DR. GEOL. ALBERTO PERUZZINI
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA LOMBARDIA N. 1213 AP
VIA MONTELLO, 83 25128 BRESCIA - Tel 3392905570
e-mail alberto.peruzzini@gmail.com
pec alberto.peruzzini@epap.sicurezzapostale.it

RELAZIONE GEOLOGICA
AI SENSI DELLA DGR IX/2616 DEL 30/11/2011 E DEL DM 17/01/2018
PER IL PIANO ATTUATIVO DI VIA GUGLIELMO MARCONI, 51
COMUNE DI DESENZANO DEL GARDA (BS)

COMMITTENTE: ALIVI S.R.L.

Dott. Geol. Alberto Peruzzini

BRESCIA, 10 NOVEMBRE 2021

INDICE

1. Premessa 3

2. Riferimenti normativi 3

3. Ubicazione del sito 4

4. Riferimenti alla pianificazione territoriale 5

5. Inquadramento geologico e idrogeologico 8

6. Indagini geognostiche 14

6.1. Sondaggio a carotaggio continuo 16

6.2. Prove SPT 16

6.3. Prove di laboratorio geotecnico 18

6.4. Prove penetrometriche statiche CPT 19

6.5. Indagine sismica 22

7. Modello geologico e geotecnico 24

8. Analisi sismica del sito 25

8.1. Definizione della pericolosità sismica di base 27

8.2. Valutazione dei fenomeni di amplificazione stratigrafica e topografica 28

9. Analisi sismica di 2° livello secondo i criteri regionali 28

9.1. Verifica a liquefazione 31

ALLEGATI

- Rapporto indagini geognostiche

Brescia, 10 novembre 2021

1. Premessa

Su incarico della società ALIVI S.r.l. si è eseguito lo studio geologico ai sensi della DGR XI/2616 del 30/11/2011 e del DM 17/01/2018 per il piano attuativo che prevede il progetto di ristrutturazione dell'immobile in via Marconi n. 51 in comune di Desenzano del Garda (BS).

Lo scopo principale del presente lavoro è la caratterizzazione dei terreni di fondazione attraverso la ricostruzione del modello geologico, del modello geofisico e del modello geotecnico del sito.

Il modello geologico del sito rappresenta la sintesi delle informazioni di carattere geologico che caratterizzano l'ambito territoriale con cui il progetto interagisce, fornisce pertanto indicazioni sui caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e in generale di pericolosità geologica al fine di valutare compiutamente le interazioni fra il contesto geologico e l'opera di progetto.

Il modello geologico costituisce il presupposto fisico-naturale e concettuale della successiva modellazione geotecnica e geofisica.

2. Riferimenti normativi

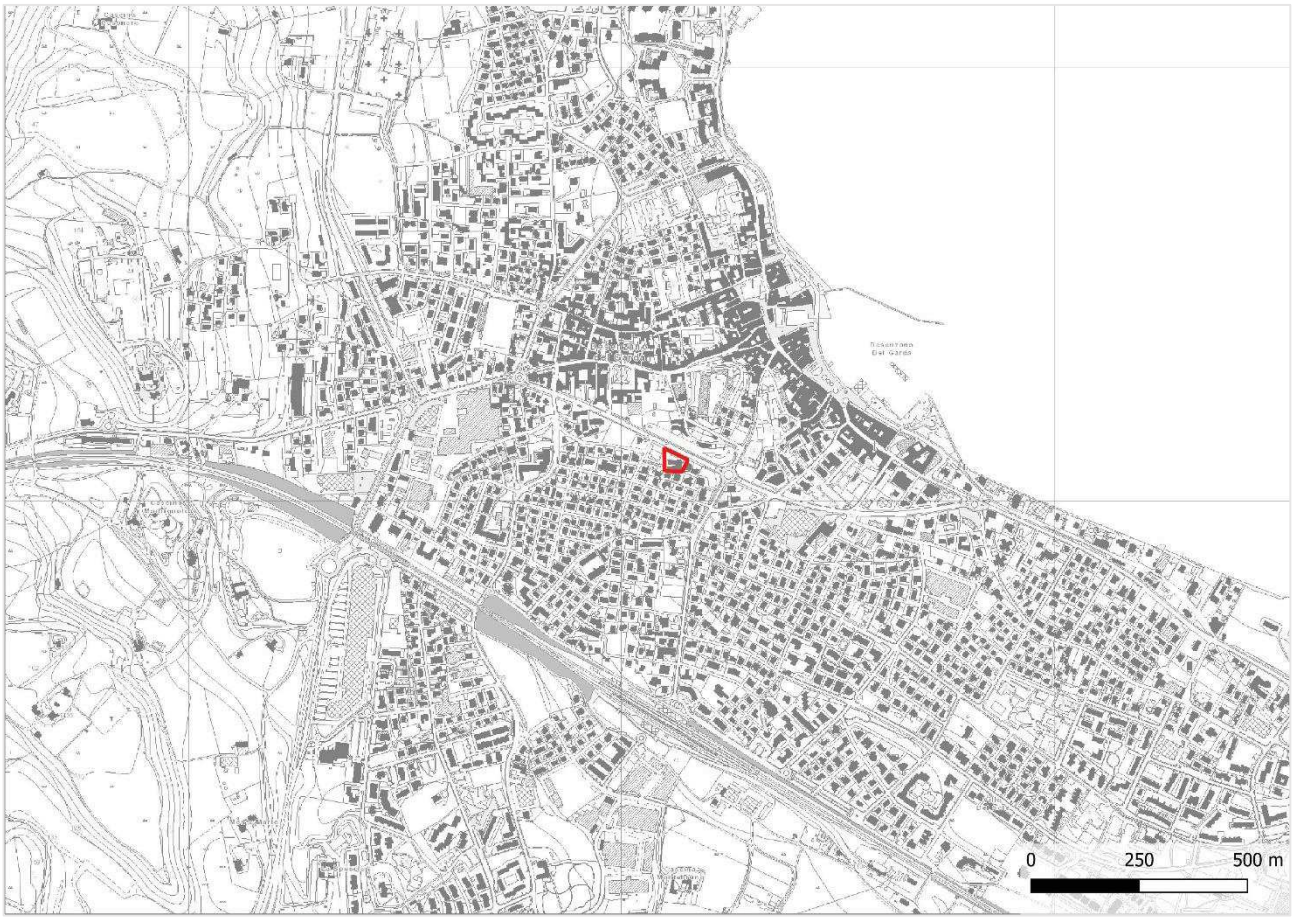
Per la stesura del seguente documento si è fatto riferimento a:

- DGR n. X/5001 del 30/3/2016 – Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica;
- LR n. 33 del 12/10/2015 – Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche;
- DGR X/2129 del 11/07/2014 - Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia;
- LR 12/05 e direttive regionali ai sensi del DGR n. 8/1566 del 22/12/2005, DGR n. 8/7374 del 28/05/2008 e DGR 30 novembre 2011 n. IX/2616;
- OPCM n. 3274/2003 e successive modifiche e integrazioni;
- DM 17/01/2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17/01/2018;
- Associazione Geotecnica Italiana "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche", giugno 1977;
- Associazione Geotecnica Italiana "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica", 2005.

3. Ubicazione del sito

L'area in oggetto ricade nel Foglio 13 Mappale 59 del comune di Desenzano del Garda (BS), a quota 87 m circa s.l.m., e nella sezione E6a2 Desenzano del Garda della carta tecnica regionale CTR a scala 1:10000.

Estratto database topografico regionale DBT con ubicazione del sito



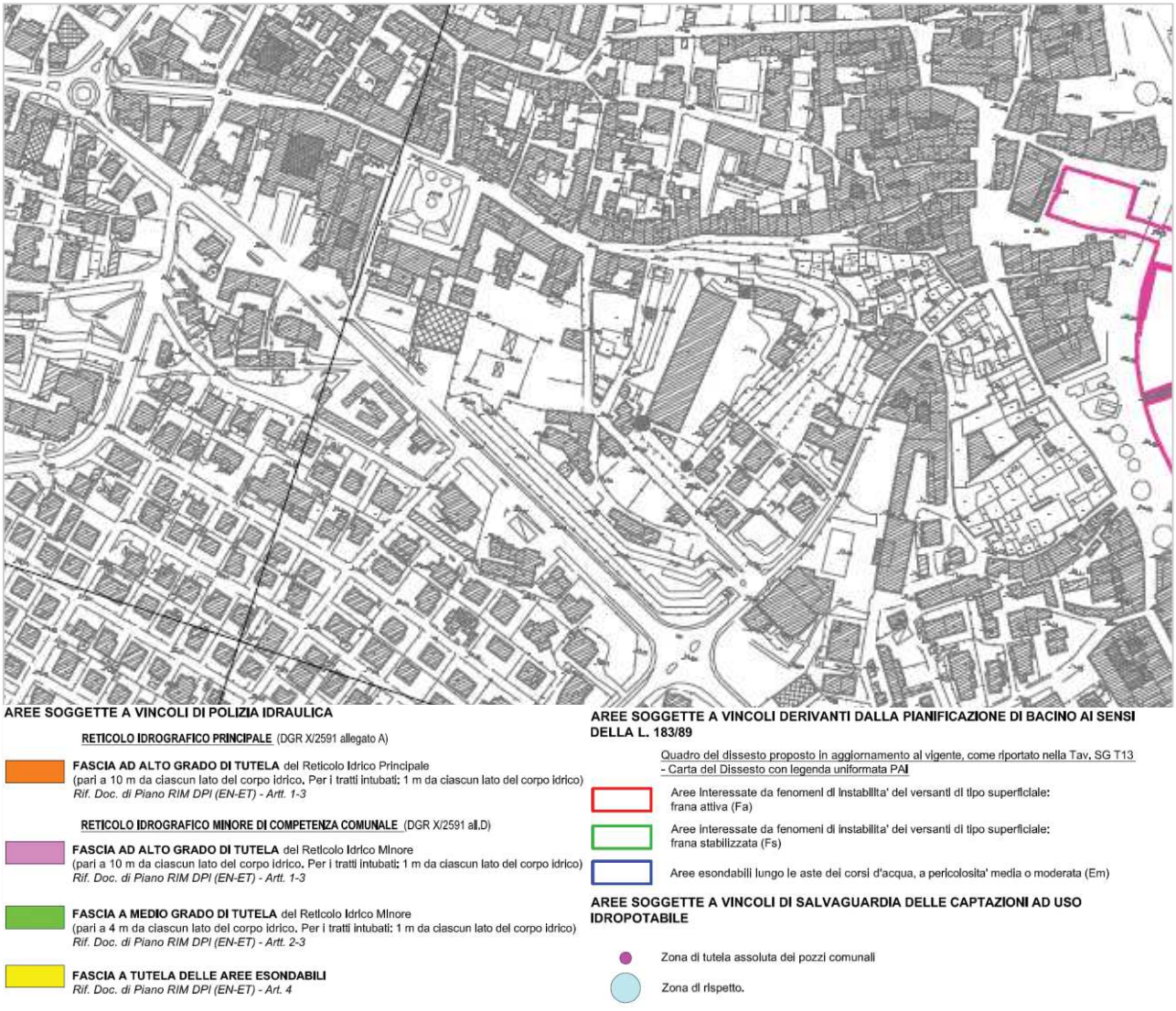
4. Riferimenti alla pianificazione territoriale

Il Piano di Governo del Territorio del comune di Desenzano del Garda comprende lo studio geologico (dr. geol. Rosanna Lentini, 2016) redatto secondo i criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica in attuazione all'art. 57 della LR 11 marzo 2005 n. 12 ai sensi della DGR IX/2616 del 30/11/2011.

Lo studio geologico per il PGT recepisce quanto riportato in materia di rischio idrogeologico dagli strumenti di pianificazione sovraordinata quali: Piano Stralcio delle Fasce Fluviali del fiume Po (PSFF), Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Po (PAI), Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS267), Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) secondo i quali per l'area in esame non è segnalato alcun vincolo, dissesto o rischio idrogeologico.

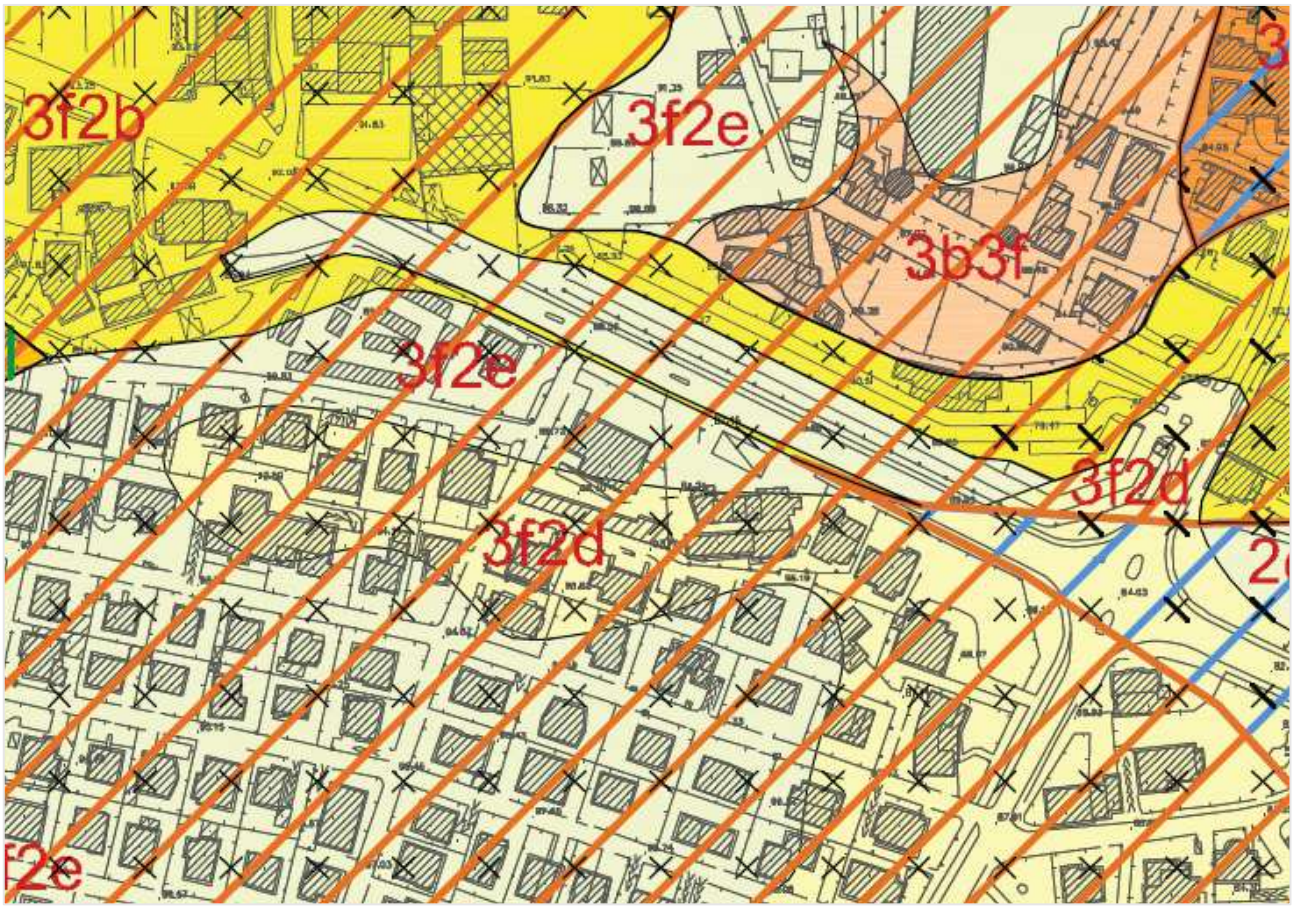
Secondo quanto riportato nella tavola SG T10 "Cartaa dei vincoli geologici", per l'area non sono segnalati vincoli di carattere prettamente geologico.

Estratto tavola T13/SG "Tavola dei vincoli esistenti"



Secondo quanto riportato nella tavola SG T11 "Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano", l'area in esame ricade sia nella classe 2 di fattibilità geologica (fattibilità con modeste limitazioni) che comprende con modeste limitazioni alla modifica della destinazione d'uso dei terreni ed all'utilizzo a scopi edificatori, che possono essere superate mediante approfondimenti d'indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa, sia nella classe 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) che comprende aree per le quali sono state riscontrate consistenti limitazione alla destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Estratto tavola T13/SG "Tavola dei vincoli esistenti"



3f – Area ad alta vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda)

2d – Aree con terreni a caratteristiche geotecniche da discrete a buone e condizioni di versanti mediamente acclivi.

2e – Aree con terreni a caratteristiche geotecniche da discrete a buone e condizioni pianeggianti o con versanti debolmente acclivi.

In particolare l'area in esame ricade nelle seguenti sottoclassi definite in funzione delle problematiche riscontrate:

3 f – Area ad alta vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda).

In questa sottoclasse si riconosce una limitazione alla modifica delle destinazioni d'uso correlata alla vulnerabilità degli acquiferi.

Sono ammessi tutti gli interventi seppure si sconsiglia l'insediamento di attività produttive potenzialmente idroinquinanti in assenza di uno studio idrogeologico di dettaglio volto a definire in modo dettagliato l'assetto idrogeologico delle aree d'intervento e di un intorno significativo, con particolare riferimento alla ricostruzione della profondità/andamento delle falde superficiali e delle unità idrogeologiche presenti.

La realizzazione di ogni intervento è inoltre subordinata ad uno studio idrogeologico che accerti la compatibilità con lo stato di vulnerabilità sito specifico delle risorse idriche sotterranee, valutando il possibile impatto sulle acque sotterranee, e che preveda, se necessario, l'adozione di accorgimenti in grado di tutelare la falda acquifera e di sistemi di controllo.

Le indagini previste per eventuali altre sottoclassi associate, dovranno prevedere la posa di piezometri per la misura del livello piezometrico della falda.

L'utilizzo agricolo dei reflui zootecnici è sconsigliato e comunque dovrà essere subordinato all'adozione di un Piano di Utilizzazione Agronomica (PUA).

2d – Area con terreni a caratteristiche geotecniche da discrete a buone e condizioni di versanti mediamente acclivi.

In questa sottoclasse sono consentiti:

- gli interventi di viabilità pubblica e privata
- opere di urbanizzazione
- interventi di ricostruzione
- interventi di ampliamento in elevazione e in planimetria
- nuovi interventi edificatori
- attività produttive

La loro realizzazione è subordinata alla predisposizione di una relazione geologica eseguita ai sensi del D.M.LL.PP. 14/01/2008, supportata da indagini geognostiche mediante prove in situ (sondaggi, prove penetrometriche, indagini sismostratigrafiche, ecc.) e/o in laboratorio su campioni di terreno.

Lo studio geologico dovrà valutare la compatibilità dell'intervento con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area, con particolare attenzione alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione ed alla verifica della stabilità dei versanti.

Dovranno essere valutate attentamente le modalità realizzative per qualsiasi tipo d'intervento ed in particolare per quelli che prevedano l'esecuzione di operazione di scavo o interventi di riprofilatura

dei versanti, predisponendo all'occorrenza opere di contenimento preventivo dei fronti di scavo e/o di consolidamento del pendio.

2f – Area con terreni a caratteristiche geotecniche da discrete a buone e condizioni pianeggianti o con versanti debolmente acclivi.

In questa classe ricadono le aree per le quali non esistono sostanziali controindicazioni di carattere geomorfologico (aree subpianeggianti, poco inclinate, ecc.) o geotecnico (terreni di fondazione con caratteristiche geotecniche non scadenti) per l'urbanizzazione o la modifica della destinazione d'uso.

Tuttavia, considerato che il Comune di Desenzano del Garda è stato inserito dal punto di vista sismico in zona 3, si è ritenuto opportuno classificare queste aree in classe 2, anziché 1.

Si raccomanda che anche in questa classe, così come su tutto il territorio comunale, che gli interventi siano corredati da una relazione geologica eseguita ai sensi del D.M.LL.PP. 14/01/08 e basata su adeguate indagini geognostiche di dettaglio mediante prove in situ (sondaggi, prove penetrometriche, indagini sismostratigrafiche, ecc.) e/o in laboratorio su campioni di terreno.

Lo studio geologico dovrà valutare la compatibilità dell'intervento con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area. Si dovrà sempre verificare la presenza in superficie di eventuali unità geotecniche scadenti o materiali di riporto e dovranno eventualmente essere attuati idonee approcci progettuali.

L'area in esame ricade sia nello scenario di pericolosità **Z4c** "Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)" con potenziali effetti sismici quali amplificazioni litologiche e geometriche.

Nell'ambito dello studio geologico per il PGT si è riscontrato che nelle aree ricadenti nello scenario Z4c l'applicazione della normativa sismica vigente non sia sufficientemente cautelativa rispetto ai potenziali fenomeni di amplificazione litologica.

5. Inquadramento geologico e idrogeologico

Il territorio comunale di Desenzano del Garda è collocato nell'area del Basso Garda Bresciano, è delimitato a nord dalla linea di costa e si sviluppa da quota 65 m s.l.m. (livello del lago) a quota 170 m s.l.m. (Monte Lungo); si tratta di un territorio tipicamente collinare caratterizzato dalla presenza delle cerchie moreniche dell'anfiteatro gardesano.

La presenza dei maggiori laghi pedealpini a monte dei vari anfiteatri morenici è correlata a quella dei ghiacciai ai quali si deve, in buona parte, l'origine delle conche lacustri. L'anfiteatro morenico gardesano che borda a meridione il Lago di Garda e che caratterizza la topografia dei comuni del

basso bresciano e dell'alto mantovano, è stato originato da un ghiacciaio che si protendeva verso sud fino a circa quindici chilometri da Mantova.

Le cerchie moreniche, con andamento circa concentrico rispetto alla linea di costa del lago, segnano le diverse fasi di espansione del ghiacciaio. Tra i rilievi morenici sono talora presenti ampi ripiani, delimitati da scarpate che corrispondono a terrazzi di *kame* formatisi durante le fasi di ritiro del ghiacciaio. Il dilavamento del fronte del ghiacciaio ad opera delle acque di fusione ha determinato altresì l'accumulo di materiali a contatto con le stesse masse glaciali.

Talora le cerchie moreniche appaiono discontinue a seguito dell'azione di sfondamento praticata dai corsi d'acqua fluvioglaciali.

L'alternarsi di fasi glaciali ed interglaciali, l'erosione e il trasporto di materiale, in seguito rimaneggiato dagli scaricatori fluvioglaciali e rideposto, costituiscono le componenti fondamentali dei processi che hanno contribuito al modellamento della superficie topografica attuale.

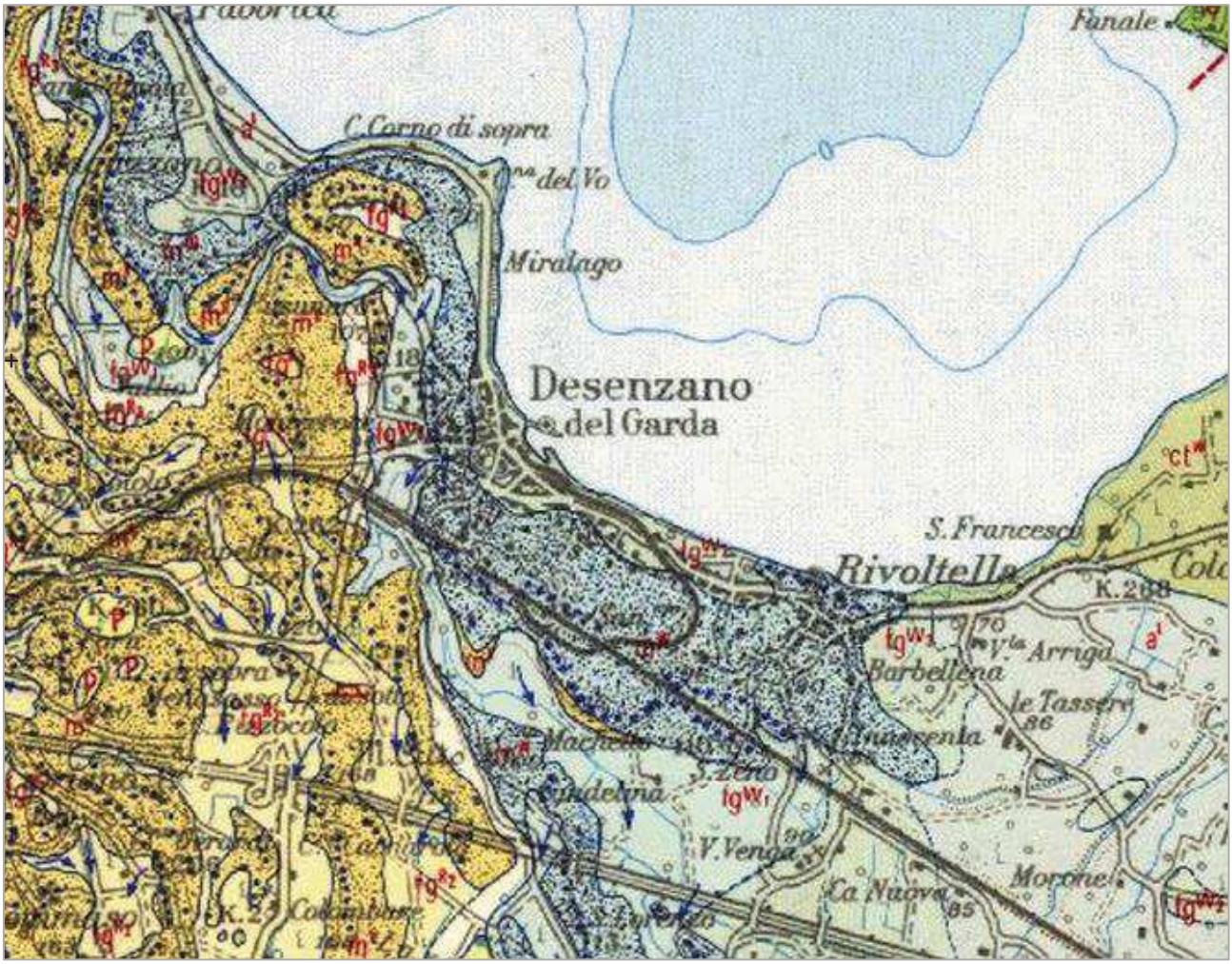
Le unità geologiche affioranti sono esclusivamente di ambiente continentale, costituite da morene, depositi fluvioglaciali ed alluvionali di età compresa tra il Pleistocene e l'Olocene.

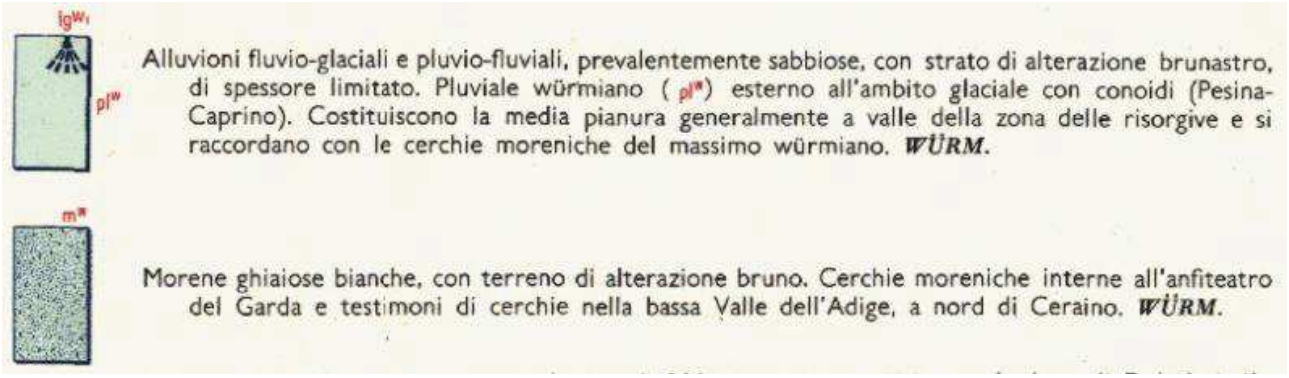
La costituzione di un sistema morenico, tipo quello gardesano, deriva dalla sovrapposizione ed interazione di più eventi deposizionali ed erosivi legati alle diverse glaciazioni originatesi da continue oscillazioni climatiche.

L'evoluzione dell'anfiteatro morenico si divide in due momenti ben distinti: un periodo glaciale che porta all'avanzamento verso regioni più meridionali del fronte del ghiacciaio, trasportando materiali litoidi che cadono sulla superficie (morene viaggianti) o che vengono strappati alle rocce di base (morene di fondo) e che costituiscono le cerchie moreniche una volta abbandonati sul fronte dopo che il ghiacciaio ha raggiunto la sua massima espansione. Questo momento è seguito da un periodo postglaciale caratterizzato dal ritiro dei ghiacci verso monte con conseguente fusione del corpo glaciale che porta all'accentuazione di fenomeni erosivi (terrazzi fluviali) e trasporto di materiale nella piana antistante.

In riferimento alla Carta geologica d'Italia a scala 1:100000 - Foglio 48 Peschiera – l'area oggetto di studio ricade nei depositi pleistocenici **m^W** costituiti da "Morene ghiaiose bianche, con terreno di alterazione bruno. Cerchie moreniche interne all'anfiteatro del Garda" al limite con i depositi **fg^W** "Alluvioni fluvio-glaciali e pluvio-fluviali, prevalentemente sabbiose, con strato di alterazione brunastro, di spessore limitato".

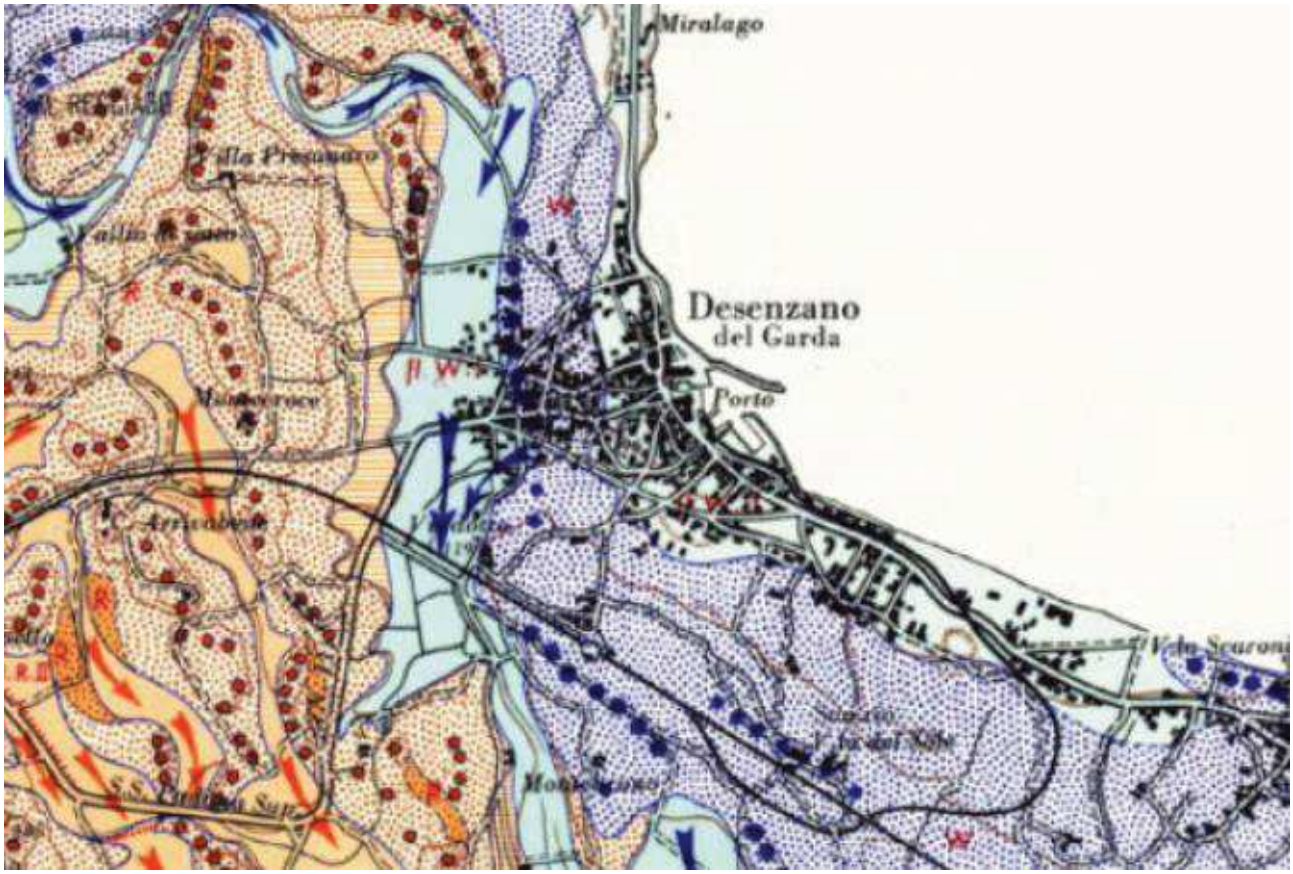
Estratto Carta geologica d'Italia F. 48 Peschiera

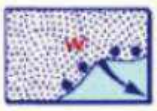




In riferimento alla "Carta geologica dell'Anfiteatro morenico frontale del Garda fra il Chiese e l'Adige (Venzo, Medioli, Mancini; 1965), l'area ricade nei depositi morenici wurmiani ghiaioso-sabbiosi e fangosi.

Estratto Carta "Carta geologica dell'Anfiteatro morenico frontale del Garda fra il Chiese e l'Adige"



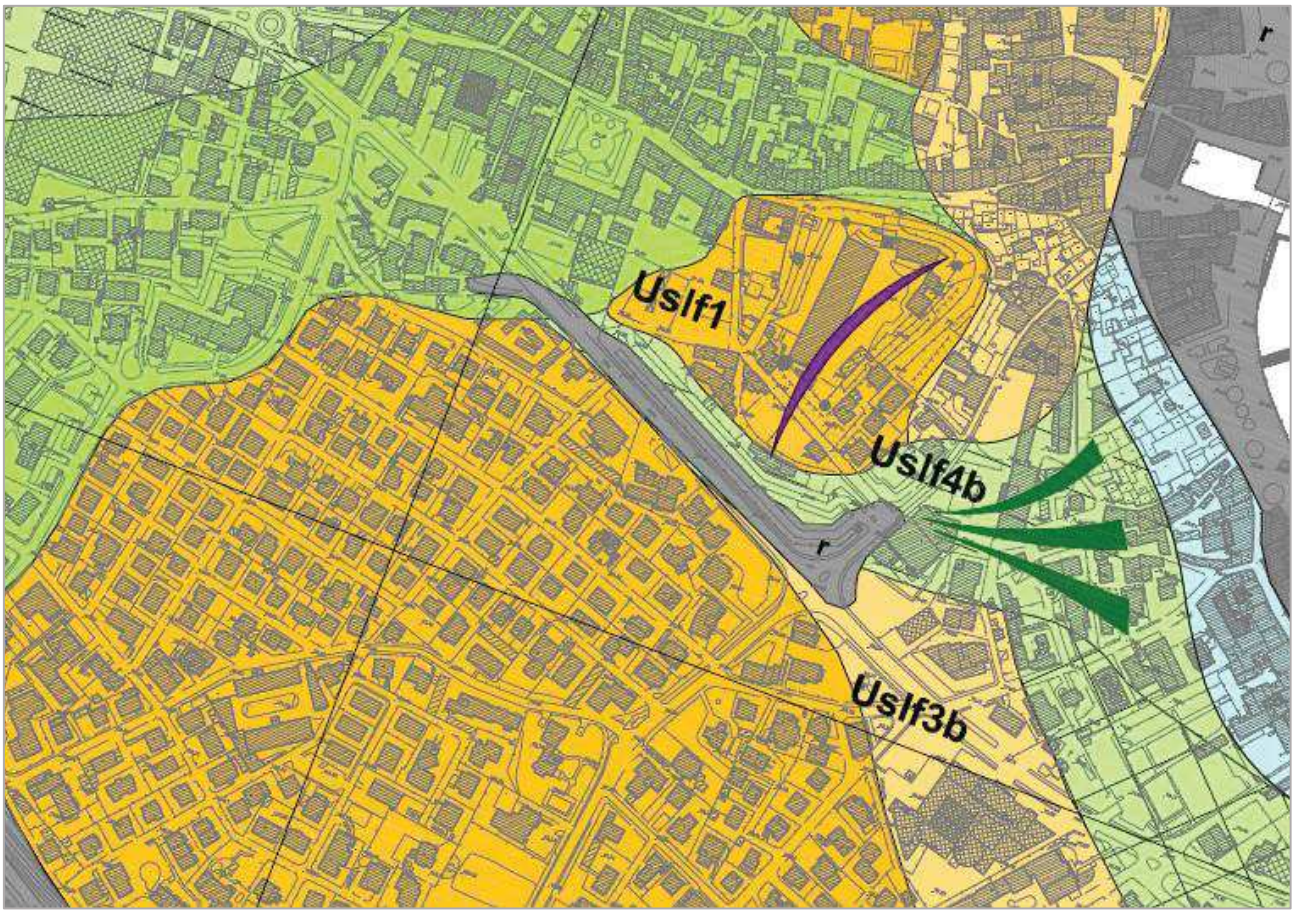


WÜRM (spec. "***maximum*** W_{II} = **W.I**): morenico ghiaioso-sabbioso e fangoso, bianco, con terreno bruno; cerchie principali e scaricatori (frecce). Esso è ristretto verso il Lago, all'interno del potentissimo anfiteatro rissiano.

FLUVIOGLACIALE TARDOWÜRMIANO (**fl.W.II**): basso terrazzo ghiaioso-argilloso del Mincio e dell'Adige, dovuto agli scaricatori delle cerchie più interne del *W*, e sospeso con scarpate di alcuni metri; incassato di altrettanto rispetto al ***fl.W.I***. All'interno delle cerchie esso è comprensivo della fase di ritiro tardowürmiana, a sabbie-ghiaie e spesso con morenico fangoso, di fondo.

In riferimento alla tav 3 "Carta geologica e strutturale con elementi geomorfologici e del sistema idrografico" dello studio geologico comunale (Lentini - 2016) l'area in esame ricade nelle coperture quaternarie appartenenti all'Unità di Solferino – Uslf (Pleistocene Superiore): "A questa unità sono riconducibili depositi glaciali, fluvioglaciali, glaciolacustri e di contatto glaciale. L'Unità di Solferino risulta piuttosto estesa ed articolata e presenta diverse Unità Morena intervallate da piane intramoreniche. In territorio di Desenzano d/G è riconosciuta la morena della massima espansione che conserva la asimmetria originale. Il ritiro del ghiacciaio solferinese, doveva quindi avvenire lentamente e secondo pulsazioni ripetute e fasi di stazionamento successive talora ben conservate e riconoscibili sul territorio. A questa unità sono riconducibili infatti numerose cerchie moreniche, cui si interpongono piane ad andamento meandriforme e/o depressioni intramoreniche; ad essa è stata riferita anche l'ampia piana di contatto glaciale (morena di fondo) sud-orientale".

Estratto Tav. 3 "Carta morfopaesaggistica con indicazioni pedologiche" studio geologico PGT



COPERTURE QUATERNARIE

UNITA' DI SOLFERINO (Pleistocene superiore)

Uslf1 **Depositi glaciali**

Uslf2 **Depositi glaciolacustri di depressione intermorenica o di fronte glaciale**

Depositi di contatto glaciale

Uslf3a a) Depositi grossolani prevalentemente sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi, ghiaiosi

Uslf3b b) Depositi fini prevalentemente sabbioso limosi, limoso sabbiosi, limoso argillosi ("morena di fondo"

Depositi fluvioglaciali delle cerchie interne

Uslf4a a) Depositi grossolani prevalentemente ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi

Uslf4b b) Depositi fini prevalentemente sabbioso limosi, limoso sabbiosi, limoso argillosi

In particolare l'area in esame ricade nei Depositi glaciali (USlf1): "I depositi morenici di cordone delineano per le avanzate delle masse glaciali i fronti di massima espansione in corrispondenza dei quali si aveva l'accumulo caotico dei materiali glaciali. Sono costituiti da diamicton massivi per lo più a supporto clastico (Dcm) ma talora a supporto di matrice (Dmm). Risultano frequentemente presenti anche grossi trovanti poligenici con dimensioni fino a vari m^3. Nell'ambito del complesso modello deposizionale morenico sono previste eterogeneità litologiche con variazioni nel contenuto

di frazione fine che risultano talora molto accentuate anche in zone contigue. Così si possono ritrovare settori con litologia più francamente limoso-sabbiosa prevalente sullo scheletro granulare (Dmm). In questi casi i depositi glaciali assumono tipica colorazione grigia (più argillosa) o color ocra-nocciola (più limosa). Questi depositi appaiono organizzati in cordoni morenici per lo più discontinui raggruppabili in cerchie principali disposte in genere ad andamento arcuato o più raramente rettilineo. All'Unità di Solferino può essere riferita la cerchia principale dell'anfiteatro morenico gardesano; ad essa afferiscono infatti i rilievi posti alle quote più elevate disposte nella porzione occidentale del territorio desenzanese (Monte Corno, Monte Croce, Monte Alto, ecc.), più o meno discontinui. Le fasi di ritiro delle masse glaciali sono testimoniate anche dai cordoni morenici minori presenti verso Est, Sud e Sud-Est (Desenzano, S. Pietro, Vaccarolo e S. Martino della Battaglia) talora piuttosto discontinui, con rilievo topografico progressivamente più blando spostandosi verso il Lago.
In generale la struttura idrogeologica del sottosuolo è rappresentata dalle seguenti unità litologiche:

- **Depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi a permeabilità medio-alta:** si tratta di materiali a granulometria varia da grossolana, medio-grossolana e fine, caratterizzati da permeabilità variabile da alta a media in relazione alla granulometria dei sedimenti. La successione è costituita da conglomerati e ghiaie con modeste intercalazioni argillose, poste a varie profondità. Tali depositi possono avere discreti spessori ed ospitano falde freatiche in genere poco significative.
- **Depositi morenici a granulometria variabile (ghiaioso-sabbioso-limosi) a permeabilità da media a bassa:** sono i depositi morenici di cordone e di ritiro, caratterizzati da una notevole eterogeneità litologica e da una modesta permeabilità. La variabilità dei sedimenti crea a livello generale una situazione complessa per quanto riguarda la distribuzione del livello libero della falda; nelle porzioni più grossolane sono presenti falde freatiche di scarsa potenzialità, alimentate dalle precipitazioni e legate a condizioni morfologiche ed idrogeologiche locali.
- **Depositi fluvioglaciali fini a bassa permeabilità:** comprendono depositi fini di bassa energia, depositi parzialmente ripresi dai corsi d'acqua olocenici e depositi perilacustri, costituiti da materiali prevalentemente sabbioso-limoso-argillosi poco permeabili.
- **Depositi di morena di fondo e depositi torbosi a permeabilità molto bassa**: caratterizzati da litologia fine e permeabilità da bassa a molto bassa.

I rapporti esistenti tra le diverse unità idrogeologiche presenti nel sottosuolo, sono talora piuttosto complessi e difficili da ricostruire a causa dei fenomeni deposizionali ed erosivi che si sono avvicendati nel tempo e che hanno determinato sensibili variazioni laterali e verticali nei depositi glaciali e fluvioglaciali e complesse interdigitazioni tra gli stessi.

In riferimento alle stratigrafie dei pozzi presenti nella zona, si nota la presenza generalmente di due acquiferi di cui quello superiore meno permeabile e quello inferiore, ghiaioso-conglomeratico, caratterizzato da maggiore permeabilità e captato dalla maggior parte dei pozzi.

In riferimento ai dati riportati nello studio geologico per il piano regolatore generale comunale (Lentini - 2016) relativi alla campagna di monitoraggio piezometrico eseguita tra dicembre 1996 e febbraio 1997, la soggiacenza della falda profonda in corrispondenza del sito in esame risulta di circa 17 m dal p.c. corrispondente ad una quota piezometrica di 70 m s.l.m.

Estratto "Carta idrogeologica" studio geologico comunale (Lentini - 2016)

6. Indagini geognostiche

Per la caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni che costituiscono il sottosuolo e per la definizione del modello geologico e geotecnico dell'area in esame, si sono eseguite le seguenti indagini geognostiche:

- 2 prove penetrometriche statiche CPT a punta meccanica;
- 1 sondaggio a carotaggio continuo;
- 7 prove SPT in foro;
- analisi di laboratorio geotecnico su 1 campione di terreno indisturato.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geofisica del sito si è eseguita un'indagine sismica MASW combinata ad HVSR.

Il rapporto delle indagini geognostiche è riportato in allegato.

Si riporta di seguito la planimetria con l'ubicazione delle indagini geognostiche.

Legenda:

- Sondaggio geognostico
- Prova Penetrometrica Statica CPT
- Stendimento sismico con acquisizione ed elaborazione dei dati mediante metodologia MASW in onde di Rayleigh e di Love

Misura di microtremore sismico, con stazione singola, m

6.1. Sondaggio a carotaggio continuo

In data 11 e 12/10/2021 è stato realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo fino a 20.0 m di profondità, mediante sonda perforatrice modello ATLAS MUSTANG 9 F3.

Le operazioni di perforazione sono state effettuate a carotaggio continuo verticale utilizzando un carotiere semplice costituito da un tubo metallico cilindrico di diametro esterno pari a 101 mm, munito all'estremità inferiore di una corona e nella parte sommitale di una valvola di ritenzione che impedisce la perdita dei campioni di terreno prelevati. La stabilità delle pareti dei fori è stata assicurata mediante l'impiego di rivestimenti metallici provvisori, aventi diametro di 127 mm. Tale rivestimento segue immediatamente ogni manovra di avanzamento del carotiere, ed è poi estratto e recuperato a fine perforazione. La perforazione è stata condotta garantendo una percentuale di recupero pari al 100% in modo tale da consentire una sicura e dettagliata ricostruzione stratigrafica del sottosuolo.

Il materiale prelevato durante la perforazione è stato depositato in apposite cassette catalogatrici in plastica sulle quali sono riportati tutti i dati necessari al loro riconoscimento (sigla identificativa del sondaggio, profondità di prelievo di riferimento, la profondità di esecuzione delle prove in situ, indicazione del committente, data di perforazione).

Per la perforazione è stata utilizzata acqua chiara senza presenza alcuna di additivi tipo polimeri e/o bentonite.

Durante l'esecuzione del sondaggio sono state eseguite 7 prove SPT in foro secondo gli standard ed è stato prelevato 1 campione di terreno indisturbato da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico.

La stratigrafia del sottosuolo in corrispondenza della verticale di indagine è rappresentata da una successione di orizzonti costituiti in superficie, fino a circa 8 m dal p.c., da alternanze di limi argillosi, sabbie limose e argille limose, fino a circa 18 m da argille debolmente limose e fino a 20 m da argille limose debolmente ghiaiose.

In allegato è riportata la stratigrafia di dettaglio del sondaggio geognostico e la documentazione fotografica. Durante la perforazione è stata rilevata la presenza di acqua in corrispondenza di un orizzonte sabbioso presente tra 2.2 e 2.95 m di profondità.

6.2. Prove SPT

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici, al fine di determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati si sono eseguite 8 prove SPT in foro.

Tali prove consentono di determinare la resistenza che il terreno offre alla penetrazione dinamica di una punta conica SCPT o del campionatore Raymond (SPT) infissi a partire dal fondo del foro di sondaggio per un tratto totale di 45 cm.

La batteria di aste cui la punta è collegata viene infissa, mediante la caduta di un maglio di peso standard pari a 63.5 kg, da un'altezza di 75 cm misurando il numero di colpi (N) impiegati per tre successivi stadi di avanzamento lunghi ciascuno 15 cm. Nell'elaborazione vengono considerati i colpi degli ultimi due tratti (N30) in quanto si considerano i valori dei primi 15 cm rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione.

Nella tabella seguente sono riassunti i valori delle letture relativi alle prove eseguite durante la perforazione del sondaggio alle diverse profondità.

Profondità (m) da p.c.	N1	N2	N3	NSPT	N60	(N1)60	DR (%)	ϕ' (°)	E' (MPa)	Cu (kPa)	Ed (MPa)
4.5	1	1	1	2	2	2	-	28	-	20	1
5.5	3	3	2	5	5	5	-	29	-	50	3
7.5	4	6	6	12	12	10	-	30	-	120	6
9.0	1	2	2	4	5	3	-	28	-	40	2
12.0	3	3	4	7	8	5	-	29	-	70	4
15.0	3	4	6	10	12	6	-	29	-	100	5
18.0	5	6	6	12	14	7	-	29	-	120	6

Con la stima del valore del peso di volume naturale si è proceduto all'interpretazione dei risultati sperimentali delle prove.

Le principali relazioni empiriche utilizzate, scelte sulla base delle osservazioni geologiche sopra descritte, sono di seguito riportate:

PARAMETRO DERIVATO	***PARAMETRO SPERIMENTALE***	***AUTORE***
Angolo di resistenza al taglio ϕ'	$(N)_{60}$	Wolf, 1989
Coesione non drenata Cu	N_{SPT}	Sanglerat
Modulo di deformazione edometrico E_d	N_{SPT}	Stroud e Butler, 1975

6.3. Prove di laboratorio geotecnico

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, durante la perforazione del sondaggio geognostico a carotaggio continuo, è stato prelevato un campione di terreno indisturbato, tra 6.0 e 6.7 m di profondità, sul quale sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio geotecnico:

- determinazione del peso di volume;
- granulometria per setacciatura e sedimentazione;
- limiti di Atterberg;
- prova di taglio diretto CD;
- prova triassiale non drenata non consolidata (UU).

di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei risultati ottenuti, mentre in allegato sono riportati gli elaborati delle prove di laboratorio.

			va2924
			15/10/2021
			s1
			ci1
			6,0-6,7
			ind
Ghiaia g	*(19-75)*	*%*	0,00
Ghiaia f	*(4,75-19,0)*	*%*	0,00
Sabbia g	*(2-4,75)*	*%*	0,02
Sabbia m	*(0,425-2)*	*%*	0,05
Sabbia f	*(0,075-0,425)*	*%*	0,07
Limo+argilla	*(< 0,075)*	*%*	99,86
Limo	*(0,005-0,075)*	*%*	64,41
Argilla	*(< 0,005)*	*%*	35,46
cc		-	
cu		-	
Limite Liquido		*%*	24,00
Limite Plastico		*%*	17,00
Indice di Plasticità		*%*	7,00
classificazione astm		-	cl o ol
classificazione aashto m 145-82		-	
Contenuto volumetrico medio d'acqua	*Wn*	*%*	20
peso di volume naturale umido		*Mg/mc*	2,13
peso di volume naturale secco		*Mg/mc*	1,77

6.4. Prove penetrometriche statiche CPT

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, in data 11 ottobre 2021, con un penetrometro semovente superpesante PAGANI TG 63/200 kN, sono state eseguite due prove penetrometriche statiche CPT a punta meccanica.

La prova CPT fornisce come dato sperimentale una coppia di valori di pressione riferiti rispettivamente all'infissione della punta (R_P) e all'attrito laterale agente lungo il manicotto (R_L) durante l'infissione, con passo di 20 cm; la prova permette di evidenziare al meglio i cambiamenti stratigrafici e sono ottimali in terreni sabbioso-limosi, buone in terreni anche molto coesivi e meno adatte nei terreni ghiaioso sabbiosi, in quanto ne limitano la penetrabilità, oltre ad alterare l'attendibilità dei dati sperimentali.

Per l'interpretazione litologica dei terreni indagati si è fatto riferimento sia al rapporto q_c/f_s, ovvero rapporto fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro (Begemann 1965) sia ai valori q_c e FR pari al rapporto 100 f_s/q_c (Schmertmann, 1978).

Pe l'interpretazione dei parametri geotecnici si è fatto riferimento alle seguenti correlazioni:

- coesione non drenata Cu in kPa (Levadoux e Baligh, 1980)
- angolo di attrito interno efficace ϕ' (Meyerhof, 1976)
- densità relativa Dr %, (Jamiolkowski et al., 1985)
- modulo di deformazione confinato Mo in MPa (Mitchell e Gardner, 1975)
- modulo di deformazione elastico secante drenato per terreni granulari E in MPa (Robertson e Campanella,1983).

In base alle verticali di indagine spinte fino alla profondità massima di 17 m, il sottosuolo dell'area in esame risulta costituito da 2 unità principali denominate L1, L2 costituite rispettivamente da limi argillosi e da argille debolmente limose, molto consistenti.

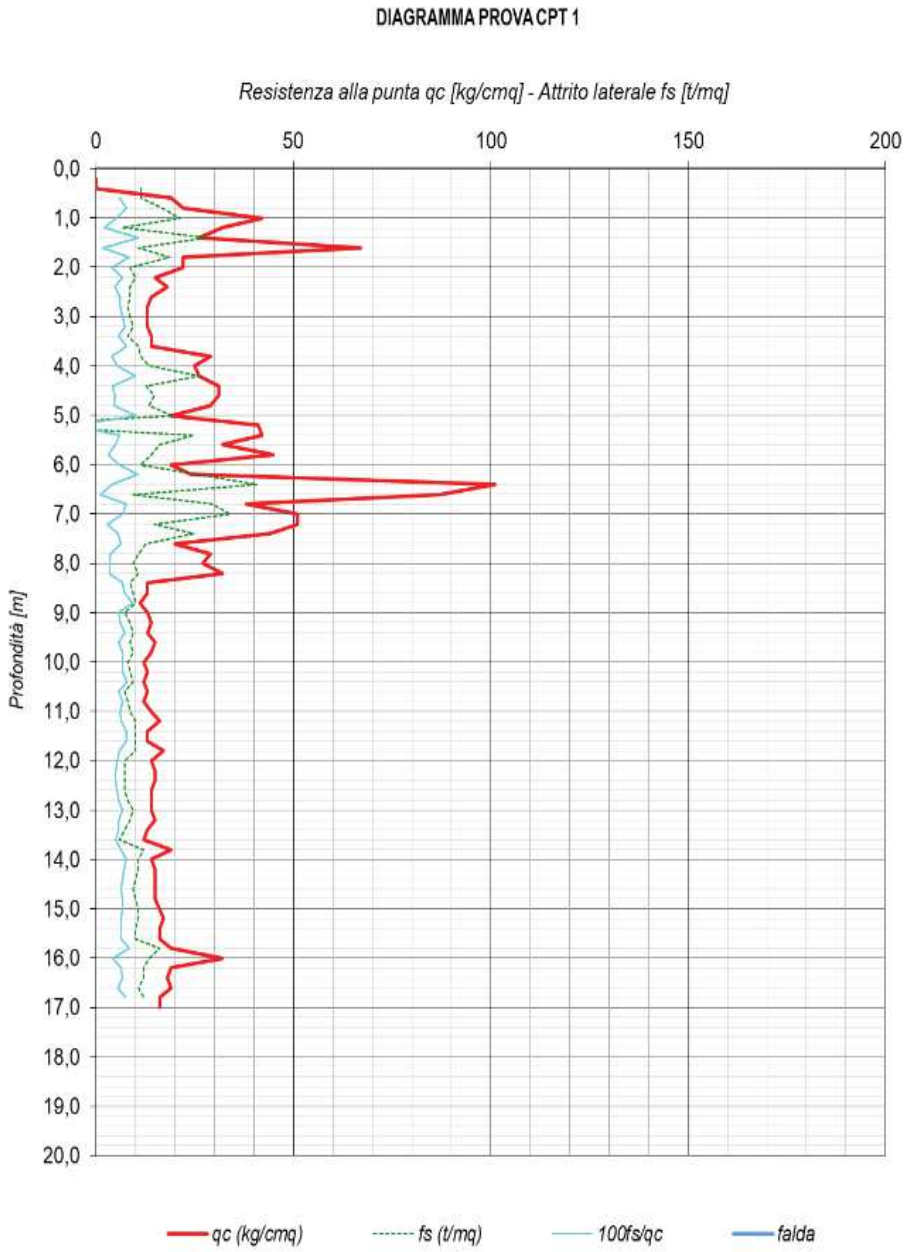
Non è stata rilevata la presenza di falda freatica, mentre localmente è possibile la circolazione d'acqua confinata all'interno di orizzonti più permeabili.

Si riportano di seguito i diagrammi le tabelle riassuntive delle caratteristiche geotecniche degli orizzonti individuati in corrispondenza di ogni prova.

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 1

Unità	prof. (m)	γ nat [kN/m³]	Dr (%)	ϕ' (°)	E [MPa]	Cu [kPa]	Mo [MPa]
L1 – limi argillosi, sabbie limose, argille limose	0.0-8.2	20	-	29	-	149	6
L2 – argille debolmente limose	8.2-17.0	20	-	27	-	55	4

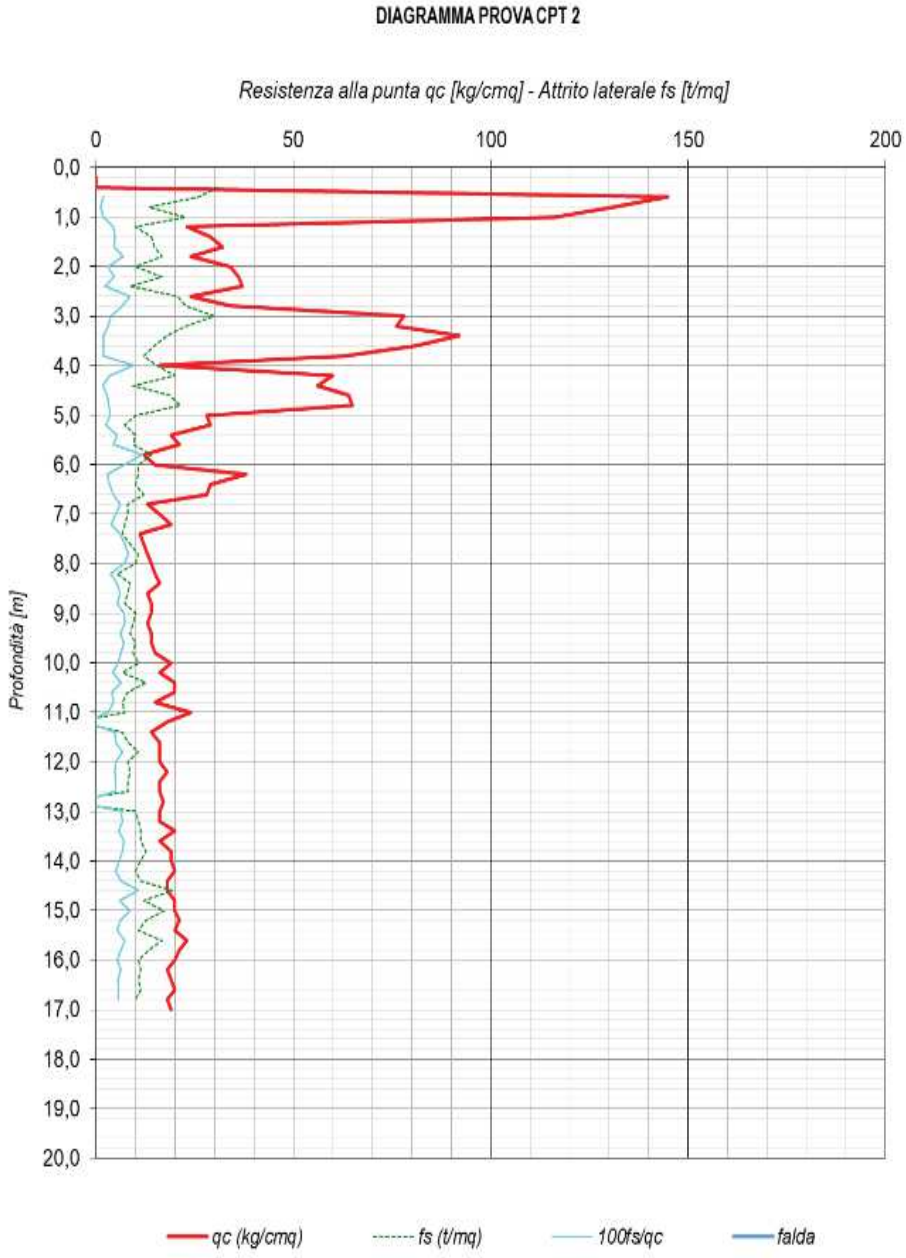
profondità falda da piano campagna: non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 2

Unità	prof. (m)	γ nat [kN/m³]	Dr (%)	ϕ' (°)	E [MPa]	Cu [kPa]	Mo [MPa]
L1 – limi argillosi, sabbie limose, argille limose	0.0-6.6	20	-	29	-	138	6
L2 – argille debolmente limose	6.6-17.0	20	-	27	-	66	4

profondità falda da piano campagna: non rilevata

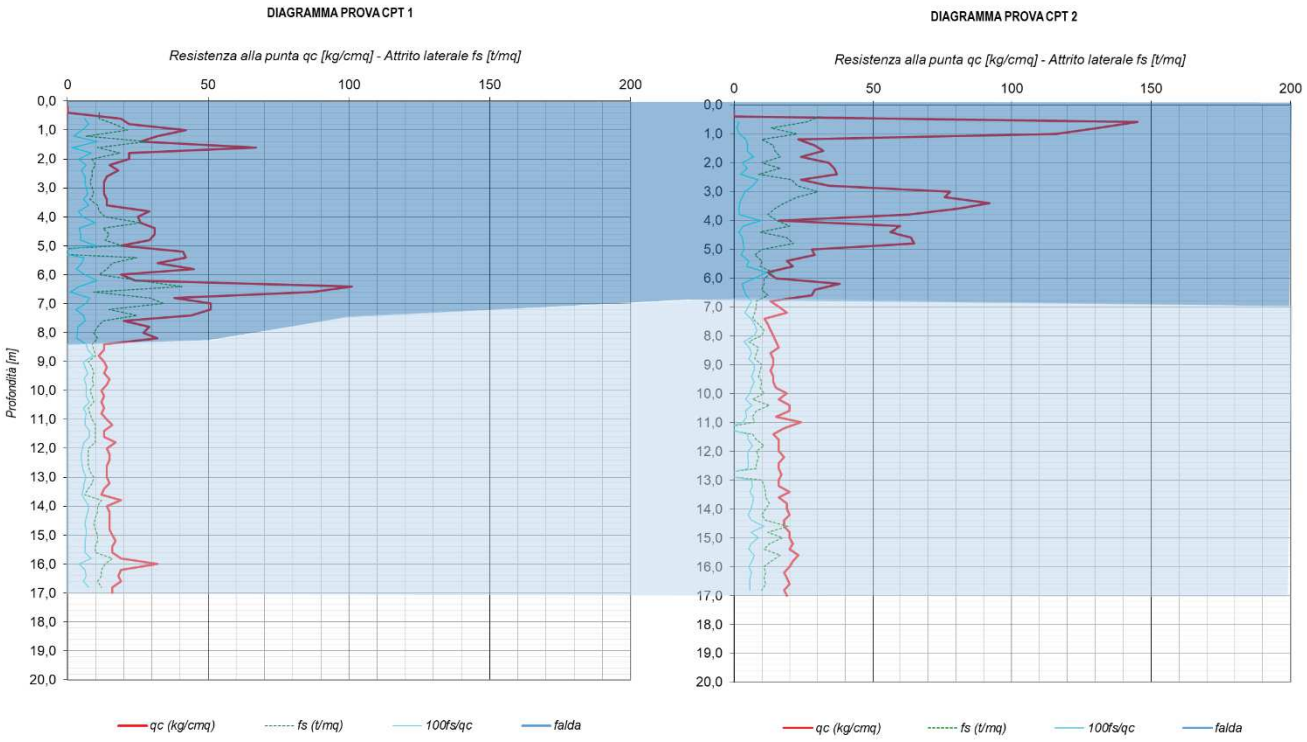


Nello schema seguente sono evidenziate le due unità litotecniche individuate rispetto alle verticali di indagine e nella tabella vengono riportati per ogni unità i valori medi dei parametri geotecnici.

Unità	γ nat [kN/m³]	Dr (%)	ϕ' (°)	E [MPa]	Cu [kPa]	Mo [MPa]
L1 – limi argillosi, sabbie limose, argille limose	20	-	29	-	144	6
L2 – argille debolmente limose	20	-	27	-	61	4

γ peso di volume Dr densità relativa ϕ' angolo di resistenza al taglio

C_u coesione non drenata E' modulo elastico drenato M_0 modulo confinato

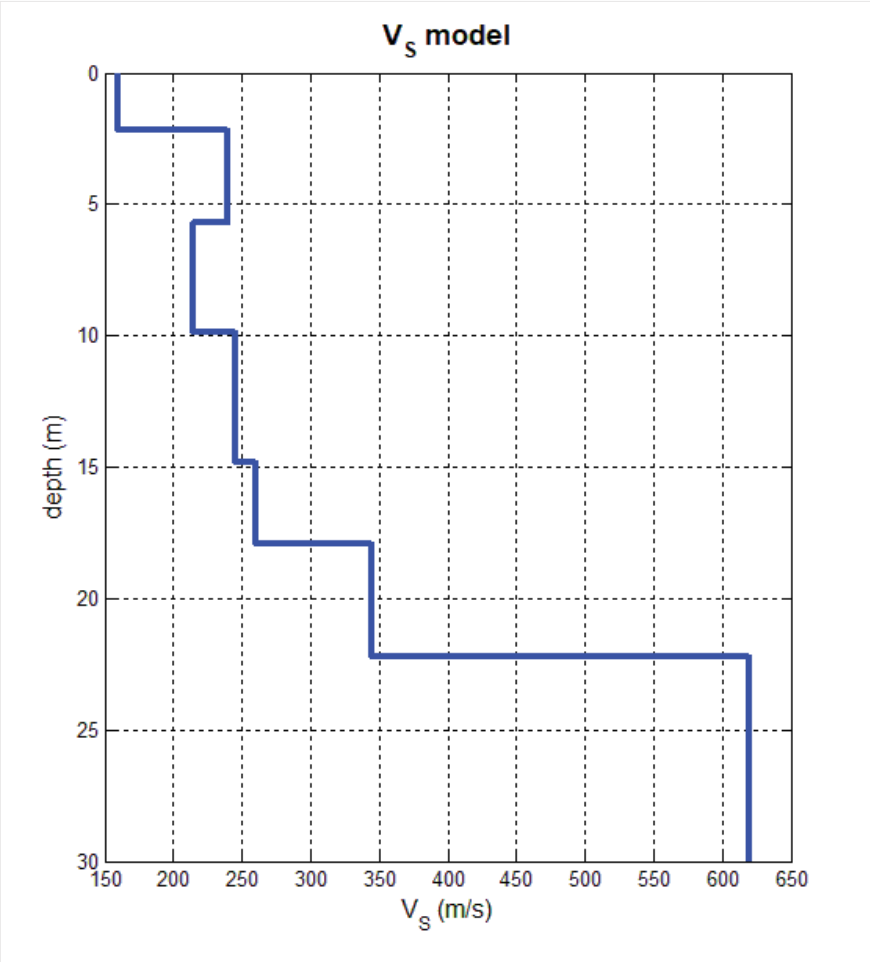


6.5. Indagine sismica

Per la caratterizzazione sismica del sito si è eseguita un'indagine sismica MASW combinata a HVSR la cui interpretazione dei risultati è riportata in allegato.

L'elaborazione dell'indagine sismica, unitamente ai risultati delle prove penetrometriche eseguite contestualmente allo stendimento sismico e dalle stratigrafie dei pozzi terebrati nelle aree limitrofe a quella di studio, ha permesso di individuare un profilo di rigidezza del sito, per il quale si è calcolato il parametro V_{S30}:

MODELLO GEOFISICO MEDIO – Via Marconi – Desenzano del Garda (BS)						
Sismostrato	**Vs (m/s)**	**Spessore (m)**	**Profondità da p.c. (m)**	**Stima densità (g/cm³)**	**Modulo di Poisson**	**Modulo di Taglio (MPa)**
1	160	2,2	2,2	1,77	0,32	45
2	240	3,5	-5,7	1,88	0,34	108
3	215	4,2	-9,9	1,90	0,40	88
4	245	4,9	-14,8	1,95	0,42	117
5	260	3,1	-17,9	1,94	0,40	131
6	345	4,3	-22,2	1,98	0,36	236
7	620	7,8	30,0	2,09	0,29	802



In base ai dati sismostratigrafici ottenuti si rileva uno strato superficiale di terreno di riporto molto rimaneggiato, di spessore pari a 2,2 m e con velocità delle onde di taglio (onde S) pari a 160 m/s.

A partire da -2,2 m, e fino ad almeno -22,2 m dal p.c., si riscontrano valori di velocità delle onde S comprese tra 240 e 345 m/s, caratteristici di depositi prevalentemente argillosi da scarsamente a moderatamente consistenti, afferenti all'unità deposizionale di origine glaciale che caratterizza il territorio in cui ricade l'area in esame. Deboli inversioni dei valori di velocità delle onde S, come

quelle riscontrate tra -5,7 e -9,9 m dal p.c. (Vs=215 m/s), possono essere imputabili a diminuzioni dello stato di consistenza della medesima unità deposizionale.

Oltre -22,2 m dal p.c., in accordo anche con la modellazione diretta del picco principale della curva HVSR, ed in funzione del valore di Vs rilevato per l'ultimo orizzonte sismostratigrafico, pari a 620 m/s, si ipotizza la presenza di depositi di natura prevalentemente ghiaiosa da addensati a molto addensati afferenti alla medesima unità deposizionale indagata, o alternativamente ad orizzonti di natura conglomeratica.

Il profilo sismostratigrafico ottenuto risulta correlabile con il quadro geologico dell'area oggetto di indagine e i valori di velocità delle onde S nei primi metri risultano compatibili con le evidenze litostratigrafiche del sondaggio geognostico e delle prove penetrometriche eseguiti contestualmente all'indagine sismica.

D.M. 17/01/2018	**Profondità del bedrock sismico**	**$Vs_{,eq}$** (m/s)	**Categoria di sottosuolo**	Valore di Vs,eq calcolato mediante l'espressione 3.2.1 del D.M. 17/01/2018 $V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$ Categoria di sottosuolo assegnata in base a quanto indicato nella Tabella 3.2 II
Calcolo a partire dal ripiano di esecuzione MASW (p.c.)	Oltre 30 m dal p.c.	**286**	**C**	

7. Modello geologico e geotecnico

Sulla base dei dati relativi alle indagini geognostiche eseguite è stato elaborato il seguente modello geotecnico del sito costituito da 3 unità geologico-geotecniche.

L'unità L1, presente fino a circa 8 m di profondità, è costituita dall'alternanza di orizzonti costituiti da limi argillosi, sabbie limose e argille limose, molto consistenti.

L'unità L2, presente fino a circa 18 m di profondità, è costituita da argille debolmente limose, molto consistenti.

L'unità L3, presente fino alla massima profondità indagata, è costituita da argille debolmente limose e ghiaiose, molto consistenti.

Non è stata rilevata la presenza di falda freatica. E' stata riscontrata la presenza di circolazione d'acqua localizzata all'interno di un orizzonte sabbioso tra 2.2 e 2.95 m di profondità.

Per la definizione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche rappresentative di ciascuna unità si è operato facendo riferimento ai valori medi relativi a resistenze compensate, approssimati in modo ragionato e riportati nella seguente tabella:

Unità geotecnica	γ_k (kN/m^3)	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	cu (kPa)	M_{ok} (MPa)
L1	20	24	15	80	6
L2	20	27	-	55	4
L3	20	29	-	80	6

γ_k peso di volume naturale caratteristico DR_k densità relativa caratteristica E_k modulo elastico caratteristico
ϕ'_k angolo di resistenza al taglio caratteristico c'_k coesione drenata caratteristica

8. Analisi sismica del sito

Con la deliberazione della Giunta Regionale n. 14964 del 7 novembre 2003, la Regione Lombardia ha recepito la classificazione sismica di cui all'allegato A dell'OPCM n. 3274/03, prevedendo la progettazione antisismica in zona sismica 4 solo per edifici strategici e rilevanti e l'adeguamento degli studi geologici di supporto ai PGT per i comuni ricadenti in zona sismica 2 e 3; inoltre con d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 ha approvato l'elenco delle tipologie di edifici ed opere classificabili come strategiche e rilevanti.

In riferimento alla classificazione sismica di cui all'allegato A dell'OPCM n. 3274/03 il comune di Desenzano del Garda veniva classificato in zona sismica 3.

In data 10 aprile 2016 è entrata in vigore la nuova classificazione sismica e la nuova cartografia regionale di cui alla D.G.R. 11/07/2014, n. X/2129. L'entrata in vigore della delibera, inizialmente prevista per il 14/10/2014, è stata dapprima prorogata al 14/10/2015 dalla D.G.R. 10/10/2014, n. X/2489 e successivamente prorogata al 10/04/2016 dalla D.G.R. 08/10/2015, n. X/4144.

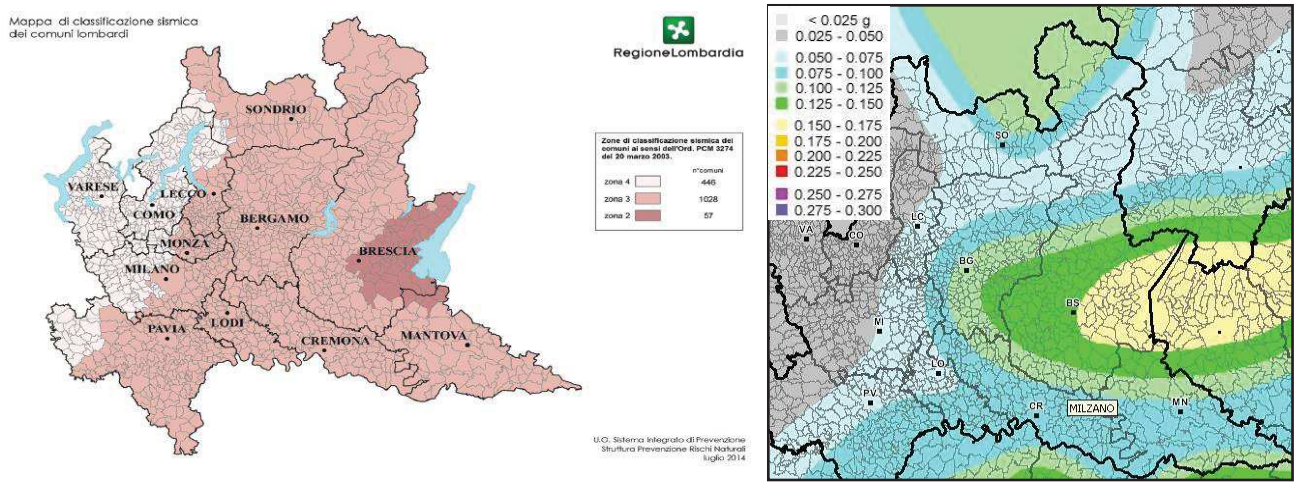
Nelle more dell'entrata in vigore della nuova classificazione sismica, nei comuni riclassificati dalla zona 4 alla zona 3 e dalla zona 3 alla zona 2, tutti i progetti delle strutture riguardanti nuove costruzioni - pubbliche e private - devono essere redatti in linea con le norme tecniche vigenti, rispettivamente, nelle zone 3 e 2.

In riferimento alla DGR X/2129 del 11/07/2014 relativa all'aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia, il comune di Desenzano del Garda viene classificato in zona sismica 2.

Con l'emanazione del DM 14/01/2008 sono state approvate le "Norme tecniche per le costruzioni" che forniscono, nella Tabella 1 dell'allegato B alle norme, i valori di accelerazione massima orizzontale attesa su suolo rigido e pianeggiante per 9 tempi di ritorno diversi e per 10751 punti di riferimento estratti della griglia di analisi utilizzata dal GdL04 per la redazione della mappa di pericolosità (Allegato 1b all'OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006).

A ciascun punto della griglia di riferimento sono assegnati i valori dei parametri necessari per la definizione dell'azione sismica da utilizzare come riferimento nelle analisi progettuali.

Di seguito si riportano a sinistra l'estratto della carta di classificazione sismica regionale approvata con D.G.R. n. X/2129 del 11/07/2014 e a destra l'estratto della mappa di pericolosità sismica (Gruppo di Lavoro 2004) pubblicata come Allegato 1b all'OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006:



Dalla mappa di pericolosità sismica nazionale nell'area in esame è attesa su suolo rigido un'accelerazione orizzontale compresa tra 0.150 e 0.175 g per un tempo di ritorno di 475 anni.

Lo scopo dell'analisi sismica di un sito è quello di definire, all'interno di un territorio a comportamento macrosismico omogeneo (cioè un territorio dove la sismicità di base è considerata costante) le aree che possono presentare una diversa risposta all'evento sismico, in funzione di particolari condizioni locali di amplificazione sismica oppure di particolari caratteristiche del territorio che possono indurre fenomeni di deformazione plastica permanente (liquefazione, addensamento, frane in terra o in roccia).

Nella progettazione di nuovi edifici e nella verifica di sicurezza di edifici esistenti il fine dell'analisi sismica di sito è quello di verificare l'adeguatezza del sito, esaminando in prospettiva sismica il modello geologico.

Per quanto riguarda l'adeguatezza del sito di costruzione si escludono problemi legati agli effetti derivanti dalla vicinanza di faglie e/o discontinuità geologiche importanti e problemi legati ad instabilità di versante; è invece da valutare la risposta sismica locale in superficie (free field, in assenza di manufatti), tenendo in considerazione gli effetti di amplificazione litologico-stratigrafica ed escludendo effetti di natura geometrica; sono inoltre da ritenersi trascurabili i fenomeni di amplificazione topografica.

Per quanto riguarda l'adeguatezza del terreno di fondazione si escludono fenomeni di liquefazione in senso stretto e di mobilità ciclica con perdita improvvisa della capacità portante; si ritengono poco significativi i cedimenti legati ai possibili fenomeni di densificazione dovuti a sollecitazioni cicliche

da sisma. In merito alla liquefazione dei terreni, nel caso in oggetto, non sussistono le condizioni affinchè il fenomeno si manifesti.

8.1. Definizione della pericolosità sismica di base

Le norme tecniche vigenti forniscono, nella tabella 1 dell'allegato B, i valori di accelerazione massima orizzontale attesa su suolo rigido e pianeggiante per 9 tempi di ritorno diversi e per 10751 punti di riferimento estratti della griglia di analisi utilizzata per la redazione della mappa di pericolosità (Allegato 1b all'OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006). A ciascun punto della griglia di riferimento sono assegnati i valori dei parametri necessari per la definizione dell'azione sismica da utilizzare come riferimento nelle analisi progettuali.

Si riporta l'ortofoto dell'area con indicati i vertici del reticolo di riferimento (punti rossi) rispetto all'ubicazione del sito (punto blu).

Per la definizione dell'azione sismica si adotteranno i valori dei parametri spettrali (a_g, F_0 e Tc*) ottenuti dalla media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto relativo al sito ed i 4 vertici.

In funzione della rilevanza della destinazione d'uso dell'opera (Classe II; Cu=1.0) ed assegnando una vita nominale di 50 anni, per la definizione dell'azione sismica si adotteranno i valori dei parametri spettrali (a_g, F_0 e Tc*) ottenuti dalla media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto relativo al sito ed i quattro vertici.

PARAMETRI DI BASE SU SUOLO DI RIFERIMENTO				
Classe d'uso	Probabilità di eccedenza	a_g (g)	F_o	T_c^*
II C_U = 1.0	63% in 50 anni (Tr 35) – SLD	0.056	2.491	0.245
	10% in 50 anni (Tr 332) - SLV	0.158	2.455	0.275

a_g: accelerazione orizzontale massima attesa su suolo pianeggiante e rigido espressa in g (1g = 9.81 m/s2)
F_o: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
T_c^*: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

8.2. Valutazione dei fenomeni di amplificazione stratigrafica e topografica

In relazione alla situazione litostratigrafica e topografica dell'area è possibile avvalersi, per la valutazione dei fenomeni di amplificazione sismica, della procedura semplificata proposta dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, mediante la definizione della categoria di sottosuolo e della categoria topografica.

In riferimento a quanto riportato nello studio geologico per il PGT, l'area ricade nello scenario Z4c "Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)" con potenziali effetti sismici quali amplificazioni litologiche e geometriche.

Nell'ambito dello studio geologico per il PGT si è riscontrato che nelle aree ricadenti nello scenario Z4c l'applicazione della normativa sismica vigente non sia sufficientemente cautelativa rispetto ai potenziali fenomeni di amplificazione litologica, pertanto vi è l'obbligo di applicazione della procedura di II livello per la definizione della categoria di sottosuolo di progetto.

Il sito d'indagine, in base alla morfologia e al valore del parametro V_{S30} a piano campagna, ai sensi del DM 17/01/2018 appartiene alla categoria topografica T1 e alla categoria di sottosuolo C: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di 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".

9. Analisi sismica di 2° livello secondo i criteri regionali

In base alla normativa regionale è stata applicata la metodologia riportata nell'allegato 5 "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio" ai sensi del DGR 22/12/2005 n. VIII/1566 "Criteri attuativi per lo studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005 n. 12" modificati con DGR 28 maggio 2008 n. VIII/7374 ed aggiornati con DGR 30 novembre 2011 n. IX/2616.

L'analisi sismica di 2° livello per la valutazione degli effetti di amplificazione sismica di tipo litologico da eseguire in ambito pianificatorio richiede la conoscenza della litologia prevalente, della

stratigrafia del sito, dell'andamento del valore delle V_S con la profondità fino a valori di 800 m/s e del modello geofisico dell'area.

I dati richiesti dall'analisi sismica di 2° livello possono essere acquisiti con grado di attendibilità diversa come riportato nella Tabella 2 dell'allegato 5, di seguito esposta, ove è evidenziato in grassetto, per ciascuna tipologia di dato, il relativo grado di attendibilità:

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	**Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito**
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	**Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)**
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	**Da prove indirette e relazioni empiriche**
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

Sulla base di quanto riportato in tabella è possibile assegnare ai risultati ottenuti dall'analisi sismica di 2° livello un grado di affidabilità **MEDIO-ALTO**.

In base ai dati stratigrafici desunti dai pozzi e a quanto riscontrato con l'indagine sismica si è ipotizzatro il bedrock sismico a partire da 45 m di profondità dal piano campagna.

L'andamento delle Vs con la profondità del modello 1D sperimentale ottenuto dall'indagine è stato confrontato con il limite di validità delle Vs per la litologia limoso sabbiosa tipo 2.

Il calcolo del periodo proprio del sito e del parametro V_{S30} è stato eseguito dal piano campagna.

Di seguito si riportano i valori del Fattore di Amplificazione calcolato tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s legato agli effetti litologici e responsabili della modifica dell'evento atteso nell'area per un tempo di ritorno di 475 anni; sono riportati anche i valori del periodo proprio e della frequenza fondamentale del sottosuolo e lo spessore e la velocità Vs dello strato superficiale equivalente, necessari per la scelta della curva di correlazione T/Fa:

MODELLO V_S	***V_{S30}***	***T (s)***	***Strato sup. equivalente***		***Fa (0.1-0.5 s)***	***Fa (0.5-1.5 s)***
			Spessore (m)	***V_S (m/s)***		
Da piano campagna	286	0.35	5.7	213	1.8	1.3

Il sito d'indagine, in base alla morfologia e al valore del parametro V_{S30} a piano campagna, ai sensi del DM 17/01/2018 appartiene alla **categoria topografica T1** e alla **categoria di sottosuolo 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".

Per tale categoria di sottosuolo i criteri regionali indicano per il comune di Desenzano del Garda valori di soglia pari a 1.8 e 2.4, rispettivamente per intervalli di periodo di vibrazione compresi tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Il valore del Fattore di Amplificazione, per l'intervallo di periodo di vibrazione compreso tra 0.1-0.5 s calcolato con la procedura di 2° livello, risulta pari al limite previsto dalla normativa regionale, pertanto l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa per la categoria di suolo identificata risulta sufficiente, in termini energetici, a tenere in considerazione i fenomeni di amplificazione locale attesi**.**

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie libera del suolo è costituito dagli spettri di risposta elastici mostrati in figura e calcolati utilizzando i seguenti parametri di riferimento:

Probabilità di eccedenza	a_g (g)	F_o	T_C* (s)	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
63% in 75 anni (Tr 75) – SLD	0.056	2.491	0.245	1.500	0.136	0.409	1.824
10% in 75 anni (Tr 712) – SLV	0.158	2.455	0.275	1.467	0.147	0.442	2.232

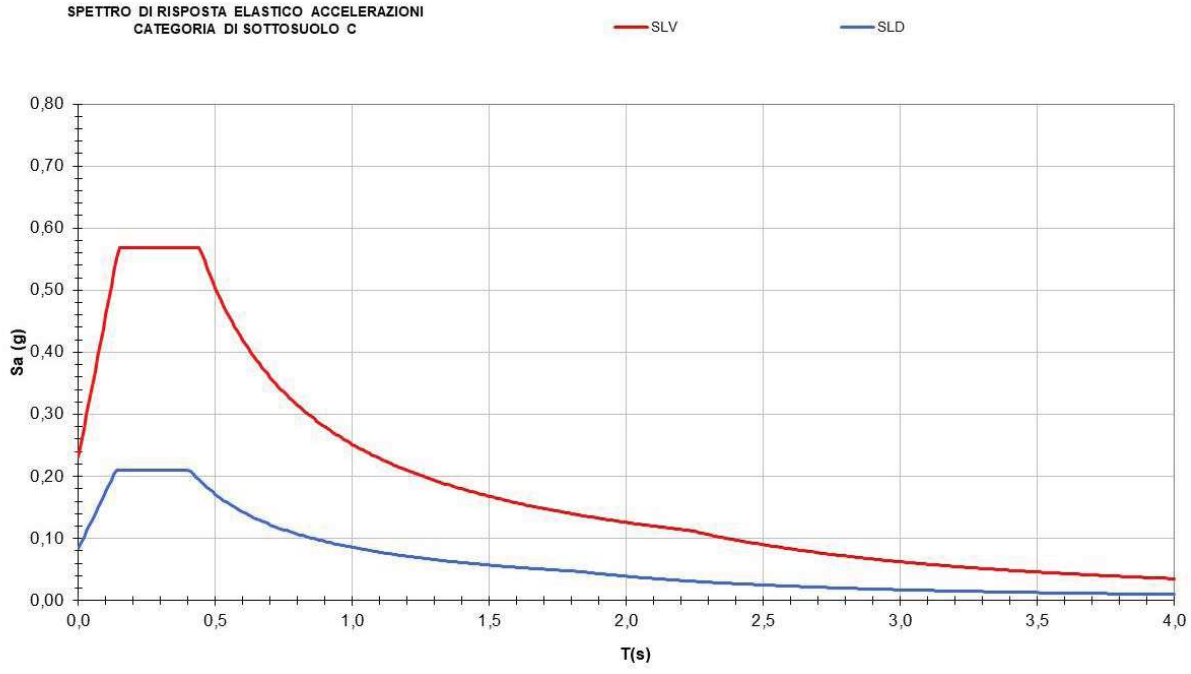
a_g è l'accelerazione massima al suolo di riferimento espressa in g (1g = 9.81 m/s^2);

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_C* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

S è il fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del sottosuolo (S_S) e della topografia (S_T)

T_B, T_C, T_D sono i periodi che separano i diversi rami dello spettro di risposta elastico



9.1. Verifica a liquefazione

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 punto 7.11.3.4.2 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60}$ > 30 oppure q_{c1N} > 180 dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3,5

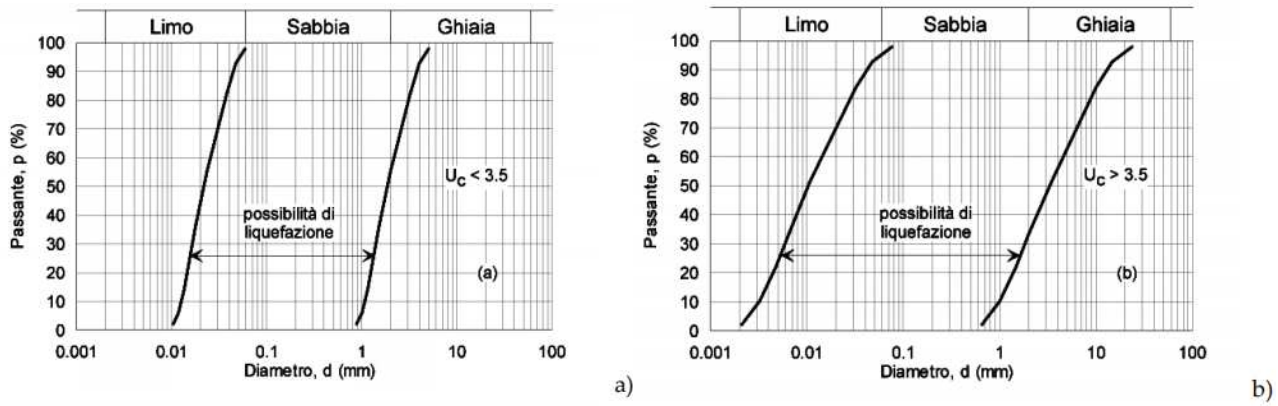


Fig. 7.11.1 – *Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione*

Per quanto riguarda il sito in esame, in base a quanto riscontrato dalle indagini geognostiche, si ritiene di escludere la verifica in quanto sono soddisfatte le condizioni relative alla falda e alla granulometria dei terreni.

Dr. Geol. Alberto Peruzzini

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
P.IVA/C.F. 03632850982
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

ESECUZIONE DI INDAGINI GEOGNOSTICHE, IN VIA MARCONI, NEL COMUNE DI DESENZANO DEL GARDA (BS)

Committente: *BIBIEMME S.r.l.*

Data
Novembre 2021

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

INDICE

1 - PREMESSA 3

2 - SONDAGGI GEOGNOSTICI 4

2.1 - Metodologia di esecuzione 4

3 - PROVE PENETROMETRICHE 4

3.1 - Prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT) 4

4 - ANALISI HVSR 5

4.1 - Cenni sulla metodologia HVSR 5

4.2 - Acquisizione dei dati 6

4.3 - Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti 6

4.4 - Descrizione dei risultati 8

5 - INDAGINE SISMICA MASW 9

5.1 - Cenni sulla metodologia MASW 9

5.2 - Acquisizione dei dati 10

5.3 - Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti 10

6 - PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO 13

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

1 - PREMESSA

Su incarico conferito da *BIBIEMME S.r.l.* alla ditta *Crestana S.r.l.s.* è stata eseguita, in data 08 e 11 Ottobre 2021, una campagna di indagine geognostica finalizzata alla ricostruzione stratigrafica e sismica dei terreni, nell'ambito di uno Studio Geologico eseguito presso Via Marconi, nel comune di Desenzano del Garda (BS).

L'indagine ha previsto la realizzazione di **n°1 sondaggio geognostico** eseguito a carotaggio continuo, **n°2 prove penetrometriche statiche** con punta meccanica **(CPT)** per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione. Inoltre, è stato eseguito **n° 1 stendimento di sismica** multicanale con acquisizione delle onde di superficie, ed elaborazione dei dati secondo la procedura tipo **MASW** e **n° 1 indagine sismica passiva** con metodo **HVSR**, per la caratterizzazione sismostratigrafica del sottosuolo.

Le indagini sono state eseguite secondo le prescrizioni e gli oneri contenuti nelle *Raccomandazioni A.G.I. (1977)* ed alla presenza costante di un geologo abilitato.

Nell'ubicazione dei punti d'indagine si è tenuto conto della logistica dei luoghi, dell'ingombro delle strutture esistenti e di quelle di progetto. I dati derivanti dalle prove in situ riassunti nei diagrammi in allegato sono riferiti al piano campagna dell'area di indagine, presente alla data delle indagini.

Sono stati infine prodotti alcuni allegati cartografici e tecnici a supporto della presente relazione, come di seguito elencati:

- ✓ Ubicazione delle Indagini
- ✓ Allegato fotografico
- ✓ Stratigrafie sondaggio geognostico
- ✓ Diagrammi Prove Penetrometriche Statiche CPT
- ✓ Analisi Geotecniche di Laboratorio

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

2 - SONDAGGI GEOGNOSTICI

2.1 - Metodologia di esecuzione

A supporto della campagna d'indagine, è stato eseguito **n°1 Sondaggio geognostico** a carotaggio continuo fino a -20,0 m di profondità dal p.c., mediante sonda perforatrice ATLAS MUSTANG – 9-F3, con tecnica a carotaggio continuo per l'intera lunghezza del foro, utilizzo di carotiere semplice (diametro 131 mm) e tubi di rivestimento (diametro 152 mm), per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni di fondazione.

Entro il foro di sondaggio sono state eseguite in progressione **n° 7 prove penetrometriche SPT** a diversa profondità (-4,5/-5,5/-7,5/-9,0/-12,0/-15,0/-18,0 m dal p.c.).

Inoltre, è stato prelevato **n°1 campione di terreno** da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio (S1-C1 6,0-6,7 m); le specifiche informazioni, nonché le risultanze geotecniche di quanto evidenziato su tale campione, vengono riportate nelle schede in allegato.

Tutte le operazioni di perforazione sono avvenute alla presenza di un geologo abilitato, che ha provveduto a rilevare la stratigrafia dei terreni ed a predisporre una dettagliata documentazione fotografica. Le specifiche informazioni relative al sondaggio, nonché le risultanze stratigrafiche sono state riportate nella Scheda della Stratigrafia del sondaggio e nelle Tavole fotografiche, in allegato. In corrispondenza dei punti di perforazione è stato eseguito uno specifico ritombamento mediante iniezione di boiacca cementizia per occludere eventuali vie preferenziali di connessione tra la superficie e il sottosuolo.

3 - PROVE PENETROMETRICHE

3.1 - Prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT)

La **prova penetrometrica statica CPT** (Cone Penetration Test) consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica, di dimensioni e caratteristiche standard, infissa a velocità costante nel terreno, tramite un dispositivo di spinta che agisce alternativamente su una batteria di aste esterna e su una interna. Nello specifico sono state eseguite **n° 2 prove penetrometriche statiche** mediante macchina penetrometrica cingolata *Pagani mod. TG 63/200.*

La punta meccanica, di tipo Begemann, possiede un angolo di apertura pari a 60°, un diametro di 35,7 mm e una superficie di 10 cm^2 e viene infissa nel terreno mediante un sistema idraulico di spinta da 20 ton ed una batteria di aste, ad una velocità costante di 2 cm/s ± 0,5 cm/s. Al di sopra della punta, si ha un manicotto scorrevole, con un diametro pari a 35,7 mm, una lunghezza di 133 mm ed una superficie di 150 cm^2, sul quale viene misurata la resistenza di attrito laterale (*fs*). Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico.

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

I valori acquisiti, ad intervalli regolari di 0,20 m, sono visualizzati su un display digitale e risultano essere alternativamente **LP** (lettura alla punta) e **LL** (lettura laterale). I valori di seguito calcolati **qc**, resistenza alla punta conica (Kg/cm^2), e **fs**, resistenza all'attrito laterale (manicotto) (Kg/cm^2), sono legati da correlazioni empiriche ad alcuni **parametri geotecnici caratteristici** del terreno e permettono dunque di valutare la successione stratigrafica del sottosuolo indagato, identificando la **natura degli strati attraversati**.

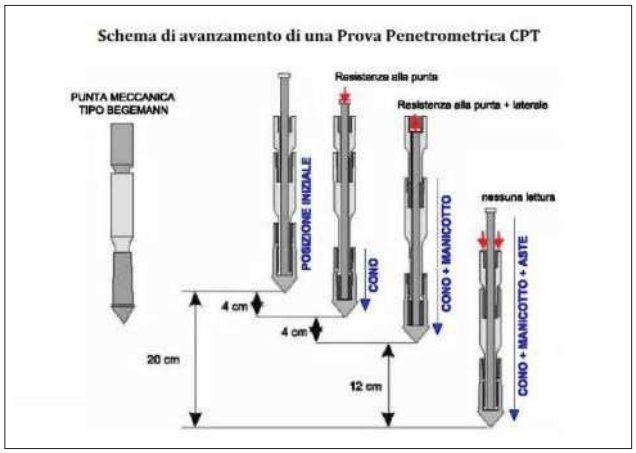


Fig. 1 *- Modalità di prova CPT e avanzamento punta Begemann.*

4 - ANALISI HVSR

Allo scopo di migliorare la definizione del profilo verticale *Vs* nelle porzioni più profonde e di calcolare la possibile frequenza di risonanza di sito, si è scelto di eseguire, in corrispondenza dello stendimento sismico MASW, una misurazione dei microtremori sismici ambientali per la definizione e l'analisi del rapporto spettrale H/V.

4.1 - Cenni sulla metodologia HVSR

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è basata sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticale del rumore sismico ambientale. La prova a stazione singola consiste nella valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno misurati in un punto con un apposito sismometro a tre componenti. Il risultato di questa prova è una curva sperimentale, che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni in funzione della frequenza di vibrazione. Le frequenze alla quali la curva H/V mostra dei massimi, sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura. L'ampiezza di questi massimi è proporzionale (anche se non linearmente) all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura.

In particolare, in presenza di forti variazioni nel profilo di velocità delle onde *S* nel sottosuolo (legate per esempio alla transizione fra sedimenti soffici e basamento rigido), la funzione H/V mostra dei massimi marcati in corrispondenza della frequenza di risonanza *fr* relativa alla configurazione stratigrafica del sito (con *fr* circa uguale al rapporto fra la velocità media delle onde *S* fino alla profondità del salto di velocità e il quadruplo di questa profondità). Pertanto, questa prova ha lo scopo principale di mettere in luce la presenza di fenomeni di risonanza sismica e consentire una stima delle frequenze alle quali il moto del terreno può risultare amplificato a causa di questi fenomeni.

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

4.2 - Acquisizione dei dati

Nell'area d'indagine è stata eseguita, mediante stazione singola o tromometro, una misura di rumore sismico ambientale per un tempo di registrazione massimo di 15 minuti.

La strumentazione utilizzata si compone nello specifico di:

- un sistema di ricezione costituito da un tromometro CGE a 3 componenti geofoniche con frequenza propria di 2 Hz per acquisizioni del microtremore lungo la direzione verticale e le due direzioni orizzontali ortogonali.

- un sistema di acquisizione e memorizzazione costituito da un sismografo modulare in grado di registrare in modo digitale le forme d'onda generate (*Geode Geometrics Mod. 3-1000*); il sismografo A/D è in grado di campionare segnali tra 0.025 ms e 16 ms (campionamento eseguito a 4 ms). Il sistema di acquisizione è completato da un computer per l'analisi e la memorizzazione del segnale e appositi cavi di collegamento.

4.3 - Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti

I risultati delle analisi presentati in questo lavoro sono stati ottenuti con il software *winMASW* versione *Acd 7.1*, che permette di determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore, misurate sul piano orizzontale e verticale. A questo scopo, l'acquisizione del rumore ambientale è stata suddivisa in una serie di finestre temporali di uguale durata (finestre di 20 ms), per ciascuna delle quali è stato determinato lo spettro del moto.

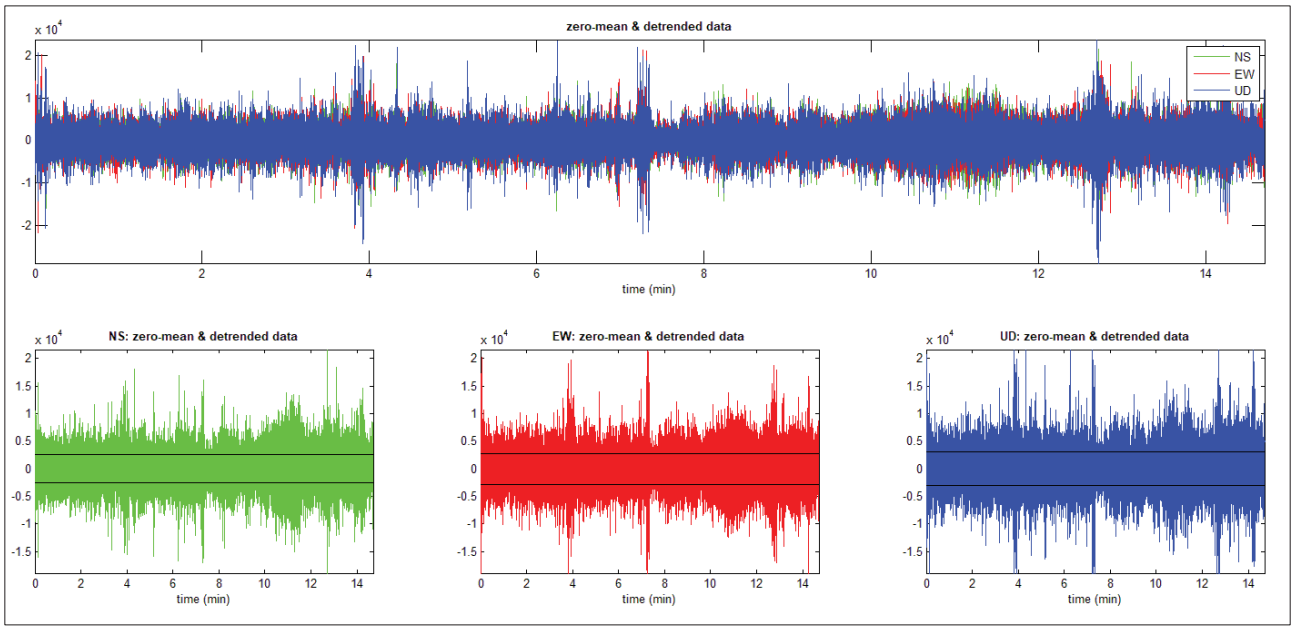


Fig. 2 - *Visualizzazione dei dati dopo la rimozione degli eventi transienti.*

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

La determinazione della curva HVSR ha previsto in sintesi i seguenti steps:

1) Eliminazione manuale da parte dell'utente delle parti di segnale costituite dal disturbo arrecato da eventi non conformi al rumore ambientale (transienti). Questa operazione produce una diminuzione della lunghezza del segnale analizzato (vedi figura precedente).
2) Definizione della lunghezza degli intervalli entro cui calcolare le curve HVSR (20 ms).
3) Calcolo delle trasformate di Fourier delle tre componenti x, y, z del moto.
4) Operazione di smoothing degli spettri di Fourier.
5) Somma delle due componenti orizzontali x e y.
6) Calcolo delle curve HVSR come rapporto spettrale tra la componente orizzontale H e la componente verticale V negli N intervalli temporali stazionari.
7) Calcolo della curva HVSR media tra le *n* curve HVSR.

I risultati parziali ottenuti, durante le fasi di elaborazione delle curve H/V, sono stati iterativamente controllati andando a valutare la direttività e la stabilità nel tempo della curva HVSR.

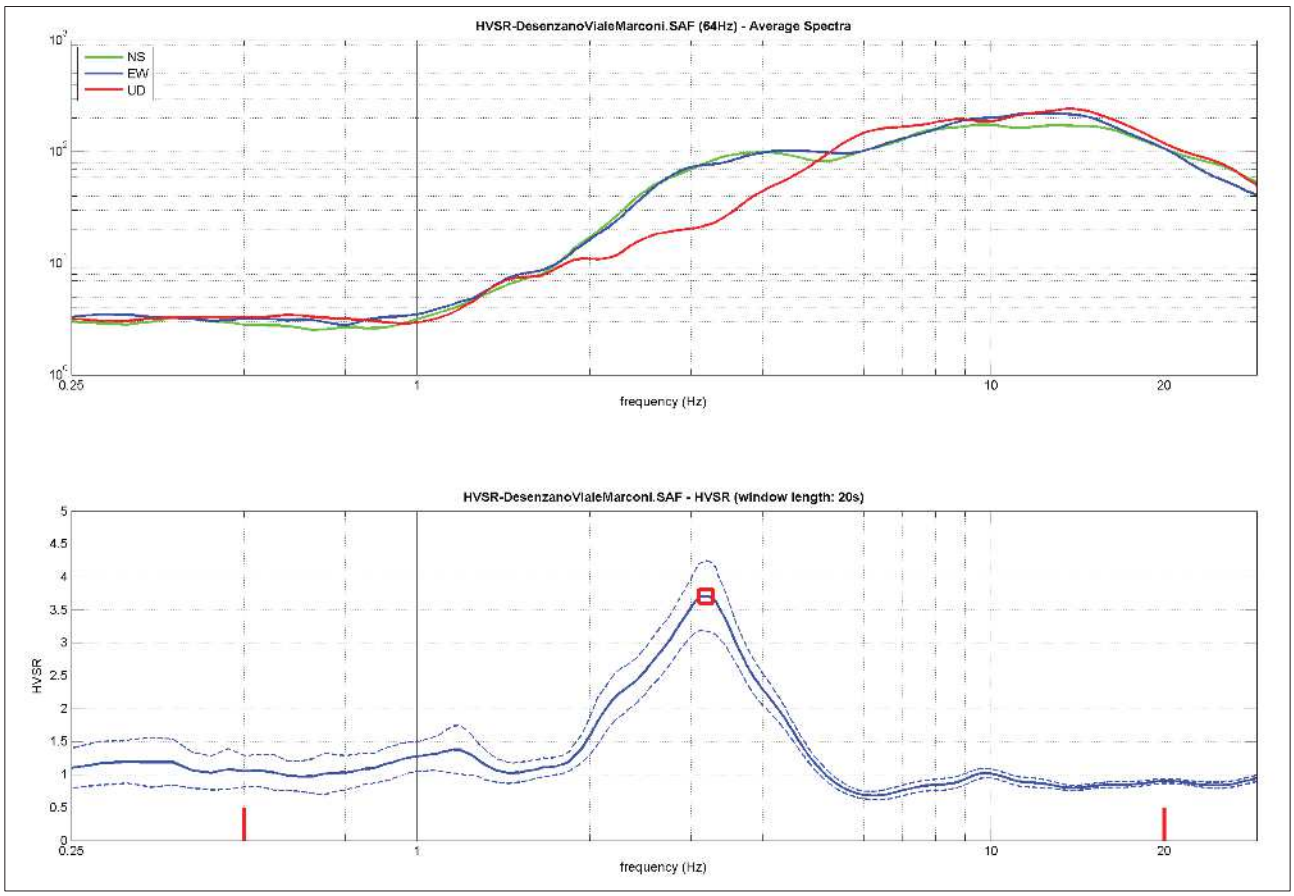


Fig. 3 - *Visualizzazione HVSR e spettro medio di ampiezza del sito indagato.*

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

La curva HVSR calcolata, indica un picco principale a circa 3,2 Hz; la sua validità viene verificata, mediante software *winMASW*, secondo i criteri di ammissibilità del progetto *SESAME* (che definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti).

Criteria for a reliable H/V curve (Criteri per una curva affidabile)

#1. [f0 > 10/Lw]: 3.191 > 0.5 (OK)

#2. [nc > 200]: 3446 > 200 (OK)

#3. [f0>0.5Hz; sigmaA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0] (OK)

Criteria for a clear H/V peak (Criteri per un picco H/V chiaro)

#1. [exists f- in the range [f0/4, f0] | AH/V(f-) < A0/2]: yes, at frequency 0.8Hz (OK)

#2. [exists f+ in the range [f0, 4f0] | AH/V(f+) < A0/2]: yes, at frequency 4.4Hz (OK)

#3. [A0 > 2]: 3.7 > 2 (OK)

#4. [fpeak[Ah/v(f) ± sigmaA(f)] = f0 ± 5%]: (OK)

#5. [sigmaf < epsilon(f0)]: 0.405 > 0.160 (NO)

#6. [sigmaA(f0) < theta(f0)]: 0.532 < 1.58 (OK)

4.4 - Descrizione dei risultati

Il picco a 3,2 Hz con ampiezza pari a 3,7 rispetta tutti i criteri *SESAME* per una curva affidabile; è inoltre rispettata la condizione che prevede la verifica di un minimo di 5 criteri su 6 per un picco chiaro. Il criterio #5 è spesso tra i più restrittivi; al di là della sua rigorosa formulazione, si è valutato il dato con buon senso e si è scelto di non andare a modificare i parametri di elaborazione affinché esso fosse verificato.

Dall'analisi della curva HVSR, eseguita tra 0,5 Hz e 20 Hz (frequenze di interesse ingegneristico) è quindi risultata una possibile frequenza principale di risonanza attorno a 3,2 Hz.

Considerato l'andamento delle tre componenti che costituiscono il segnale sismico registrato, il picco di risonanza principale del sito indagato è ritenuto di chiara origine stratigrafica e legato ad un contrasto di impedenza sismica presente, a circa 20-25 m di profondità dal p.c., tra i depositi della sequenza deposizionale di origine glaciale prevalentemente argillosi, da scarsamente a moderatamente consistenti, caratteristici del territorio in cui ricade l'area in esame, e sottostanti orizzonti stratigrafici ghiaiosi ad elevato grado di addensamento, afferenti alla medesima unità deposizionale o alternativamente ad orizzonti di natura conglomeratica.

Il picco individuato dall'analisi H/V e il suo relativo tratto di curva sono stati quindi utilizzati, tramite modellazione diretta, nell'analisi congiunta MASW+HVSR, per trarre informazioni sismo-stratigrafiche utili da integrare all'elaborazione sismica MASW.

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

5 - INDAGINE SISMICA MASW

5.1 - Cenni sulla metodologia MASW

Con una prospezione sismica *MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)* si analizza il fenomeno della dispersione che le onde di superficie subiscono in un mezzo stratificato. La velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda (λ), quindi frequenza è, infatti, influenzata dalle proprietà che il sottosuolo attraversato possiede ed è detta *velocità di fase*.

Le *MASW* attive sono realizzate tramite analisi delle onde di Rayleigh o di Love oppure, congiuntamente Rayleigh + Love. Queste rappresentano le onde di superficie prodotte dall'iterazione delle onde di corpo (P e S) con una superficie di discontinuità fisica. Le *onde di Rayleigh*, e più precisamente le loro componenti verticali, vengono registrate tramite i comuni geofoni verticali a bassa frequenza e generate da una sorgente ad impatto verticale, la classica martellata. Le *onde di Love* invece vengono acquisite mediante geofoni a componente orizzontale e generate applicando una sorgente di taglio al terreno, questo perché le loro componenti si muovono solamente sul piano orizzontale, con oscillazione perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione dell'onda. Durante l'indagine in oggetto sono state registrate sia la componente verticale delle onde di Rayleigh sia le onde di Love.

Il principio della tecnica MASW prevede che, poiché la dispersione delle onde di superficie dipende dalle caratteristiche del sottosuolo e dalle sue variazioni verticali, dalla determinazione delle curve di dispersione del segnale è possibile ricavare le caratteristiche fondamentali del mezzo quali ad esempio la velocità delle onde di taglio Vs e lo spessore degli strati. La velocità delle onde di Rayleigh (V_R) infatti è correlabile alla Vs, essendo pari a circa il 90% della velocità delle onde di taglio. L'analisi del fenomeno della dispersione, che avviene attraverso la *curva di dispersione*, permette quindi di determinare le caratteristiche del sottosuolo. La curva di dispersione del *dataset* è ottenuta mediante il passaggio dal dominio *spazio-tempo* (sismogramma) al dominio *velocità di fase/frequenza* (spettro di velocità) effettuato mediante specifica operazione con software dedicato.

Tenuto conto di quanto richiesto per l'applicazione della normativa relativa alla progettazione geotecnica, si ritiene che la metodologia di analisi *MASW*, risulti idonea alla definizione dei dati richiesti. Tale scelta risulta avvalorata dalle seguenti considerazioni:

1. La percentuale di energia convertita in onde Rayleigh o di Love è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).
2. La propagazione e dispersione delle onde di Rayleigh o di Love si verifica senza problemi anche in caso di inversioni di velocità. Rispetto alla sismica a rifrazione, infatti, il metodo MASW non presenta problemi legati alla presenza di strati soffici compresi tra strati più rigidi.
3. La propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla Vp e dalla densità, è funzione innanzitutto della Vs, parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito (categoria di suolo in base al Testo Unico).

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

5.2 - Acquisizione dei dati

L'ubicazione e la lunghezza dello stendimento sono state scelte in funzione della logistica dei luoghi, dell'ingombro delle strutture esistenti e di progetto. L'allineamento sismico per l'acquisizione delle onde di Rayleigh ha previsto una distanza tra i geofoni pari a 1,0 m ed una serie di scoppi esterni e coniugati rispetto all'ultimo geofono con offset variabili (2-4-6-8-10-12 m) a diversa intensità di energizzazione. Per l'acquisizione delle onde di Love lo stendimento sismico ha previsto invece una distanza intergeofonica pari a 1,0 m ed una serie di scoppi esterni con offset di 3 m dall'ultimo geofono.

L'acquisizione della componente verticale delle *onde di Rayleigh* è avvenuta mediante registrazione della propagazione del segnale sismico generato da una sorgente ad impatto verticale (martellata), tramite uno stendimento sismico di 24 geofoni a componente verticale.

L'acquisizione delle *onde di Love* è avvenuta invece mediante uno stendimento sismico di 24 geofoni a componente orizzontale posti trasversalmente all'allungamento dello stendimento, generando un'onda sismica di taglio mediante martellata orizzontale su piastra posta verticalmente nel terreno. La strumentazione utilizzata si compone nello specifico di:

- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche direzionali e ricche di energia realizzata mediante la battuta verticale e orizzontale di una mazza battente di 10 kg su piastra;
- un sistema di ricezione costituito alternativamente da uno stendimento di 24 geofoni (onde di Rayleigh) a movimento verticale (*Geospace GS11D*) e da uno stendimento di 24 geofoni (onde di Love) a movimento orizzontale (Senshe con livello a bolla), entrambi a frequenza di 4,5 Hz e puntali da 3", collegati mediante un cavo multielettrodo;
- un sistema di acquisizione e memorizzazione costituito da un sismografo modulare in grado di registrare in modo digitale le forme d'onda generate (*Geode Geometrics Mod. 3-1000*); il sismografo A/D è in grado di campionare segnali tra 0.025 ms e 16 ms. Il sistema di acquisizione è completato da dispositivo di *trigger*, computer per l'analisi e la memorizzazione del segnale e appositi cavi di collegamento.

5.3 - Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti

Determinazione degli spettri di velocità ed individuazione delle curve di dispersione

La stima dell'andamento in profondità delle velocità Vs, mediante acquisizione sismica multicanale è ottenuta tramite l'analisi del segnale nel dominio *frequenza/velocità di fase*.

Viene utilizzato lo spettro di velocità in quanto è il dominio dove è chiaramente più immediato e naturale comprendere le proprietà dispersive del mezzo attraversato, determinando con precisione la velocità di ciascuna componente del segnale registrato.

Dopo aver scelto quindi i sismogrammi più idonei, quelli solitamente con il miglior rapporto *segnale/rumore,* si esegue una trasformata dal dominio *spazio/tempo* al dominio *frequenza/velocità* (***Fig. 5***).

Particolare attenzione nell'interpretazione delle curve di dispersione è posta in considerazione del fatto che le vibrazioni indotte dalle onde di superficie sono correlabili a diversi *modi*, che possono sovrapporsi all'interno degli spettri di velocità.

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

Se tale sovrapposizione avviene, può generarsi una curva di dispersione apparente, che può risultare fuorviante in fase di interpretazione. Al fine di individuare i *modi* corretti e correlabili alla reale successione stratigrafica è stato scelto di eseguire un'***analisi congiunta delle onde di Rayleigh e delle onde Love***.

L'interpretazione dello spettro è consistita quindi nel confrontare le distribuzioni di energia tra i vari modi. Dato che la distribuzione dell'energia nelle due componenti Love e Rayleigh è risultata a tratti differente, l'analisi congiunta è risultata indispensabile al riconoscimento del reale andamento dei modi, portando all'elaborazione di un unico modello maggiormente vincolato e preciso.

Si riassumono di seguito i dati relativi ai parametri di acquisizione utilizzati per i dataset prescelti per l'elaborazione:

ONDE DI RAYLEIGH	**ONDE DI LOVE**
Dati relativi allo shot 3 – File5R1.sgy	**Dati relativi allo shot 1 – File1L2.sgy**
offset minimo: 8 m	offset minimo: 3 m
distanza intergeofonica: 1,0 m	distanza intergeofonica: 1,0 m
Intervallo di campionamento: 0,25 ms	Intervallo di campionamento: 0,25 ms
Tempo di acquisizione: 1 s	Tempo di acquisizione: 1 s

Procedure di modellazione diretta e analisi congiunta Rayleigh+Love+HVSR

Analizzati i sismogrammi e i rispettivi spettri di velocità si è proceduto alla ricostruzione della distribuzione verticale delle Vs. Partendo dalle curve di dispersione delle onde di Rayleigh e di Love è stato ricostruito il modello che è responsabile di quelle curve, effettuando quindi un'inversione, vale a dire che si è ricavato il modello di sottosuolo che ha determinato il dato di campagna.

Gli spettri di velocità di fase sono stati interpretati identificando le curve modali, mediante modellazione diretta, studiando l'andamento dei vari modi in funzione del modello atteso (***Fig. 4***). Questo è stato iterativamente modificato fino ad ottenere una buona sovrapposizione degli andamenti delle curve di dispersione sui vari modi riconosciuti, contemporaneamente in entrambi gli spettri, al fine di ottenere un solo modello di velocità.

Inoltre, per l'interpretazione dello spettro di velocità nella sua parte a medio-bassa frequenza (<10 Hz), e quindi nelle porzioni più profonde del modello geofisico, è stata considerata la curva HV ottenuta dall'indagine sismica HVSR (***Fig. 5***). È stata eseguita un'**analisi congiunta** tra lo spettro di dispersione ottenuto con indagine MASW e la curva H/V misurata, al fine di ottenere un solo modello di velocità.

Si sottolinea come, solamente l'analisi congiunta MASW+HVSR, abbia consentito di determinare un profilo di Vs completo, potendo superare i limiti di entrambi i metodi; per le indagini MASW l'ambiguità delle Vs dei livelli più profondi (a basse frequenze) e per l'HVSR la non univocità della soluzione.

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

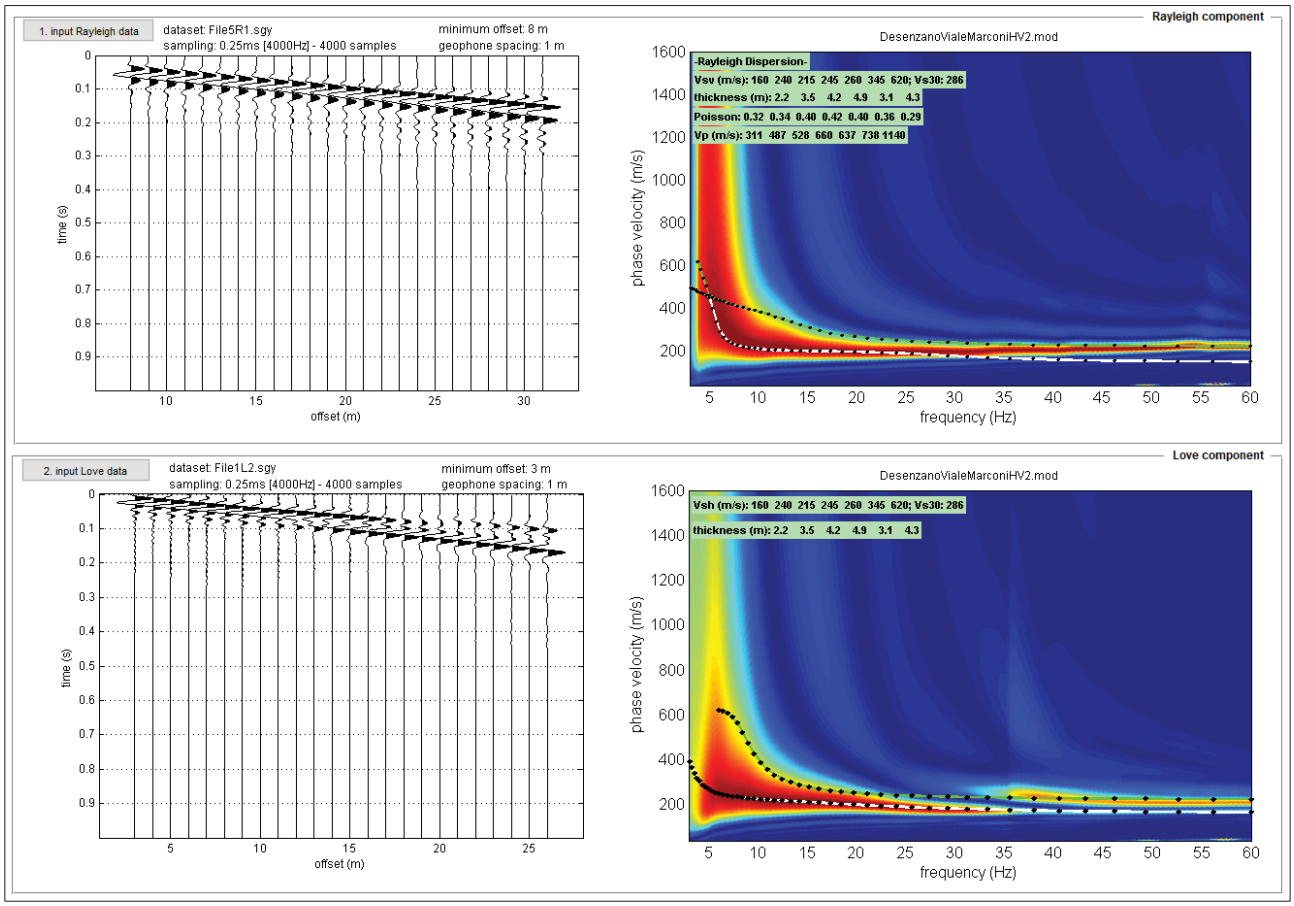


Fig. 4 - *Sismogrammi acquisiti (sx) e risultati dell'analisi congiunta Rayleigh+Love (dx): modellazione diretta mediante individuazione del modo fondamentale e di porzioni dei modi superiori, che compongono lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh (in alto) e congiuntamente quello delle onde di Love (in basso).*

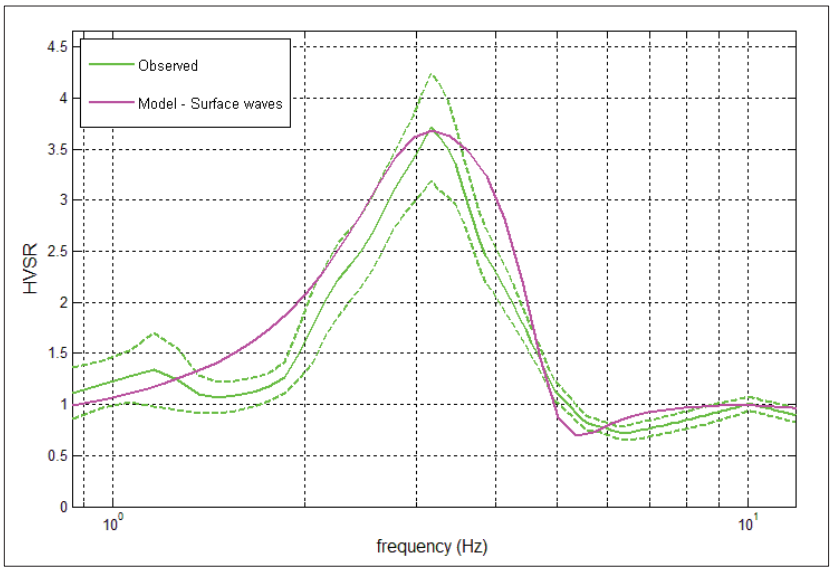


Fig. 5 - *Confronto tra H/V sperimentale (verde) e teorico (viola), ottenuti per lo stesso modello di velocità considerato nell'anali MASW.*

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

6 - PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO

Per l'elaborazione e l'interpretazione dei dati, si è tenuto conto delle evidenze del segnale acquisito, delle indagini geognostiche eseguite contestualmente all'indagine sismica e delle stratigrafie di alcuni pozzi terebrati in aree limitrofe a quella oggetto di studio. Nella seguente tabella sono riportati i valori delle velocità medie e gli spessori di ciascun sismostrato, in modo da definire un **modello geofisico medio**, ottenuto mediante analisi delle onde di superficie con metodologia MASW in onde di Rayleigh e di Love in modo congiunto con la modellazione diretta della curva *HVSR*.

Si riportano anche, in maniera indicativa, le stime dei valori della densità e del modulo di Poisson eseguite contestualmente all'elaborazione e mediante correlazioni di letteratura. Poiché la dispersione delle onde di superficie dipende essenzialmente dalla Vs e degli spessori degli strati, tali valori devono essere considerati solamente come stime largamente approssimative. Viene riportato, inoltre, il valore del modulo di taglio che tra i moduli elastici è l'unico che non dipende da Vp, ma solamente da Vs e densità e quindi la sua stima risulta più attendibile.

MODELLO GEOFISICO MEDIO – Via Marconi – Desenzano del Garda (BS)						
Sismostrato	**Vs (m/s)**	**Spessore (m)**	**Profondità da p.c. (m)**	**Stima densità (g/cm³)**	**Modulo di Poisson**	**Modulo di Taglio (MPa)**
1	160	2,2	2,2	1,77	0,32	45
2	240	3,5	-5,7	1,88	0,34	108
3	215	4,2	-9,9	1,90	0,40	88
4	245	4,9	-14,8	1,95	0,42	117
5	260	3,1	-17,9	1,94	0,40	131
6	345	4,3	-22,2	1,98	0,36	236
7	620	7,8	30,0	2,09	0,29	802

Il valore del modulo dinamico di taglio, dipendente da Vs e densità si riferisce a condizioni di bassa deformazione. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori dovranno essere idoneamente corretti e utilizzati solo nei modi e nei casi appropriati.

D.M. 17/01/2018	**Profondità del bedrock sismico**	**$Vs_{,eq}$** (m/s)	**Categoria di sottosuolo**	Valore di Vs,eq calcolato mediante l'espressione 3.2.1 del D.M. 17/01/2018 $V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$ Categoria di sottosuolo assegnata in base a quanto indicato nella Tabella 3.2 II
Calcolo a partire dal ripiano di esecuzione MASW (p.c.)	Oltre 30 m dal p.c.	**286**	**C**	

Si sottolinea come la Categoria di Sottosuolo di Progetto, stimata in base a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, deve essere definita dal Geologo o dal progettista anche in funzione dei dati progettuali.

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

Si riporta inoltre la stratigrafia schematica del modello medio fino a -30,0 m dal p.c., ottenuto mediante analisi congiunta MASW+HVSR, utilizzato per il calcolo del parametro $Vs_{,eq}$ (***Fig. 6***).

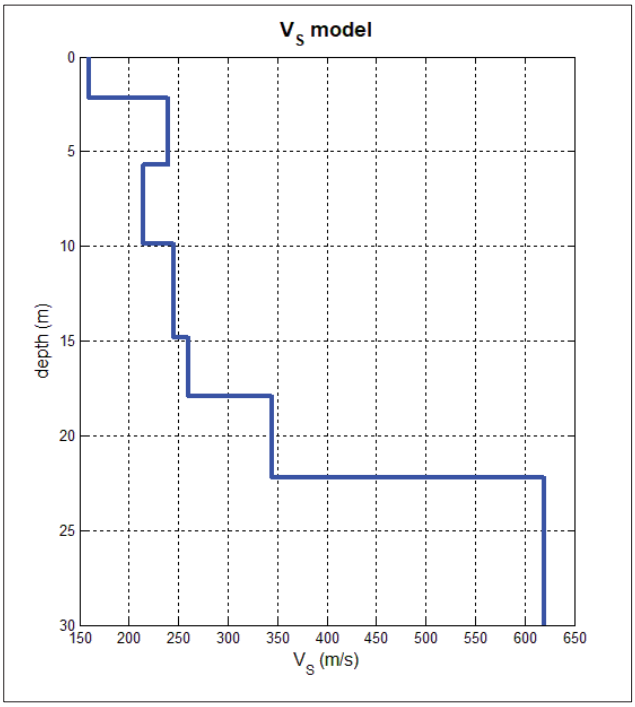


Fig. 6 *- Profilo sismostratigrafico.*

In base ai dati sismostratigrafici ottenuti, si rileva uno strato superficiale di terreno di riporto molto rimaneggiato, di spessore pari a 2,2 m e con velocità delle onde di taglio (onde *S*) pari a 160 m/s.

A partire da -2,2 m, e fino ad almeno -22,2 m dal p.c., si riscontrano valori di velocità delle onde *S* comprese tra 240 e 345 m/s, caratteristici di depositi prevalentemente argillosi da scarsamente a moderatamente consistenti, afferenti all'unità deposizionale di origine glaciale che caratterizza il territorio in cui ricade l'area in esame. Deboli inversioni dei valori di velocità delle onde *S*, come quelle riscontrate tra -5,7 e -9,9 m dal p.c. (Vs=215 m/s), possono essere imputabili a diminuzioni dello stato di consistenza della medesima unità deposizionale.

Oltre -22,2 m dal p.c., in accordo anche con la modellazione diretta del picco principale della curva HVSR, ed in funzione del valore di Vs rilevato per l'ultimo orizzonte sismostratigrafico, pari a 620 m/s, si ipotizza la presenza di depositi di natura prevalentemente ghiaiosa da addensati a molto addensati afferenti alla medesima unità deposizionale indagata, o alternativamente ad orizzonti di natura conglomeratica.

Il profilo sismostratigrafico ottenuto risulta correlabile con il quadro geologico dell'area oggetto di indagine e i valori di velocità delle onde *S* nei primi metri risultano compatibili con le evidenze litostratigrafiche del sondaggio geognostico e delle prove penetrometriche, eseguite contestualmente all'indagine sismica.

Desenzano del Garda, 09/11/2021

Il Tecnico
CRESTANA S.r.l.s.
Viale Michelangelo, 40
25015 Desenzano d/G. (BS)
C.F. / P.I.V.A. 03632850982

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Via Marconi – Desenzano del Garda (BS)

Legenda:

- Sondaggio geognostico
- Prova Penetrometrica Statica CPT
- Stendimento sismico con acquisizione ed elaborazione dei dati mediante metodologia MASW in onde di Rayleigh e di Love
- Misura di microtremore sismico, con stazione singola, mediante tecnica HVSR

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

ALLEGATO FOTOGRAFICO

Stendimento sismico MASW

Acquisizione del microtremore sismico mediante tecnica HVSR

Shot sismico verticale per la generazione delle onde di Rayleigh (Offset 2 m)

Acquisizione del segnale sismico mediante Sismografo Geometrics Mod. Geode 3-1000

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

Esecuzione Prova Penetrometrica CPT-P1

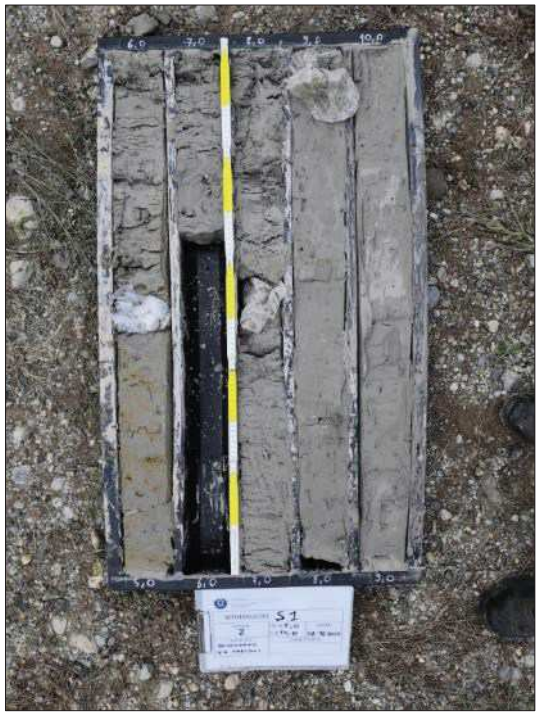
Esecuzione Prova Penetrometrica CPT-P2

Postazione sondaggio – S1

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 – 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

Sondaggio S1
0,0/-5,0 m dal p.c.



Sondaggio S1
-5,0/-10,0 m dal p.c.

Sondaggio S1
-10,0/-15,0 m dal p.c.

Sondaggio S1
-15,0/-20,0 m dal p.c.

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 - 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
web: www.crestanasrls.com
P.IVA e C.F. 03632850982

Località: Via Marconi - Desenzano d/G (BS)

Committente: BIBIEMME S.r.l.

Tecnico: Dott. Geol. N. Crestana

Sonda perforatrice: Atlas Mustang 9F3

DATA: 08-11/10/2021

SONDAGGIO: S1

QUOTA INIZIO: p.c.

Piezometro fessurato | Piezometro cieco | Ghiaietto | Compactonite | Cemento Bentonite | Campionamento di terreno indisturbato per analisi geotecniche

Carotiere diam: 131 mm
Rivestimento diam: 152 mm

Profondità m da p.c.	Stratigrafia	Campioni profondità da p.c.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.	Profondità m da p.c.	Field Vane Test (Kg/cm²)	Falda
0,10			Pavimentazione in asfalto.				
			Limo argilloso debolmente sabbioso con ghiaia, asciutto, di colore marrone.				
1,20			Limo argilloso debolmente ghiaioso, asciutto, di colore marrone scuro.				
1,80			Limo argilloso debolmente ghiaioso, asciutto, di colore grigio.				
2,20			Sabbia limosa, debolmente argillosa, sede di falda sospesa, di colore marrone chiaro.				2,20
2,95			Argilla debolmente limosa, con ghiaia in tracce, debolmente umida, di colore marrone chiaro.	1 1 1	4,50		
						5,00	0,7
5,40			Limo con argilla e ghiaia in tracce, debolmente umido, di colore grigio.	3 3 2	5,50		
		6,00 C1 - S1				6,00	0,6
6,70		6,70	Limo argilloso, a tratti argilla limosa, con ghiaia in tracce, umido, di colore grigio.			7,00	0,8
				4 6 6	7,50		
8,00			Argilla debolmente limosa con ghiaia in tracce, umida, di colore grigio.			8,00	0,6
						8,50	0,6
						8,80	0,5
				1 2 2	9,00		
						9,20	0,4
			Continua ↓				
						9,80	0,5
10,00							

Descrizione eseguita utilizzando il criterio granulometrico per le terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione con percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene preceduta dal termine **"con"** se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50%, dal suffisso **"...oso"** se la percentuale è compresa tra il 10% e il 25%, oppure dal suffisso **"debolmente ...oso"** se la percentuale è compresa tra il 5% e il 10%.

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347 9428449 - 349 2936733
mail: info@crestanasrls.com
web: www.crestanasrls.com
P.IVA e C.F. 03632850982

Località: Via Marconi - Desenzano d/G (BS)

Committente: BIBIEMME S.r.l.

Tecnico: Dott. Geol. N. Crestana

Sonda perforatrice: Atlas Mustang 9F3

DATA 08-11/10/2021

SONDAGGIO S1

QUOTA INIZIO p.c.

Piezometro fessurato | Piezometro cieco | Ghiaietto | Compactonite | Cemento Bentonite | Campionamento di terreno indisturbato per analisi geotecniche

Carotiere diam: 131 mm
Rivestimento diam: 152 mm

Profondità m da p.c.	Stratigrafia	Campioni profondità da p.c.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.	Profondità m da p.c.	Field Vane Test (Kg/cm²)	Falda
10,00			Argilla debolmente limosa con ghiaia in tracce, umida, di colore grigio.				
					11,50	0,55	
				3 3 4	12,00		
					13,40	0,65	
					14,60	0,7	
				3 4 6	15,00		
					16,50	0,8	
17,60			Argilla debolmente limosa debolmente ghiaiosa, umida, di colore grigio.				
				5 6 6	18,00		
					18,40	0,8	
20,00							

Descrizione eseguita utilizzando il criterio granulometrico per le terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione con percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene preceduta dal termine **"con"** se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50%, dal suffisso **"...oso"** se la percentuale è compresa tra il 10% e il 25%, oppure dal suffisso **"debolmente ...oso"** se la percentuale è compresa tra il 5% e il 10%.

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
info@crestanasrls.com - www.crestanasrls.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT	1
Riferimento	Desenzano

Committente	**BIBIEMME S.r.l.**	U.M.: **kg/cm²**	Data esec. 11/10/2021
Cantiere		Pagina 1	
Località	**Via Marconi - Desenzano del Garda (BS)**	Elaborato	Falda Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	0,0	0,0		0,00	0,00		
0,40	0,0	0,0		0,00	1,13	0	
0,60	19,0	36,0		19,00	1,13	17	5,9
0,80	22,0	39,0		22,00	1,67	13	7,6
1,00	42,0	67,0		42,00	2,13	20	5,1
1,20	32,0	64,0		32,00	0,67	48	2,1
1,40	26,0	36,0		26,00	2,80	9	10,8
1,60	67,0	109,0		67,00	1,07	63	1,6
1,80	22,0	38,0		22,00	1,87	12	8,5
2,00	22,0	50,0		22,00	0,87	25	4,0
2,20	15,0	28,0		15,00	1,00	15	6,7
2,40	18,0	33,0		18,00	0,87	21	4,8
2,60	14,0	27,0		14,00	0,87	16	6,2
2,80	13,0	26,0		13,00	0,80	16	6,2
3,00	13,0	25,0		13,00	0,87	15	6,7
3,20	13,0	26,0		13,00	0,93	14	7,2
3,40	14,0	28,0		14,00	0,80	18	5,7
3,60	14,0	26,0		14,00	1,07	13	7,6
3,80	29,0	45,0		29,00	1,13	26	3,9
4,00	25,0	42,0		25,00	1,33	19	5,3
4,20	26,0	46,0		26,00	2,60	10	10,0
4,40	31,0	70,0		31,00	1,27	24	4,1
4,60	31,0	50,0		31,00	1,47	21	4,7
4,80	29,0	51,0		29,00	1,33	22	4,6
5,00	19,0	39,0		19,00	1,93	10	10,2
5,20	41,0	70,0		41,00	2,27	18	5,5
5,40	42,0	76,0		42,00	2,47	17	5,9
5,60	32,0	69,0		32,00	1,60	20	5,0
5,80	45,0	69,0		45,00	1,40	32	3,1
6,00	19,0	40,0		19,00	1,13	17	5,9
6,20	24,0	41,0		24,00	2,53	9	10,5
6,40	101,0	139,0		101,00	4,07	25	4,0
6,60	87,0	148,0		87,00	0,93	94	1,1
6,80	38,0	52,0		38,00	2,93	13	7,7
7,00	51,0	95,0		51,00	3,40	15	6,7
7,20	51,0	102,0		51,00	1,47	35	2,9
7,40	44,0	66,0		44,00	2,47	18	5,6
7,60	20,0	57,0		20,00	1,27	16	6,4
7,80	29,0	48,0		29,00	1,07	27	3,7
8,00	27,0	43,0		27,00	0,93	29	3,4
8,20	32,0	46,0		32,00	1,07	30	3,3
8,40	13,0	29,0		13,00	0,87	15	6,7
8,60	13,0	26,0		13,00	0,93	14	7,2
8,80	11,0	25,0		11,00	1,00	11	9,1
9,00	13,0	28,0		13,00	0,73	18	5,6
9,20	14,0	25,0		14,00	0,87	16	6,2
9,40	13,0	26,0		13,00	0,93	14	7,2
9,60	15,0	29,0		15,00	0,87	17	5,8
9,80	14,0	27,0		14,00	0,93	15	6,6
10,00	12,0	26,0		12,00	0,80	15	6,7
10,20	13,0	25,0		13,00	0,87	15	6,7
10,40	12,0	25,0		12,00	0,93	13	7,8
10,60	13,0	27,0		13,00	0,73	18	5,6
10,80	12,0	23,0		12,00	0,80	15	6,7
11,00	14,0	26,0		14,00	0,87	16	6,2
11,20	16,0	29,0		16,00	1,00	16	6,3
11,40	13,0	28,0		13,00	1,00	13	7,7
11,60	13,0	28,0		13,00	1,00	13	7,7
11,80	17,0	32,0		17,00	1,00	17	5,9
12,00	14,0	29,0		14,00	0,73	19	5,2
12,20	15,0	26,0		15,00	0,73	21	4,9
12,40	15,0	26,0		15,00	0,73	21	4,9
12,60	14,0	25,0		14,00	0,73	19	5,2
12,80	14,0	25,0		14,00	0,80	18	5,7
13,00	14,0	26,0		14,00	0,93	15	6,6
13,20	15,0	29,0		15,00	0,87	17	5,8
13,40	13,0	26,0		13,00	0,73	18	5,6
13,60	12,0	23,0		12,00	0,60	20	5,0
13,80	19,0	28,0		19,00	1,20	16	6,3
14,00	14,0	32,0		14,00	1,07	13	7,6
14,20	15,0	31,0		15,00	1,07	14	7,1
14,40	15,0	31,0		15,00	1,00	15	6,7
14,60	15,0	30,0		15,00	0,93	16	6,2
14,80	15,0	29,0		15,00	1,00	15	6,7
15,00	16,0	31,0		16,00	1,07	15	6,7
15,20	17,0	33,0		17,00	1,07	16	6,3
15,40	16,0	32,0		16,00	1,00	16	6,3
15,60	16,0	31,0		16,00	1,00	16	6,3
15,80	19,0	34,0		19,00	1,60	12	8,4
16,00	32,0	56,0		32,00	1,33	24	4,2
16,20	19,0	39,0		19,00	1,20	16	6,3
16,40	18,0	36,0		18,00	1,20	15	6,7
16,60	19,0	37,0		19,00	1,07	18	5,6
16,80	16,0	32,0		16,00	1,20	13	7,5
17,00	16,0	34,0		16,00			

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
fs = resistenza laterale
0.20 m sopra quota qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs /qc)*100

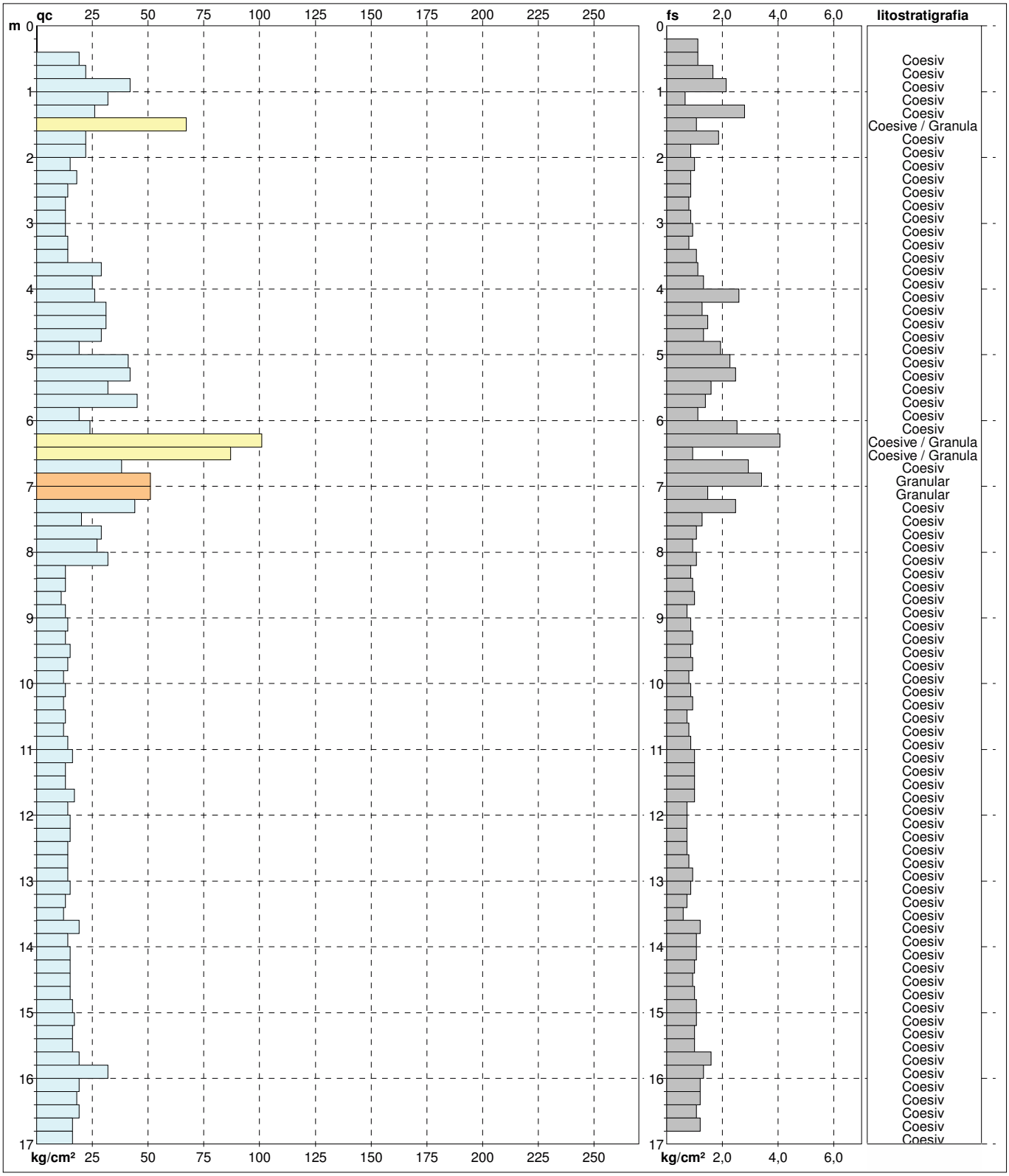
Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
info@crestanasrls.com - www.crestanasrls.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	1
Riferimento	Desenzano

Committente	**BIBIEMME S.r.l.**	U.M.: **kg/cm²**	Data esec. 11/10/2021
Cantiere		Scala: 1:85	
Località	**Via Marconi - Desenzano del Garda (BS)**	Pagina 1	Quota inizio:
		Elaborato	Falda Assente



		Litology: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	preforo m
		Penetrometro: TG63-200Stat	Corr.astine: kg/ml
		Responsabile:	
		Assistente:	Cod. tip:

FON105

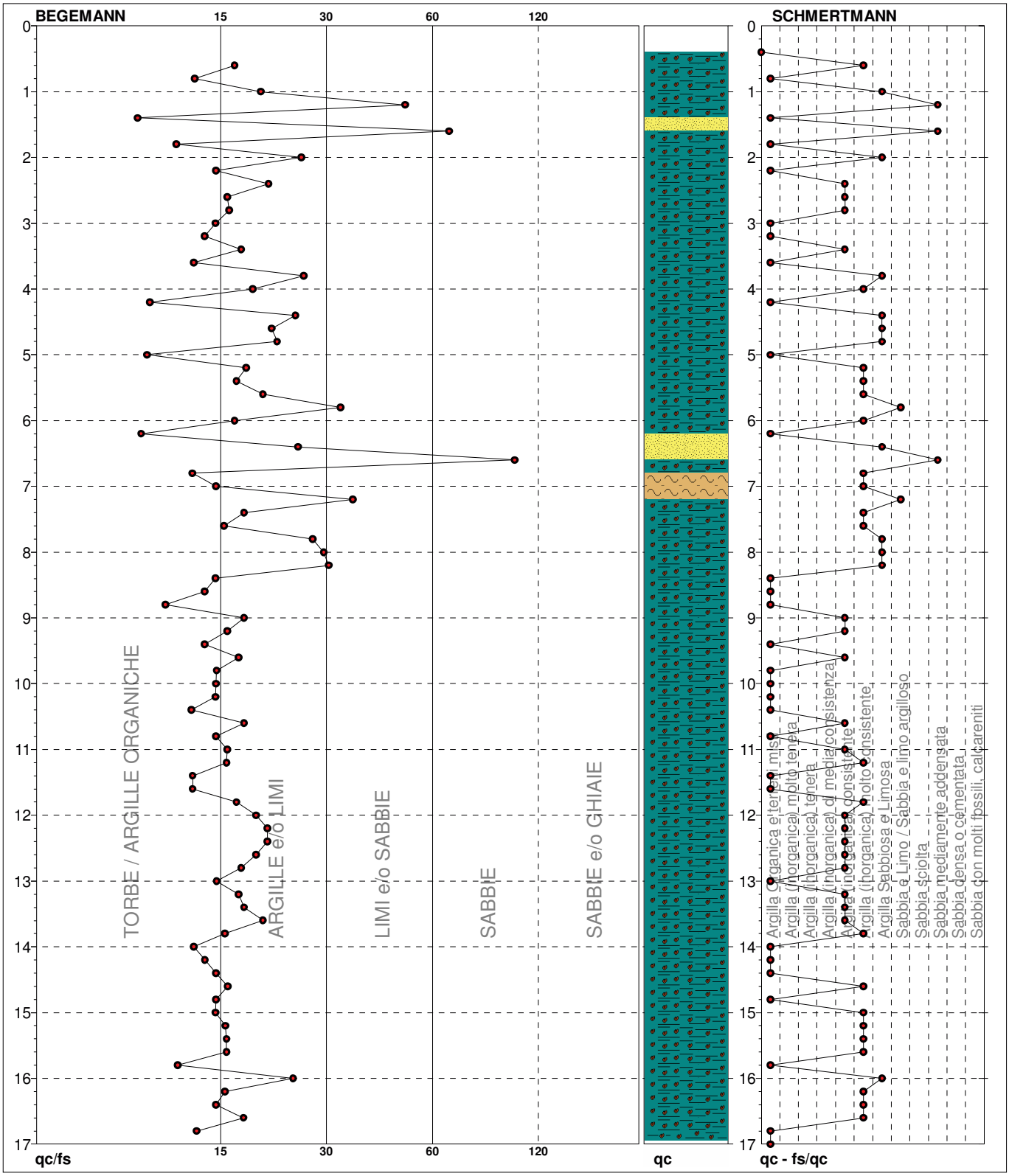
Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
info@crestanasrls.com - www.crestanasrls.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	1
Riferimento	Desenzano

Committente	**BIBIEMME S.r.l.**	U.M.:	**kg/cm²**	Data esec.	11/10/2021
Cantiere		Scala:	1:85		
Località	**Via Marconi - Desenzano del Garda (BS)**	Pagina	1		
		Elaborato		Falda	Assente



TORBE / ARGILLE ORGANICHE	32 punti,	37,65%	Argilla Organica e terreni misti	28 punti,	32,94%	Argilla Sabbiosa e Limosa	11 punti, 12,94%
ARGILLE e/o LIMI	47 punti,	55,29%	Argilla (inorganica) consistente	17 punti,	20,00%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	2 punti, 2,35%
LIMI e/o SABBIE	3 punti,	3,53%	Argilla (inorganica) molto consistente	21 punti,	24,71%	Sabbia mediamente addensata	3 punti, 3,53%
SABBIE	2 punti,	2,35%					

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
info@crestanasrls.com - www.crestanasrls.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
PARAMETRI GEOTECNICI

CPT	1
Riferimento	Desenzano

Committente	**BIBIEMME S.r.l.**	U.M.: **kg/cm²**	Data esec. 11/10/2021
Cantiere		Pagina 1	
Località	**Via Marconi - Desenzano del Garda (BS)**	Elaborato	Falda Assente

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0,20	--	--	? ? ?	1,85	0,04		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	? ? ?	1,85	0,07		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	19,00	16,81	2	1,99	0,11		0,78	69,1	131,8	197,8	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	22,00	13,17	4	1,93	0,15		0,85	53,5	143,8	215,8	66,0	66	37	34	32	30	39	28	36,7	55,0	66,0	--	--
1,00	42,00	19,72	4	2,00	0,19		1,40	75,0	238,0	357,0	126,0	82	40	37	34	32	40	30	70,0	105,0	126,0	--	--
1,20	32,00	47,76	3	1,88	0,23		--	--	--	--	--	69	38	34	31	29	39	29	53,3	80,0	96,0	--	--
1,40	26,00	9,29	4	1,95	0,27		0,93	29,5	157,9	236,8	78,0	58	36	32	30	28	37	28	43,3	65,0	78,0	--	--
1,60	67,00	62,62	3	1,95	0,31		--	--	--	--	--	87	40	36	34	32	40	32	111,7	167,5	201,0	--	--
1,80	22,00	11,76	4	1,93	0,35		0,85	19,2	143,8	215,8	66,0	46	34	30	27	26	34	28	36,7	55,0	66,0	--	--
2,00	22,00	25,29	4	1,93	0,39		0,85	16,8	143,8	215,8	66,0	43	34	30	27	25	34	28	36,7	55,0	66,0	--	--
2,20	15,00	15,00	2	1,95	0,42		0,67	11,0	113,3	170,0	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	18,00	20,69	2	1,98	0,46		0,75	11,4	127,5	191,3	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	14,00	16,09	2	1,94	0,50		0,64	8,4	119,4	179,1	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	13,00	16,25	2	1,93	0,54		0,60	7,2	134,4	201,6	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	13,00	14,94	2	1,93	0,58		0,60	6,6	148,5	222,8	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	13,00	13,98	2	1,93	0,62		0,60	6,1	162,8	244,2	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	14,00	17,50	2	1,94	0,66		0,64	6,0	173,7	260,6	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	14,00	13,08	2	1,94	0,70		0,64	5,6	187,7	281,6	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	29,00	25,66	4	1,96	0,74		0,98	9,0	174,4	261,6	87,0	37	33	28	25	23	32	29	48,3	72,5	87,0	--	--
4,00	25,00	18,80	4	1,94	0,77		0,91	7,7	188,1	282,2	75,0	31	32	27	24	22	31	28	41,7	62,5	75,0	--	--
4,20	26,00	10,00	4	1,95	0,81		0,93	7,4	199,9	299,8	78,0	31	32	27	24	22	31	28	43,3	65,0	78,0	--	--
4,40	31,00	24,41	4	1,97	0,85		1,03	8,0	204,7	307,1	93,0	36	33	28	24	23	31	29	51,7	77,5	93,0	--	--
4,60	31,00	21,09	4	1,97	0,89		1,03	7,5	217,8	326,8	93,0	35	33	27	24	23	31	29	51,7	77,5	93,0	--	--
4,80	29,00	21,80	4	1,96	0,93		0,98	6,7	237,1	355,6	87,0	31	32	27	24	22	30	29	48,3	72,5	87,0	--	--
5,00	19,00	9,84	2	1,99	0,97		0,78	4,7	269,7	404,5	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	41,00	18,06	4	2,00	1,01		1,37	9,2	240,2	360,3	123,0	41	34	28	25	24	32	30	68,3	102,5	123,0	--	--
5,40	42,00	17,00	4	2,00	1,05		1,40	9,0	249,1	373,7	126,0	41	34	28	25	23	32	30	70,0	105,0	126,0	--	--
5,60	32,00	20,00	4	1,97	1,09		1,07	6,1	286,9	430,3	96,0	31	32	27	23	22	30	29	53,3	80,0	96,0	--	--
5,80	45,00	32,14	3	1,91	1,13		--	--	--	--	--	42	34	28	25	23	32	31	75,0	112,5	135,0	--	--
6,00	19,00	16,81	2	1,99	1,17		0,78	3,8	329,3	493,9	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	24,00	9,49	4	1,94	1,21		0,89	4,3	337,1	505,6	72,0	18	31	25	21	20	28	28	40,0	60,0	72,0	--	--
6,40	101,00	24,82	4	2,05	1,25		3,37	21,7	572,3	858,5	303,0	67	37	32	29	27	36	34	168,3	252,5	303,0	--	--
6,60	87,00	93,55	3	1,98	1,29		--	--	--	--	--	61	37	31	28	26	35	33	145,0	217,5	261,0	--	--
6,80	38,00	12,97	4	1,99	1,33		1,27	5,9	352,7	529,0	114,0	32	32	26	23	22	30	30	63,3	95,0	114,0	--	--
7,00	51,00	15,00	4	2,01	1,37		1,70	8,2	326,1	489,2	153,0	41	34	28	25	23	31	31	85,0	127,5	153,0	--	--
7,20	51,00	34,69	3	1,92	1,41		--	--	--	--	--	41	34	28	24	23	31	31	85,0	127,5	153,0	--	--
7,40	44,00	17,81	4	2,00	1,45		1,47	6,4	374,9	562,4	132,0	35	33	27	24	22	30	31	73,3	110,0	132,0	--	--
7,60	20,00	15,75	4	1,93	1,48		0,80	2,9	401,0	601,5	60,0	7	29	23	19	18	26	27	33,3	50,0	60,0	--	--
7,80	29,00	27,10	4	1,96	1,52		0,98	3,6	430,2	645,3	87,0	19	31	24	21	20	28	29	48,3	72,5	87,0	--	--
8,00	27,00	29,03	4	1,95	1,56		0,95	3,4	438,6	657,9	81,0	16	30	24	21	19	27	28	45,0	67,5	81,0	--	--
8,20	32,00	29,91	4	1,97	1,60		1,07	3,8	451,5	677,2	96,0	21	31	25	21	20	28	29	53,3	80,0	96,0	--	--
8,40	13,00	14,94	2	1,93	1,64		0,60	1,8	344,7	517,0	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	13,00	13,98	2	1,93	1,68		0,60	1,8	346,1	519,2	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	11,00	11,00	2	1,91	1,72		0,54	1,5	313,7	470,6	42,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	13,00	17,81	2	1,93	1,76		0,60	1,7	348,7	523,1	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	14,00	16,09	2	1,94	1,79		0,64	1,7	365,3	547,9	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	13,00	13,98	2	1,93	1,83		0,60	1,6	351,0	526,5	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	15,00	17,24	2	1,95	1,87		0,67	1,7	382,4	573,6	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	14,00	15,05	2	1,94	1,91		0,64	1,6	368,9	553,4	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	12,00	15,00	2	1,92	1,95		0,57	1,4	336,5	504,8	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	13,00	14,94	2	1,93	1,99		0,60	1,4	354,6	532,0	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	12,00	12,90	2	1,92	2,03		0,57	1,3	337,8	506,7	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,60	13,00	17,81	2	1,93	2,07		0,60	1,4	356,1	534,2	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	12,00	15,00	2	1,92	2,10		0,57	1,2	338,9	508,4	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	14,00	16,09	2	1,94	2,14		0,64	1,4	374,2	561,3	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,20	16,00	16,00	2	1,96	2,18		0,70	1,5	405,7	608,5	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	13,00	13,00	2	1,93	2,22		0,60	1,2	358,6	537,8	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,60	13,00	13,00	2	1,93	2,26		0,60	1,2	359,1	538,6	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	17,00	17,00	2	1,97	2,30		0,72	1,5	422,6	633,8	54,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,00	14,00	19,18	2	1,94	2,34		0,64	1,2	377,4	566,0	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,20	15,00	20,55	2	1,95	2,38		0,67	1,3	394,3	591,4	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,40	15,00	20,55	2	1,95	2,42		0,67	1,3	394,9	592,3	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,60	14,00	19,18	2	1,94	2,45		0,64	1,2	378,8	568,3	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,80	14,00	17,50	2	1,94	2,49		0,64	1,1	379,3	568,9	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,00	14,00	15,05	2	1,94	2,53		0,64	1,1	379,7	569,6	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,20	15,00	17,24	2	1,95	2,57		0,67	1,2	396,9	595,3	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,40	13,00	17,81	2	1,93	2,61		0,60	1,0	362,6	544,0	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,60	12,00	20,00	2	1,92	2,65		0,57	0,9	342,9	514,3	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,80	19,00	15,83	2	1,99	2,69		0,78	1,3	457,4	686,1	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,00	14,00	13,08	2	1,94	2,73		0,64	1,0	381,5	572,2	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,20	15,00	14,02	2	1,95	2,77		0,67	1,1	398,9	598,3	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,40	15,00	15,00	2	1,95	2,80		0,67	1,0	399,2	598,8	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,60	15,00	16,13	2	1,95	2,84		0,67	1,0	399,6	599,3	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,80	15,00	15,00	2	1,95	2,88		0,67	1,0	399,9	599,8	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
15,00	16,00	14,95	2	1,96	2,92		0,70	1,0	416,5	624,8	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
15,20	17,00	15,89	2	1,97	2,96		0,72	1,1	432,5	648,7	54,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
15,40	16,00	16,00	2	1,96	3,00		0,70	1,0	417,2	625,8	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
15,60	16,00	16,00	2	1,96	3,04		0,70	1,0	417,4	626,1	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
15,80	19,00	11,88	2	1,99	3,08		0,78	1,1	462,7	694,0	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16,00	32,00	24,06	4	1,97	3,12		1,07	1,6	615,9	923,8	96,0	5	29	21	18	17	25	29	53,3	80,0	96,0	--	--
16,20	19,00	15,83	2	1,99	3,16		0,78	1,1	463,5	695,2	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16,40	18,00	15,00	2	1,98	3,20		0,75	1,0	449,5	674,2	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16,60	19,00	17,76	2	1,99	3,24		0,78	1,1	464,2	696,3	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16,80	16,00	13,33	2	1,96	3,28		0,70	0,9	417,4	626,1	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
17,00	16,00	--	3	1,84	3,31		--	--	--	--	--	--	28	18	14	13	25	27	26,7	40,0	48,0	--	--

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
info@crestanasrls.com - www.crestanasrls.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT	2
Riferimento	Desenzano

Committente **BIBIEMME S.r.l.**
Cantiere
Località **Via Marconi - Desenzano del Garda (BS)**

U.M.: **kg/cm²** | Pagina 1 | Elaborato

Data esec. 11/10/2021
Falda -1,15 m da p.c.

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	0,0	0,0		0,00	0,00		
0,40	0,0	0,0		0,00	3,07	0	
0,60	145,0	191,0		145,00	2,60	56	1,8
0,80	131,0	170,0		131,00	1,33	98	1,0
1,00	116,0	136,0		116,00	2,27	51	2,0
1,20	23,0	57,0		23,00	1,00	23	4,3
1,40	29,0	44,0		29,00	1,40	21	4,8
1,60	32,0	53,0		32,00	1,47	22	4,6
1,80	24,0	46,0		24,00	1,67	14	7,0
2,00	34,0	59,0		34,00	1,00	34	2,9
2,20	36,0	51,0		36,00	1,67	22	4,6
2,40	37,0	62,0		37,00	0,87	43	2,4
2,60	24,0	37,0		24,00	2,07	12	8,6
2,80	34,0	65,0		34,00	2,27	15	6,7
3,00	78,0	112,0		78,00	3,00	26	3,8
3,20	76,0	121,0		76,00	2,27	33	3,0
3,40	92,0	126,0		92,00	1,80	51	2,0
3,60	81,0	108,0		81,00	1,47	55	1,8
3,80	63,0	85,0		63,00	1,20	53	1,9
4,00	16,0	34,0		16,00	1,53	10	9,6
4,20	60,0	83,0		60,00	2,00	30	3,3
4,40	56,0	86,0		56,00	0,93	60	1,7
4,60	64,0	78,0		64,00	1,87	34	2,9
4,80	65,0	93,0		65,00	2,13	31	3,3
5,00	28,0	60,0		28,00	1,00	28	3,6
5,20	29,0	44,0		29,00	0,73	40	2,5
5,40	19,0	30,0		19,00	1,00	19	5,3
5,60	21,0	36,0		21,00	0,93	23	4,4
5,80	12,0	26,0		12,00	1,40	9	11,7
6,00	15,0	36,0		15,00	1,07	14	7,1
6,20	38,0	54,0		38,00	1,07	36	2,8
6,40	29,0	45,0		29,00	1,00	29	3,4
6,60	28,0	43,0		28,00	1,20	23	4,3
6,80	13,0	31,0		13,00	0,80	16	6,2
7,00	16,0	28,0		16,00	0,80	20	5,0
7,20	19,0	31,0		19,00	0,73	26	3,8
7,40	11,0	22,0		11,00	0,67	16	6,1
7,60	12,0	22,0		12,00	0,87	14	7,3
7,80	13,0	26,0		13,00	1,07	12	8,2
8,00	14,0	30,0		14,00	1,00	14	7,1
8,20	15,0	30,0		15,00	0,53	28	3,5
8,40	16,0	24,0		16,00	0,87	18	5,4
8,60	13,0	26,0		13,00	0,80	16	6,2
8,80	14,0	26,0		14,00	0,73	19	5,2
9,00	14,0	25,0		14,00	1,00	14	7,1
9,20	13,0	28,0		13,00	0,93	14	7,2
9,40	14,0	28,0		14,00	0,87	16	6,2
9,60	14,0	27,0		14,00	1,00	14	7,1
9,80	15,0	30,0		15,00	0,93	16	6,2
10,00	19,0	33,0		19,00	1,07	18	5,6
10,20	16,0	32,0		16,00	0,67	24	4,2
10,40	20,0	30,0		20,00	1,27	16	6,4
10,60	20,0	39,0		20,00	0,80	25	4,0
10,80	15,0	27,0		15,00	0,67	22	4,5
11,00	24,0	34,0		24,00	0,73	33	3,0
11,20	18,0	29,0		18,00	0,80	23	4,4
11,40	14,0	26,0		14,00	0,67	21	4,8
11,60	16,0	26,0		16,00	0,80	20	5,0
11,80	16,0	28,0		16,00	1,07	15	6,7
12,00	16,0	32,0		16,00	0,80	20	5,0
12,20	18,0	30,0		18,00	0,87	21	4,8
12,40	16,0	29,0		16,00	0,80	20	5,0
12,60	16,0	28,0		16,00	0,80	20	5,0
12,80	17,0	29,0		17,00	0,93	18	5,5
13,00	16,0	30,0		16,00	1,00	16	6,3
13,20	16,0	31,0		16,00	1,07	15	6,7
13,40	20,0	36,0		20,00	1,13	18	5,7
13,60	16,0	33,0		16,00	1,13	14	7,1
13,80	19,0	36,0		19,00	1,27	15	6,7
14,00	19,0	38,0		19,00	1,13	17	5,9
14,20	20,0	37,0		20,00	1,00	20	5,0
14,40	18,0	33,0		18,00	1,13	16	6,3
14,60	18,0	35,0		18,00	1,80	10	10,0
14,80	20,0	47,0		20,00	1,20	17	6,0
15,00	20,0	38,0		20,00	1,73	12	8,7
15,20	21,0	47,0		21,00	1,27	17	6,0
15,40	20,0	39,0		20,00	1,07	19	5,4
15,60	23,0	39,0		23,00	1,67	14	7,3
15,80	21,0	46,0		21,00	1,33	16	6,3
16,00	20,0	40,0		20,00	1,07	19	5,4
16,20	18,0	34,0		18,00	1,13	16	6,3
16,40	19,0	36,0		19,00	1,07	18	5,6
16,60	20,0	36,0		20,00	1,13	18	5,7
16,80	18,0	35,0		18,00	1,00	18	5,6
17,00	19,0	34,0		19,00			

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
fs = resistenza laterale
0.20 m sopra quota qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs /qc)*100

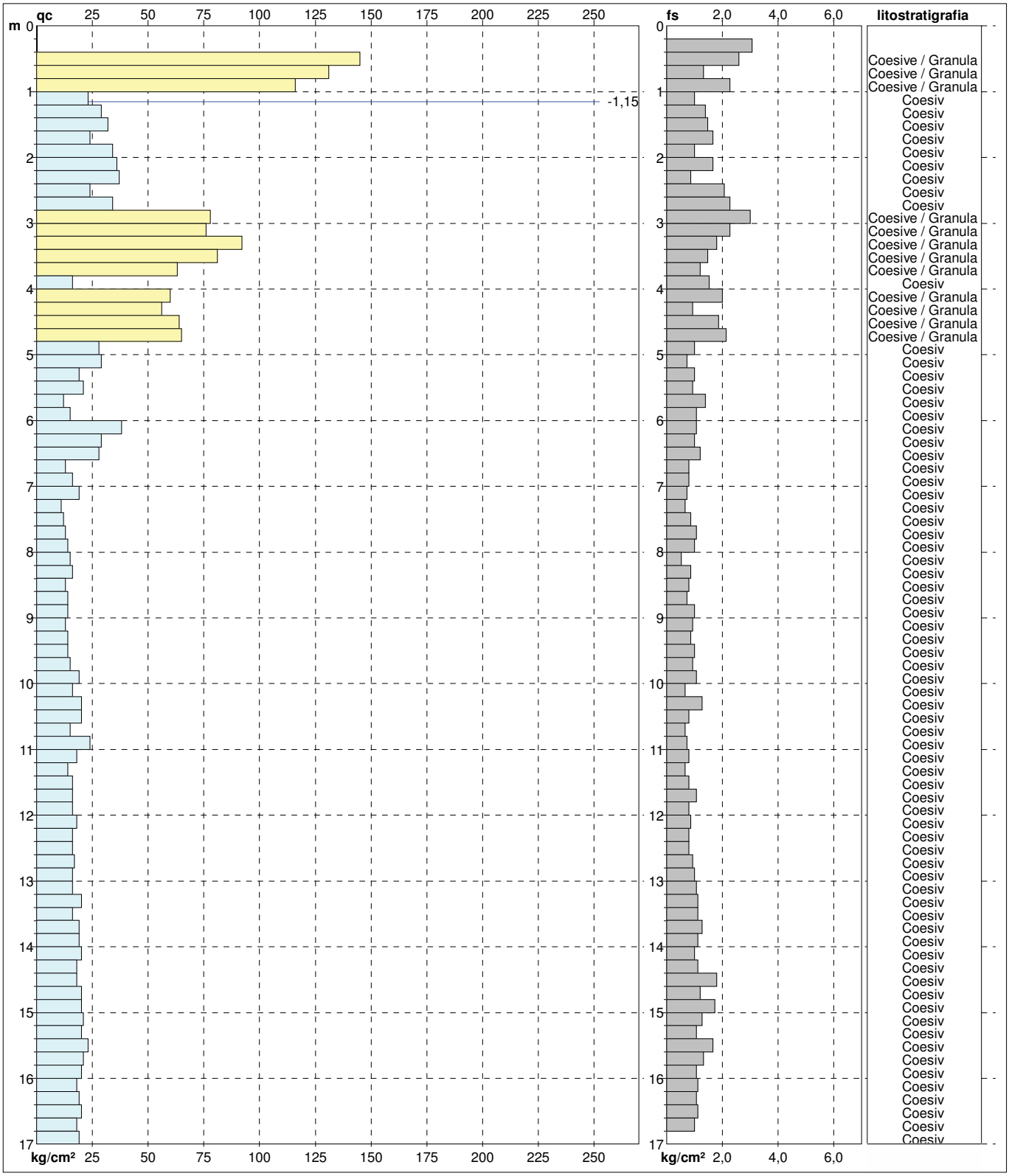
Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
info@crestanasrls.com - www.crestanasrls.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	2
Riferimento	Desenzano

Committente	**BIBIEMME S.r.l.**	U.M.: **kg/cm²**	Data esec. 11/10/2021
Cantiere		Scala: 1:85	
Località	**Via Marconi - Desenzano del Garda (BS)**	Pagina 1	Quota inizio:
		Elaborato	Falda -1,15 m da p.c.



		Litology: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	preforo m
		Penetrometro: TG63-200Stat	Corr.astine: kg/ml
		Responsabile:	
		Assistente:	Cod. tip:

FON105

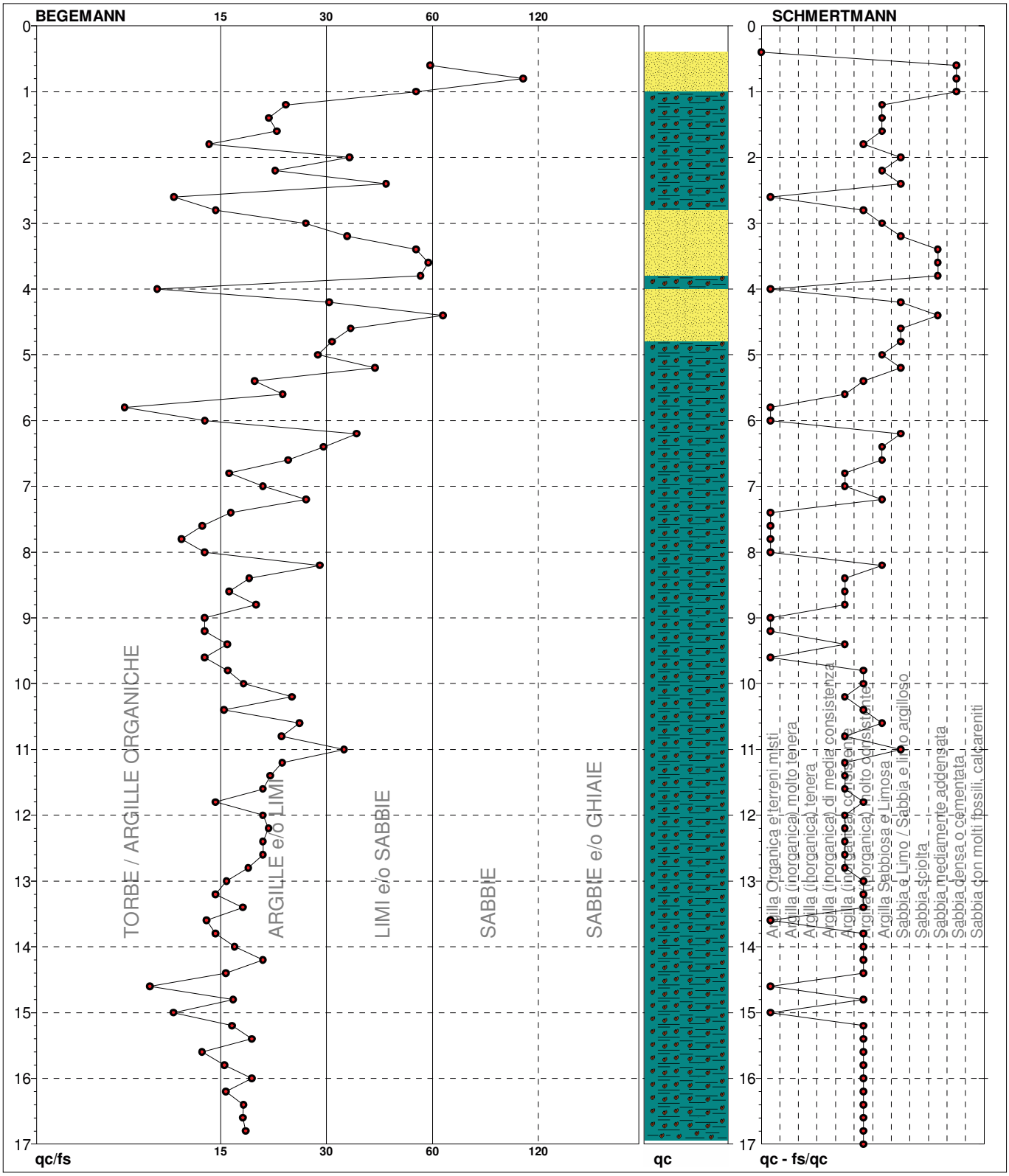
Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
info@crestanasrls.com - www.crestanasrls.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	2
Riferimento	Desenzano

Committente	**BIBIEMME S.r.l.**	U.M.:	**kg/cm²**	Data esec.	11/10/2021
Cantiere		Scala:	1:85		
Località	**Via Marconi - Desenzano del Garda (BS)**	Pagina	1	Falda	-1,15 m da p.c.
		Elaborato			



TORBE / ARGILLE ORGANICHE	21 punti,	24,71%	Argilla Organica e terreni misti	14 punti,	16,47%	Argilla Sabbiosa e Limosa	11 punti, 12,94%
ARGILLE e/o LIMI	48 punti,	56,47%	Argilla (inorganica) consistente	17 punti,	20,00%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	9 punti, 10,59%
LIMI e/o SABBIE	13 punti,	15,29%	Argilla (inorganica) molto consistente	24 punti,	28,24%	Sabbia mediamente addensata	4 punti, 4,71%
SABBIE	2 punti,	2,35%				Sabbia densa o cementata	3 punti, 3,53%

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)
info@crestanasrls.com - www.crestanasrls.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
PARAMETRI GEOTECNICI

CPT	2
Riferimento	Desenzano

Committente **BIBIEMME S.r.l.**
Cantiere
Località **Via Marconi - Desenzano del Garda (BS)**

U.M.: **kg/cm²** | Pagina 1 | Elaborato

Data esec. 11/10/2021
Falda -1,15 m da p.c.

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0,20	--	--	? ? ?	1,85	0,04		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	? ? ?	1,85	0,07		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	145,00	55,77	3	2,07	0,12		--	--	--	--	--	100	42	45	43	40	45	36	241,7	362,5	435,0	--	--
0,80	131,00	98,50	3	2,05	0,16		--	--	--	--	--	100	42	43	41	38	45	35	218,3	327,5	393,0	--	--
1,00	116,00	51,10	3	2,02	0,20		--	--	--	--	--	100	42	41	39	36	45	35	193,3	290,0	348,0	--	--
1,20	23,00	23,00	4	0,94	0,22		0,87	35,8	147,5	221,3	69,0	59	36	33	30	28	37	28	38,3	57,5	69,0	--	--
1,40	29,00	20,71	4	0,96	0,23		0,98	37,6	167,1	250,7	87,0	65	37	34	31	29	38	29	48,3	72,5	87,0	--	--
1,60	32,00	21,77	4	0,97	0,25		1,07	37,7	181,3	272,0	96,0	66	37	34	31	29	38	29	53,3	80,0	96,0	--	--
1,80	24,00	14,37	4	0,94	0,27		0,89	27,5	151,1	226,7	72,0	55	36	32	29	27	36	28	40,0	60,0	72,0	--	--
2,00	34,00	34,00	3	0,89	0,29		--	--	--	--	--	65	37	33	31	29	38	29	56,7	85,0	102,0	--	--
2,20	36,00	21,56	4	0,99	0,31		1,20	34,1	204,0	306,0	108,0	65	37	33	31	29	38	30	60,0	90,0	108,0	--	--
2,40	37,00	42,53	3	0,89	0,33		--	--	--	--	--	65	37	33	30	28	38	30	61,7	92,5	111,0	--	--
2,60	24,00	11,59	4	0,94	0,35		0,89	20,4	151,1	226,7	72,0	49	35	31	28	26	35	28	40,0	60,0	72,0	--	--
2,80	34,00	14,98	4	0,98	0,37		1,13	25,8	192,7	289,0	102,0	59	36	32	29	27	37	29	56,7	85,0	102,0	--	--
3,00	78,00	26,00	4	1,03	0,39		2,60	67,9	442,0	663,0	234,0	87	40	36	33	31	40	33	130,0	195,0	234,0	--	--
3,20	76,00	33,48	3	0,96	0,41		--	--	--	--	--	85	40	36	33	31	40	33	126,7	190,0	228,0	--	--
3,40	92,00	51,11	3	0,99	0,43		--	--	--	--	--	90	41	36	34	31	40	33	153,3	230,0	276,0	--	--
3,60	81,00	55,10	3	0,97	0,45		--	--	--	--	--	84	40	36	33	31	40	33	135,0	202,5	243,0	--	--
3,80	63,00	52,50	3	0,94	0,46		--	--	--	--	--	75	38	34	31	29	39	32	105,0	157,5	189,0	--	--
4,00	16,00	10,46	2	0,96	0,48		0,70	9,9	118,4	177,6	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	60,00	30,00	4	1,02	0,50		2,00	35,2	340,0	510,0	180,0	71	38	34	31	29	38	32	100,0	150,0	180,0	--	--
4,40	56,00	60,22	3	0,93	0,52		--	--	--	--	--	68	38	33	30	28	37	31	93,3	140,0	168,0	--	--
4,60	64,00	34,22	3	0,94	0,54		--	--	--	--	--	72	38	33	31	29	38	32	106,7	160,0	192,0	--	--
4,80	65,00	30,52	3	0,94	0,56		--	--	--	--	--	71	38	33	31	29	38	32	108,3	162,5	195,0	--	--
5,00	28,00	28,00	4	0,96	0,58		0,97	11,9	164,1	246,2	84,0	42	34	29	26	24	33	28	46,7	70,0	84,0	--	--
5,20	29,00	39,73	3	0,87	0,60		--	--	--	--	--	42	34	29	26	24	33	29	48,3	72,5	87,0	--	--
5,40	19,00	19,00	2	0,99	0,62		0,78	8,4	146,5	219,8	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	21,00	22,58	4	0,93	0,63		0,82	8,7	150,4	225,6	63,0	29	32	27	24	23	31	27	35,0	52,5	63,0	--	--
5,80	12,00	8,57	2	0,92	0,65		0,57	5,3	178,3	267,5	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	15,00	14,02	2	0,95	0,67		0,67	6,2	175,9	263,9	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	38,00	35,51	3	0,90	0,69		--	--	--	--	--	48	35	30	27	25	34	30	63,3	95,0	114,0	--	--
6,40	29,00	29,00	4	0,96	0,71		0,98	9,4	169,9	254,8	87,0	38	33	28	25	24	32	29	48,3	72,5	87,0	--	--
6,60	28,00	23,33	4	0,96	0,73		0,97	8,9	172,6	258,9	84,0	36	33	28	25	23	32	28	46,7	70,0	84,0	--	--
6,80	13,00	16,25	2	0,93	0,75		0,60	4,8	207,1	310,7	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	16,00	20,00	2	0,96	0,77		0,70	5,6	207,0	310,5	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	19,00	26,03	2	0,99	0,79		0,78	6,2	206,1	309,2	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	11,00	16,42	2	0,91	0,80		0,54	3,8	226,5	339,8	42,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	12,00	13,79	2	0,92	0,82		0,57	4,0	229,7	344,5	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	13,00	12,15	2	0,93	0,84		0,60	4,2	234,9	352,3	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	14,00	14,00	2	0,94	0,86		0,64	4,3	240,2	360,2	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	15,00	28,30	2	0,95	0,88		0,67	4,4	245,3	367,9	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	16,00	18,39	2	0,96	0,90		0,70	4,6	250,3	375,4	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	13,00	16,25	2	0,93	0,92		0,60	3,7	258,6	387,9	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	14,00	19,18	2	0,94	0,94		0,64	3,9	262,7	394,0	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	14,00	14,00	2	0,94	0,95		0,64	3,8	268,9	403,3	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	13,00	13,98	2	0,93	0,97		0,60	3,5	274,1	411,1	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	14,00	16,09	2	0,94	0,99		0,64	3,6	280,0	420,0	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	14,00	14,00	2	0,94	1,01		0,64	3,5	285,0	427,6	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	15,00	16,13	2	0,95	1,03		0,67	3,6	290,7	436,0	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	19,00	17,76	2	0,99	1,05		0,78	4,3	293,1	439,6	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	16,00	23,88	2	0,96	1,07		0,70	3,7	301,6	452,4	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	20,00	15,75	4	0,93	1,09		0,80	4,3	303,6	455,4	60,0	15	30	24	21	20	28	27	33,3	50,0	60,0	--	--
10,60	20,00	25,00	4	0,93	1,11		0,80	4,2	308,8	463,1	60,0	14	30	24	21	20	27	27	33,3	50,0	60,0	--	--
10,80	15,00	22,39	2	0,95	1,12		0,67	3,3	314,1	471,1	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	24,00	32,88	3	0,86	1,14		--	--	--	--	--	20	31	25	22	20	28	28	40,0	60,0	72,0	--	--
11,20	18,00	22,50	2	0,98	1,16		0,75	3,6	327,9	491,8	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	14,00	20,90	2	0,94	1,18		0,64	2,9	318,9	478,3	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,60	16,00	20,00	2	0,96	1,20		0,70	3,2	333,0	499,5	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	16,00	14,95	2	0,96	1,22		0,70	3,1	336,6	504,9	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,00	16,00	20,00	2	0,96	1,24		0,70	3,1	340,1	510,1	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,20	18,00	20,69	2	0,98	1,26		0,75	3,3	351,7	527,5	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,40	16,00	20,00	2	0,96	1,28		0,70	2,9	346,5	519,8	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,60	16,00	20,00	2	0,96	1,30		0,70	2,9	349,4	524,2	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,80	17,00	18,28	2	0,97	1,32		0,72	3,0	358,4	537,6	54,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,00	16,00	16,00	2	0,96	1,33		0,70	2,8	354,9	532,4	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,20	16,00	14,95	2	0,96	1,35		0,70	2,7	357,4	536,1	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,40	20,00	17,70	4	0,93	1,37		0,80	3,2	381,5	572,3	60,0	9	29	23	20	19	26	27	33,3	50,0	60,0	--	--
13,60	16,00	14,16	2	0,96	1,39		0,70	2,6	362,0	543,0	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,80	19,00	14,96	2	0,99	1,41		0,78	3,0	384,4	576,6	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,00	19,00	16,81	2	0,99	1,43		0,78	2,9	387,5	581,2	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,20	20,00	20,00	4	0,93	1,45		0,80	3,0	395,5	593,2	60,0	8	29	23	19	18	26	27	33,3	50,0	60,0	--	--
14,40	18,00	15,93	2	0,98	1,47		0,75	2,7	386,6	579,9	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,60	18,00	10,00	2	0,98	1,49		0,75	2,7	389,0	583,5	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,80	20,00	16,67	4	0,93	1,51		0,80	2,8	404,3	606,5	60,0	7	29	23	19	18	26	27	33,3	50,0	60,0	--	--
15,00	20,00	11,56	4	0,93	1,53		0,80	2,8	406,9	610,4	60,0	6	29	23	19	18	26	27	33,3	50,0	60,0	--	--
15,20	21,00	16,54	4	0,93	1,54		0,82	2,9	415,2	622,8	63,0	8	29	23	19	18	26	27	35,0	52,5	63,0	--	--
15,40	20,00	18,69	4	0,93	1,56		0,80	2,7	411,8	617,7	60,0	6	29	22	19	18	25	27	33,3	50,0	60,0	--	--
15,60	23,00	13,77	4	0,94	1,58		0,87	3,0	430,5	645,8	69,0	10	29	23	20	19	26	28	38,3	57,5	69,0	--	--
15,80	21,00	15,79	4	0,93	1,60		0,82	2,7	422,8	634,2	63,0	7	29	23	19	18	26	27	35,0	52,5	63,0	--	--
16,00	20,00	18,69	4	0,93	1,62		0,80	2,6	418,4	627,7	60,0	5	29	22	19	18	25	27	33,3	50,0	60,0	--	--
16,20	18,00	15,93	2	0,98	1,64		0,75	2,4	404,1	606,1	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16,40	19,00	17,76	2	0,99	1,66		0,78	2,4	414,6	622,0	58,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16,60	20,00	17,70	4	0,93	1,68		0,80	2,5	424,5	636,8	60,0	4	29	22	19	18	25	27	33,3	50,0	60,0	--	--
16,80	18,00	18,00	2	0,98	1,70		0,75	2,3	408,7	613,1	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
17,00	19,00	--	3	0,85	1,71		--	--	--	--	--	2	28	22	18	17	25	27	31,7	47,5	57,0	--	--

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

ALTAIR S.R.L.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 ICMQ n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato 4879	**Del 09/11/2021**	**Accettazione 2924**	**del 13/10/2021**

DESCRIZIONE CAMPIONE INDISTURBATO (*ASTM D2488*)	Data inizio prova **19/10/2021**	Data fine prova **19/10/2021**

COMMITTENTE:	CRESTANA SRLS
COMMESSA:	-
LOCALITÀ:	DESENZANO, VIA MARCONI
SONDAGGIO:	S1
CAMPIONE:	CI1 IN CLASSE Q4
PROFONDITÀ:	6,00-6,70 m

Condizioni Fustella	Buone	**Dimensioni Fustella (m)**		0.70 lunghezza	0.085 diametro
Condizioni Campione	Buone	**Colore (Munsell Soil Charts)**		10 YR 5/1 gray	
Lunghezza Campione (m)	0.68	**Odore**		inodore	
Reazione HCL	Forte	**Consistenza**		Medio elevata	
Condizioni di Umidità	umido	**Plasticità**	**Coesione**	media	media
Strutture	Laminazioni planoparallele	**Prove di Laboratorio**		Gr, sed, limiti, gn, wn, uu, tg, edo	

Documentazione Fotografica	Poket pen. (kg/cmq)	VaneTest (kg/cmq)	Descrizione
	4.0 4.0 1.75 3.5		Limo con argilla di colore grigio nocciola

Capitale Sociale € 95.000,00.- i.v. Sede Legale Via E. Pagliano, 37 20149 MILANO Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 r.a. Fax 0261770281 E- E-mail:info@geoaltair.it
P.E.C.:altairsrl1@legalmail.it R.E.A. n. 1198777 – Registro Imprese Milano / C.F. / p.IVA n. 08041580153

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

ALTAIR S.R.L.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato	**4875**	**del 09/11/2021**	**Accettazione**	**2924**	**del 13/10/2021**

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME *(ASTM D7263 metodo B)*	*data inizio*	***19/10/2021***	*data fine*	***20/10/2021***

COMMITTENTE	CRESTANA SRLS
COMMESSA	-
LOCALITA'	DESENZANO, VIA MARCONI
SONDAGGIO	S1
CAMPIONE	CI1 IN CLASSE Q4
PROFONDITA'	6,00-6,70 m

Dati sperimentali			**det 1**	**det 2**			
Tara n.1	*Mc1*	*Mg*	5,43E-05	4,94E-05			
Peso del campione Lordo Umido	*Mcws*	*Mg*	1,80E-04	1,76E-04			
Peso del Campione Netto Umido	-	*Mg*	1,26E-04	1,27E-04			
Tara n.2	*Mc2*	*Mg*	5,43E-05	4,94E-05			
Peso del campione Lordo Secco	*Mcs*	*Mg*	1,59E-04	1,56E-04			
Peso del Campione Netto Secco	*Ms*	*Mg*	1,05E-04	1,06E-04			
Volume del campione		*mc*	5,95E-05	5,95E-05			

Risultati

Peso di volume naturale	γn	*Mg/mc*	**2,12**	**2,14**			
Peso di volume secco	γd	*Mg/mc*	**1,76**	**1,79**			
Peso di volume naturale medio	γn	*Mg/mc*	**2,13**				
Peso di volume secco medio	γd	*Mg/mc*	**1,77**				

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato n. 4873 del 09/11/2021	**Accettazione n.** 2924 del 13/10/2021

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE *(ASTM D2487-D422-D6913)*	data inizio prova	**19/10/2021**	data fine prova	**29/10/2021**
LIMITI DI CONSISTENZA *(ASTM D4318)*	data inizio prova	**19/10/2021**	data fine prova	**22/02/1907**

COMMITTENTE:	CRESTANA SRLS			
COMMESSA:	-			
LOCALITA':	DESENZANO, VIA MARCONI			
SONDAGGIO :	S1	CAMPIONE:	CI1 IN CLASSE Q4	PROFONDITA' : 6,00-6,70 m

ANALISI PER SETACCIATURA

Peso iniziale			437,3	*g*
Diametro massimo			-	*mm*
Diametro minimo			-	*mm*
Contenuto d'acqua			-	%
	mm	*Set. in.- No.*	*Percentuale passante*	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	100,00	%
Passante	9,5	3/8	100,00	%
Passante	4,75	No. 4	100,00	%
Passante	2,0	No. 10	99,98	%
Passante	0,850	No. 20	99,95	%
Passante	0,425	No. 40	99,93	%
Passante	0,254	No. 60	99,91	%
Passante	0,150	No. 100	99,89	%
Passante	0,075	No. 200	99,86	%

Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	0,00	%
Sabbia g	(2-4,75)	0,02	%
Sabbia m	(0,425-2)	0,05	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	0,07	%
Limo+argilla	(< 0,075)	99,86	%
Limo	(0,005-0,075)	64,41	%
Argilla	(< 0,005)	35,46	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso iniziale		50	*g*
Diametro massimo		0,075	*mm*
Diametro	u.m.	*Percentuale*	
0,0535	*mm*	89,41	%
0,0381	*mm*	87,83	%
0,0273	*mm*	84,67	%
0,0198	*mm*	78,35	%
0,0145	*mm*	68,88	%
0,0110	*mm*	59,40	%
0,0081	*mm*	48,35	%
0,0058	*mm*	40,45	%
0,0042	*mm*	30,98	%
0,0031	*mm*	24,66	%
0,0022	*mm*	18,34	%
0,0016	*mm*	15,19	%
0,0013	*mm*	13,61	%

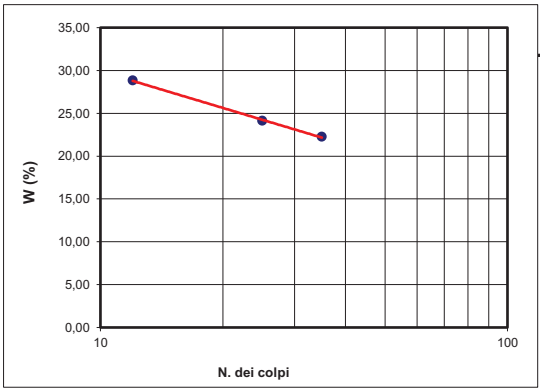
ASTM CLASSIFICATION
CL o OL
AASHTO M 145-82
-

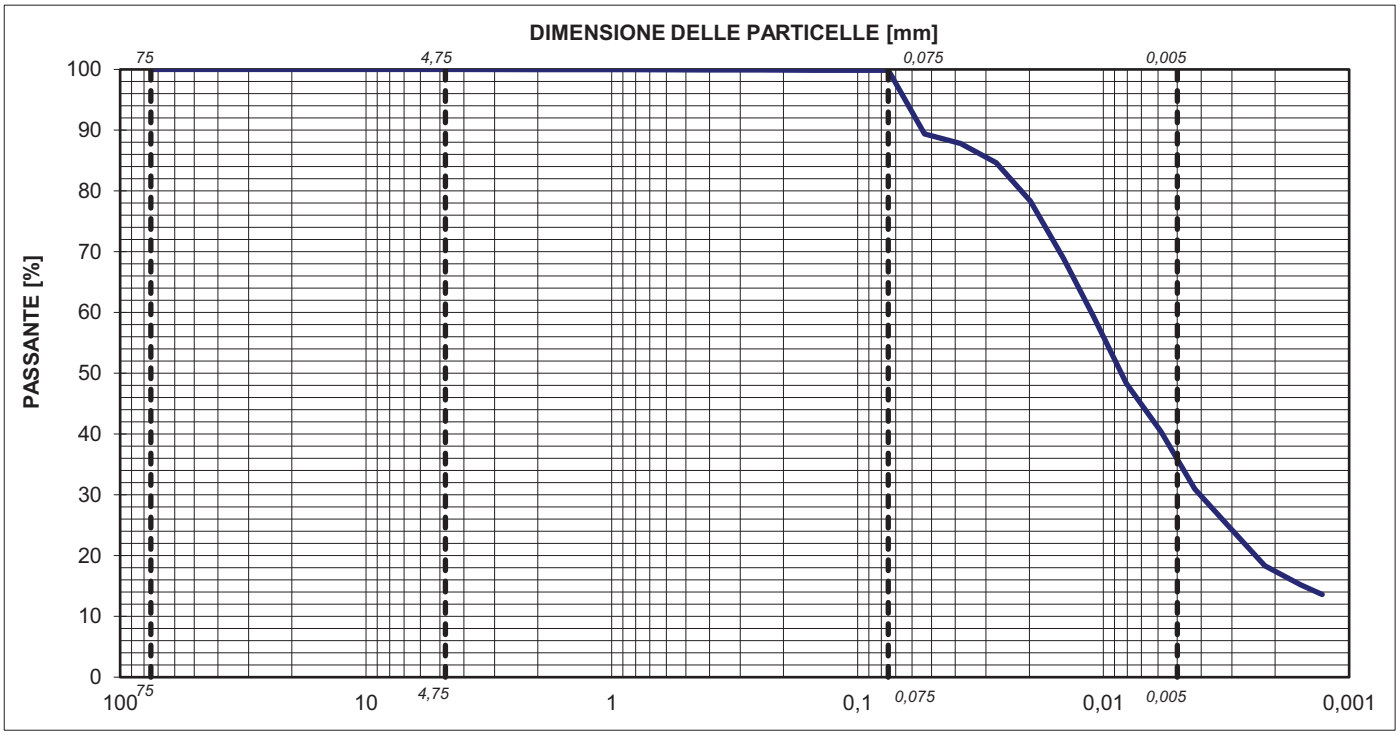
gs	-	*Mg/mc*	
CU		-	-
CC		-	-

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite Liquido	(WL)	24	%
Limite Plastico	(WP)	17	%
Indice di Plasticità	(IP)	7	%
Indice di Consistenza	(IC)	-	%

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	22,94	51,41	45,04	28,82	12
LL	23,22	51,42	45,94	24,12	25
LL	22,77	49,97	45,02	22,25	35
LP	23,06	31,38	30,08	18,52	-
LP	23,53	31,76	30,54	17,40	-





Capitale Sociale € 95.000,00.- i.v. Sede Legale Via E. Pagliano, 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 r.a. Fax 0261770281
E-mail:info@geoaltair.it P.E.C.:altairsrl1@legalmail.it R.E.A. n. 1198777 – Registro Imprese Milano / C.F. / p.IVA n. 08041580153

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO:

ALTAIR S.R.L.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato 4877	**del 09/11/2021**	**Accettazione 2924**	**del 13/10/2021**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO *(ASTM D3080)*

data inizio prova	19/10/2021	data fine prova	25/10/2021

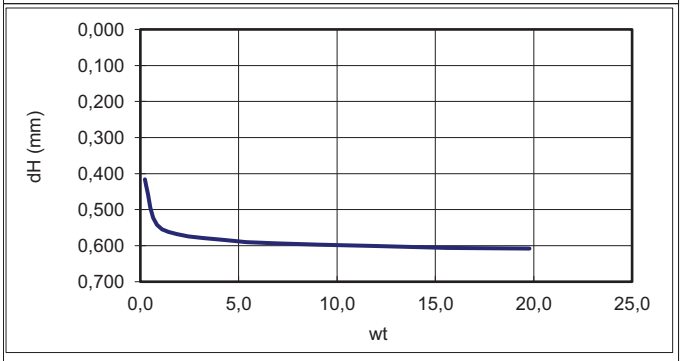
COMMITTENTE:	CRESTANA SRLS
COMMESSA:	-
LOCALITA':	DESENZANO, VIA MARCONI
CAMPIONE:	S1
SONDAGGIO:	CI1 IN CLASSE Q4
PROFONDITA':	6,00-6,70 m

Dati Provini		σ_v (kPa)	σ_v (kPa)	σ_v (kPa)
		100,0	150,0	200,0
Sezione provino	mmq	28293,19	28293,19	28293,19
Altezza iniziale	mm	19,76	19,76	19,76
Altezza finale	mm	18,67	18,33	18,05
Peso tara 1	Mg	4,46E-05	4,46E-05	4,46E-05
Tara + p. umido iniziale	Mg	1,62E-04	1,59E-04	1,67E-04
Peso tara 2	Mg	5,13E-05	4,74E-05	4,41E-05
Tara + p. umido finale	Mg	1,67E-04	1,59E-04	1,63E-04
Tara + p. provino secco	Mg	1,47E-04	1,39E-04	1,45E-04
Peso di volume iniziale	Mg/mc	2,10	2,05	2,19
Peso di volume finale	Mg/mc	2,19	2,15	2,33
Peso di volume secco	Mg/mc	1,71	1,63	1,81
Contenuto acqua iniziale	%	22,84	25,78	21,11
Contenuto acqua finale	%	20,82	22,30	17,97
Saturazione iniziale	%	100,00	100,00	100,00
Saturazione finale	%	100,00	100,00	100,00
Indice dei vuoti iniziale	-	0,59	0,67	0,51
Indice dei vuoti finale	-	0,50	0,55	0,38
Peso vol. secco finale	Mg/mc	1,81	1,76	1,98
Altezza fine consolidazione	mm	19,15	18,68	18,71
Valore t_{100}	min	1,10	1,50	1,80

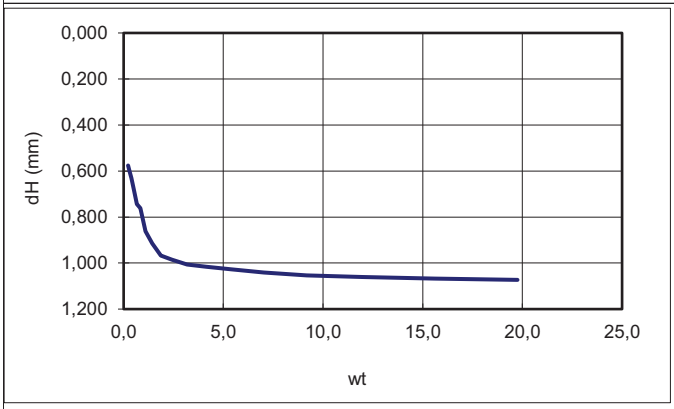
Letture Tempi - Cedimenti		σ_v (KpA)	σ_v (KpA)	σ_v (KpA)
		100,0	150,0	200,0
[min]	letture	dH	dH	dH
	n.	[mm]	[mm]	[mm]
0,05	1	0,00	0,00	0,00
0,09	2	0,43	0,60	0,68
0,15	3	0,46	0,63	0,72
0,25	4	0,49	0,68	0,78
0,42	5	0,52	0,74	0,86
0,72	6	0,54	0,76	0,91
1,21	7	0,56	0,86	0,95
2,06	8	0,56	0,92	0,98
3,49	9	0,57	0,97	1,00
5,93	10	0,57	0,99	1,00
10,08	11	0,58	1,01	1,01
18,05	12	0,58	1,02	1,02
29,13	13	0,59	1,03	1,02
49,53	14	0,59	1,04	1,02
84,19	15	0,60	1,05	1,03
143,13	16	0,60	1,06	1,04
243,31	17	0,61	1,07	1,04
391,38	18	0,61	1,07	1,05
0,00	19	0,00	0,00	0,00
0,00	20	0,00	0,00	0,00
0,00	21	0,00	0,00	0,00

Grafici Cedimenti dh/√t

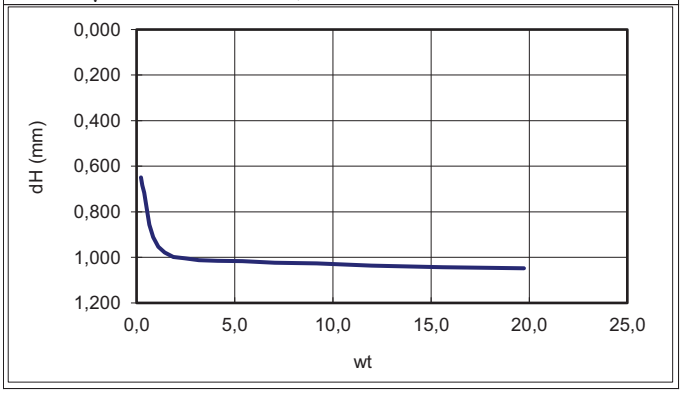
σ_v 100,0 kPa



σ_v 150,0 kPa



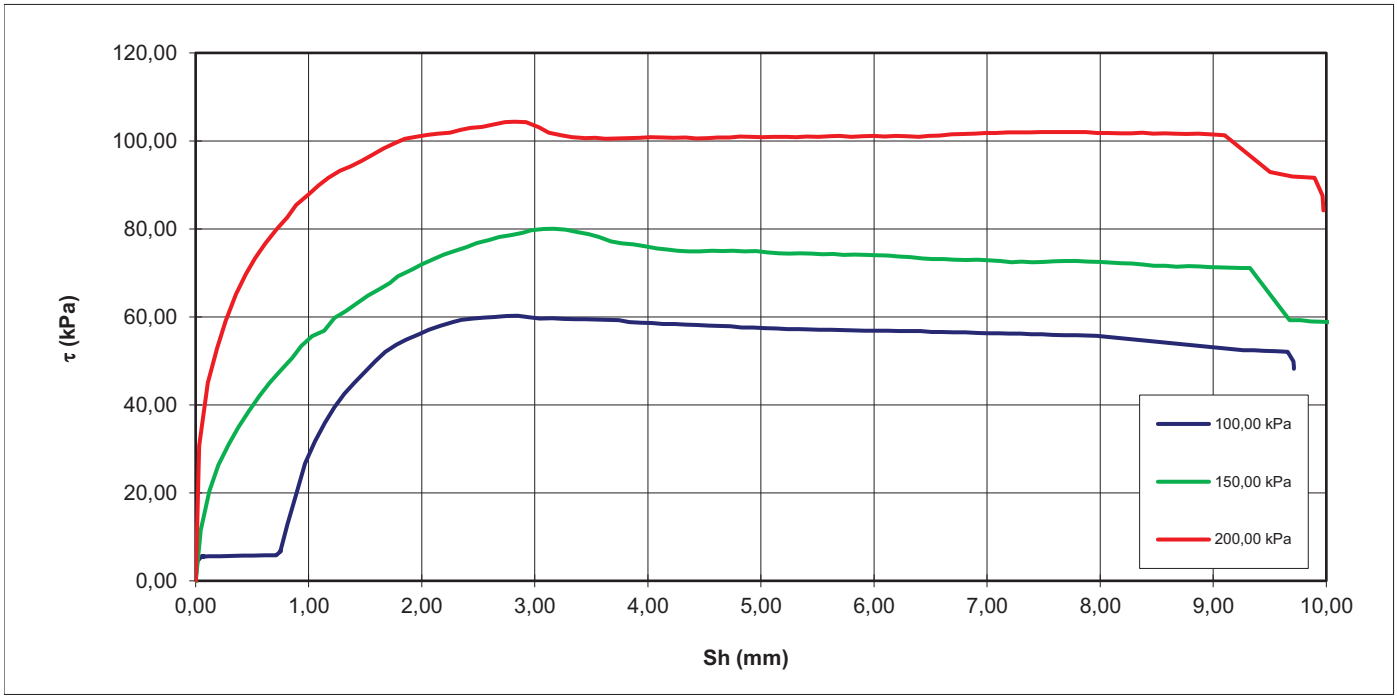
σ_v 200,0 kPa



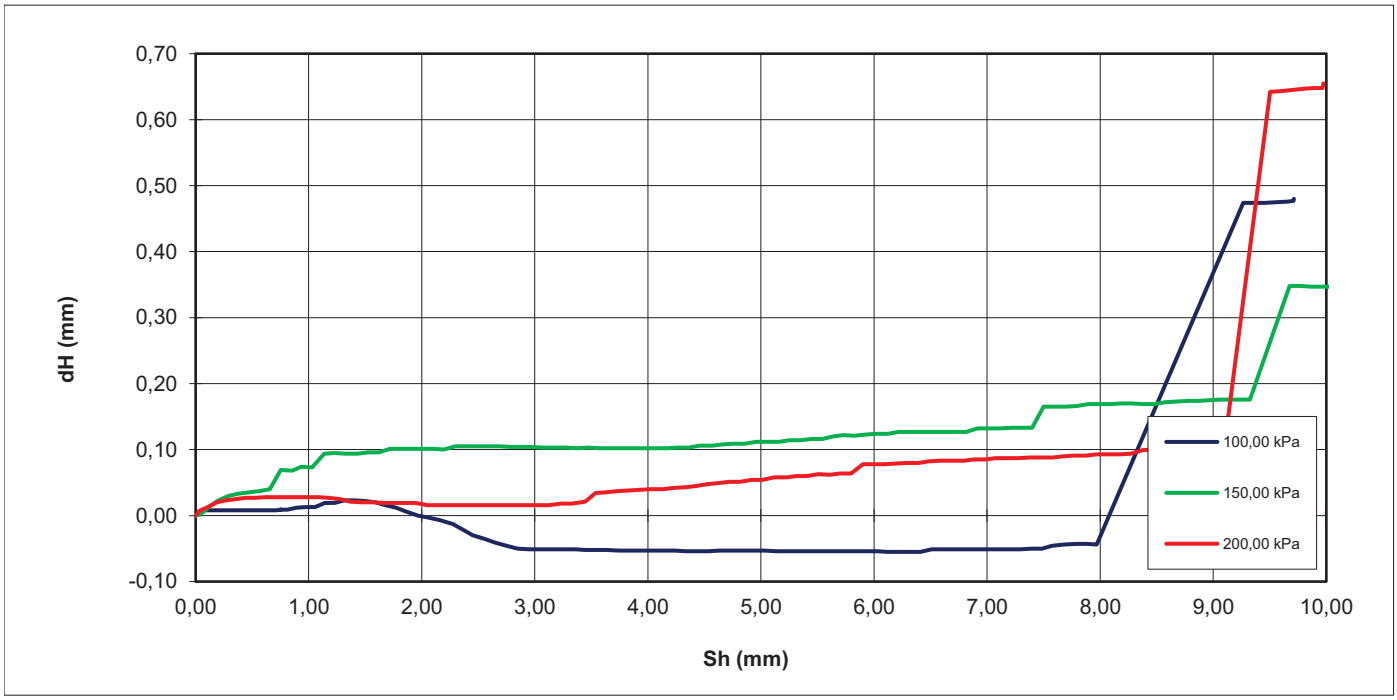
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO:

Certificato 4877	del 09/11/2021	Accettazione 2924	del 13/10/2021

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA
GRAFICO (t Sh) ASTM D3080



PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA
GRAFICI (deformazione verticale/scorrimento orizzontale) ASTM D3080



Certificato 4877	del 09/11/2021	Accettazione 2924	del 13/10/2021

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

	σ_v	100,00	kPa		σ_v	150,00	kPa		σ_v	200,00	kPa	
dt (min)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)
0	0,00	0,00	0,98	0,34	0,00	0,00	-1,19	-0,42	0,00	0,00	0,07	0,02
10	0,01	0,00	12,53	4,43	0,04	0,00	32,63	11,53	0,00	0,00	0,14	0,05
20	0,05	0,01	15,75	5,57	0,12	0,01	57,83	20,44	0,00	0,00	3,51	1,24
30	0,06	0,01	15,68	5,54	0,20	0,02	74,42	26,30	0,03	0,01	86,74	30,66
40	0,06	0,01	15,75	5,57	0,29	0,03	87,61	30,97	0,11	0,01	127,22	44,96
50	0,07	0,01	15,68	5,54	0,38	0,03	98,83	34,93	0,19	0,02	149,56	52,86
60	0,07	0,01	15,75	5,57	0,47	0,04	108,94	38,50	0,27	0,02	167,22	59,10
70	0,07	0,01	15,68	5,54	0,57	0,04	119,13	42,11	0,36	0,03	184,40	65,18
80	0,07	0,01	15,90	5,62	0,66	0,04	127,59	45,09	0,44	0,03	197,26	69,72
90	0,07	0,01	15,68	5,54	0,75	0,07	135,25	47,80	0,53	0,03	207,50	73,34
100	0,07	0,01	15,90	5,62	0,86	0,07	143,31	50,65	0,62	0,03	217,05	76,71
110	0,07	0,01	15,68	5,54	0,93	0,07	150,97	53,36	0,72	0,03	225,98	79,87
120	0,12	0,01	15,90	5,62	1,03	0,07	157,29	55,59	0,81	0,03	233,89	82,67
130	0,22	0,01	15,90	5,62	1,14	0,09	160,77	56,82	0,89	0,03	241,79	85,46
140	0,32	0,01	16,05	5,67	1,23	0,10	168,98	59,72	1,00	0,03	248,53	87,84
150	0,42	0,01	16,20	5,73	1,33	0,09	173,48	61,32	1,09	0,03	254,30	89,88
160	0,51	0,01	16,28	5,75	1,43	0,09	178,86	63,22	1,17	0,03	259,18	91,61
170	0,61	0,01	16,43	5,81	1,53	0,10	183,44	64,83	1,28	0,03	263,72	93,21
180	0,71	0,01	16,50	5,83	1,62	0,10	187,39	66,23	1,37	0,02	266,33	94,13
190	0,75	0,01	19,05	6,73	1,72	0,10	191,58	67,71	1,47	0,02	270,18	95,49
200	0,75	0,01	18,98	6,71	1,79	0,10	195,92	69,25	1,57	0,02	274,10	96,88
210	0,75	0,01	18,90	6,68	1,91	0,10	199,95	70,67	1,66	0,02	278,15	98,31
220	0,75	0,01	19,05	6,73	2,00	0,10	203,74	72,01	1,76	0,02	281,52	99,50
230	0,81	0,01	36,30	12,83	2,11	0,10	206,98	73,16	1,85	0,02	284,27	100,47
240	0,89	0,01	56,10	19,83	2,19	0,10	209,82	74,16	1,95	0,02	285,44	100,88
250	0,97	0,01	75,45	26,67	2,30	0,11	212,35	75,05	2,05	0,02	286,67	101,32
260	1,06	0,01	89,70	31,70	2,39	0,11	214,64	75,86	2,14	0,02	287,50	101,61
270	1,14	0,02	101,63	35,92	2,49	0,11	217,17	76,76	2,25	0,02	288,25	101,88
280	1,23	0,02	111,75	39,50	2,60	0,11	219,30	77,51	2,34	0,02	290,04	102,51
290	1,32	0,02	120,23	42,49	2,68	0,11	221,04	78,13	2,43	0,02	291,21	102,93
300	1,41	0,02	127,58	45,09	2,79	0,10	222,46	78,63	2,53	0,02	291,90	103,17
310	1,50	0,02	134,55	47,56	2,89	0,10	223,73	79,07	2,64	0,02	293,61	103,78
320	1,59	0,02	141,23	49,91	2,97	0,10	225,39	79,66	2,74	0,02	295,06	104,29
330	1,68	0,02	147,23	52,04	3,08	0,10	226,34	80,00	2,82	0,02	295,26	104,36
340	1,78	0,01	151,73	53,63	3,17	0,10	226,41	80,02	2,92	0,02	294,99	104,26
350	1,86	0,01	155,18	54,85	3,27	0,10	225,86	79,83	3,04	0,02	291,62	103,07
360	1,97	0,00	158,40	55,99	3,38	0,10	224,28	79,27	3,12	0,02	288,25	101,88
370	2,06	0,00	161,40	57,05	3,47	0,10	223,02	78,82	3,23	0,02	286,47	101,25
380	2,16	-0,01	163,95	57,95	3,57	0,10	221,12	78,15	3,33	0,02	285,30	100,84
390	2,27	-0,01	166,35	58,80	3,67	0,10	218,28	77,15	3,45	0,02	284,68	100,62
400	2,35	-0,02	167,93	59,35	3,77	0,10	217,01	76,70	3,54	0,03	284,82	100,67
410	2,45	-0,03	168,75	59,64	3,87	0,10	216,30	76,45	3,63	0,04	284,27	100,47
420	2,55	-0,04	169,28	59,83	3,98	0,10	215,12	76,03	3,73	0,04	284,47	100,54
430	2,65	-0,04	169,73	59,99	4,08	0,10	213,77	75,56	3,83	0,04	284,75	100,64
440	2,75	-0,05	170,33	60,20	4,17	0,10	213,14	75,33	3,93	0,04	284,82	100,67
450	2,85	-0,05	170,48	60,25	4,26	0,10	212,19	75,00	4,02	0,04	285,30	100,84
460	2,95	-0,05	169,50	59,91	4,36	0,10	211,96	74,91	4,14	0,04	285,02	100,74
470	3,04	-0,05	168,68	59,62	4,46	0,11	211,80	74,86	4,23	0,04	284,82	100,67
480	3,16	-0,05	168,83	59,67	4,57	0,11	212,27	75,03	4,33	0,04	285,02	100,74
490	3,25	-0,05	168,53	59,56	4,66	0,11	212,12	74,97	4,43	0,05	284,54	100,57
500	3,36	-0,05	168,30	59,48	4,75	0,11	212,27	75,03	4,53	0,05	284,61	100,59
510	3,45	-0,05	168,23	59,46	4,85	0,11	211,88	74,89	4,62	0,05	285,16	100,79
520	3,54	-0,05	168,15	59,43	4,96	0,11	212,04	74,94	4,72	0,05	285,16	100,79
530	3,63	-0,05	167,93	59,35	5,05	0,11	211,33	74,69	4,81	0,05	285,64	100,96
540	3,74	-0,05	167,55	59,22	5,16	0,11	210,61	74,44	4,92	0,05	285,44	100,88
550	3,83	-0,05	166,50	58,85	5,25	0,11	210,38	74,36	5,01	0,05	285,23	100,81
560	3,93	-0,05	165,98	58,66	5,34	0,11	210,69	74,47	5,11	0,06	285,57	100,93
570	4,04	-0,05	165,75	58,58	5,45	0,12	210,38	74,36	5,23	0,06	285,44	100,88
580	4,13	-0,05	165,23	58,40	5,55	0,12	209,98	74,22	5,31	0,06	285,23	100,81
590	4,24	-0,05	165,08	58,34	5,64	0,12	210,22	74,30	5,41	0,06	285,64	100,96
600	4,34	-0,05	164,85	58,26	5,73	0,12	209,67	74,10	5,51	0,06	285,44	100,88
610	4,43	-0,05	164,63	58,19	5,82	0,12	209,82	74,16	5,61	0,06	285,85	101,03
620	4,54	-0,05	164,10	58,00	5,94	0,12	209,67	74,10	5,70	0,06	286,19	101,15
630	4,63	-0,05	163,88	57,92	6,02	0,12	209,51	74,05	5,80	0,06	285,57	100,93

Certificato 4877	del 09/11/2021	Accettazione 2924	del 13/10/2021

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

	σ_v	100,00	kPa		σ_v	150,00	kPa		σ_v	200,00	kPa	
dt (min)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)
640	4,73	-0,05	163,73	57,87	6,12	0,12	209,27	73,97	5,90	0,08	285,85	101,03
650	4,83	-0,05	162,98	57,60	6,22	0,13	208,64	73,74	6,00	0,08	286,05	101,10
660	4,93	-0,05	162,83	57,55	6,32	0,13	208,24	73,60	6,09	0,08	285,71	100,98
670	5,03	-0,05	162,45	57,42	6,43	0,13	207,38	73,30	6,19	0,08	286,05	101,10
680	5,14	-0,05	162,30	57,36	6,52	0,13	206,90	73,13	6,29	0,08	285,99	101,08
690	5,23	-0,05	161,93	57,23	6,62	0,13	206,90	73,13	6,40	0,08	285,50	100,91
700	5,34	-0,05	161,85	57,20	6,71	0,13	206,59	73,02	6,48	0,08	286,12	101,13
710	5,43	-0,05	161,70	57,15	6,82	0,13	206,35	72,93	6,58	0,08	286,40	101,23
720	5,52	-0,05	161,40	57,05	6,91	0,13	206,43	72,96	6,68	0,08	287,09	101,47
730	5,62	-0,05	161,48	57,07	7,02	0,13	206,11	72,85	6,79	0,08	287,36	101,57
740	5,72	-0,05	161,18	56,97	7,11	0,13	205,80	72,74	6,89	0,09	287,50	101,61
750	5,82	-0,05	161,10	56,94	7,22	0,13	204,93	72,43	6,99	0,09	287,91	101,76
760	5,92	-0,05	160,88	56,86	7,31	0,13	205,32	72,57	7,08	0,09	287,98	101,78
770	6,02	-0,05	160,80	56,83	7,40	0,13	204,93	72,43	7,18	0,09	288,32	101,91
780	6,12	-0,06	160,88	56,86	7,50	0,17	205,01	72,46	7,28	0,09	288,46	101,95
790	6,22	-0,06	160,65	56,78	7,59	0,17	205,56	72,65	7,38	0,09	288,46	101,95
800	6,31	-0,06	160,58	56,75	7,69	0,17	205,72	72,71	7,48	0,09	288,67	102,03
810	6,41	-0,06	160,58	56,75	7,79	0,17	205,80	72,74	7,58	0,09	288,67	102,03
820	6,51	-0,05	159,98	56,54	7,90	0,17	205,24	72,54	7,68	0,09	288,60	102,00
830	6,60	-0,05	160,05	56,57	8,00	0,17	205,08	72,49	7,77	0,09	288,53	101,98
840	6,70	-0,05	159,75	56,46	8,09	0,17	204,69	72,35	7,87	0,09	288,53	101,98
850	6,81	-0,05	159,83	56,49	8,19	0,17	204,29	72,21	7,97	0,09	287,91	101,76
860	6,91	-0,05	159,45	56,36	8,28	0,17	203,98	72,09	8,07	0,09	287,98	101,78
870	7,00	-0,05	159,30	56,30	8,38	0,17	203,43	71,90	8,18	0,09	287,84	101,74
880	7,11	-0,05	159,15	56,25	8,48	0,17	202,71	71,65	8,27	0,09	287,77	101,71
890	7,19	-0,05	158,93	56,17	8,58	0,17	202,71	71,65	8,37	0,10	288,18	101,86
900	7,29	-0,05	159,00	56,20	8,68	0,17	202,00	71,40	8,47	0,10	287,50	101,61
910	7,39	-0,05	158,55	56,04	8,78	0,17	202,40	71,54	8,57	0,10	287,70	101,69
920	7,49	-0,05	158,63	56,06	8,87	0,17	202,24	71,48	8,66	0,10	287,57	101,64
930	7,57	-0,05	158,25	55,93	8,96	0,18	201,85	71,34	8,76	0,10	287,36	101,57
940	7,68	-0,04	158,03	55,85	9,06	0,18	201,61	71,26	8,87	0,11	287,50	101,61
950	7,79	-0,04	158,03	55,85	9,16	0,18	201,37	71,17	8,97	0,11	287,15	101,49
960	7,88	-0,04	157,80	55,77	9,25	0,18	201,13	71,09	9,06	0,11	286,81	101,37
968	7,97	-0,04	157,65	55,72	9,32	0,18	201,21	71,12	9,10	0,11	286,60	101,30
980	9,26	0,47	148,28	52,41	9,67	0,35	167,64	59,25	9,50	0,64	262,82	92,89
990	9,36	0,47	148,28	52,41	9,77	0,35	167,64	59,25	9,59	0,64	261,59	92,46
1000	9,46	0,47	147,98	52,30	9,87	0,35	166,77	58,94	9,70	0,65	260,01	91,90
1010	9,56	0,48	147,68	52,19	9,97	0,35	166,53	58,86	9,80	0,65	259,52	91,73
1020	9,66	0,48	147,23	52,04	10,07	0,35	166,22	58,75	9,90	0,65	259,11	91,58
1030	9,71	0,48	141,15	49,89	10,15	0,35	158,55	56,04	9,97	0,65	247,77	87,57
1040	9,71	0,48	137,85	48,72	10,15	0,35	153,66	54,31	9,97	0,65	241,10	85,22
1050	9,71	0,48	136,28	48,17	10,15	0,35	151,52	53,55	9,97	0,66	238,29	84,22
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

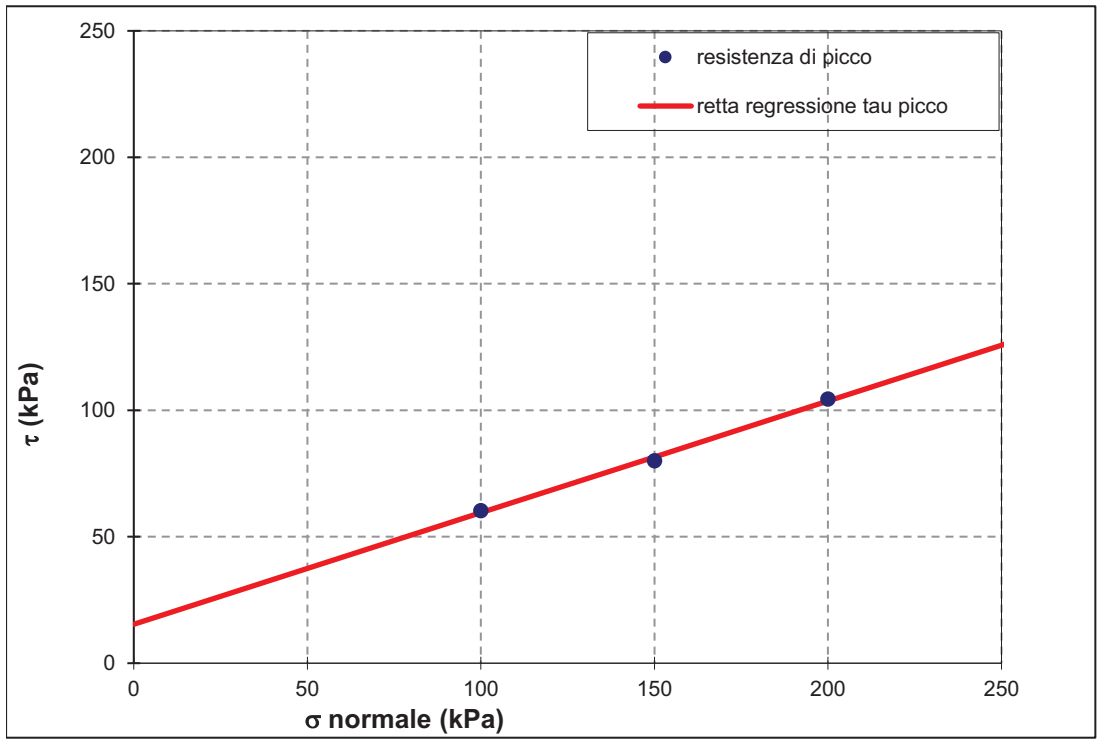
PROVA DI TAGLIO DIRETTO '- INVILUPPO A ROTTURA τ – σ

COMMITTENTE:	CRESTANA SRLS
COMMESSA:	-
LOCALITA':	DESENZANO, VIA MARCONI
SONDAGGIO:	S1
CAMPIONE:	CI1 IN CLASSE Q4
PROFONDITA':	6,00-6,70 m

Caratteristiche dei provini

Provino	H_0	A_0	γn	γd	W_0	W_f	σ normale	τ di picco	Sh	Velocità
	mm	cm^2	Mg/mc	Mg/mc	%	%	[kPa]	[kPa]	mm	mm/min
T1	19,76	28,29	2,10	1,71	22,84	20,82	100,0	60,25	2,85	0,01
T2	19,76	28,29	2,05	1,63	25,78	22,30	150,0	80,02	3,17	0,01
T3	19,76	28,29	2,19	1,81	21,11	17,97	200,0	104,36	2,82	0,01

c' picco =	ϕ' picco =
kPa	°
15,39	**23,80**



Note

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato 4876	del 09/11/2021	Accettazione 2924	del 13/10/2021

PROVA TRIASSIALE "UU" NON CONSOLIDATA NON DRENATA *(ASTM D 2850)*

data inizio prova	19/10/2021	data fine prova	20/10/2021

COMMITTENTE:	CRESTANA SRLS
COMMESSA:	-
LOCALITA':	DESENZANO, VIA MARCONI
SONDAGGIO :	S1
CAMPIONE:	CI1 IN CLASSE Q4
PROFONDITA' :	6,00-6,70 m

Caratteristiche fisiche		*Provino 1*	*Provino 2*	*Provino 3*
Sezione	*mmq*	1140,09	1140,09	1140,09
Altezza iniziale	*mm*	76,20	76,20	76,20
Altezza finale	*mm*	60,85	60,75	60,76
Tara	*g*	41,38	41,11	45,60
Peso lordo umido iniziale	*g*	221,77	215,88	210,23
Peso lordo provino secco	*g*	193,00	185,69	180,77
Peso specifico dei grani	*Mg/mc*	2,720	2,720	2,720
Peso di volume naturale	*Mg/mc*	2,08	2,01	1,90
Peso di volume secco	*Mg/mc*	1,75	1,66	1,56
Contenuto d'acqua iniziale	*%*	18,98	20,88	21,79

Risultati fase di rottura		*Provino 1*	*Provino 2*	*Provino 3*
ε	*%*	17,83	19,62	20,26
$\sigma 1 - \sigma 3$	*kPa*	167,93	186,13	161,56
$\sigma 3$	*kPa*	100	200	300
Velocità di rottura	*mm/min*	0,50	0,50	0,50

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato 4876	**del 09/11/2021**	**Accettazione 2924**	**del 13/10/2021**

PROVA TRIASSIALE "UU" PROVINO 1 *(ASTM D 2850)*	$\sigma 3$ **100,00** kPa

COMMITTENTE:	CRESTANA SRLS
COMMESSA:	-
LOCALITA':	DESENZANO, VIA MARCONI
SONDAGGIO :	S1
CAMPIONE:	CI1 IN CLASSE Q4
PROFONDITA' :	6,00-6,70 m

Dati sperimentali Provino 1

lettura n.	Tempo (sec)	dH (mm)	dN (N)
1	0	0,000	0,00
2	30	0,164	40,00
3	60	0,403	60,00
4	90	0,624	76,00
5	120	0,878	88,00
6	150	1,124	98,00
7	180	1,372	106,00
8	210	1,635	113,00
9	240	1,871	119,00
10	270	2,128	124,00
11	300	2,386	130,00
12	330	2,642	134,00
13	360	2,891	139,00
14	390	3,141	144,00
15	420	3,388	148,00
16	450	3,625	151,00
17	480	3,871	155,00
18	510	4,122	159,00
19	540	4,370	162,00
20	570	4,619	165,00
21	600	4,884	168,00
22	630	5,130	171,00
23	660	5,388	173,00
24	690	5,630	176,00
25	720	5,884	179,00
26	750	6,130	182,00
27	780	6,364	184,00
28	810	6,613	187,00
29	840	6,864	188,00
30	870	7,111	191,00
31	900	7,359	193,00
32	930	7,616	195,00
33	960	7,864	197,00
34	990	8,115	199,00
35	1020	8,373	201,00
36	1050	8,629	204,00
37	1080	8,883	205,00
38	1110	9,154	207,00
39	1140	9,380	209,00
40	1170	9,619	211,00
41	1200	9,848	213,00
42	1230	10,106	215,00
43	1260	10,357	216,00
44	1290	10,600	218,00
45	1320	10,859	220,00
46	1350	11,123	223,00
47	1380	11,359	222,00
48	1410	11,610	223,00
49	1440	11,871	225,00
50	1470	12,114	225,00
51	1500	12,347	226,00
52	1530	12,619	227,00
53	1560	12,841	228,00
54	1590	13,080	229,00

Risultati Provino 1

A (mmq)	$\sigma 1$ (kPa)	ε (%)	$\sigma 1 - \sigma 3$ (kPa)
1140,092	100,000	0,000	0,00
1142,551	135,009	0,215	35,01
1146,154	152,349	0,529	52,35
1149,505	166,115	0,819	66,12
1153,381	176,297	1,152	76,30
1157,161	184,690	1,475	84,69
1160,996	191,301	1,801	91,30
1165,091	196,988	2,146	96,99
1168,790	201,815	2,455	101,81
1172,845	205,726	2,793	105,73
1176,945	210,455	3,131	110,46
1181,041	213,459	3,467	113,46
1185,052	217,294	3,794	117,29
1189,107	221,099	4,122	121,10
1193,141	224,042	4,446	124,04
1197,038	226,145	4,757	126,14
1201,109	229,047	5,080	129,05
1205,291	231,918	5,409	131,92
1209,453	233,945	5,735	133,94
1213,660	235,952	6,062	135,95
1218,170	237,912	6,409	137,91
1222,386	239,890	6,732	139,89
1226,840	241,013	7,071	141,01
1231,047	242,968	7,388	142,97
1235,494	244,881	7,722	144,88
1239,832	246,794	8,045	146,79
1243,986	247,912	8,352	147,91
1248,437	249,787	8,678	149,79
1252,957	250,045	9,008	150,05
1257,436	251,896	9,332	151,90
1261,966	252,936	9,657	152,94
1266,695	253,944	9,995	153,94
1271,292	254,960	10,320	154,96
1275,979	255,959	10,650	155,96
1280,832	256,929	10,988	156,93
1285,685	258,670	11,324	158,67
1290,536	258,849	11,657	158,85
1295,752	259,753	12,013	159,75
1300,135	260,753	12,310	160,75
1304,802	261,710	12,623	161,71
1309,305	262,682	12,924	162,68
1314,416	263,571	13,262	163,57
1319,426	263,707	13,592	163,71
1324,314	264,614	13,911	164,61
1329,563	265,468	14,251	165,47
1334,957	267,047	14,597	167,05
1339,816	265,694	14,907	165,69
1345,022	265,796	15,236	165,80
1350,480	266,607	15,579	166,61
1355,600	265,978	15,898	165,98
1360,547	266,110	16,203	166,11
1366,367	266,134	16,560	166,13
1371,155	266,283	16,852	166,28
1376,347	266,383	17,165	166,38

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato 4876	**del 09/11/2021**	**Accettazione 2924**	**del 13/10/2021**

PROVA TRIASSIALE "UU" PROVINO 2 *(ASTM D 2850)*	$\sigma 3$ **200,00** kPa

COMMITTENTE:	CRESTANA SRLS
COMMESSA:	-
LOCALITA':	DESENZANO, VIA MARCONI
SONDAGGIO :	S1
CAMPIONE:	CI1 IN CLASSE Q4
PROFONDITA' :	6,00-6,70 m

Dati sperimentali Provino 2

lettura n.	Tempo (sec)	dH (mm)	dN (N)
1	0	0,000	0,00
2	30	0,229	42,00
3	60	0,473	61,50
4	90	0,696	78,00
5	120	0,960	90,00
6	150	1,198	100,50
7	180	1,458	108,00
8	210	1,719	117,00
9	240	1,960	123,00
10	270	2,215	130,50
11	300	2,466	136,50
12	330	2,726	141,00
13	360	2,961	145,50
14	390	3,212	148,50
15	420	3,476	153,00
16	450	3,710	156,00
17	480	3,963	160,50
18	510	4,202	163,50
19	540	4,465	168,00
20	570	4,712	171,00
21	600	4,956	174,00
22	630	5,208	177,00
23	660	5,456	180,00
24	690	5,720	183,00
25	720	5,956	186,00
26	750	6,219	189,00
27	780	6,452	192,00
28	810	6,704	193,50
29	840	6,940	196,50
30	870	7,196	201,00
31	900	7,438	201,00
32	930	7,707	205,50
33	960	7,957	205,50
34	990	8,206	208,50
35	1020	8,466	208,50
36	1050	8,715	211,50
37	1080	8,965	213,00
38	1110	9,220	214,50
39	1140	9,461	217,50
40	1170	9,703	219,00
41	1200	9,950	223,50
42	1230	10,190	222,00
43	1260	10,451	225,00
44	1290	10,693	226,50
45	1320	10,935	228,00
46	1350	11,209	231,00
47	1380	11,452	232,50
48	1410	11,701	235,50
49	1440	11,944	238,50
50	1470	12,189	240,00
51	1500	12,431	241,50
52	1530	12,692	241,50
53	1560	12,924	246,00
54	1590	13,169	246,00

Risultati Provino 2

A (mmq)	$\sigma 1$ (kPa)	ε (%)	$\sigma 1 - \sigma 3$ (kPa)
1140,092	200,000	0,000	0,00
1143,528	236,728	0,301	36,73
1147,213	253,608	0,621	53,61
1150,601	267,791	0,913	67,79
1154,638	277,946	1,260	77,95
1158,302	286,765	1,572	86,76
1162,332	292,917	1,913	92,92
1166,405	300,308	2,256	100,31
1170,191	305,111	2,572	105,11
1174,224	311,137	2,907	111,14
1178,222	315,853	3,236	115,85
1182,391	319,250	3,577	119,25
1186,185	322,662	3,886	122,66
1190,264	324,762	4,215	124,76
1194,585	328,078	4,562	128,08
1198,441	330,169	4,869	130,17
1202,638	333,457	5,201	133,46
1206,631	335,501	5,514	135,50
1211,055	338,722	5,860	138,72
1215,239	340,713	6,184	140,71
1219,401	342,693	6,504	142,69
1223,729	344,640	6,835	144,64
1228,019	346,578	7,160	146,58
1232,619	348,464	7,507	148,46
1236,760	350,393	7,816	150,39
1241,408	352,246	8,161	152,25
1245,555	354,148	8,467	154,15
1250,072	354,791	8,798	154,79
1254,331	356,657	9,108	156,66
1258,985	359,652	9,444	159,65
1263,416	359,093	9,761	159,09
1268,378	362,018	10,114	162,02
1273,024	361,427	10,442	161,43
1277,686	363,186	10,769	163,19
1282,591	362,562	11,110	162,56
1287,323	364,294	11,437	164,29
1292,110	364,847	11,765	164,85
1297,029	365,378	12,100	165,38
1301,713	367,088	12,416	167,09
1306,450	367,630	12,734	167,63
1311,321	370,439	13,058	170,44
1316,088	368,682	13,373	168,68
1321,313	370,285	13,715	170,29
1326,194	370,789	14,033	170,79
1331,112	371,285	14,350	171,29
1336,724	372,811	14,710	172,81
1341,740	373,282	15,029	173,28
1346,920	374,843	15,356	174,84
1352,014	376,404	15,675	176,40
1357,189	376,836	15,996	176,84
1362,339	377,269	16,314	177,27
1367,938	376,543	16,656	176,54
1372,953	379,176	16,961	179,18
1378,290	378,482	17,282	178,48

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato 4876	**del 09/11/2021**	**Accettazione 2924**	**del 13/10/2021**

PROVA TRIASSIALE "UU" PROVINO 2 *(ASTM D 2850)*	$\sigma 3$ **300,00** kPa

COMMITTENTE:	CRESTANA SRLS
COMMESSA:	-
LOCALITA':	DESENZANO, VIA MARCONI
SONDAGGIO :	S1
CAMPIONE:	CI1 IN CLASSE Q4
PROFONDITA' :	6,00-6,70 m

Dati sperimentali Provino 3

lettura n.	Tempo (sec)	dH (mm)	dN (N)
1	0	0,000	0,00
2	30	0,217	42,00
3	60	0,475	60,00
4	90	0,730	75,00
5	120	0,982	87,00
6	150	1,215	96,00
7	180	1,461	105,00
8	210	1,710	111,00
9	240	1,950	117,00
10	270	2,207	123,00
11	300	2,473	126,00
12	330	2,710	129,00
13	360	2,968	132,00
14	390	3,218	132,00
15	420	3,466	138,00
16	450	3,711	138,00
17	480	3,965	141,00
18	510	4,215	144,00
19	540	4,448	144,00
20	570	4,711	144,00
21	600	4,944	147,00
22	630	5,190	147,00
23	660	5,450	147,00
24	690	5,701	150,00
25	720	5,961	150,00
26	750	6,227	150,00
27	780	6,471	153,00
28	810	6,715	156,00
29	840	6,971	156,00
30	870	7,214	162,00
31	900	7,458	159,00
32	930	7,691	165,00
33	960	7,949	162,00
34	990	8,209	168,00
35	1020	8,447	165,00
36	1050	8,701	174,00
37	1080	8,953	171,00
38	1110	9,226	174,00
39	1140	9,460	174,00
40	1170	9,707	177,00
41	1200	9,946	180,00
42	1230	10,194	183,00
43	1260	10,454	183,00
44	1290	10,685	186,00
45	1320	10,939	189,00
46	1350	11,175	195,00
47	1380	11,433	192,00
48	1410	11,696	195,00
49	1440	11,944	201,00
50	1470	12,189	201,00
51	1500	12,452	201,00
52	1530	12,700	204,00
53	1560	12,940	207,00
54	1590	13,193	210,00
55	1620	13,438	213,00

Risultati Provino 3

A (mmq)	$\sigma 1$ (kPa)	ε (%)	$\sigma 1 - \sigma 3$ (kPa)
1140,092	300,000	0,000	0,00
1143,348	336,734	0,285	36,73
1147,243	352,299	0,623	52,30
1151,120	365,154	0,958	65,15
1154,976	375,326	1,289	75,33
1158,565	382,861	1,594	82,86
1162,378	390,332	1,917	90,33
1166,264	395,176	2,244	95,18
1170,034	399,997	2,559	100,00
1174,098	404,761	2,896	104,76
1178,334	406,931	3,245	106,93
1182,134	409,125	3,556	109,12
1186,298	411,270	3,895	111,27
1190,362	410,891	4,223	110,89
1194,421	415,537	4,549	115,54
1198,458	415,148	4,870	115,15
1202,672	417,239	5,203	117,24
1206,849	419,319	5,531	119,32
1210,768	418,933	5,837	118,93
1215,222	418,497	6,182	118,50
1219,196	420,571	6,488	120,57
1223,419	420,155	6,811	120,16
1227,915	419,715	7,152	119,72
1232,287	421,725	7,482	121,72
1236,848	421,276	7,823	121,28
1241,550	420,817	8,172	120,82
1245,895	422,803	8,492	122,80
1250,270	424,773	8,812	124,77
1254,893	424,313	9,148	124,31
1259,313	428,642	9,467	128,64
1263,783	425,813	9,787	125,81
1268,082	430,118	10,093	130,12
1272,875	427,271	10,432	127,27
1277,743	431,482	10,773	131,48
1282,231	428,682	11,085	128,68
1287,056	435,192	11,419	135,19
1291,879	432,365	11,749	132,37
1297,145	434,141	12,108	134,14
1301,693	433,672	12,415	133,67
1306,528	435,474	12,739	135,47
1311,242	437,274	13,052	137,27
1316,168	439,040	13,378	139,04
1321,373	438,492	13,719	138,49
1326,032	440,268	14,022	140,27
1331,193	441,978	14,356	141,98
1336,025	445,955	14,665	145,96
1341,347	443,140	15,004	143,14
1346,816	444,786	15,349	144,79
1352,014	448,667	15,675	148,67
1357,189	448,100	15,996	148,10
1362,788	447,492	16,341	147,49
1368,110	449,111	16,667	149,11
1373,301	450,732	16,982	150,73
1378,815	452,305	17,314	152,30
1384,197	453,880	17,635	153,88

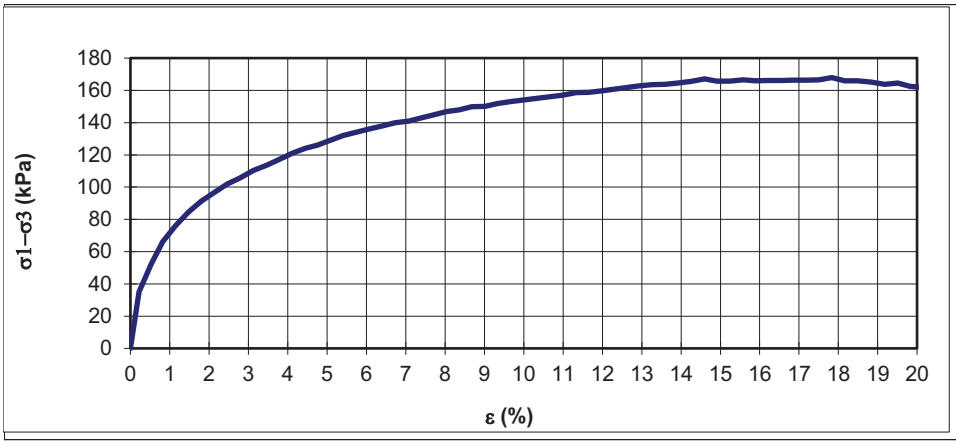
ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

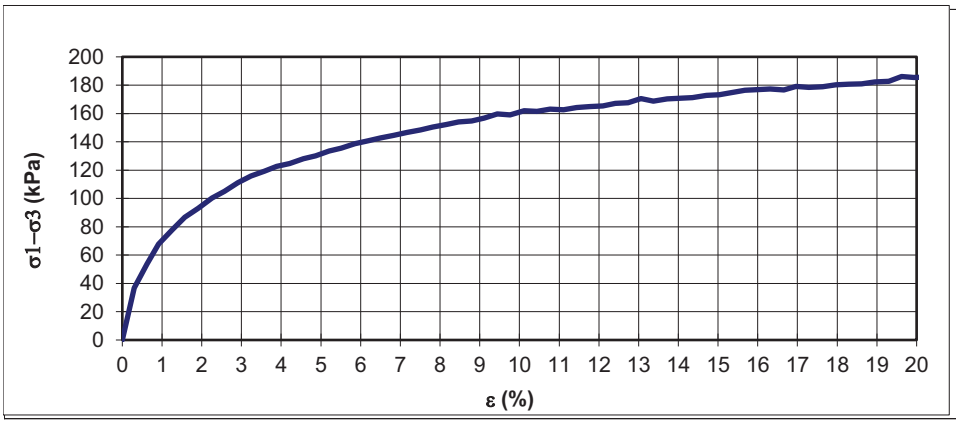
Certificato 4876	del 09/11/2021	Accettazione 2924	del 13/10/2021

PROVA TRIASSIALE "UU" GRAFICI SFORZI DEFORMAZIONI *(ASTM D 2850)*

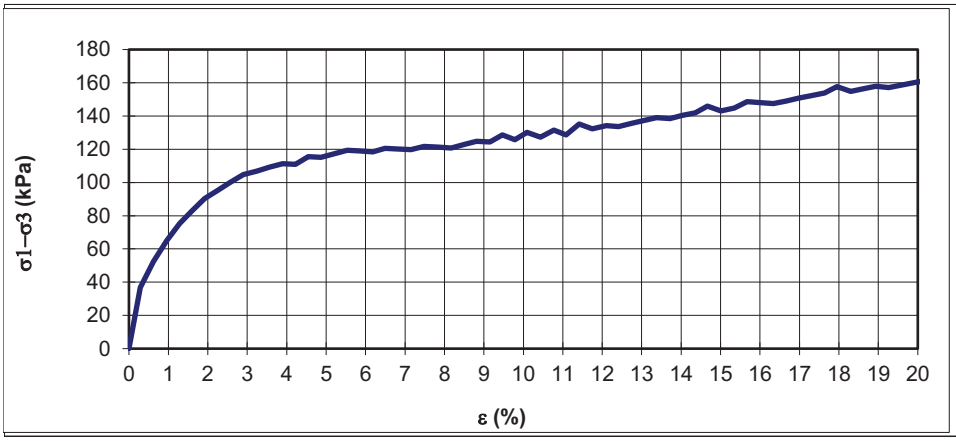
COMMITTENTE:	CRESTANA SRLS
COMMESSA:	-
LOCALITA':	DESENZANO, VIA MARCONI
SONDAGGIO :	S1
CAMPIONE:	CI1 IN CLASSE Q4
PROFONDITA' :	6,00-6,70 m



PROVINO 1		
ε	%	17,83
σ1 − σ3	*kPa*	167,93
σ3	*kPa*	100



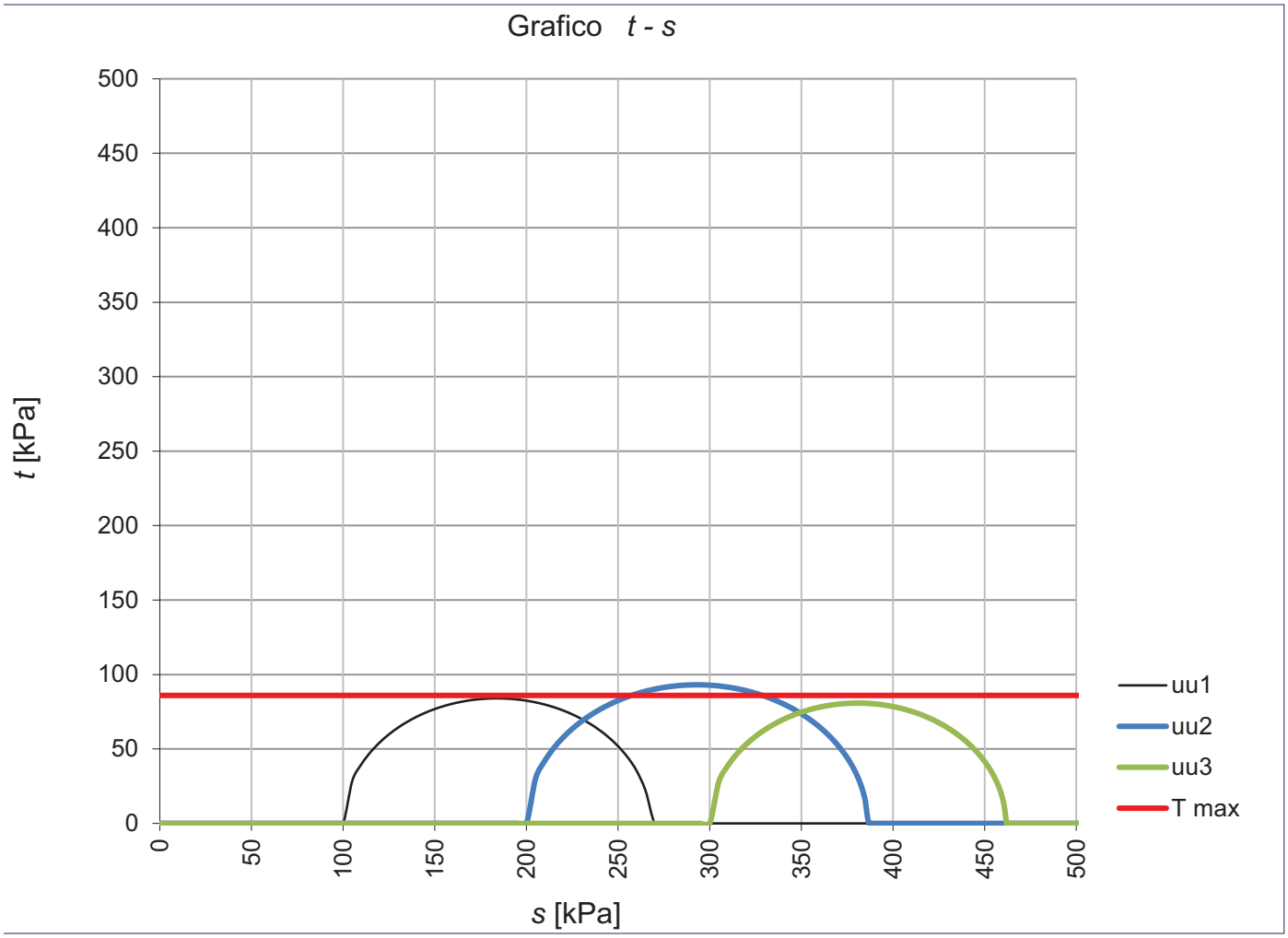
PROVINO 2		
ε	%	19,62
σ1 − σ3	*kPa*	186,13
σ3	*kPa*	200



PROVINO 3		
ε	%	20,26
σ1 − σ3	*kPa*	161,56
σ3	*kPa*	300

PROVA TRIASSIALE "UU" GRAFICI SFORZI TOTALI NEL PIANO s/t *(ASTM D 2850)*

COMMITTENTE:	CRESTANA SRLS
COMMESSA:	-
LOCALITA':	DESENZANO, VIA MARCONI
SONDAGGIO :	S1
CAMPIONE:	CI1 IN CLASSE Q4
PROFONDITA' :	6,00-6,70 m



Resistenza al taglio non drenata Cu	***85,9 kPa***

ALTAIR S.R.L.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato	**4874**	**del 09/11/2021**	**Accettazione**	**2924**	**del 13/10/2021**

CONTENUTO VOLUMETRICO D'ACQUA *(ASTM D 2216)* — *data inizio prova* ***19/10/2021*** *data fine prova* ***20/10/2021***

COMMITTENTE	CRESTANA SRLS
COMMESSA	-
LOCALITA'	DESENZANO, VIA MARCONI
SONDAGGIO	S1
CAMPIONE	CI1 IN CLASSE Q4
PROFONDITA'	6,00-6,70 m

Dati sperimentali			**Det. 1**	**Det. 2**		
Tara n.1	M_{c1}	Mg	5,4270E-05	4,9380E-05		
Peso del campione Lordo Umido	M_{cws}	Mg	1,8025E-04	1,7638E-04		
Peso del Campione Netto Umido	-	Mg	1,2598E-04	1,2700E-04		
Tara n.2	M_{c2}	Mg	5,4270E-05	4,9380E-04		
Peso del campione Lordo Secco	M_{cs}	Mg	1,5885E-04	1,5554E-04		
Peso del Campione Netto Secco	M_s	Mg	1,0458E-04	1,0616E-04		

Risultati

Contenuto volumetrico d'acqua	*Wn*	%	**20,5**	**19,6**		
Contenuto volumetrico medio d'acqua	*Wn*	%	**20,0**			

Capitale Sociale € 95.000,00.- i.v. Sede Legale Via E. Pagliano, 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 r.a. Fax 0261770281
E-mail:info@geoaltair.it P.E.C.:altairsrl1@legalmail.it R.E.A. n. 1198777 – Registro Imprese Milano / C.F. / p.IVA n. 08041580153

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO: