

COMUNE DI VALEGGIO SUL MINCIO - PROVINCIA DI VERONA

COMMITTENTE

**SOCIETA' AGRICOLA IL GELSO SRL**

## Piano Urbanistico Attuativo

RELATIVAMENTE LA REALIZZAZIONE DI UNA LOTTIZZAZIONE RESIDENZIALE E  
COMMERCIALE DENOMINATA "IL GELSO" IN VIA GIROLAMO GOTTARDI:  
ACCORDO PUBBLICO PRIVATO DEL 24-05-2017

I PROGETTISTI

I PROPRIETARI

ARCH. FEDERICO SIGNORELLI

SOCIETA' AGRICOLA IL GELSO SRL

ING. PAOLO DE BENI

spazio per i libri enti

Disegnato da: SF	Controllato da: SZ	Approvato da: SF	Rif. CAD: Cartiglio_CL_PUA.dwg
aggiornamenti			

 <b>CIRCLELAB</b> architecture and engineering group	committente <b>COSTRUZIONI MEZZANI LUCIANO SRL</b>		incarico <b>C1415 PUA MEZZANI</b>	cod.commissa <b>C1415</b>
	formato <b>A1</b>	data <b>21/07/2017</b>	elaborato <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	num. elab. <b>PD03-REV2</b>

CIRCLELAB architecture and engineering group società tra professionisti in forma cooperativa  
Viale Stazione 31 Peschiera del Garda (VR), 37019 – tel 045/7552954 fax 045/6409549  
<http://www.circlelab.it> email:info@circlelab.it PEC:circlelab@legalmail.it



Comune di  
**VALEGGIO SUL MINCIO**  
Provincia di Verona

## RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA

Ai sensi del D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le Costruzioni"

### ACCORDO DI PLANIFICAZIONE "IL GELSO"

**COMMITTENTE :** **IMPRESA DI COSTRUZIONI MEZZANI SRL**  
**VIA DEL BERSAGLIERE N. 6**  
**VALEGGIO SUL MINCIO (VR)**

Il tecnico  
*Dott. Geol. Giuliano Donaera*



*Castiglione delle Stiviere, li 28/05/2017*

Commessa	Data	Descrizione	Revisione	Redatta
<b>PRJ.151.17</b>	28/05/2017	Relazione geologica idrogeologica e sismica	05/2017	Dott. G. Donaera

**Studio GEO Ambiente**

Via Prede n. 16 ~ Castiglione delle Stiviere (Mn)  
Telefono 0376.1505961 ~ Fax 0376.1505960  
Partita I.V.A. : 02284190200

**E** [info@studiogeoambiente.it](mailto:info@studiogeoambiente.it)  
**W** [www.studiogeoambiente.it](http://www.studiogeoambiente.it)  
**P** [gdonaera@epap.sicurezzapostale.it](mailto:gdonaera@epap.sicurezzapostale.it)

# RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA

ai sensi del D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni"

Contiene il Piano delle indagini geognostiche

## ACCORDO DI PIANIFICAZIONE - PLR "IL GELSO"

**COMMITTENTE :      IMPRESA MEZZANI COSTRUZIONI SRL**

### INDICE:

<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b> .....	<b>4</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO</b> .....	<b>5</b>
2.1 GEOLOGIA DELL'AREA .....	5
2.2 UNITÀ LITOLOGICHE AFFIORANTI.....	7
2.3 IDROGRAFIA E GEOMORFOLOGIA.....	8
<b>3. IDROGEOLOGIA</b> .....	<b>9</b>
<b>4. INQUADRAMENTO URBANISTICO DELL'AREA</b> .....	<b>10</b>
4.1 VINCOLI.....	10
4.2 COMPATIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO.....	10
4.3 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI .....	10
<b>5. AZIONE SISMICA (MODELLO SISMICO DEL SITO)</b> .....	<b>11</b>
5.1 PERICOLOSITÀ DI RIFERIMENTO PER IL TERRITORIO NAZIONALE E REGIONALE.....	11
5.1 METODO DI INDAGINE.....	13
5.2 STRUMENTAZIONE.....	15
5.3 ELABORAZIONE DEI DATI.....	16
5.4 RISULTATI - DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE.....	18
5.2 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	20
<b>6. AMPLIFICAZIONE SISMICA DEL SITO</b> .....	<b>24</b>
<b>7. INDAGINE GEOGNOSTICA</b> .....	<b>25</b>
7.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SCPT (STANDARD CONE PENETRATION TEST).....	26
7.2 LITOSTRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO.....	31
• MODELLO GEOLOGICO STRATIGRAFICO .....	31
• MODELLO GEOTECNICO VALORI CARATTERISTICI .....	31
<b>8. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE</b> .....	<b>32</b>
<b>9. TERRE E ROCCE DA SCAVO</b> .....	<b>33</b>
I. Presupposti per l'utilizzo .....	33
II. Modalità di utilizzo.....	33
<b>10. CONCLUSIONI</b> .....	<b>35</b>

**ALLEGATI:**

- TAV 1 - Corografia generale in scala 1:10.000;
- TAV 2 – Estratto di mappa catastale in scala 1:2.000;
- TAV 3 - Carta geo-litologica in scala 1:10.000;
- TAV 4 – Ubicazione indagini geognostiche 1:1.000;
- Allegati grafici di indagine;

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA**

- Decreto Ministeriale 14.01.2008 - **Testo unico “Norme Tecniche per le Costruzioni”**;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - **Istruzioni per l’applicazione delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14.01.2008. Circolare 2 Febbraio 2009 e succ. mod. ed integrazioni**;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - **Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.**;
- Eurocodice 8 (1998) - **Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture Parte 5 : fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici (2003)**;
- Eurocodice 7.1 (1997) - **Progettazione geotecnica – Parte I: regole generali UNI**;
- Eurocodice 7.3 (2002) - **Progettazione geotecnica – Parte II: progettazione assistita con prove in sito (2002)**;
- **PAT del Comune di VALEGGIO SUL MINCIO (VR).**
- Pianificazione Regionale e Provinciale PTR e PTCP.
- Cartografia e basi informative geografiche e tematiche;
- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64**, provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **Decreto del Ministro dei lavori pubblici 11 marzo 1988**, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274**, primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3431** del 03.05.2005 “Ulteriori modifiche ed integrazioni all’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica»”;

Legislazione a carattere regionale (Regione Veneto):

- **Deliberazione del Consiglio Regionale del Veneto 03 Dicembre 2003 n. 67 “Decreto legislativo n. 112/1998** articolo 94, Legge 2 Febbraio 1974, n. 64 e OPCM del 20.03.2003 n. 3274 come modificata dall’OPCM del 02.10.2003 n. 3316 “Nuova Classificazione sismica del territorio regionale: Direttive”
- **D.G.R.V. n. 3308 del 04.11.2008**, “Applicazione delle nuove norme tecniche sulle costruzioni in zona sismica. Indicazioni per la redazione e verifica della pianificazione urbanistica. (L.R. 11 del 23 aprile 2004 “Norme per il governo del territorio)”;
- **Decreto Direzione Geologia ed Attività Estrattive n. 69 del 27.05.2010**, “Linee guida per la realizzazione dello Studio di Compatibilità Sismica per i Piani di Assetto del Territorio comunali ed intercomunali (PAT e PATI) - D.G.R. n. 3008/2008 - L.R. 11/2004”.

## PREMESSA

Su incarico dell'Impresa di costruzioni Mezzani srl e su indicazione dello studio di progettazione CircleLab srl, è stata svolta un'indagine geognostica e sismica e redatta la presente relazione geologica idrogeologica e sismica a corredo del Progetto preliminare di "Accordo di pianificazione denominato Il Gelso", di un'area attualmente agricola sita al limite sud est del nucleo abitato di Valeggio sul Mincio (VR). Via Girolamo Gottardi. La presente relazione, sintesi e compendio dei dati acquisiti durante il rilevamento geologico dell'area e le indagini geognostiche, è finalizzata alla definizione dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico del sito, con particolare riguardo alla definizione delle caratteristiche litostratigrafiche ed alle proprietà fisico meccaniche dei terreni coinvolti dalle opere in progetto, per la valutazione della fattibilità geologica sulla base del modello geologico e geotecnico dell'area, necessario alla successiva progettazione esecutiva delle opere di urbanizzazione e subordinatamente ma non esaustivamente, indicare le caratteristiche idrogeologiche delle future opere di completamento in merito alla compatibilità idraulica e dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche.

Per le notizie di carattere geologico generale è stata consultata la bibliografia disponibile e il documento di pianificazione urbanistica comunale (PAT) disponibile, nonché la documentazione geologica generale disponibile in letteratura, integrata da rilievi eseguiti in campagna, basati sull'osservazione delle forme del territorio e delle litologie superficiali, correlati al passato geologico dell'area.

Lo studio è stato condotto in ottemperanza alla vigente normativa DM 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (Cap. 6 Progettazione geotecnica e Cap. 7 Progettazione per azioni sismiche).

## 1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di cui alla presente relazione consta di un esteso appezzamento agricolo di forma quadrata accorpato posto nel settore centrale del comprensorio comunale del comune di Valeggio sul Mincio al limite sud dell'edificato in area a prevalente destinazione residenziale di recente espansione.

Il lotto di progetto presenta una morfologia sub-pianeggiante, e si sviluppa a quota di 84.0 m s.l.m. su una superficie totale pari a mq 35.000 circa, all'interno delle alluvioni fluvio-glaciali e fluviali prevalentemente ghiaiose di epoca Rissiana.

La geomorfologia dei luoghi sfuma tra le ondulazioni delle colline moreniche dell'apparato gardesano a nord e l'alta pianura fluvio-glaciale a sud in diretta connessione con le aree ribassate dell'alveo fluviale del fiume Mincio. Nel suo complesso l'area geografica circostante si inserisce in corrispondenza del settore meridionale del comprensorio morenico gardesano, caratterizzata da depositi morenici di litologia prevalentemente ghiaiosa e subordinatamente sabbiosa.

Geograficamente è rappresentata nella CTR RV (Carta Tecnica Regionale della Regione Veneto) alla scala 1:10.000 nella sezione 144050 con coordinate baricentriche dell'area (WGS 84): 45°20'42" latitudine N, 10°44'12" longitudine E. Dal punto di vista geologico l'area è descritta a scala regionale nel foglio n.48 "Peschiera" della CGI (Carta Geologica D'Italia) alla scala 1:100.000 ed in maggior dettaglio nello studio geologico allegato al piano urbanistico PAT vigente. In queste tavole, a grande scala, è possibile osservare la geometria e la distribuzione delle formazioni litologiche derivanti dalla sequenza degli avvenimenti che hanno portato all'attuale struttura del territorio, ricostruita sulla base delle fasi delle glaciazioni quaternarie.



## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

### 2.1 Geologia dell'area

Il territorio comunale di Valeggio sul Mincio (VR), è inquadrato nel Foglio n. 48 - "Peschiera del Garda" della Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:100.000. In questo foglio, a grande scala, è possibile osservare la geometria e la distribuzione delle formazioni litologiche derivanti dalla sequenza degli avvenimenti che hanno portato all'attuale struttura del territorio, ricostruita sulla base delle fasi delle glaciazioni quaternarie.

Dal punto di vista geologico l'area è posta nel settore sud della Provincia di Verona al confine con la provincia di Mantova, all'estremità sud-occidentale dell'apparato morenico del Garda, costituito da un sistema di cerchie concentriche rappresentate da rilievi collinari con interposte piane fluvioglaciali intramoreniche. La regione del Basso Garda si estende tra le cerchie moreniche originate nel Quaternario a seguito del ritiro dei ghiacciai alpini transfluenti dalla Valle dell'Adige e del Chiese e canalizzati nel solco strutturale gardesano preesistente e con andamento giudicariense. Le cerchie moreniche, con andamento circa concentrico rispetto alla linea di costa del lago, segnano le diverse fasi di espansione dei ghiacciai. Da un punto di vista cronostratigrafico le cerchie moreniche possiedono in linea generale età crescente allontanandosi dalla linea di riva. Così le cerchie più interne sono riferibili alla fase glaciale Würmiana mentre quelle più esterne sono attribuibili al Riss, anche se non esiste uniformità di attribuzione delle cerchie moreniche alle singole glaciazioni da parte dei diversi Autori.

Data la posizione moderatamente elevata, circa 82.0 m s.l.m., il lotto gode di buona esposizione e si affaccia sulla piana fluvioglaciale antistante e sulla valle del Mincio che caratterizza la porzione ovest del comprensorio comunale.

L'area è comprensiva di due unità morfologiche ben definite: la fascia della media-pianura pedecollinare padana ed alcune colline dell'arco esterno dell'anfiteatro morenico del Garda; la quota della pianura rispetto al livello del mare è sui 90 metri e quella delle colline oscilla tra i 100 ed i 200 metri.

Geologicamente sono presenti unità litologiche incoerenti che, per la loro eterogeneità granulometrica e mineralogica, dovuta alla loro origine ed ai molteplici meccanismi di deposizione, mostrano litofacies variabilissime.

- I depositi morenici, che costituiscono l'ossatura dei rilievi collinari, sono formati da sedimenti aventi una gamma granulometrica che va dalle argille ai trovanti; generalmente i ciottoli presentano un buon grado di arrotondamento anche se non si nota alcuna classazione. I depositi superficiali, di natura argillosa, sono soggetti a fenomeni geomorfologici legati all'azione delle acque non incanalate, soprattutto all'interno degli impluvi piuttosto incisi, dove subiscono fenomeni di erosione accelerata e diffusa, ruscellamento e fenomeni gravitativi lenti.
- A sud delle colline moreniche si stende la piana fluvioglaciale o "Sandur", originata nel periodo post-glaciale Würmiano dallo scioglimento dei ghiacciai durante le fasi di ritiro. I numerosi

“scaricatori fluvioglaciali”, che percorrendo le cerchie moreniche, hanno generato terrazzi morfologici sospesi sul fondovalle pluviale-fluviale wurmiano, terminano allo sbocco delle valli inframoreniche principali con conoidi a ventaglio di materiali sciolti, generalmente incise e marcate da tracce diffuse di corsi d’acqua a canali intrecciati (Braided).

L’area in questione appartiene alla formazione geologica delle alluvioni fluvioglaciali e fluviali rissiane; le litologie che costituiscono il sottosuolo sono di natura prevalentemente ghiaiosa con strato di alterazione superficiale argilloso rossastro che copre le sottostanti ghiaie bianche ed inalterate che rappresentano i prodotti litologici delle fasce di raccordo delle cerchie moreniche più esterne dell’anfiteatro del Garda.

Le colline moreniche suddette, così come le altre colline moreniche presenti sul territorio comunale appartengono alle cerchie moreniche dell’anfiteatro gardesano di età rissiana, corrispondenti alle cerchie più esterne che testimoniano la massima espansione del ghiacciaio.

L’estrema eterogeneità e compattezza delle litologie può venire osservata sui fronti di scarpata dei terrazzi morfologici e/o nei tagli stradali, che sono presenti nella zona e che mostrano inclinazioni delle scarpate subverticali con frequenti inclusi di notevoli dimensioni da decimetriche a metriche di natura poligenica.

Dal punto di vista geomorfologico il territorio è quindi caratterizzato da alcuni lineamenti chiaramente riferibili alle passate glaciazioni, che qui hanno lasciato un’impronta indelebile del loro passaggio ed in seguito al quale si è prodotta la configurazione geomorfologica attuale. La zona è caratterizzata da una morfologia articolata in cui si alternano rilievi collinari derivanti dall’attività diretta del ghiacciaio durante l’avanzata ed il ritiro e settori a morfologia blandamente ondulata o pianeggiante che occupano le zone topograficamente più depresse e sono legate agli scaricatori fluvioglaciali.

I terreni oggetto dell’intervento appartengono a depositi di natura ghiaioso – sabbiosa generalmente ben addensati e in matrice debolmente coesiva; solitamente le ghiaie, che contengono anche una quantità rilevante di ciottoli di natura poligenica, che presentano una spinta eterogeneità granulometrica, uno scarso grado di arrotondamento dei clasti, ed una classazione praticamente assente; si ritrovano anche non notevole frequenza blocchi e trovanti di varie dimensioni anche eterometriche, generalmente arrotondati ed inglobati in una matrice prevalentemente sabbioso-limoso; non sono rare anche locali lenti di materiali di natura maggiormente coesiva che mostrano una scarsa continuità laterale.

Se le condizioni riscontrate in fase di indagine, dalle osservazioni del rilevamento geomorfologico e litologico e dai dati bibliografici, possono essere estese a tutta la superficie del lotto e ragionevolmente ciò si presume, non si ravvisano particolari problematiche connesse agli scavi in oggetto se l’apertura degli stessi rispetta norme tecniche ed esecutive più innanzi indicate.

Non si rileva la presenza di fenomeni morfologici in rapida evoluzione, non si ravvisano fenomeni franosi in atto o quiescenti e si esclude una predisposizione del pendio verso tali fenomeni.

Dall’esame della carta geologica d’Italia alla scala 1:100.000 (Foglio 48 – “Peschiera del Garda”) l’area in esame è compresa nella formazione fgR1 depositi alluvionali fluvioglaciali e fluviali costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie.



## 2.2 Unità litologiche affioranti

Di seguito si descrivono le formazioni affioranti nel territorio preso in esame, partendo dalle unità più antiche.

- **Morenico Riss**

Le morene presentano un suolo di alterazione argilloso rosso-bruno di spessore massimo pari a 2 m circa; dove il suolo è stato eroso affiorano morene ghiaiose inalterate.

Esse presentano una ampia distribuzione areale formando le cerchie maggiori dell'anfiteatro benacense.

- **Fluvioglaciale Riss**

Si tratta di alluvioni fluvio-glaciali e fluviali grossolane prevalentemente ghiaiose, con strato di alterazione argilloso giallo-rossiccio di spessore modesto. Sono l'espressione morfologica di un ampio terrazzo sospeso circa 30 m sul fiume Chiese che rappresenta l'alta pianura a monte della zona delle risorgive, che si raccorda alle cerchie moreniche maggiori.

- **Fluvioglaciale Riss recente**

Si tratta di alluvioni fluvio-glaciali e fluviali ghiaiose, con strato di alterazione argilloso rossiccio di spessore modesto. Sono l'espressione morfologica di un ampio terrazzo sospeso circa 25 m sul fiume che si raccorda alle cerchie moreniche rissiane più interne.

- **Morenico e Fluvioglaciale Wurm**

Morene ghiaiose biancastre con strato di suolo di alterazione bruno. Rappresentano le cerchie moreniche interne dell'anfiteatro benacense.

Alluvioni fluvio-glaciali e pluvio-fluviali sabbiose alterate in superficie in suolo bruno; Costituiscono la media pianura a valle della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche del massimo wurmiano.

Depositi eolici (loess) in placche o coltri costituiti da argille, limi e sabbie fini depositatesi durante il ritiro del ghiacciaio wurmiano.

### 2.3 Idrografia e geomorfologia

La morfologia del territorio in esame si riconduce in maniera diretta agli eventi quaternari pleistocenici; successivamente su di essi si è impostato un reticolo idrografico che è il principale fattore di rimodellamento del paesaggio, al quale sono connesse le attività di erosione e trasporto più significative. Esso ha inciso in modo variabile i depositi glaciali e fluvioglaciali e le loro coperture di alterazione.

L'area esaminata è ubicata in una zona di passaggio tra le colline moreniche e la piana alluvionale vera e propria, detta unità pedecollinare. Gli scaricatori fluvioglaciali, hanno infatti condotto alla formazione di un sistema di depositi ad allineamento preferenziale NW-SE, interessati da terrazzamenti ed aree depresse che nell'insieme presentano caratteristiche morfologiche complesse.

Anche la geomorfologia attuale indica alternanza di zone ribassate e terrazzi morfologici ed alti topografici (Creste di cordone morenico). La zona è caratterizzata da una morfologia articolata in cui si alternano rilievi collinari derivanti dall'attività diretta del ghiacciaio durante l'avanzata ed il ritiro e settori a morfologia blandamente ondulata o pianeggiante che occupano le zone topograficamente più depresse e sono legate agli scaricatori fluvioglaciali. Allo stato attuale nell'area in esame non si evidenziano fenomeni geomorfici in atto o potenziali (erosione) che pregiudichino la stabilità dei luoghi. L'area di pianura in esame presenta scarse manifestazioni idrografiche naturali, nonostante le precipitazioni siano relativamente abbondanti nell'arco dell'anno. Questo è dovuto ad una serie di fattori morfologici, pedologici e litologici che influenzano in maniera incisiva il territorio. L'area infatti, come abbiamo visto, è costituita da alluvioni ghiaiose ad elevata permeabilità, che tendono ad inglobare nel potente serbatoio idrico sotterraneo gran parte degli apporti meteorici.

Il corpo idrico più importante, nonché l'elemento determinante dell'idrografia superficiale dell'alta pianura veronese, è costituito dal Fiume Adige, e in secondo ordine dal Fiume Mincio, le cui aste fluviali distano, rispettivamente, 2.5 km a ovest dell'area di progetto.

L'idrografia superficiale è caratterizzata da alcuni elementi salienti legati in particolare all'azione degli scaricatori fluvioglaciali, i quali hanno determinato la costruzione di un sistema di depositi terrazzati alternati ad aree relativamente depresse. L'elevata permeabilità che caratterizza l'Alta Pianura, che non ha permesso lo sviluppo di un reticolo idrografico di superficie, ha indotto rilevanti interventi antropici, finalizzati alla distribuzione della risorsa idrica, indispensabile alle colture agricole e agli insediamenti umani. E' stata pertanto realizzata una fitta rete di canali artificiali, distribuita in maniera capillare su tutto il territorio.

L'intero sistema permette l'irrigazione dei terreni della pianura, ed è gestito principalmente dal Consorzio di Bonifica Veronese; parte dei fabbisogni idrici sono inoltre soddisfatti attraverso pozzi realizzati in tempi recenti al fine di coprire i crescenti bisogni legati alle nuove coltivazioni ed alle necessità produttive.

A ovest dell'area vi è la presenza del Fiume Mincio che scorre in direzione circa Nord- Sud entro argini naturali regolato dalla Diga di Salionze, imponente sbarramento con chiuse e canale di derivazione/diversivo per la gestione delle livello idrometrico del Lago di Garda e l'approvvigionamento delle acque irrigue del medio mantovano.

### 3. IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico, l'area in esame è posta all'interno dell'Alta/media Pianura veronese.

Le falde freatiche sono contenute generalmente nei depositi fluvioglaciali e fluviali che affiorano in corrispondenza della pianura; esse presentano una vulnerabilità piuttosto alta a causa dell'elevata permeabilità dei depositi presenti e della loro ridotta soggiacenza.

La potenzialità degli acquiferi sia superficiali che profondi dipende comunque dallo spessore e dalla continuità laterale dei livelli ghiaioso-sabbiosi, nonché dalla loro alimentazione.

Solo in profondità, all'interno degli orizzonti ghiaioso-sabbiosi corrispondenti ai depositi pre-rissiani di origine fluvioglaciali od interglaciali, sono presenti falde acquifere più estese che costituiscono presumibilmente un sistema acquifero multistrato celato dalla copertura morenica più recente in diretta connessione con il lago di Garda.

Lo schema idrogeologico è caratterizzato da depositi prevalentemente ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, per spessori pari a circa 400 m, ed è sede di un importante falda unitaria, di tipo freatico (libera). E' costituita da un acquifero indifferenziato, che può inglobare lenti impermeabili limoso argillose discontinue, come del resto è emerso dai dati dei numerosi sondaggi disponibili. Costituisce poi la principale zona di alimentazione delle falde idriche in pressione, poste a valle, che caratterizzano la fascia settentrionale della Media Pianura;

La presenza di varie discontinuità stratigrafiche riscontrabili in senso laterale nelle successioni litologiche citate rende comunque possibile la comunicazione delle diverse falde tra loro.

**Il livello piezometrico non è stato intercettato durante l'indagine geognostica in relazione alle profondità raggiunte con le prove; dai dati bibliografici a disposizione la piezometria dell'area indica una direzione di flusso NW-SE con livello piezometrico a quota 65 m s.l.m. (circa 17 m da p.c.).**

Il livello piezometrico, nel corso dell'anno, è comunque soggetto ad oscillazioni in positivo ed in negativo rispetto alla misura rilevata. Le motivazioni sono molteplici e legate a fattori sia di carattere antropico (attività di emungimento dei pozzi, pratiche di irrigazione delle colture nei periodi tardo primaverili ed estivi, etc.), sia di indole naturale (ricarica delle falde in seguito alle precipitazioni in seguito a periodi più o meno piovosi, fenomeni di evapotraspirazione più o meno intensi, etc.).

Le stratigrafie di alcune trincee eseguite nell'area mostrano la seguente litostratigrafia superficiale:

- 0.00-0.70 m : terreno vegetale limoso bruno rossastro con rari ciottoli;
- 0.70-1.70 m: Ghiaia e ciottoli arrotondati (fluviale 5-8 cm) in matrice sabbiosa grigia;
- 1.70 -2.80 m: Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grigia;

## 4. INQUADRAMENTO URBANISTICO DELL'AREA

### 4.1 Vincoli

La fase di progettazione preliminare e di valutazione della fattibilità dell'intervento ha previsto l'analisi delle limitazioni d'uso del territorio (vincoli) in particolare modo quelli descritti e presenti nella relazione geologica a corredo del vigente PAT comunale (TAV 1) e quelli relativi alla normativa sovraordinata (PTCP, Ambientale, Regionale e di Bacino PAI). Sulla base di detta analisi si afferma che sull'area in questione non sussistono limitazioni d'uso del suolo in relazione alle consistenze delle opere in progetto per quanto attiene le caratteristiche geologico idrogeologiche.

### 4.2 Compatibilità geologica delle azioni di piano

La carta della fragilità allegata alla "Componente geologica, idrogeologica, e sismica del Piano di Assetto del Territorio" del Comune di Valeggio sul Mincio (VR) - Tav 3 esprime per l'area in questione un'attitudine all'edificazione positiva con giudizio di "Area Idonea" a fini edificatori. L'area è ricompresa entro le aree di urbanizzazione consolidata residenziale e altro della tavola n. 4 Trasformabilità.

Ricadono in questa classe le aree sub-pianeggianti caratterizzate da depositi con discrete caratteristiche geotecniche e falda oltre i 10 m di profondità, prive di limitazioni e/o penalizzazioni dal punto di vista edificatorio. Le NTA impongono comunque anche per le aree idonee che in sede di redazione dei progetti venga redatta una specifica relazione geologica, idrogeologica e sismica basata su indagini in sito e misura della Vs30 per la determinazione della categoria di suolo di fondazione, nonché vengano eseguite le seguenti valutazioni:

- Carico unitario ammissibile e cedimenti attesi;
- Stabilità delle scarpate naturali e artificiali indotte da sbancamenti;
- Valutazione della permeabilità dei terreni relativamente al drenaggio e dispersione delle acque meteoriche nel sottosuolo;

### 4.3 Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità degli acquiferi ed in particolare modo del primo acquifero freatico, è in relazione alle caratteristiche litologiche e granulometriche dei primi strati di sottosuolo, direttamente connesse alla permeabilità degli stessi ed alla potenzialità con cui sostanze "contaminanti" possono raggiungere la risorsa idrica e in essa diffondersi. Sulla base della cartografia del PAT (Piano di governo del territorio) del comune di Valeggio sul Mincio (VR), che riporta parte dei vincoli e delle zone classificate a vulnerabilità ambientale, l'area in oggetto ricade, per quanto riguarda la pericolosità idrogeologica, in una zona vulnerabilità elevata della falda.

## 5. AZIONE SISMICA (Modello sismico del sito)

L'azione sismica di progetto si definisce a partire dalla "**Pericolosità Sismica di base**", che rappresenta in senso probabilistico, lo scuotimento atteso in un dato sito, in un dato intervallo di tempo (finestra temporale).

La Pericolosità Sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero (field free) su sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale (di categoria A), con prefissate probabilità di eccedenza  $P_{v_r}$ , nel periodo di riferimento  $V_r$ .

Le forme spettrali, sono definite per ciascuna probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{v_r}$ , a partire dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*_c$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

### 5.1 Pericolosità di riferimento per il territorio nazionale e regionale

- Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 che emana i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche (G.U. n.105 del 08/05/2003).
- Ordinanza del P.C.M. n° 3519 del 28/04/2006 che emana i "criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006)".

L'emanazione di successive ordinanze (Ordinanza di protezione civile n° 3379 del 05/11/2004, Ordinanza del P.C.M. n° 3431 del 03/05/2005, Ordinanza del P.C.M. n° 3452 del 01/08/2005, legge n. 31/08 del 28/02/2008), hanno preceduto la definitiva obbligatorietà all'applicazione del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche sulle costruzioni" (cap 3.2 Azione sismica) per la valutazione della "pericolosità sismica di base" del sito interessato da nuove opere di costruzione.

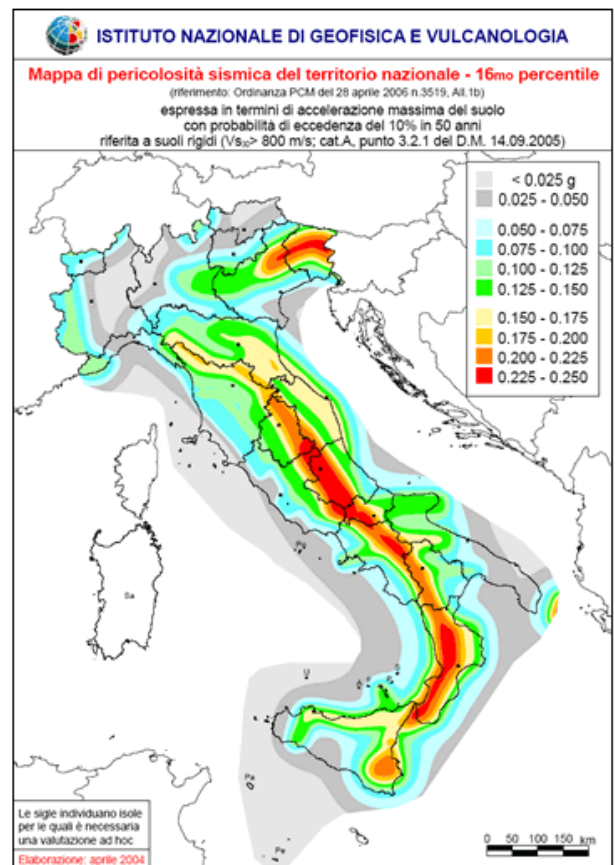
- Deliberazione del Consiglio Regionale del Veneto 03 Dicembre 2003 n. 67 "Decreto legislativo n. 112/1998 articolo 94, Legge 2 Febbraio 1974, n. 64 e OPCM del 20.03.2003 n. 3274 come modificata dall'OPCM del 02.10.2003 n. 3316 "Nuova Classificazione sismica del territorio regionale: Direttive"
- D.G.R.V. n. 3308 del 04.11.2008, "Applicazione delle nuove norme tecniche sulle costruzioni in zona sismica. Indicazioni per la redazione e verifica della pianificazione urbanistica. (L.R. 11 del 23 aprile 2004 "Norme per il governo del territorio)";

La norma nazionale prevede di definire l'accelerazione sismica al suolo, sulla base di una mappatura del territorio italiano a cura dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), riportante le accelerazioni massime attese al suolo.

**La porzione di territorio in cui ricade l'area in studio è definita a medio bassa sismicità.**

ovvero:

**Il comune di VALEGGIO SUL MINCIO è classificato in zona sismica 3**



Si riporta la tabella che individua ciascuna zona secondo i valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ $a_g/g$ ]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ $a_g/g$ ]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
<b>3</b>	<b>0.05 – 0.15</b>	<b>0.15</b>
4	< 0.05	0.05

## 5.1 Metodo di indagine

Nel mese di OTTOBRE 2014 è stata eseguita, nel Comune di Valeggio sul Mincio in area adiacente a quella in progetto, una campagna sismica con metodo MASW di tipo attivo. L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri dal piano delle fondazioni ( $V_s30$ ), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio (O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03, O.P.C.M. n. 3316 del 02/10/03 e O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/06) ed alle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14/01/08).

Di seguito si riportano la metodologia della ricerca e i risultati dell'indagine eseguita.

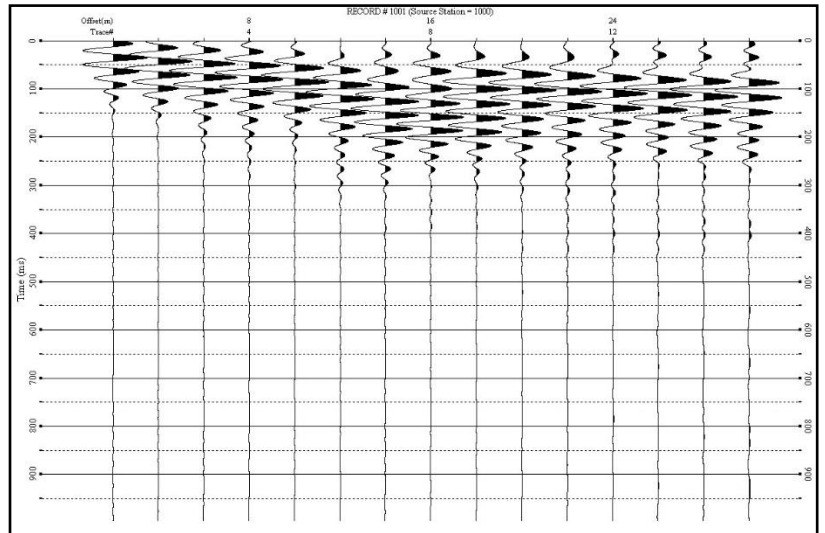


La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde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

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

quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.



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

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

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

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

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni con spaziatura tra i geofoni di 2,0 metri per una lunghezza della linea sismica di 46,0 metri.

L'energizzazione è stata eseguita a 2, 5, e 10 metri dal primo geofono.

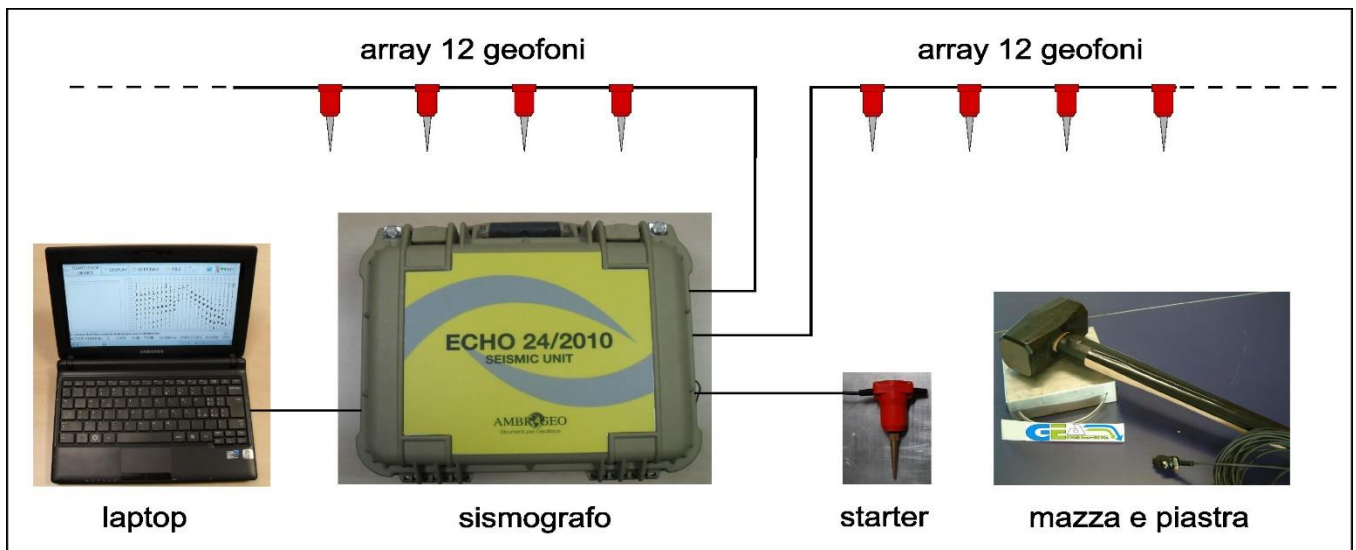
Per ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei sismogrammi sono stati sommati più tiri.

Il sito di indagine è collocato in area parzialmente urbanizzata, non caratterizzata da particolari fonti di rumore antropico in grado di interferire in modo significativo con il segnale sismico.



## 5.2 Strumentazione

Il sistema di acquisizione è costituito da un sismografo multicanale ECHO 24/2010 Ambrogeo, munito di contenitore in ABS a tenuta stagna da campo, conversione A/D a 24 bit, tempo di campionamento da 32 microsec a 960 millisec su 24+1 canali e lunghezza registrazione estesa fino a 1600 campioni. I geofoni verticali utilizzati, Oyo Geospace, hanno una frequenza propria di 10 Hz e sono collegati al sismografo tramite cavi elettrici schermati. Per visualizzazione, gestione e registrazione dei segnali è utilizzato un laptop dotato di software proprietario.



Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare sul canale n. 25 l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

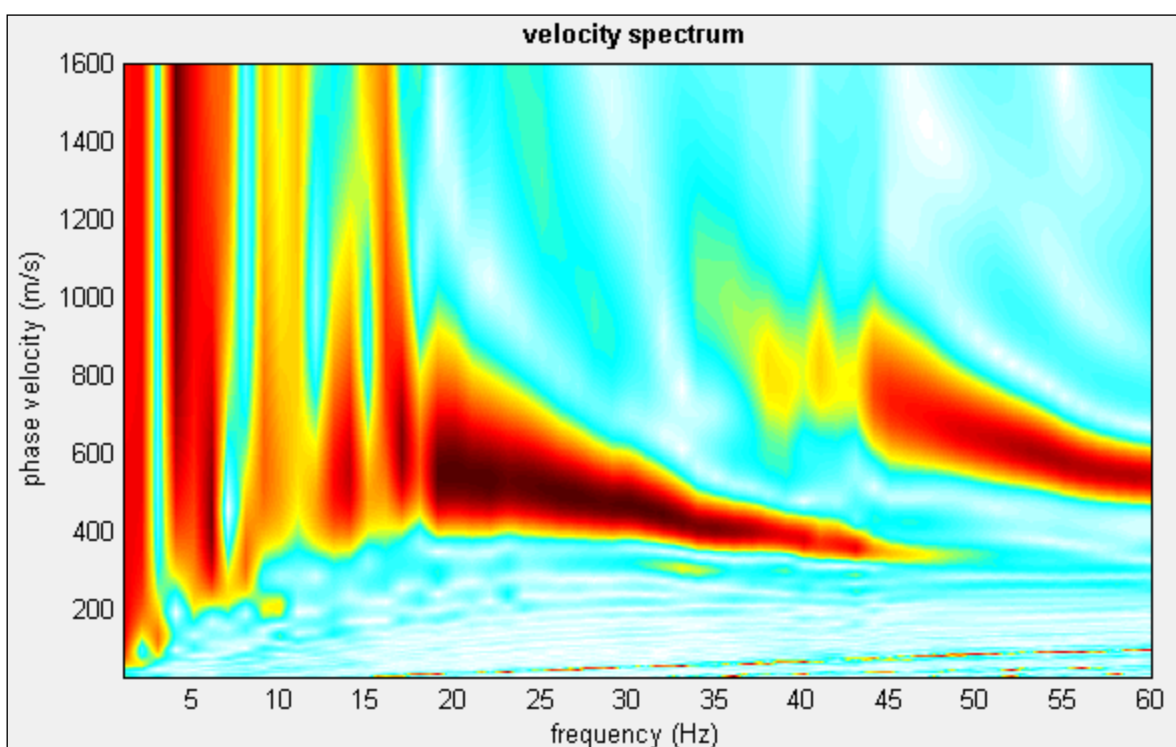
- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione dei filtri per le frequenze indesiderate;
- visualizzazione sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma di ulteriori sismogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Sistema di energizzazione è composto da una mazza battente manovrata a mano (mazza da 8 kg - mod SIS-020-000), agente a percussione su una piastra quadrata di alluminio (dimensioni 20x20x5 cm).

### 5.3 Elaborazione dei dati

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

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



La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.

Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente del modo fondamentale e, ove possibile, dei modi superiori.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di procedimenti calcolo e algoritmi genetici di inversione (global-search methods), che gestiscono all'intero di un "spazio di ricerca", modelli caratterizzati da parametri velocità di taglio ( $V_s$ ) e spessori degli strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume ( $V_p$ ) che, assieme a spessore degli sismostrati e relative  $V_s$ , possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello di inversione in grado di far coincidere con la migliore approssimazione

possibile la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata. Viene inoltre restituita una stima dell'attendibilità (deviazione standard) del modello proposto ottenuta con tecniche statistiche.

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

In conclusione viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) in funzione della profondità, con relativa tabella, calcolo delle  $V_{s30}$  e correlazione al tipo di terreno, come da normativa.

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

#### 5.4 Risultati - **Determinazione della categoria di suolo di fondazione**

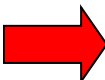
L'analisi delle onde di taglio (Vs) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore Vs30 per la sezione indagata.

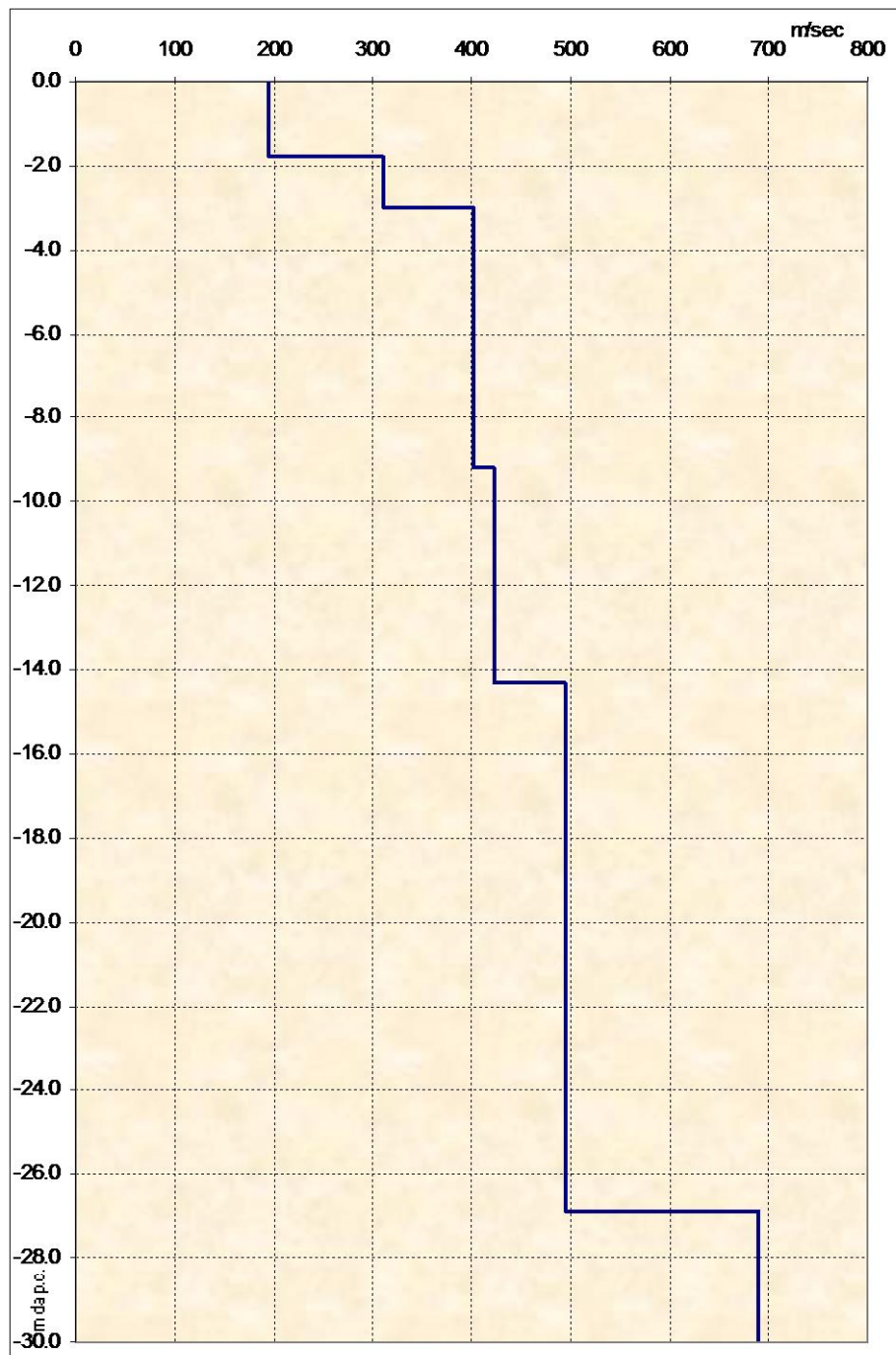
Il valore di Vs30 è riferito ai primi 30 m a partire dalla base delle fondazioni, posta circa alla quota di circa -3.00 m da piano campagna è pari a **Vs30 = 485 m/sec.**

<b>Profondità da p.c. (m)</b>	<b>Spessore (m)</b>	<b>Velocità onde S (m/sec)</b>
-1,8	1,8	195
-3,0	1,2	311
-9,2	6,2	402
-14,3	5,1	422
-26,9	12,6	495
-33,0	6,1	690

Secondo normativa la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la B:

**Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

<b>CATEGORIA di SOTTOSUOLO</b>	<b>Descrizione da D.M. 14/01/2008 – Tabella 3.2.II</b>
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da Vs30 superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3.00 m.
<b>B</b> 	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT <sub>30</sub> > 50 nei terreni a grana grossa e cu <sub>30</sub> > 250 kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT <sub>30</sub> < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu <sub>30</sub> < 250 kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori 180 m/s (ovvero NSPT <sub>30</sub> < 15 nei terreni a grana grossa e cu <sub>30</sub> < 70 kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/sec).



- **Determinazione dell'amplificazione stratigrafica :**

CATEGORIA di SOTTOSUOLO	$S_s$	$C_c$
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

*Estratto da D.M. 14/01/2008 – Tabella 3.2.V*

- **Determinazione dell'amplificazione topografica :**

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

*Estratto da D.M. 14/01/2008 – Tabella 3.2.IV*

## 5.2 Definizione dell'azione sismica

Con l'entrata in vigore del D.m. 14/01/2008 NTC 2008, la stima della pericolosità sismica è definita mediante un approccio "sito dipendente". Il territorio nazionale è stato suddiviso in punti, denominati "nodi", a ciascuno dei quali è stato assegnato un valore dell'accelerazione orizzontale massima al suolo ( $a_g$ ), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (corrispondente a un periodo di ritorno di 475 anni).

Sulla base delle disposizioni previste nelle NTC 08, si definiscono per l'opera in progetto i seguenti parametri sismici: **ACCORDO DI PIANIFICAZIONE – IL GELSO**

- COMUNE di: **VALEGGIO SUL MINCIO (MN)**
- Zona sismica : **3**
- Categoria suolo di fondazione: **B**
- Categoria topografica : **T1** Coefficiente topografico : **St=1,00**
- Vita nominale:  **$V_N \leq 50$**  anni ;

Numero di anni nel quale la struttura, soggetta alla manutenzione ordinaria, deve essere usata allo scopo al quale è destinata.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (anni)
<b>1</b>	Opere provvisorie – Opere provvisionali- Strutture in fase costruttiva;	$\leq 10$
<b>2</b>	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali, e dighe di dimensioni contenute o importanza normale;	$\leq 50$
<b>3</b>	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali, e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica;	$\leq 100$

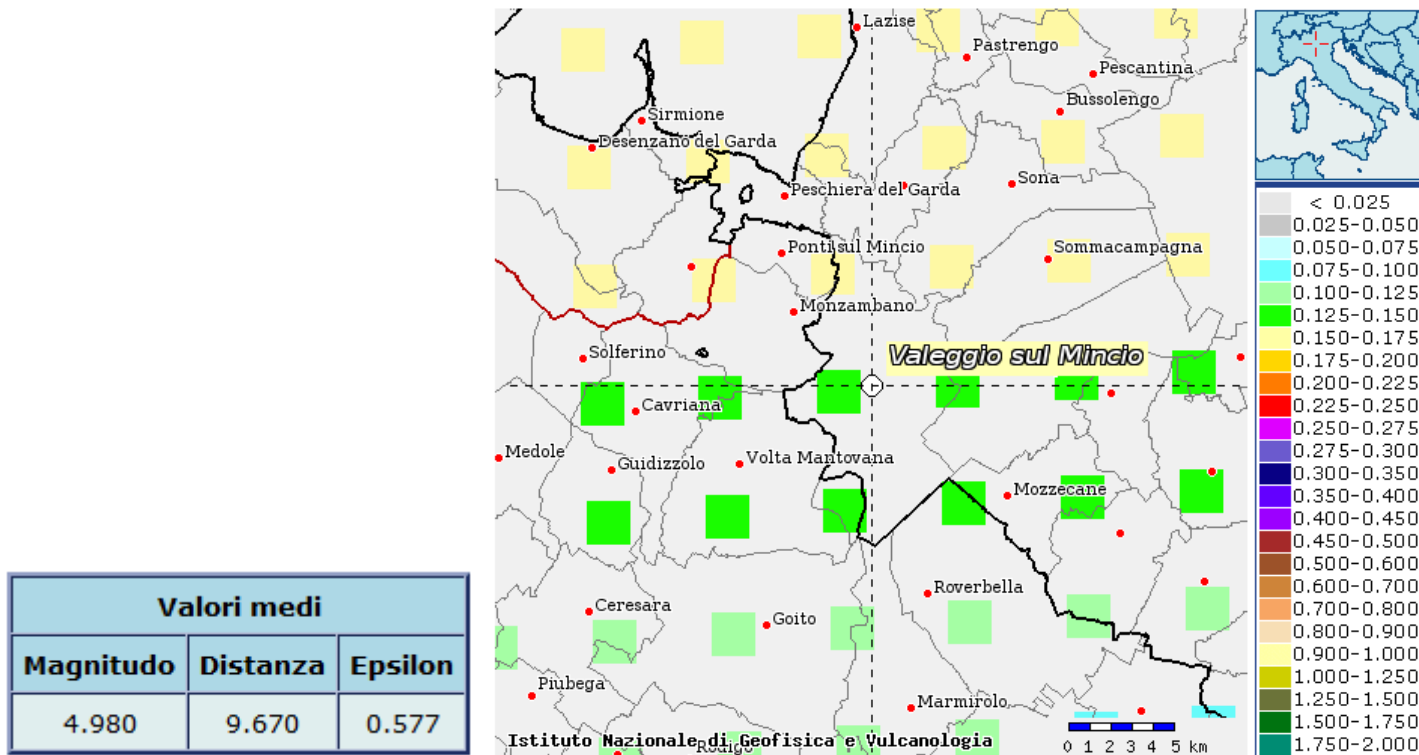
- **Classe d'uso: = II** ; (rif. par. 2.4.2. NTC 08)

il valore del coefficiente d'uso  $C_u$  è definito al variare della classe d'uso secondo la tabella seguente:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_u$	<b>0,70</b>	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>

I valori utilizzati per la definizione dell'azione sismica, sono puntualmente definiti da un reticolo di riferimento (griglia di 10751 punti) sulla base delle coordinate geografiche (latitudine e longitudine) del sito di studio.

Di seguito viene riportata la mappa di pericolosità sismica del progetto DPC INGV S1 utilizzata per la definizione dei valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  :



Estratto mappa interattiva della pericolosità sismica (prob. 10% in 50 anni, 50° percentile)

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

- Periodo di riferimento per l'azione sismica:  $PV_r = 50$  ; pari a  $V_R = V_N \cdot C_U$

### Coordinate Geografiche della località in esame (WGS84)

Latitudine:	45°34' 52"
Longitudine:	10°73' 68"

Utilizzando il software automatico di calcolo Geostru PS Advanced, della Geostru® Software, introducendo i dati di input sopra riportati, si ottengono in forma tabellare i seguenti parametri e coefficienti sismici, riferiti ai diversi stati limite da considerare:

PARAMETRI SISMICI					
STATO LIMITE	Prob. superam. (%)	Tr (anni)	$a_g$ (g)	F0 (-)	$T_c^0$ (sec)
Operatività (SLO)	81	30	0,038	2,580	0,233
Danno (SLD)	63	50	0,050	2,477	0,254
Salvaguardia Vita (SLV)	10	475	0,143	2,431	0,277
Prev. Collasso (SLC)	5	975	0,187	2,468	0,279

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

### Categoria sottosuolo:

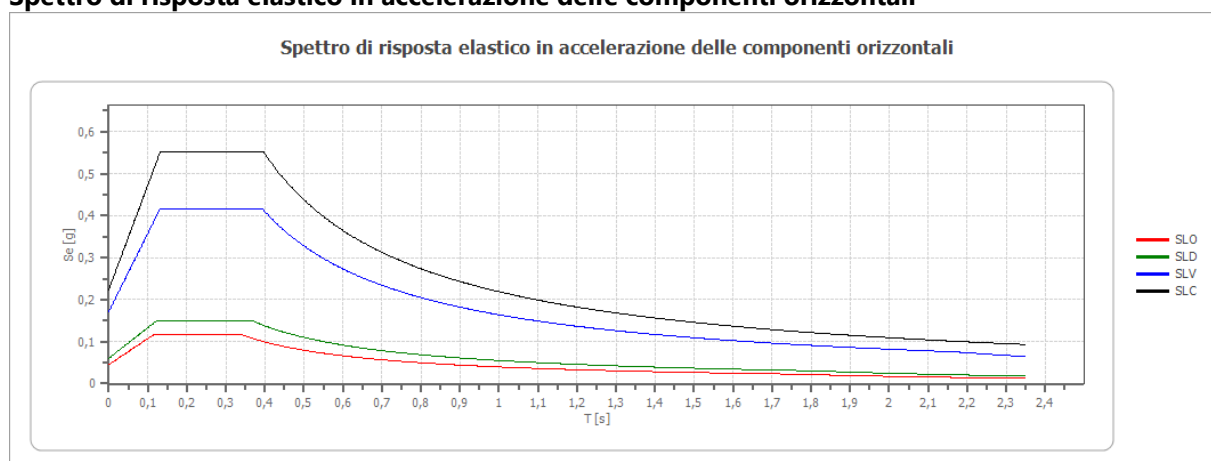
B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

### Categoria topografica:

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

COEFFICIENTI SISMICI STABILITÀ' DI PENDII E FONDAZIONI				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,009	0,012	0,041	0,054
kv	0,005	0,006	0,021	0,027
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,442	0,593	1,680	2,196
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

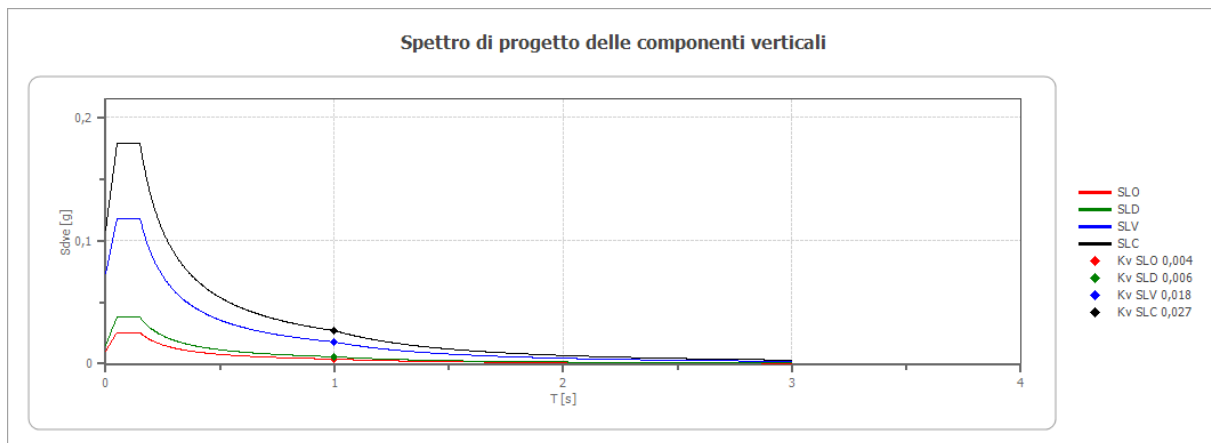
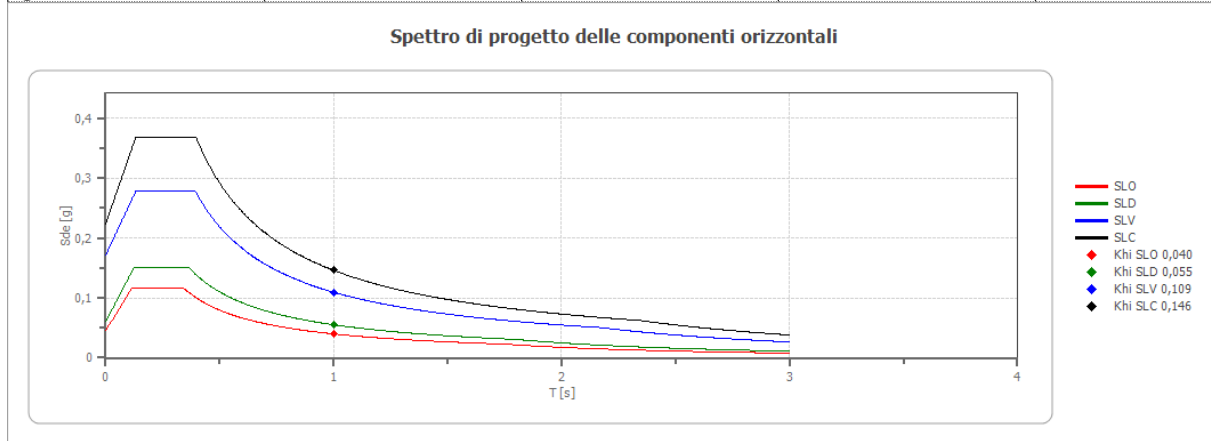


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,038	2,580	0,233	1,200	1,470	1,000	1,200	1,000	0,114	0,342	1,750	0,045	0,116
SLD	1,0	0,050	2,477	0,254	1,200	1,450	1,000	1,200	1,000	0,123	0,368	1,802	0,060	0,150
SLV	1,0	0,143	2,431	0,277	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,131	0,394	2,171	0,171	0,417
SLC	1,0	0,187	2,468	0,279	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,132	0,396	2,347	0,224	0,553



**SPETTRO DI PROGETTO**

	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,040	0,055	0,109	0,146
Kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,004	0,006	0,018	0,027



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,038	2,580	0,233	1,200	1,470	1,000	1,200	1,000	0,114	0,342	1,750	0,045	0,116
SLO verticale	1,0	0,038	2,580	0,233	1,200	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,010	0,025
SLD orizzontale	1,0	0,050	2,477	0,254	1,200	1,450	1,000	1,200	1,000	0,123	0,368	1,802	0,060	0,150
SLD verticale	1,0	0,050	2,477	0,254	1,200	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,038
<b>SLV orizzontale</b>	<b>1,0</b>	<b>0,143</b>	<b>2,431</b>	<b>0,277</b>	<b>1,200</b>	<b>1,420</b>	<b>1,000</b>	<b>1,200</b>	<b>1,500</b>	<b>0,131</b>	<b>0,394</b>	<b>2,171</b>	<b>0,171</b>	<b>0,278</b>
<b>SLV verticale</b>	<b>1,0</b>	<b>0,143</b>	<b>2,431</b>	<b>0,277</b>	<b>1,200</b>	<b>1,420</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,500</b>	<b>0,050</b>	<b>0,150</b>	<b>1,000</b>	<b>0,073</b>	<b>0,118</b>
SLC orizzontale	1,0	0,187	2,468	0,279	1,200	1,420	1,000	1,200	1,500	0,132	0,396	2,347	0,224	0,369
SLC verticale	1,0	0,187	2,468	0,279	1,200	1,420	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,109	0,179

## 6. AMPLIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

### 1° LIVELLO

Applicando il primo livello d'approfondimento si ricava che l'area in esame è soggetta a possibili amplificazioni per effetti litologici in quanto ricadente nello scenario denominato Z4a:

Z4a "Zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali" .

### 2° LIVELLO Verifica secondo i criteri nazionali

#### Parametri sismici

Classe dell'edificio:II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente.Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza.Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [Anni]

#### Amplificazione litostratigrafica

Abachi regione: LGMS - DPC  
 Litotipo prevalente: Ghiaia  
 Profilo di velocità: Lineare pendenza intermedia  
 Spessore si sottosuolo: 30.0 [m]  
 Vs 30: 485.0 [m/sec]

#### Spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali

Stato limite	Tr [Anni]	Fa [-]	Fv [-]	ag [g]	ag abaco [g]	F0 [-]	Tc* [sec]	SAc [g]	SA(TB) [g]	TB [sec]	TC [sec]	TD [sec]
SLV	332	1.200	1.246	0.123	0.180	2.439	0.273	0.299	0.082	0.095	0.284	2.090

#### Spettro di risposta elastico delle componenti verticali

Stato limite	Tr [Anni]	Fa [-]	Fv [-]	ag [g]	ag abaco [g]	F0 [-]	Tc* [sec]	SAc [g]	SA(TB) [g]	TB [sec]	TC [sec]	TD [sec]
SLV	332	1.200	1.246	0.123	0.180	2.439	0.273	0.141	0.039	0.095	0.284	2.090

## 7. INDAGINE GEOGNOSTICA

Le indagini geognostiche, hanno lo scopo di fornire i dati e le informazioni necessarie per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, ad un livello adeguato alle necessità del progetto.

Con l'obiettivo di acquisire validi e significativi dati geotecnici, circa le caratteristiche del sottosuolo, è stata predisposta una campagna di indagini geognostiche integrate da una PRECEDENTE indagine sismica superficiale tipo Masw eseguita nel lotto adiacente, per la determinazione della Vs30 e conseguente categoria di suolo di fondazione. Tale caratterizzazione eseguita in fase di progettazione deriva indagini geognostiche appositamente eseguite dallo scrivente nell'area integrate da precedenti indagini sismiche ed è da considerarsi esaustiva per lo scopo della relazione.

Le indagini utilizzate per la caratterizzazione dei depositi sono le seguenti:

- N. 5 prove penetrometriche dinamiche tipo SCPT della profondità massima di 2.10 m da p.c. per raggiungimento del valore di rifiuto alla punta;;
- N. 1 prova sismica MASW; (eseguita precedentemente nel lotto a fianco)

L'ubicazione delle prove è chiaramente desumibile dalle planimetrie allegate (Allegato 4)

In relazione al volume significativo dei depositi direttamente influenzati dalla costruzione delle opere in progetto definito in relazione alla natura dei terreni ed ai requisiti funzionali delle opere stesse, si riassumono le profondità massime investigate con le indagini in sito:

PROVA	DATA ESECUZIONE	PROFONDITA'
SCPT 1	25/05/2017	2.10 m
SCPT 2	25/05/2017	1.50 m
SCPT 3	25/05/2017	2.10 m
SCPT 4	25/05/2017	1.50 m
SCPT 5	25/05/2017	1.50 m

Le indagini hanno consentito di delineare con chiarezza l'andamento in profondità della litostratigrafia dei depositi che verranno interessati dalle opere in progetto, mostrando nel contempo una significativa omogeneità litostratigrafica dell'area di indagine. Tutte le prove si sono arrestate a profondità superficiali comprese tra 1.80 e 2.10 m da p.c. per raggiungimento del valore di rifiuto alla punta.

Le verticali di prova non hanno intercettato il livello statico della falda il quale dalla bibliografia si pone a profondità > di 10.00 m da p.c.

### 7.1 Prove penetrometriche dinamiche SCPT (Standard Cone Penetration Test)

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche è costituita da un penetrometro cingolato marca Pagani TG 63/200 statico dinamico.

Le caratteristiche costruttive e prestazionali sono le seguenti:

#### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	72,5	Kg
Altezza di caduta libera	0,75	m
Peso sistema di battuta	6	Kg
Diametro punta conica	50,46	mm
Area di base punta	20	cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	7	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80	m
Avanzamento punta	0,30	m
Numero colpi per punta	N(30)	
Coeff. Correlazione	1,15	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	60	°

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi •) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura •)
- avanzamento (penetrazione) •
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

### CORRELAZIONE CON N<sub>spt</sub>

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo (• / N);
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

## METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981. Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa. In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

### • VALUTAZIONI STATISTICHE

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Static Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Medio Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media minima Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

- Massimo Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- Minimo Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- Media + s Media + scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- Media - s Media - scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

La buona diffusione di questo tipo di prove e la sua standardizzazione consentono di ottenere una significativa caratterizzazione dei terreni attraversati, nonché un'attendibile identificazione dei principali parametri geotecnici, mediante l'utilizzo delle principali correlazioni presenti in bibliografia. I dati desunti dall'indagine di cui sopra sono stati integrati dalle conoscenze acquisite dallo scrivente nella zona, attraverso precedenti indagini.

## PROVA ...SPT 1

Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 25/05/2017  
 Profondità prova 1.50 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.30	7	0	0.853	48.69	57.10
0.60	7	0	0.847	44.83	52.92
0.90	20	0	0.792	119.69	151.21
1.20	37	0	0.686	191.98	279.74
1.50	100	0	0.631	444.69	704.52

## PROVA ...SPT 2

Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 25/05/2017  
 Profondità prova 1.50 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.30	6	0	0.853	41.73	48.94
0.60	4	0	0.847	25.62	30.24
0.90	6	0	0.842	38.18	45.36
1.20	39	0	0.636	187.61	294.86
1.50	100	0	0.631	444.69	704.52

## PROVA ...SCPT 3

Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 25/05/2017  
 Profondità prova 2.10 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.30	13	0	0.803	85.12	106.05
0.60	15	0	0.797	90.39	113.41
0.90	31	0	0.692	162.08	234.38
1.20	35	0	0.686	181.60	264.62
1.50	30	0	0.731	154.54	211.36
1.80	45	0	0.626	198.57	317.03
2.10	100	0	0.622	437.96	704.52

## PROVA ...SCPT 4

Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 25/05/2017  
 Profondità prova 1.50 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.30	3	0	0.853	20.87	24.47
0.60	9	0	0.847	57.64	68.05
0.90	14	0	0.792	83.78	105.85
1.20	50	0	0.636	240.53	378.03
1.50	100	0	0.631	444.69	704.52

## PROVA ...SCPT 5

Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 25/05/2017  
 Profondità prova 1.50 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.30	7	0	0.853	48.69	57.10
0.60	7	0	0.847	44.83	52.92
0.90	20	0	0.792	119.69	151.21
1.20	37	0	0.686	191.98	279.74
1.50	100	0	0.631	444.69	704.52



## 7.2 Litostratigrafia e caratteristiche geotecniche del sottosuolo

I dati seguenti sono stati desunti dall'indagine geognostica specifica, debitamente interpretati ed elaborati alla luce della normativa nazionale e sulla base di precedenti esperienze professionali; si ritiene che i risultati dell'indagine, siano sufficientemente rappresentativi delle caratteristiche litologico - geotecniche del terreno indagato, il quale risulta caratterizzato da una stratigrafia media del sottosuolo come descritto nel seguito:

- MODELLO GEOLOGICO STRATIGRAFICO

Prof. Strato (m)	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	109.73	Coesivo	2.07	2.28	0.06	1.11	15.51	SUOLO
1.8	256.85	Incoerente	1.78	2.1	0.23	1.11	39.06	GHIAIA

Il modello geologico del sito si basa sulle risultanze dell'indagine geognostica e sismica.

- MODELLO GEOTECNICO VALORI CARATTERISTICI

Sulla base delle resistenze e dell'andamento delle verticali penetrometriche possono essere distinti i seguenti strati da piano campagna:

### **UNITA' GEOTECNICA A da 0.60 a 2.10 m da p.c.**

#### *FLUVIOGLACIALE GHIAIOSO*

Dalla profondità variabile di 2.50/3.00 m sino alla profondità di -4.50 m da p.c., (max profondità indagata) sono presenti depositi alluvionali grossolani di natura incoerente (sabbie e ghiaie con ciottoli) molto addensat che conducono al rifiuto alla punta. Frequentemente si rinvergono ciottoli e massi; essi denotano nel complesso ottime caratteristiche geomeccaniche e valori medi di resistenza alla punta Nspt compresi tra 40 e 60 colpi/piede. Ad essi si possono assegnare i seguenti parametri geotecnici medi:

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma = 2.00$
Peso di volume saturo (t/mc)	$\gamma = 2,20$
Angolo di resistenza al taglio (°gradi)	$\varnothing = 36^\circ$
Coesione non drenata Cu (kg/cm <sup>q</sup> )	Cu = 0.00
Densità relativa (%)	Dr = 70 %
Classificazione AGI	Addensato
Modulo di Young (kg/cm <sup>q</sup> )	E=420
Modulo Edometrico (kg/cm <sup>q</sup> )	E =180
Modulo di Poisson (kg/cm <sup>q</sup> )	P =0.26
Modulo di reazione K0	K <sub>0</sub> =7.00

Il livello piezometrico della falda non è stato misurato direttamente per le profondità indagate; esso dalla bibliografia si situa a profondità comprese > 10 m da p.c. attuale;

## 8. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Il DM 14.01.2008 (paragrafo 7.11.3.4) e successiva Circolare esplicativa n. 617/2009 (paragrafo C7.11.3.4) impongono che sia valutata la stabilità nei confronti della liquefazione mediante il ricorso a metodologie analitiche o a carattere semiempirico.

Tali verifiche, secondo le NTC 2008, devono essere condotte tutte le volte che il manufatto in progetto interagisce con terreni saturi a prevalente componente sabbiosa ed in presenza, ovviamente, di sollecitazioni cicliche e dinamiche per le quali il sottosuolo tende a comportarsi come un sistema idraulicamente chiuso, ovvero come un sistema non drenato; nel contempo, al fine di facilitare le procedure di analisi, al paragrafo 7.11.3.4.2 **è ribadito che tali analisi possono essere omesse in presenza dei seguenti casi:**

- eventi sismici di magnitudo inferiore a 5 ( $M < 5$ );
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizione di free-field) inferiori a 0.1g ( $a < 1 \text{ m/secq}$ );
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano di campagna, quest'ultimo inteso ad andamento sub-orizzontale e con strutture a fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $N_{1,60} > 30$ ;
- elevata presenza, nel fuso granulometrico, di terreni a componente fine (limi e argille) o di ghiaie

Ne deriva che i fattori che governano il fenomeno della liquefazione possono essere intimamente legati a:

- lo stato di addensamento;
- la granulometria;
- la storia delle sollecitazioni sismiche;
- le condizioni di drenaggio;
- l'età del deposito;
- il grado di sovraconsolidazione.

Per tale ragione si può ragionevolmente affermare che il sito non è suscettibile di liquefazione perché sussistono la seguente condizione di esclusione fra cui:

- **profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano di campagna, quest'ultimo inteso ad andamento sub-orizzontale e con strutture a fondazioni superficiali;**
- **depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $N_{1,60} > 30$ ;**

## 9. TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il suolo ed i materiali scavati nel corso dell'attività di costruzione, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzati per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purchè soddisfino tutti i criteri, requisiti e condizioni previste dal D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

Ai sensi del comma 1 dell'art. 186 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), così come modificato dal "Testo del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185 (in Gazzetta Ufficiale - n. 280 del 29 novembre 2008, S.O. n. 263/L), coordinato con la legge di conversione 28 gennaio 2009, n. 2 (in questo stesso supplemento ordinario alla pag. 1), recante: «Misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale»" le terre e rocce da scavo sono rifiuti fatto salvo che non sia dimostrata la certezza del loro utilizzo come sottoprodotto e non provengano da siti contaminati.

Ai sensi della vigente normativa ambientale (DM 161/2012), le terre e rocce da scavo sono soggette alla verifica di alcune condizioni tali per cui esse possano essere considerate terre e non rifiuti, compresi gli eventuali riporti antropici.

Il paragrafo si propone di fornire indirizzi operativi per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo; le indicazioni riportate di seguito sono valide per la gestione delle terre da scavo indipendentemente dal volume movimentato.

### I. Presupposti per l'utilizzo

Le terre e rocce da scavo :

- non devono provenire dall'interno della perimetrazione di siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del Titolo V della parte quarta del D. lgs 152/2006
- devono garantire, fin dalla fase di produzione, il rispetto dei requisiti di qualità ambientale
- il loro utilizzo non deve richiedere la necessità di preventivo trattamento o trasformazioni preliminari, inclusa la miscelazione se ha come effetto la diluizione di inquinanti per soddisfare i requisiti di qualità ambientale e i requisiti merceologici di cui all'art. 186 comma 1 lettera c) del D. lgs 3 aprile 2006. Non sono considerate operazioni di preventivo trattamento o di trasformazione preliminare la riduzione volumetrica, la macinatura e la vagliatura, finalizzate all'adeguamento delle caratteristiche geotecniche del materiale, a condizione che siano sempre verificati e rispettati i requisiti di qualità ambientale e merceologici

### II. Modalità di utilizzo

Le terre e rocce da scavo possono essere utilizzate per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purché:

- a) siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- b) sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;
- c) l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di

preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo a emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinati ad essere utilizzati;

- d) sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- e) sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del D.lgs 4/2008
- f) le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;
- g) la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata.

Le terre oggetto di scavo saranno gestite sulla base della normativa vigente in funzione del loro riutilizzo c/o il sito di produzione o in altro sito e tale attività sarà oggetto della stesura in fase progettuale definitiva di un documento progettuale denominato Piano di Utilizzo, che individuerà il produttore (impresa affidataria degli scavi), la quantità dei volumi destinati a riutilizzo, i siti di destino e la classificazione del materiale dal punto di vista merceologico e chimico/fisico, nonché espleterà le prescritte pratiche autorizzative c/o gli enti preposti al rilascio delle autorizzazioni (Ente Provincia).

## 10. CONCLUSIONI

Lo studio ha permesso di definire la natura e le caratteristiche dei terreni presenti nell'area esaminata; in particolare in corrispondenza dell'area di intervento sono presenti oltre la profondità di 0.60 m da p.c. depositi naturali costituiti prevalentemente da litotipi incoerenti (sabbie e ghiaie), che nel complesso possiedono discrete/buone caratteristiche geotecniche il cui grado di addensamento migliora con la profondità.

Sulla base delle considerazioni svolte nei paragrafi precedenti di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, sismico e delle indagini realizzate nell'area in oggetto si traggono le seguenti conclusioni:

- Le indagini in sito hanno mostrato una buona omogeneità areale nella distribuzione dei depositi e confermano la presenza di depositi ghiaiosi sino alla profondità di circa 2.10 m da p.c. evidenziati dal rifiuto alla punta..
- All'atto delle prove in sito il livello piezometrico della falda non è stato misurato direttamente per le verticali indagate; il livello di falda si situa a profondità comprese tra ai 17/20 m da p.c..
- La natura litologica dei depositi superficiali (sabbie e ghiaie) conferisce agli acquiferi un grado di vulnerabilità all'inquinamento elevato; sarà importante verificare le modalità di realizzazione di eventuali nuove strutture interrato che prevedano lo stoccaggio o la circolazione di fluidi potenzialmente inquinanti quali: scarichi, fognature e cisterne interrato.
- La geomorfologia dell'area, limitatamente alla zona interessata dagli interventi, caratterizzata da morfologia pianeggiante risulta allo stato attuale, esente da fenomeni in rapida evoluzione geomorfologica in atto o potenziali che pregiudichino la stabilità dei luoghi e la buona riuscita delle opere in progetto.
- L'area in oggetto ricade nello scenario di microzonazione sismica individuato come Zone di pianura con presenza di depositi incoerenti e coesivi addensati. Sulla base dell'indagine sismica eseguita il valore della velocità di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità ( $V_{s30}$ ) nei terreni interessati dall'intervento in oggetto è pari a 485 m/sec, pertanto la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la B:

*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

- Per quanto riguarda le portate delle acque meteoriche attese in condizioni di pioggia critica provenienti dalle superfici impermeabilizzate, esse dovranno essere raccolte, convogliate e smaltite entro un efficiente sistema di pozzi perpendenti adeguatamente dimensionato e provvisto dei noti sistemi di salvaguardia ambientale e campionamento. In fase esecutiva si procederà alla verifica delle portate attese con il tempo di ritorno adeguato alla curva di possibilità pluviometrica dell'area.

- Prescrizioni per la corretta esecuzione delle opere

Ogni singolo intervento dovrà essere progettato e realizzato in funzione della salvaguardia e della qualità dell'ambiente, senza alterare le condizioni di drenaggio esistenti e la stabilità dell'area.

In particolare dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni di ordine generale, integrate da eventuali altre opere che si rendessero necessarie sulla base della tipologia geometrica e strutturale delle opere in progetto.

- Le fasi di sbancamento e successiva realizzazione degli scavi dovranno procedere senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile per evitare dilavamenti superficiali della superficie di scavo; in particolare modo data la natura dei materiali costituenti il sottosuolo, rappresentati da ghiaie e ghiaietto con ciottoli in matrice sabbioso-limoso si eviterà il dilavamento della matrice fine.
- L'inclinazione delle scarpate di scavo e/o raccordo non dovrà superare i 45°; un'inclinazione maggiore dei fronti di scavo è ammissibile ma solo subordinata ad una verifica di stabilità e/o all'utilizzo di opere di sostegno provvisori.
- Il perimetro del cantiere, nelle varie fasi di scavo, dovrà essere opportunamente recintato e sarà cura del direttore dei lavori evitare di disporre carichi statici o transitare con essi in corrispondenza del ciglio delle scarpate di scavo.
- Le eventuali emergenze idriche e le acque meteoriche dovranno essere intercettate dalla rete di drenaggio superficiale (con relative pendenze) e convogliate verso la rete di scarico adeguatamente dimensionata e progettata, verificandone periodicamente il corretto funzionamento;

Si rammenta inoltre che in fase esecutiva, dato il carattere puntuale dei dati forniti dalle prove penetrometriche, sarà comunque opportuno verificare la rispondenza delle condizioni locali con le caratteristiche litologiche ed idrogeologiche indicate nella presente relazione; nel caso di non perfetta rispondenza si provvederà ad eseguire approfondimenti al fine di individuare i provvedimenti del caso.

Dalle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti e dall'esame delle condizioni geomorfologiche, geologiche dell'area e dei depositi indagati con indagine in sito, si può dedurre che le caratteristiche dell'area in oggetto appaiono compatibili con la destinazione d'uso prevista, adottando le prescrizioni sin qui esposte. Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del DM 14/01/2008 e contempla i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica ivi prescritti, costituendo documento idoneo per il rilascio della concessione edilizia sulla base del progetto di costruzione ad esso allegato.

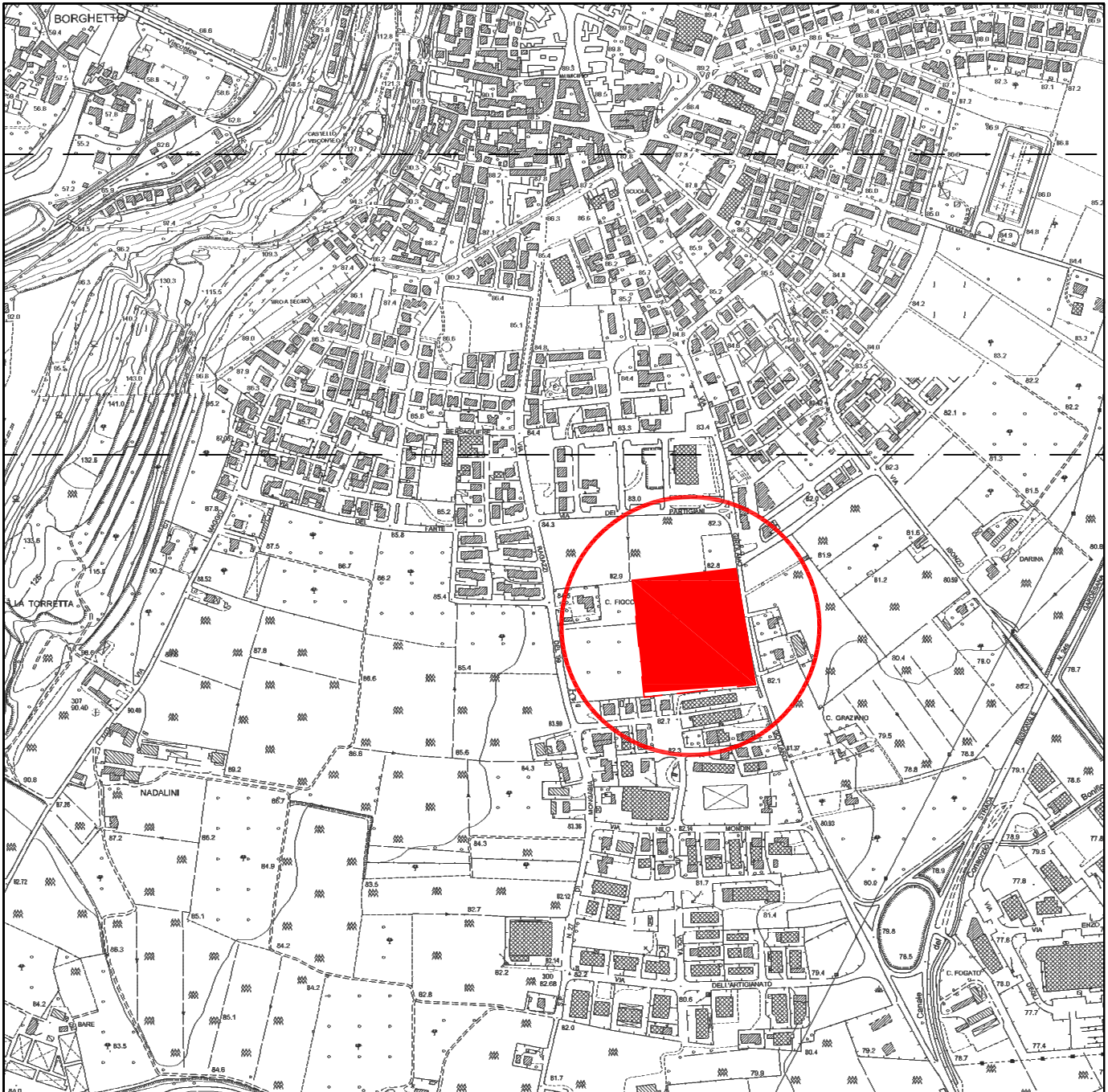
Come prescritto dalla vigente normativa DM 14/01/2008, la progettazione esecutiva delle singole strutture dovrà essere accompagnata dalla presente relazione geologica e dalla relazione geotecnica che verrà rassegnata successivamente, sulla base della consistenza e della geometria effettiva delle opere.

Il Geologo  
Dott. Geol. Giuliano Donaera



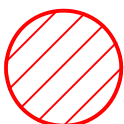
## **ALLEGATI**

TITOLO ELABORATO	<b>COROGRAFIA GENERALE</b>	DATA MAGGIO 2017	SCALA 1:10.000	APP GDO
COMMITTENTE	IMPRESA DI COSTRUZIONI MEZZANI SRL	N. <b>PRJ 15.117</b>		
LAVORO	ACCORDO DI PIANIFICAZIONE IL GELSO	TAVOLA		
CANTIERE	VALEGGIO SUL MINCIO (VR) - VIA GOTTARDI	<b>1</b>		

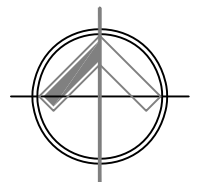


Base cartografica Carta Tecnica Regionale CTR R.V. Sezione 144050 scala 1:10.000

**LEGENDA SIMBOLI**



AREA DI STUDIO





TITOLO ELABORATO	<b>ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE</b>	DATA MAGGIO 2017	SCALA 1:2.000	APP GDO
COMMITTENTE	<b>IMPRESA DI COSTRUZIONI MEZZANI SRL</b>	N. <b>PRJ 15.117</b>		
LAVORO	<b>ACCORDO DI PIANIFICAZIONE IL GELSO</b>	TAVOLA		
CANTIERE	<b>VALEGGIO SUL MINCIO (VR) - VIA GOTTARDI</b>	<b>2</b>		

## ESTRATTO MAPPA CATASTALE

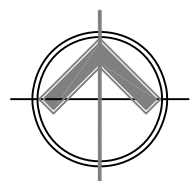


PROPRIETA' SOCIETA' AGRICOLA IL GELSO srl, MEZZANI COSTRUZIONI srl  
 MAPPALE INTERESSATO: foglio 34; mapp. 1786 - superficie catastale 34273 mq

Estratto di mappa catastale Foglio n. 34 particella n. 1768 comune censuario di VALEGGIO SUL MINCIO (VR) in scala 1: 2.000

### LEGENDA SIMBOLI

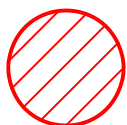
--- LIMITE AREA DI STUDIO



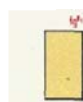
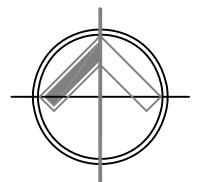
TITOLO ELABORATO	<b>CARTA LITOLOGICA - GEOMORFOLOGICA</b>	DATA MAGGIO 2017	SCALA 1:10.000	APP GDO
COMMITTENTE	<b>IMPRESA DI COSTRUZIONI MEZZANI SRL</b>	N. <b>PRJ 15.117</b>		
LAVORO	<b>ACCORDO DI PIANIFICAZIONE IL GELSO</b>	TAVOLA		
CANTIERE	<b>VALEGGIO SUL MINCIO (VR) - VIA GOTTARDI</b>	<b>3</b>		



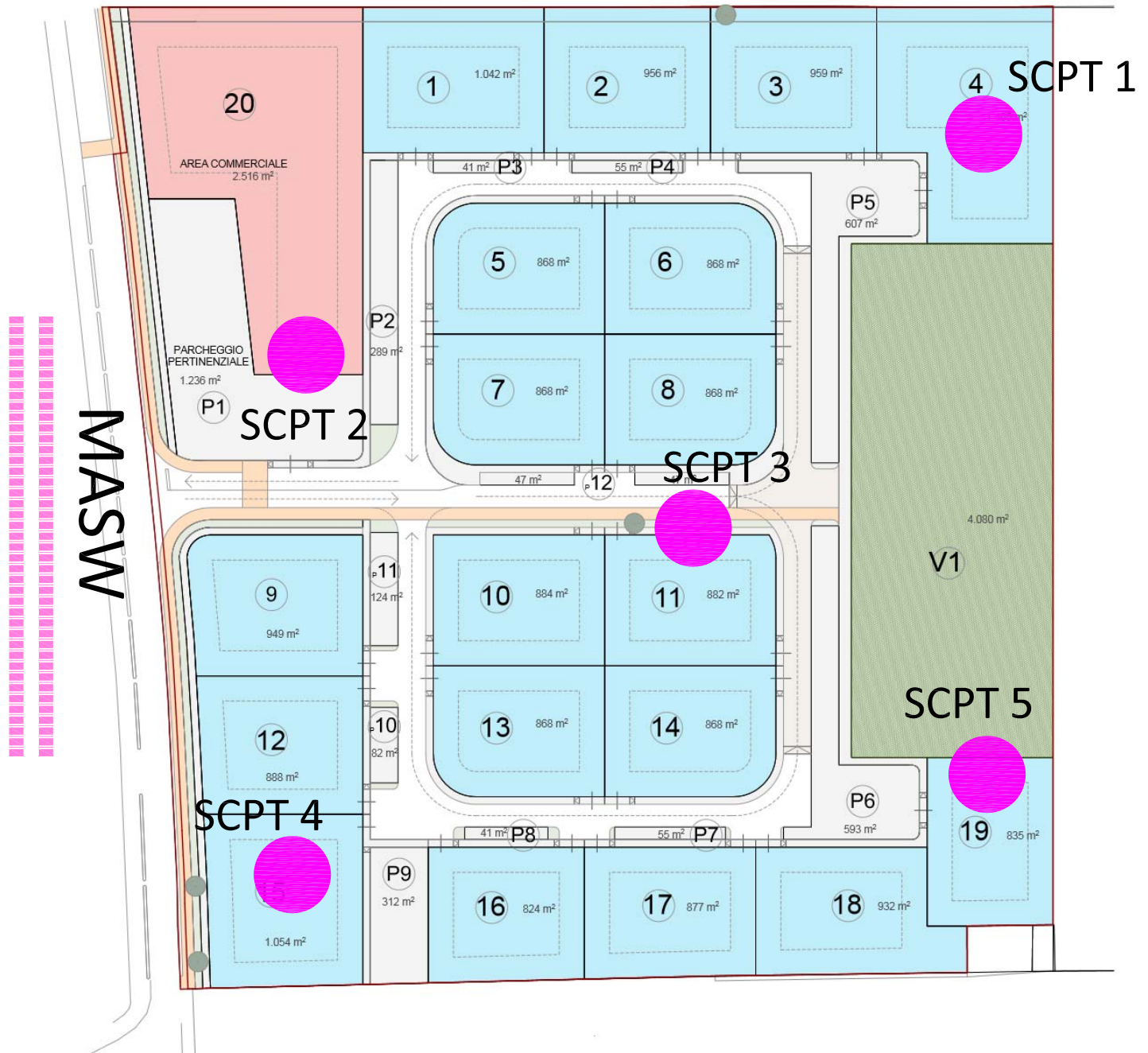
Estratto da Carta Geologica d'Italia foglio n. 48 "Peschiera del Garda" in scala 1: 100.000

**LEGENDA SIMBOLI**


AREA DI STUDIO





 Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, prevalentemente ghiaiose, alterate per oltre un metro in argille rossastre. Terrazze e sospese di 40 e più metri, si raccordano con le cerchie moreniche risisiane più esterne dell'anfiteatro del Garda e di quello atesino di Rivoli Veronese. **RIS S. ANTICO**.


TITOLO ELABORATO	<b>PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>	DATA MAGGIO 2017	SCALA FUORI SCALA	APP GDO
COMMITTENTE	<b>IMPRESA DI COSTRUZIONI MEZZANI SRL</b>	N. <b>PRJ 15.11.7</b>		
LAVORO	<b>ACCORDO DI PIANIFICAZIONE IL GELSO</b>	TAVOLA		
CANTIERE	<b>VALEGGIO SUL MINCIO (VR) - VIA GOTTARDI</b>	<b>4</b>		



## PLANIMETRIA DI PROGETTO LOTTIZZAZIONE PL GELSO- VALEGGIO SUL MINCIO

## LEGENDA SIMBOLI

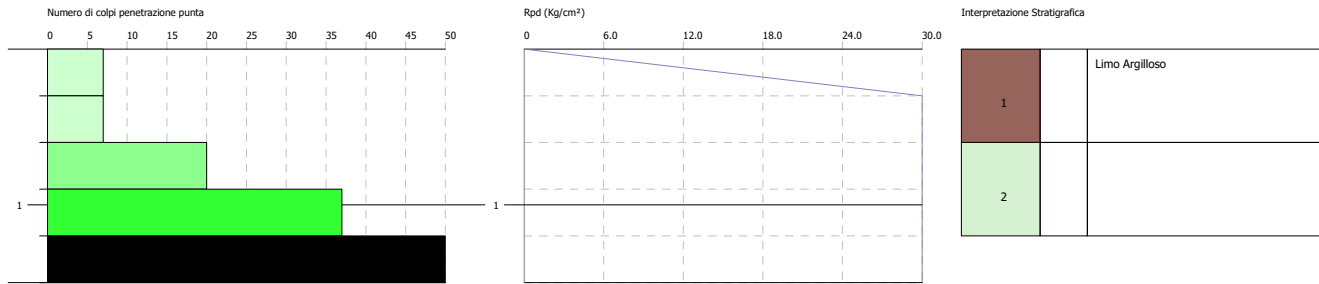
 SCPT	PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT	 T	TRINCEA ESPLORATIVA
	MASW SISMICA MASW	 P	POZZO

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 1**  
**Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI**

Committente: MEZZANI COSTRUZIONI SRL  
Cantiere: VALEGGIO SUL MINCIO (VR)  
Località: LOTTIZZAZIONE IL GELSO

Data: 25/05/2017

Scala 1:50

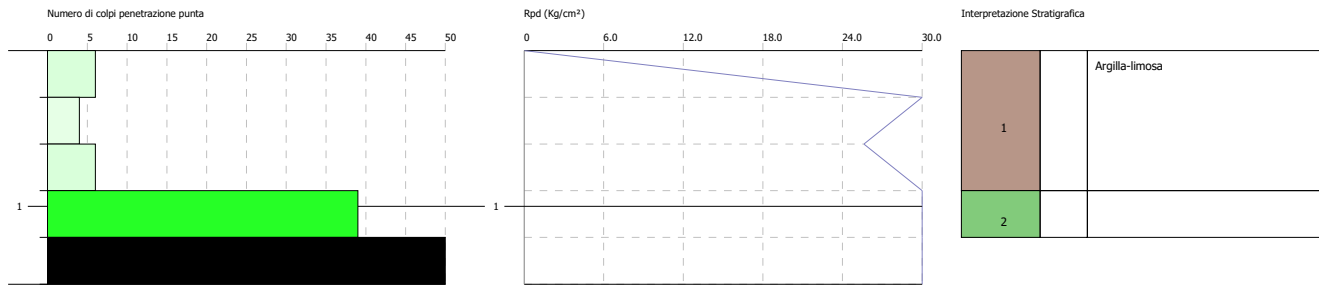


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 2**  
**Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI**

Committente: MEZZANI COSTRUZIONI SRL  
Cantiere: VALEGGIO SUL MINCIO (VR)  
Località: LOTTIZZAZIONE IL GELSO

Data: 25/05/2017

Scala 1:50

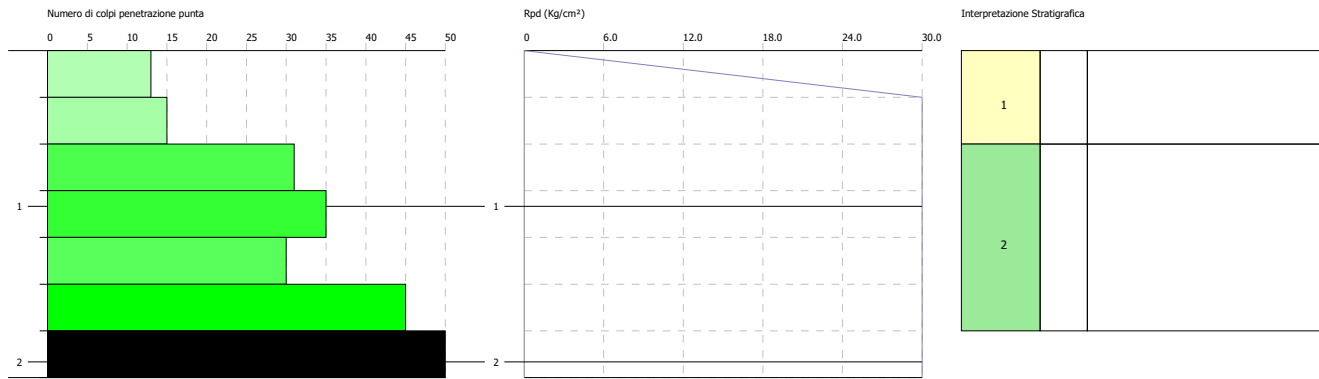


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA scpt 3**  
**Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI**

Committente: MEZZANI COSTRUZIONI SRL  
Cantiere: VALEGGIO SUL MINCIO (VR)  
Località: LOTTIZZAZIONE IL GELSO

Data: 25/05/2017

Scala 1:50

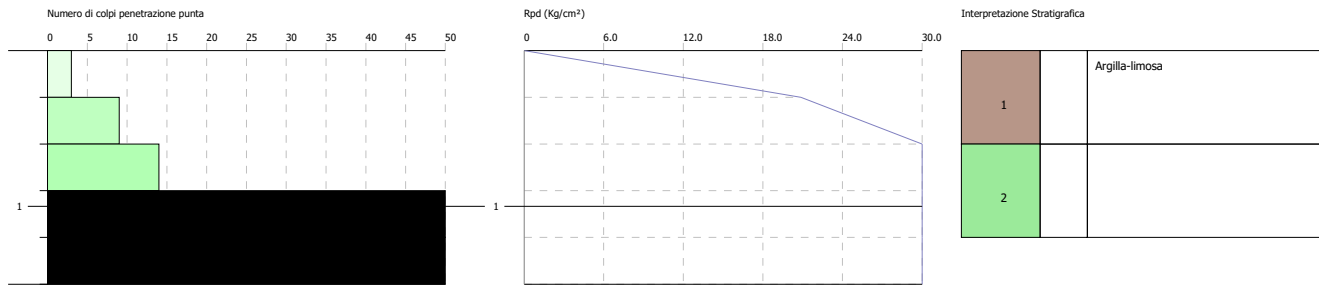


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 4**  
**Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI**

Committente: MEZZANI COSTRUZIONI SRL  
Cantiere: VALEGGIO SUL MINCIO (VR)  
Località: LOTTIZZAZIONE IL GELSO

Data: 25/05/2017

Scala 1:50



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 5**  
**Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI**

Committente: MEZZANI COSTRUZIONI SRL  
Cantiere: VALEGGIO SUL MINCIO (VR)  
Località: LOTTIZZAZIONE IL GELSO

Data: 25/05/2017

Scala 1:50

