulgazione dell'Ordinanza P.C.M. n°3274 del 20/3/2003 e successive modifiche ed integrazioni ha determinato sul panorama nazionale un grande rinnovamento sul fronte della normativa tecnica in zona sismica, rappresentata fino ad allora dai contenuti del D.M. 16 gennaio 1996. La principale novità introdotta dall'O.P.C.M. n°3274 è l'abbandono del carattere puramente prescrittivo e convenzionale che caratterizzava le norme tecniche di vecchia concezione, come il D.M. 16/01/1996, per abbracciare un'impostazione puramente prestazionale, in cui gli obiettivi della progettazione e quindi il livello di sicurezza sono esplicitamente dichiarati, a seconda della risposta sismica attesa per la struttura e il sito di costruzione, per un prefissato livello di severità dell'azione sismica.

Le attuali norme tecniche per le costruzioni (N.T.C. D.M. - 17 gennaio 2018) ereditano gran parte dei contenuti dell'O.P.C.M. n°3274 in merito alla progettazione in zone sismiche; tuttavia rispetto a quest'ultimo documento sono anche stati apportati importanti cambiamenti, di cui forse il più rilevante riguarda la definizione dell'**azione sismica**.

Per comprendere pienamente il significato della nuova normativa è necessario rifarsi al concetto di **risposta sismica locale**. Dal punto di vista strettamente fisico, per effetto di sito (risposta sismica locale) s'intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S). Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale H / V = 1) con quello effettivamente misurato in superficie.

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze che corrispondono alle frequenze naturali *fn* di vibrazione del deposito:

$$fn = 1 / Tn = (Vs*(2n - 1)) / (4*H) \quad con\ n = 1, 2, \ldots\ldots, \qquad [3.1]$$

mentre risulta ridotto di amplificazione alle frequenze elevate a causa dello smorzamento del terreno. Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito denominata frequenza fondamentale di risonanza:

$$f1 = 1 / T1 = Vs / 4H \qquad [3.2]$$

E' quindi necessario porre estrema attenzione a fenomeni di "***doppia risonanza***", cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle dei manufatti ivi edificati in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero gravose.

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (cfr. Es. Pratt):

freq. naturale edificio ≈ 10 Hz / numero piani. [3.3]

E' la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

freq. naturale edificio ≈ freq. fondamentale di risonanza del sito [3.4]

ad essere particolarmente pericolosa, poiché da luogo alla massima amplificazione e deve quindi essere oggetto di studi approfonditi.

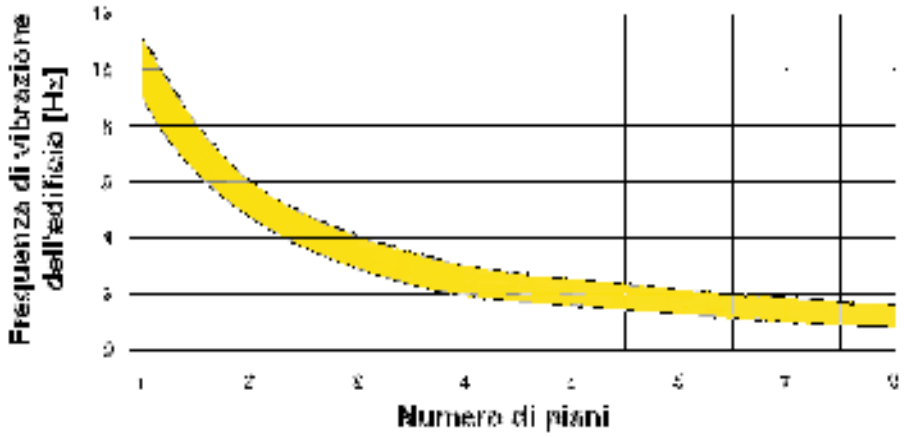


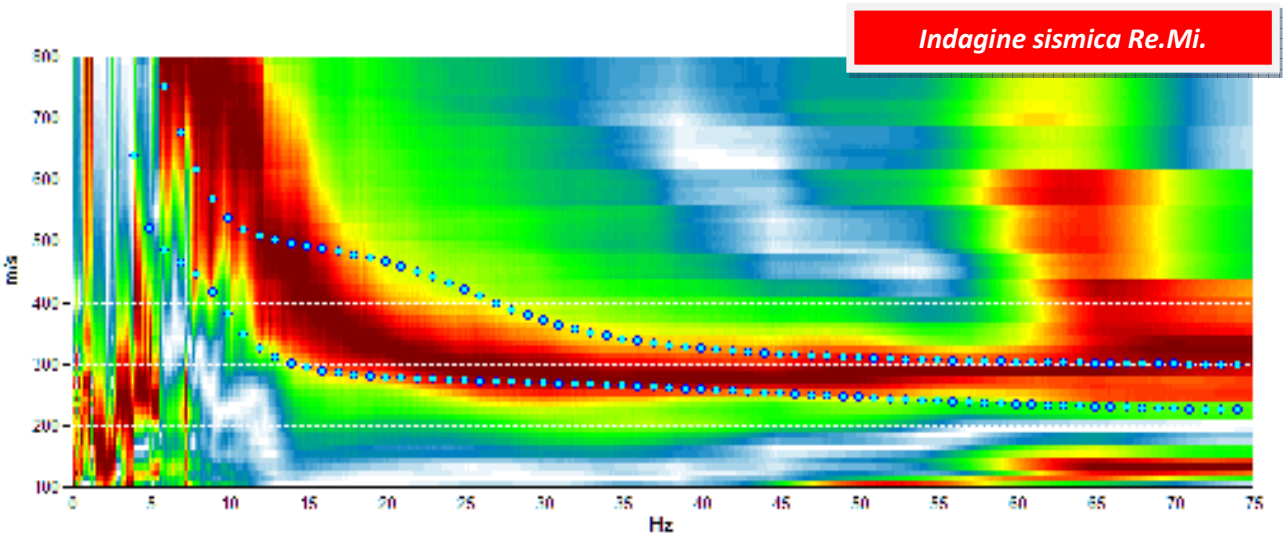
Figura *- Frequenza di vibrazione degli edifici rapportata al numero di piani.*

4. ANALISI SISMICA DI SITO E DEFINIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

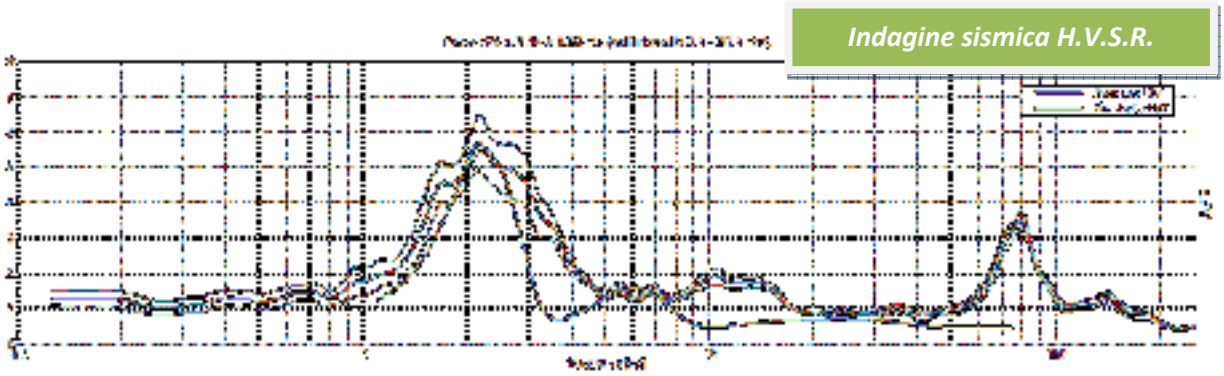
4.1 Risultati ottenuti dalle indagini sismiche effettuate

L'utilizzo incrociato delle due tecniche sismiche ha permesso di ottenere un modello sismo – stratigrafico del sottosuolo robusto e affidabile in corrispondenza della zona d'interesse. L'indagine Re.Mi. ha individuato le discontinuità sismiche superficiali e stimato le velocità di propagazione delle onde S mentre le prospezioni passive a stazione singola (H.V.S.R.), tramite inversione congiunta, hanno stimato il grado di rigidità della copertura superficiale e del *bedrock* geofisico. Inoltre, la misura H.V.S.R. ha determinato le frequenze di risonanza di sito cioè i valori di frequenza attesi in superficie in occasione di evento sismico.
L'attendibilità del modello sismo-stratigrafico desunto è da considerarsi elevata poiché la coerenza del segnale è buona e lo spettro di velocità è ben definito nel modo fondamentale per quasi tutte le frequenze campionate. Il programma di elaborazione utilizzato permette di considerare non solo il modo fondamentale ma, una volta individuati, anche i modi superiori per vincolare con maggior attendibilità la ricostruzione sismo-stratigrafica del sottosuolo.

4.2 Indagine sismica passiva in array (Re.Mi.)



Spettro di velocità: il modo fondamentale è presente in quasi tutte le frequenze campionate. Il segnale si presenta con una buona coerenza. In blu le curve sintetiche create da una modellizzazione diretta delle onde S.

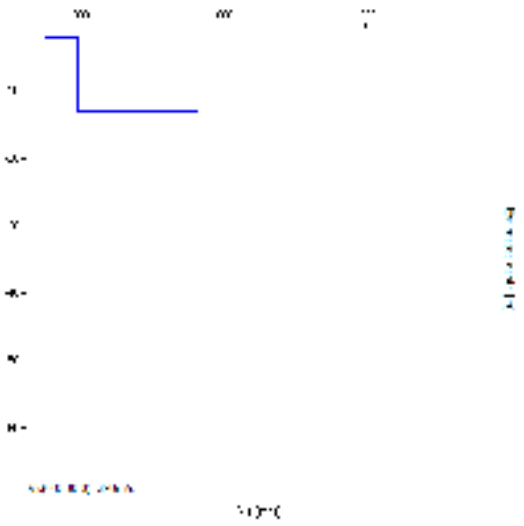


La curva spettrale rossa rappresenta l'andamento sismico registrato in campagna mentre quella blu è la curva sintetica generata dal codice di calcolo

La ricostruzione sismo-stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di un materiale mediamente addensato fino a circa 2 m dal p.c. locale caratterizzato da una Vs di circa 230 m/s mentre per valori di profondità maggiori il grado di rigidità diventa più elevato con Vs di circa 300 m/s.

A circa 13 m dal p.c. locale si segnala un aumento della velocità di propagazione delle onde S che raggiunge valori di circa 550 m/s (vedi *modello sismo - stratigrafico interpretativo* riportato a seguire).

Il *bedrock* geofisico (Vs ≈ 1130 m/s - probabile substrato geologico), inteso come quel materiale che presenta una Vs ≥ 800 m/s, è localizzato a circa 65 m dal p.c. locale.



Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (*modello sismo - stratigrafico interpretativo*):

Indagine sismica Re.Mi. con inversione congiunta H.V.S.R.	Velocità onde di taglio [m/s]	Spessori [m]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	230	2	0,0 - 2,0
II SISMOSTRATO	300	11	2,0 - ≈13
III SISMOSTRATO	550	52	≈13 - ≈65
IV SISMOSTRATO	1130	Semisp.	≈65 - Semisp.

4.3 Indagine sismica passiva a stazione singola (H.V.S.R.)

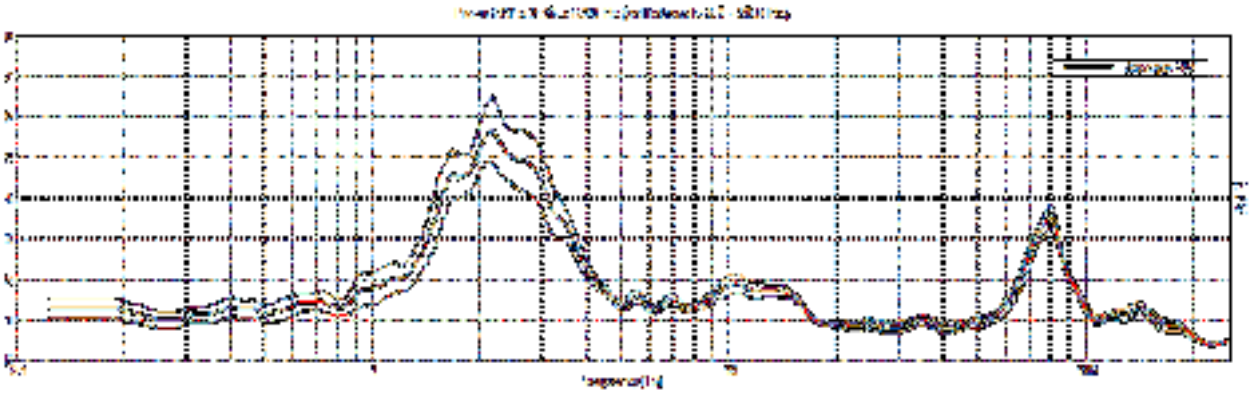
Nel caso specifico del sito in esame si è cercato di correlare i valori di picco, dello spettro di risposta HVSR, con le frequenze fondamentali di risonanza di sito.
Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si sono potute ricavare le frequenze relative ad ogni discontinuità sismica.
La frequenza fondamentale di risonanza di sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale (H/V ≈ 5,6) nell'intervallo di interesse ingegneristico-strutturale (0,0 - 20,0 Hz), è di circa 2,2 Hz.

Frequenza fondamentale di risonanza
2,16 ± 0,26 Hz

Si ritiene importante, vista l'ampiezza dei picchi spettrali registrati, considerare l'intervallo frequenziale di circa 1,4 - 4,0 Hz come *range* di possibili valori di vibrazione del terreno in caso di evento sismico di magnitudo rilevante poiché d'interesse ingegneristico - strutturale.

È ormai consolidata, sia a livello accademico sia professionale, l'ipotesi che le strutture subiscono le sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella naturale dell'edificio.

Si dovrà quindi porre estrema attenzione nell'edificare strutture aventi lo stesso periodo di vibrazione naturale del terreno poiché il rapporto H/V calcolato è tale da ipotizzare un fattore di amplificazione del moto sismico in superficie.



Rapporto spettrale H/V misurato. In rosso è indicato l'HV medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%.

Nella tabella seguente, s'illustra la qualità del segnale acquisito in base al progetto SESAME (Linee guida 2005). Per l'affidabilità della curva HVSR devono essere positivi i primi tre parametri mentre per avere un chiaro e pulito segnale del picco massimo devono essere soddisfatti almeno cinque dei sei criteri successivi. Si osserva quindi che il picco a 2.16 Hz soddisfa tutti i criteri e può pertanto essere assunto come frequenza fondamentale di risonanza del sito.

Max. H/V at 2.16 ± 0.26 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	2.16 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1164.4 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz	Exceeded 0 out of 104times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.406 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.69 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.12129| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.11094 < 0.13594	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.8032 < 1.58	OK	

4.4 Categoria di sottosuolo di fondazione secondo le Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 17 gennaio 2018

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi o in rapporto ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di Categorie di Sottosuolo di riferimento. Per definire le Categorie, il D.M. 17 gennaio 2018 prevede il calcolo del parametro Vs,eq, ovvero della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio Vs dei terreni posti al di sopra del substrato di riferimento (Vs,30 per depositi con profondità del substrato superiore a 30 m). La profondità del substrato è riferita al piano di posa delle fondazioni superficiali, alla testa dei pali per fondazioni indirette, al piano di imposta delle fondazioni per muri di sostegno di terrapieni o alla testa delle opere di sostegno di terreni naturali.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

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

Dall'assetto sismo-stratigrafico desunto dalle indagini sismiche effettuate, è possibile constatare la presenza del *bedrock* geofisico (substrato di riferimento) a profondità superiori a 30 m.

Pertanto, come espressamente richiesto dalla normativa vigente *(Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 17/01/2018)*, si è calcolata la velocità media di propagazione delle onde di taglio fino a 30 m dal piano di posa delle fondazioni (Vs,30), a partire da varie profondità dal piano campagna:

Profondità piano di posa delle fondazioni	Vs,30
0 m dal p.c.	Vs (0 – 30) ≈ 393 m/s
1 m dal p.c.	Vs (1 – 31) ≈ 407 m/s
2 m dal p.c.	Vs (2 – 32) ≈ 421 m/s
3 m dal p.c.	Vs (3 – 33) ≈ 430 m/s

Dalla ricostruzione del quadro geofisico emerso dal presente studio e dalle indicazioni normative si prevede l'inserimento del sito d'indagine nella **Categoria di Sottosuolo denominata B**.

Si ricorda che qualunque tecnica di geofisica applicata ha un margine di errore intrinseco variabile in funzione del tipo di tecnica usata, di strumentazione utilizzata e di problematiche incontrate durante la fase di acquisizione. Infine, i profili di Vs ricavati con questa metodologia, come tutti i metodi indiretti, non presentano una soluzione univoca e quindi più modelli possono fornire curve sintetiche simili tra loro.

Monteviale, marzo 2019

STUDIOSISMA srl
Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale (VI)
Tel/Fax. 0444/962532 Cell. +39 349/0567455
Mail: info@studiosisma.com
C.F. e P.IVA 03797510249

ALLEGATO

- **Tav. 01: Indagine sismica Re.Mi. e H.V.S.R**

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- Aki K., 1964. A note on the use of microseisms in determining the shallow structures of the earth's crust, *Geophysics*, 29, p. 665 – 666.
- Arai H. e Tokimatsu K., 2004. S-Wave Velocity Profiling by Inversion of Microtremor H/V *Spectrum, Bull. Seismol. Soc. Am.*, 94, p. 53 – 63.
- Castellaro S., Mulargia F. Bianconi L., 2005. Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata, rapida ed economica, *Geologia Tecnica Regionale*, vol. 3.
- D'Amico V., Picozzi M., Albarello D., Naso G. e Tropenscovino S., 2004. Quick estimates of soft sediments thicknesses from ambient noise horizontal to vertical spectral ratios: a case study in southern Italy, *J. Eartq. Eng.*, 8, p. 895 – 908.
- Dal Moro G.,2008b, Rapporto sulla campagna Vs30 in Friuli Venezia Giulia, Dipartimento di Scienze Geologiche Ambientali e Marine, Università di Trieste.
- Dal Moro G & Pipan M., 2007, Joint Inversion of Surface Wave Dispersion Curve and Reflection Travel Times via Multi-Objective Evolutionary Algorithms, J. Appl. Geophysics, 61, 56-81.
- Gallipoli R., La Penna V., Lorenzo P. et al., 2000. Comparison of geological and geophysical prospecting techniques in the study of a landslide in southern Italy, *European J. Environm. and Eng. Geophys.*, 4, p. 117 – 128.
- Ibs-von Seht M. e Wohlenberg J., 1999. Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments, *Bull. Seismol. Soc. America*, 89, p. 250 – 290.
- Ivanov, J., Miller, R.D., Xia, J., Steeples, D., and Parck, C.B., 2006, Joint Analysis of Refractions with Surface Waves. An Inverse Refraction-Traveltime Solution: Geophysics, 71, R131-R138.
- Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2001. A critical review of 10 Years of microtremor HVSR technique, Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, 42, P. 255 – 266.
- Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2006. Comparison between Vs30 and other estimates of site amplification in Italy, *Conf. Eartq. Eng. And Seismol.*, Ginevra, 3-8 Sept. no 270.
- Mulargia F., Castellaro S., Rossi P.L., 2007. Effetti di sito e Vs30: una risposta alla normativa antisismica", *Il geologo – Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna.*
- Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, *QR of RTRI*, 30, p. 25 – 30.
- Roth M. & Holliger K- 1999. Inversion of Sourcegenerated noise in high-resolution seismic data. The Leading Edge, 18, 1402-1406.
- SESAME Project: "Site Effects Assessment Using Ambient Excitations", 2005.