PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
DENOMINATO
“P.U.A. - VIA ROMA”

PROGETTO DEFINITIVO

DATI GENERALI: Provincia di Padova
Comune di Limena
Via Roma

COMMITTENTE: **LIMBES S.r.l.**
Cod. Fisc. e Partita Iva: 01630720280
Sede: Via G. Matteotti, n. 13 -Limena (PD)

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

(ai sensi delle N.T.C. 2018)

COMMESSA:	20027
TIPOLOGIA:	AM
ELABORATO:	RL
NUMERO:	01

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	11.01.2022	PRIMA EMISSIONE	F.A.	N.F.	E.A.

NOME FILE: 20027_PD_AM_RL_01_R0 - RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA.docx

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288

INDICE

1. INTRODUZIONE 3

2. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'AREA 3

2.1 Caratteristiche del sito 4

2.2 Strumenti urbanistici 5

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 7

3.1 Ricostruzione stratigrafica di dettaglio 11

4. ASSETTO IDROGEOLOGICO 12

4.1 Assetto idrogeologico locale 13

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA 13

5.1 Prove penetrometriche statiche CPT 14

5.2 Parametri geotecnici assunti 15

6. AZIONE SISMICA 16

6.1 Sismicità 16

6.2 Categoria del suolo di fondazione 17

7. FASI OPERATIVE 21

8. VALUTAZIONE DELLE INTERAZIONI SUL TERRITORIO 22

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 23

FIGURE (nel corpo del testo)

Figura 2.1 Cartografia Tecnica Regionale dell'area in esame
Figura 2.2 Corografia area in esame
Figura 2.3 Planimetria dello stato di fatto su base satellitare
Figura 2.4 Estratto della Carta della coerenza P.A.T. / P.R.G. vigente
Figura 2.5 Estratto della Carta dei Vincoli e della pianificazione territoriale del P.A.T. di Limena
Figura 3.1 Estratto della Carta delle Unità Geomorfologiche del Veneto - scala originale 1: 250.000
Figura 3.2 Estratto della Carta Geologica del Veneto - scala originale 1: 250.000
Figura 3.3 Estratto della Carta Litologica del P.A.T. del Comune di Limena
Figura 3.4 Estratto della Carta della compatibilità geologica del P.A.T. del Comune di Limena
Figura 4.1 Estratto della Carta idrogeologica del P.A.T. del Comune di Limena, elaborato C.02.02 – scala originale 1: 10.000
Figura 6.1 Esecuzione indagine MASW
Figura 6.2 Curva di dispersione
Figura 6.3 Profilo di velocità
Figura 6.4 Modello di velocità delle onde S per il sito in esame

TABELLE (nel corpo del testo)

Tabella 5.1 Parametri geotecnici assunti

APPENDICI

Appendice 1 Tavole
Appendice 2 Documentazione fotografica
Appendice 3 Stratigrafie dei sondaggi
Appendice 4 Report delle prove penetrometriche statiche
Appendice 5 Report dei parametri geotecnici assunti
Appendice 6 Report dell'indagine sismica (MASW)

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288

1. INTRODUZIONE

Il presente rapporto geologico-tecnico è parte integrante del progetto di ristrutturazione dell'area commerciale sita nel territorio comunale di Limena (PD), via Roma n. 12.

Tale relazione tecnica è redatta ai sensi del D.M. 17.01.2018(1) – NTC 2018 - per verificare, tramite lo studio geologico-stratigrafico dell'area, la fattibilità e la compatibilità dell'intervento edilizio con la situazione geotecnica locale.

È motivo quindi caratterizzare il settore centrale del territorio comunale di Limena (PD).
A tale scopo sono stati evidenziati:

- localizzazione geografica ed assetto geomorfologico;
- assetto geologico generale;
- assetto stratigrafico locale;
- • assetto idrologico ed idrogeologico.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018, la relazione geologica comprende ed illustra:

- i lineamenti morfologici della zona;
- la situazione litostratigrafica locale;
- lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

La caratterizzazione geotecnica e la ricostruzione geologica sono reciprocamente coerenti.

Per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni in data 02 dicembre 2021 sono state eseguite le indagini geotecniche, stratigrafiche e sismiche i cui risultati saranno descritti nei capitoli seguenti.

Le indagini in sito sono state svolte mediante prove penetrometriche puntuali, pertanto in corso d'opera si dovrà tassativamente verificare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica e geologica determinata con la presente relazione e le caratteristiche geologiche del sottosuolo rilevate durante gli scavi e/o sbancamenti previsti.

2. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'AREA

L'area oggetto di studio si trova nel settore centrale del territorio comunale di Limena (PD), in Via Roma n.12 (Figure 2.1 e 2.2).

Il sito si trova ad una quota di circa 18,0 m s.l.m. ed è attualmente inquadrata come area residenziale, seppur questo sia adibito ad attività di tipo industriale/commerciale.

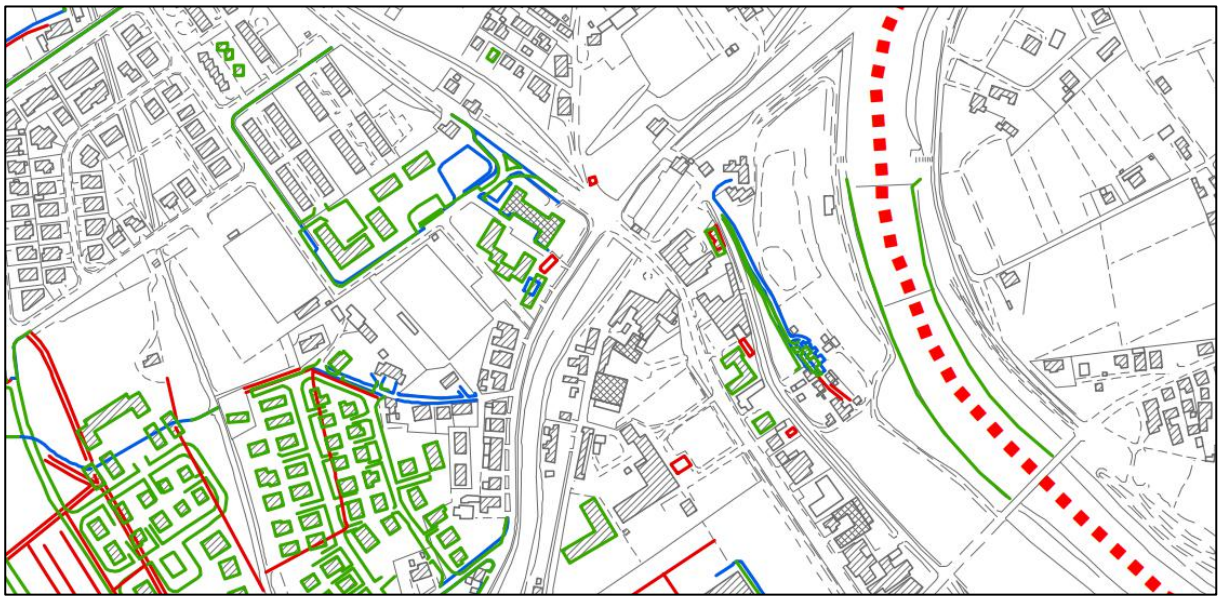


Figura 2.1: Stralcio della Carta Tecnica Regionale dell'area in esame

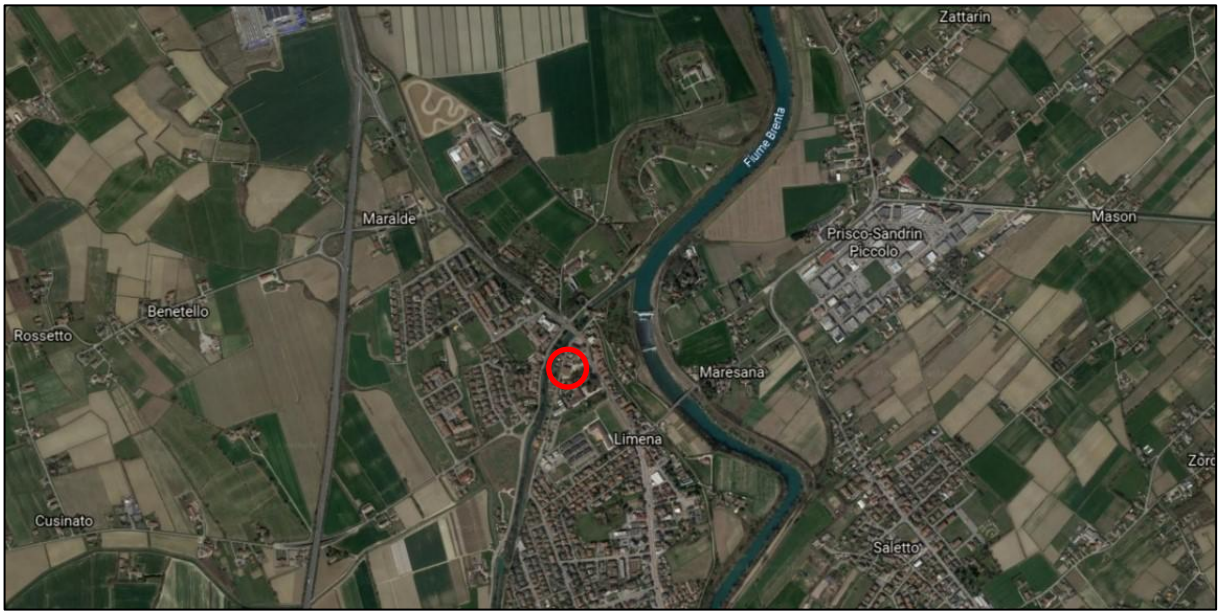


Figura 2.2: Corografia dell'area in esame

2.1 Caratteristiche del sito

Il sito in esame, allo stato attuale, presenta un ampio complesso produttivo (superficie 6.400 mq) costituito da due corpi fabbrica (complessivamente circa 1.500 mq), Figura 2.3, e un'ampia area adibita, in passato, alla sosta di macchine operative e deposito officina (superficie 4.900 mq); di questa circa 1.700 mq sono rivestiti da una soletta di calcestruzzo.

Elitec S.r.l. *engineering*
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288

Figura 2.3: Planimetria dello stato di fatto su base satellitare

La documentazione fotografica dell'area è riportata in Appendice 2.

2.2 Strumenti urbanistici

In merito ai vincoli di utilizzo del sito, sulla base dell'estratto di tavola del Piano Regolatore Generale vigente (P.R.G.) l'area oggetto di studio è inquadrata come area residenziale, "Zona A - residenziale - centro storico".

Diversamente, secondo quanto riportato nella "Carta delle Trasformabilità", elaborato B.04 del Piano Assetto del Territorio (P.A.T.), il sito viene definita come un'area di riqualificazione e riconversione ("Ambiti di riqualificazione") poiché questa è interessata da un insediamento di tipo produttivo consolidato ubicato all'interno di una zona impropria ("Opera incongrua - Attività produttive in zona impropria"), ovvero in un'area a vocazione prettamente residenziale. In Figura 2.4 si riporta lo stralcio dell'elaborato B.05 del P.A.T. (Carta della coerenza P.A.T. / P.R.G. vigente).

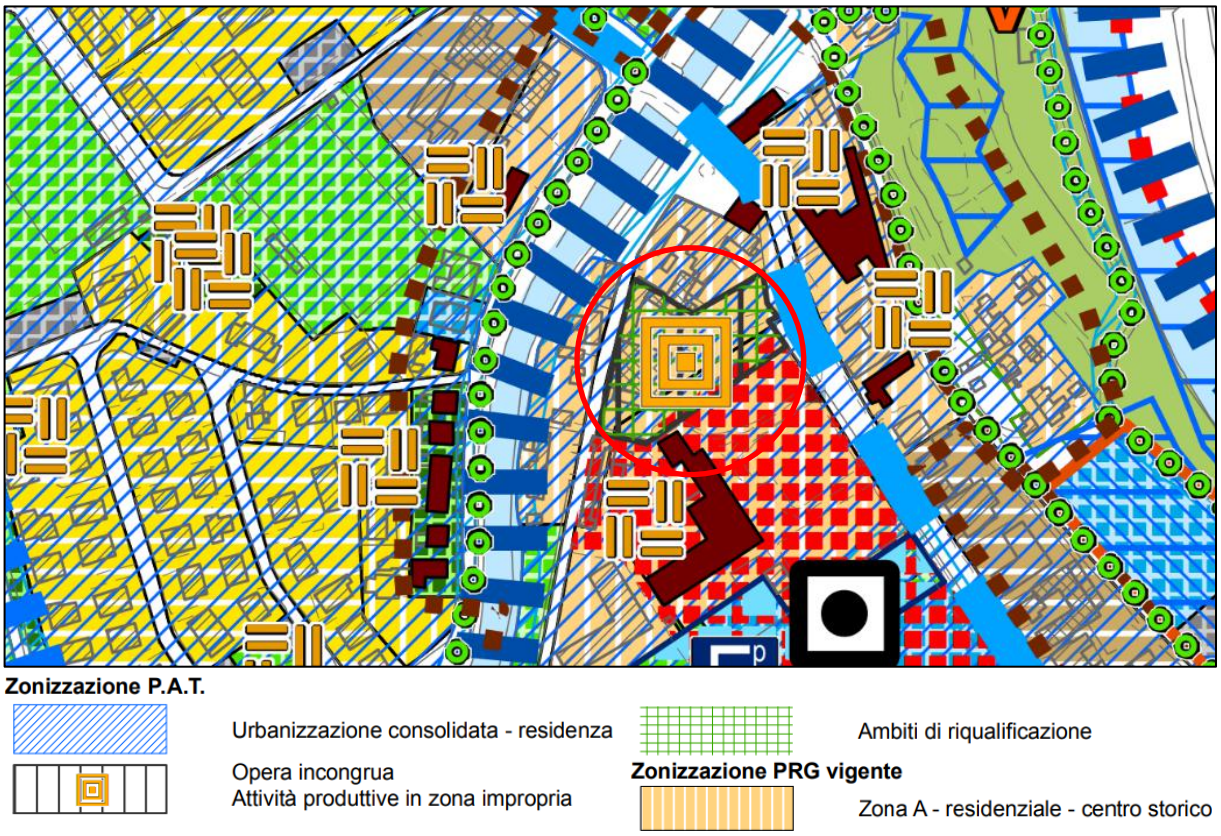


Figura 2.4: Estratto della Carta della coerenza P.A.T. / P.R.G. vigente

Inoltre, come mostrato nell'estratto di Carta dei Vincoli e della Pianificazione territoriale riportato in Figura 2.5, il sito oggetto di studio è compreso all'interno dell'area sottoposta a vincolo paesaggistico.

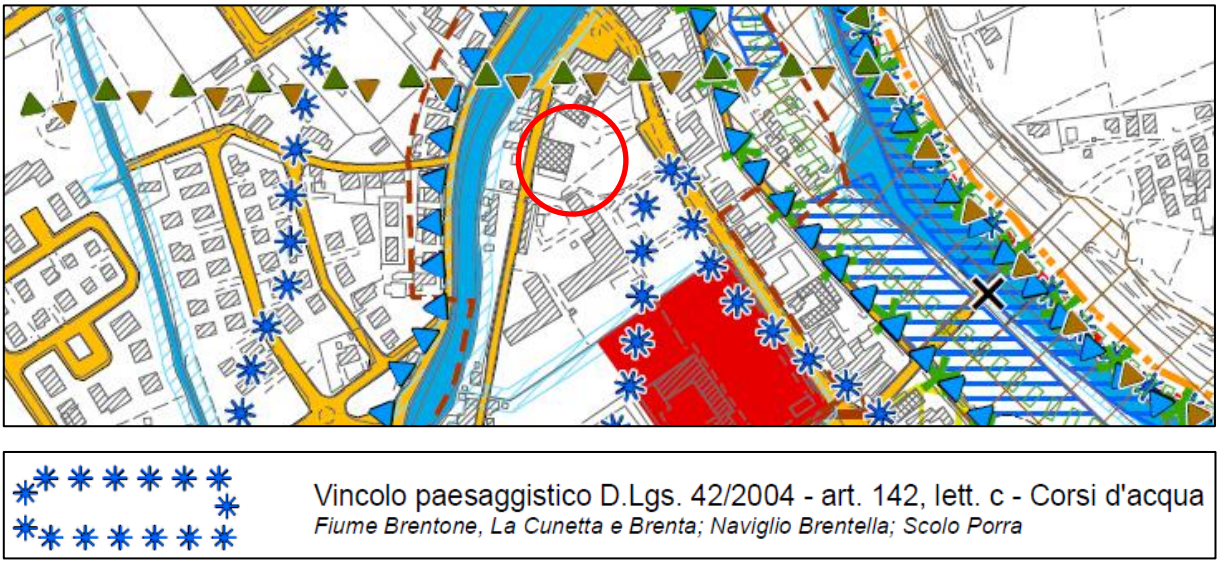


Figura 2.5: Estratto della Carta dei Vincoli e della pianificazione territoriale del P.A.T. di Limena

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La zona oggetto di studio è localizzata all'interno del centro abitato di Limena, ad una quota di circa 18 m.s.l.m., ed è situata in un territorio pianeggiante ubicato a circa 200 m dal fiume Brenta.
Dal punto di vista geomorfologico, il territorio comunale viene ascritto a due unità geomorfologiche derivanti dalla diversa situazione riguardo al rapporto con il fiume Brenta:

- unità della "Fascia di divagazione delle aste fluviali attuali e recenti (paleoalvei)"
- unità dei "Depositi fluviali della pianura alluvionale recente".

La predominante azione modellatrice operata del Fiume Brenta, nel settore di pianura veneta, che interessa il territorio limenese, viene ben ricostruita nella Carta delle Unità Geomorfologiche del Veneto pubblicata dalla Regione Veneto della quale viene riportato un estratto in Figura 3.1. La suddetta figura riporta lo "Schema Geomorfologico della pianura del Brenta tra Bassano e Padova", da quest'ultima si possono osservare i principali elementi geomorfologici e in particolar modo la ricostruzione dell'andamento degli orli dei terrazzi di erosione fluviale, i quali però non interessano il comune di Limena in quanto appartenenti alla pianura antica. In subordine rispetto all'azione morfogenetica del fiume Brenta, risulta evidente la modificazione del territorio indotta da forme antropiche; esse sono in parte collegate alla presenza del Brenta (arginature fluviali e creazione di una cassa di espansione fluviale in destra idrografica, rete di rogge e canali, opere di difesa fluviale), in parte connesse con il sistema dei trasporti rilevati stradali (in particolare la tangenziale SR47) e con l'attività di cava.

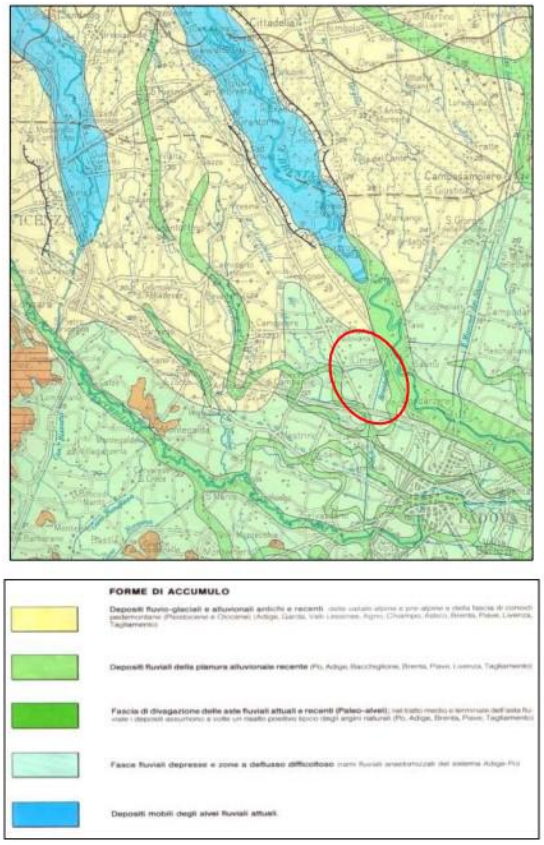


Figura 3.1: Estratto della Carta delle Unità Geomorfologiche del Veneto - scala originale 1: 250.000

Dal punto di vista geologico, il territorio comunale appartiene all'unita geologica della bassa Pianura Veneta. La costituzione geologico-stratigrafica della Pianura Padano-Veneta, al di là del suo aspetto morfologico uniforme ed apparentemente monotono, non è certamente omogenea; nel dettaglio essa risulta molto varia e spesso assai complessa. Ciò deriva da diverse cause: il numero elevato di vallate che sfociavano nell'antica depressione tettonica adriatica attraverso le quali si depositarono fino a colmarla con enormi accumuli di depositi fluvio-glaciali e fluviali; le frequenti variazioni spaziali del corso di questi fiumi che divagarono per la pianura depositando le loro alluvioni su aree diverse, le frequenti ingressioni e regressioni del mare Adriatico che hanno interessato ripetutamente la Bassa e la Media Pianura; tutti questi fattori hanno generato un assetto stratigrafico assai articolato anche se schematizzabile come già detto nella classica suddivisione nelle tre fasce di Alta, Media e Bassa Pianura. Ovviamente la differenziazione nelle tre zone deriva da una drastica semplificazione e schematizzazione essendo le stesse geneticamente e strutturalmente collegate. L'elemento strutturale principale dell'Alta e Media Pianura è rappresentato dalle grandi conoidi alluvionali ghiaiose, depositate dai corsi d'acqua (Piave, Brenta, Astico, Leogra) quando il loro regime era nettamente diverso da quello attuale e caratterizzato soprattutto da portate molto elevate (per lo scioglimento dei ghiacciai) e da un trasporto solido imponente (per lo smantellamento degli apparati morenici che intasavano le valli prealpine).

Lungo la fascia pedemontana si riconoscono varie conoidi sovrapposte dello stesso fiume, compenetrate sui fianchi con le conoidi dei fiumi vicini; si riconoscono anche conoidi dello stesso fiume depositate su aree diverse. Ne risulta così un sottosuolo interamente ghiaioso per tutto lo spessore del materasso alluvionale (zona di Alta Pianura).

Le conoidi ghiaiose dei vari corsi d'acqua si spinsero a valle per distanze differenti, in funzione dei diversi caratteri idraulici di ciascun corso d'acqua nelle diverse fasi climatiche: le conoidi più antiche, e quindi più profonde, si sono spinte quasi sempre in aree più lontane rispetto a quelle più recenti.

Scendendo verso valle, o meglio verso l'attuale fascia costiera, lo spessore complessivo delle ghiaie diminuisce progressivamente: al semplice ed omogeneo accumulo di materiali grossolani dell'Alta Pianura si sostituisce un sistema multistrato in cui i singoli letti ghiaiosi si assottigliano sempre più fino ad esaurirsi penetrando entro depositi sempre più potenti di materiali fini limoso-argillosi (zona di Media Pianura). Allontanandosi ulteriormente dallo sbocco delle vallate prealpine, i sedimenti che costituiscono il sottosuolo sono rappresentati principalmente da orizzonti limoso-argillosi alternati a più o meno spessi ed estesi livelli sabbiosi in quanto le ultime propaggini delle grandi conoidi alluvionali ghiaiose prealpine sono molto rare e comunque presenti esclusivamente a grandi profondità. Il territorio comunale appartiene alla zona di bassa pianura: ne deriva una struttura litostratigrafica che presenta che presenta una netta prevalenza di deposito caratterizzati da granulometria fine soprattutto verso la superficie, con presenza di livelli sabbiosi consistenti solo in profondità. Il territorio comunale viene identificato, a scala geologica regionale (Figura 3.2), come appartenente alla zona dei "Depositi alluvionali e fluvioglaciali distinti sino a 30 metri di profondità con limi e argille prevalenti".

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288

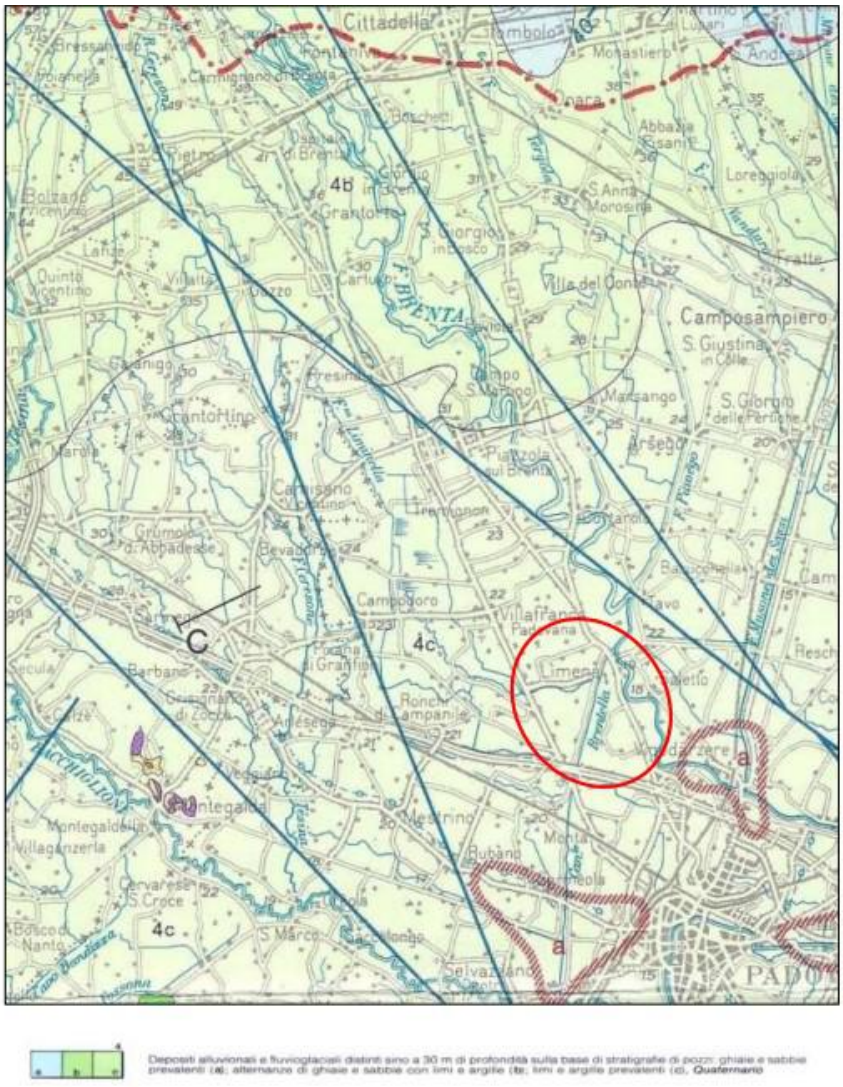


Figura 3.2: Estratto della Carta Geologica del Veneto - scala originale 1: 250.000

Nel dettaglio, il sito in esame è interessato dalla presenza, nel primo sottosuolo, di un'alternanza di "fasce" di natura deposizionale caratterizzate dalla presenza di sedimenti a granulometria fine (limoso-argillosa), come evidenzia la Carta litologica del P.A.T. sottostante (Figura 3.3).

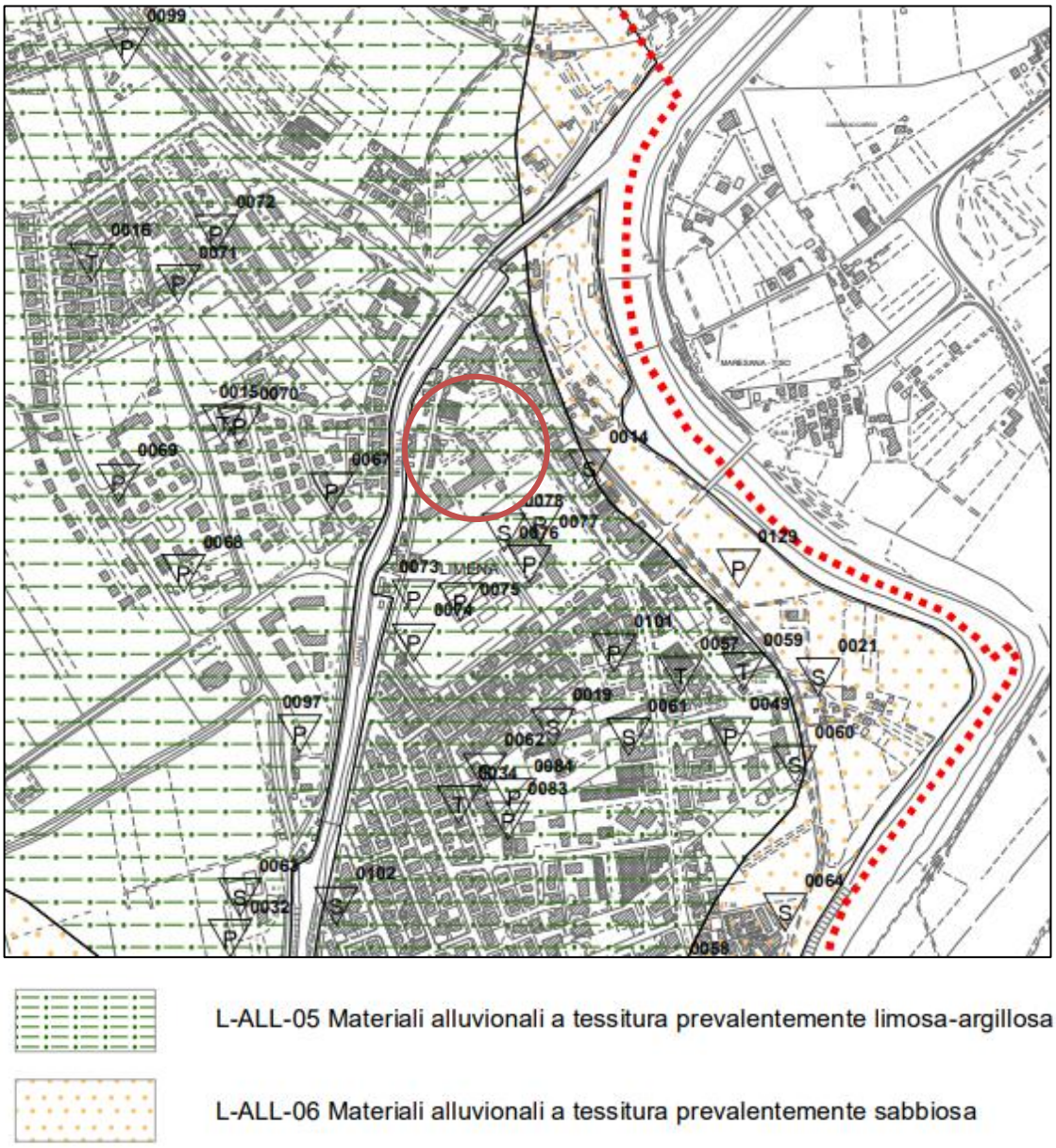


Figura 3.3: Estratto della Carta Litologica del P.A.T. del Comune di Limena

Inoltre, come mostrato nell'estratto di Carta della compatibilità geologica del Piano di Assetto del Territorio di Limena riportato in Figura 3.4, il sito oggetto di studio è compreso all'interno di un'area classificata come idonea. Come riportato nelle Norme Tecniche, le aree idonee sono caratterizzate da condizioni geologiche ed idrogeologiche di stabilità ambientale tale da non richiedere particolari accorgimenti di carattere tecnico per le normali costruzioni. Si tratta di una idoneità territoriale e non sito-specifica, pertanto vanno tenute in debita considerazione le Norme Tecniche che regolano le costruzioni, anche in considerazione della medio-bassa capacità portante dei terreni presenti nell'intero ambito e per la presenza di falda a debole profondità.

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288

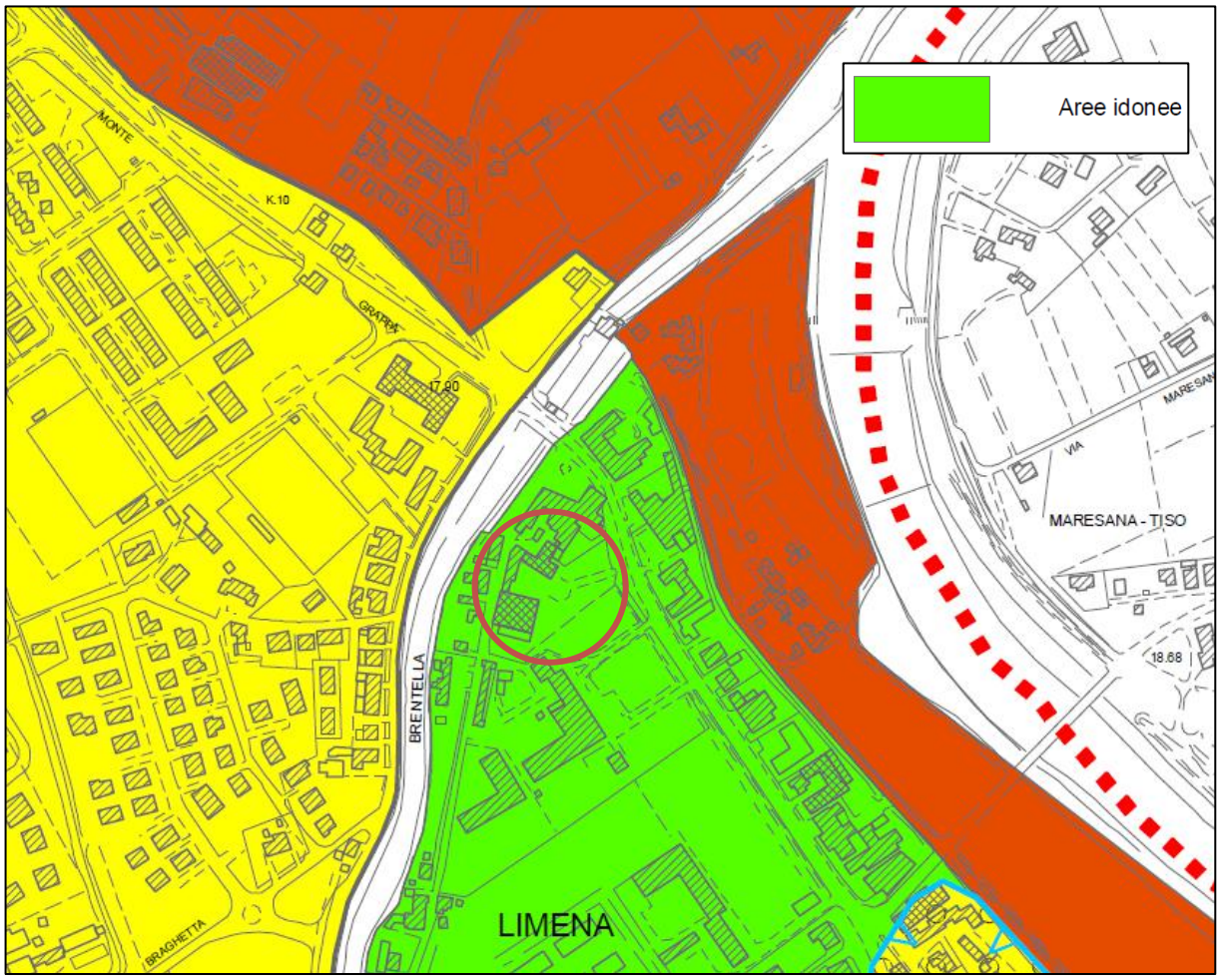


Figura 3.4: Estratto della Carta della compatibilità geologica del P.A.T. del Comune di Limena

3.1 Ricostruzione stratigrafica di dettaglio

Durante i rilievi di sito sono stati eseguiti n. 5 sondaggi a carotaggio continuo (S1÷ S5) mirati a rilevare l'andamento stratigrafico di dettaglio dei primi 3,0 m di terreno.

A seguito dell'interpretazione dei dati di campagna la successione stratigrafica superficiale può essere così riassunta:

- alternanza di sabbia limosa e limo sabbioso (da 0,0 m a massimo 2,2 m da p.c.): Alternanze di sabbie limose e limi sabbiosi con livelli discontinui e localizzati nei quali uno dei due (sabbia o limo) risulta preponderante rispetto all'altro;
- limo argilloso (da 2,2 m a 3,0 m da p.c.): Limo argilloso plastico di colore marrone chiaro/ grigio chiaro con sfumature ocra, insaturo;

È stato, inoltre, riscontrata la presenza di materiale di riporto in corrispondenza dei sondaggi S1 e S2.

In particolare, in corrispondenza del sondaggio S2 è presente un livello di materiale di riporto costituito da limo sabbioso con ghiaia e materiale antropico (laterizi) fino alla profondità di circa 1,7 m. In corrispondenza del sondaggio S1, la profondità di tale livello è pari a 0,6 m.

In Appendice 3 sono graficamente schematizzate le stratigrafie relative ai sondaggi.

4. ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'idrografia principale dell'area è costituita dal Fiume Brenta, che defluisce da NO verso SE, il quale è posto ad est rispetto al sito e dista da esso circa 200 - 300 m; circa 50 - 100 m ad ovest è presente anche un canale artificiale (Brentella).

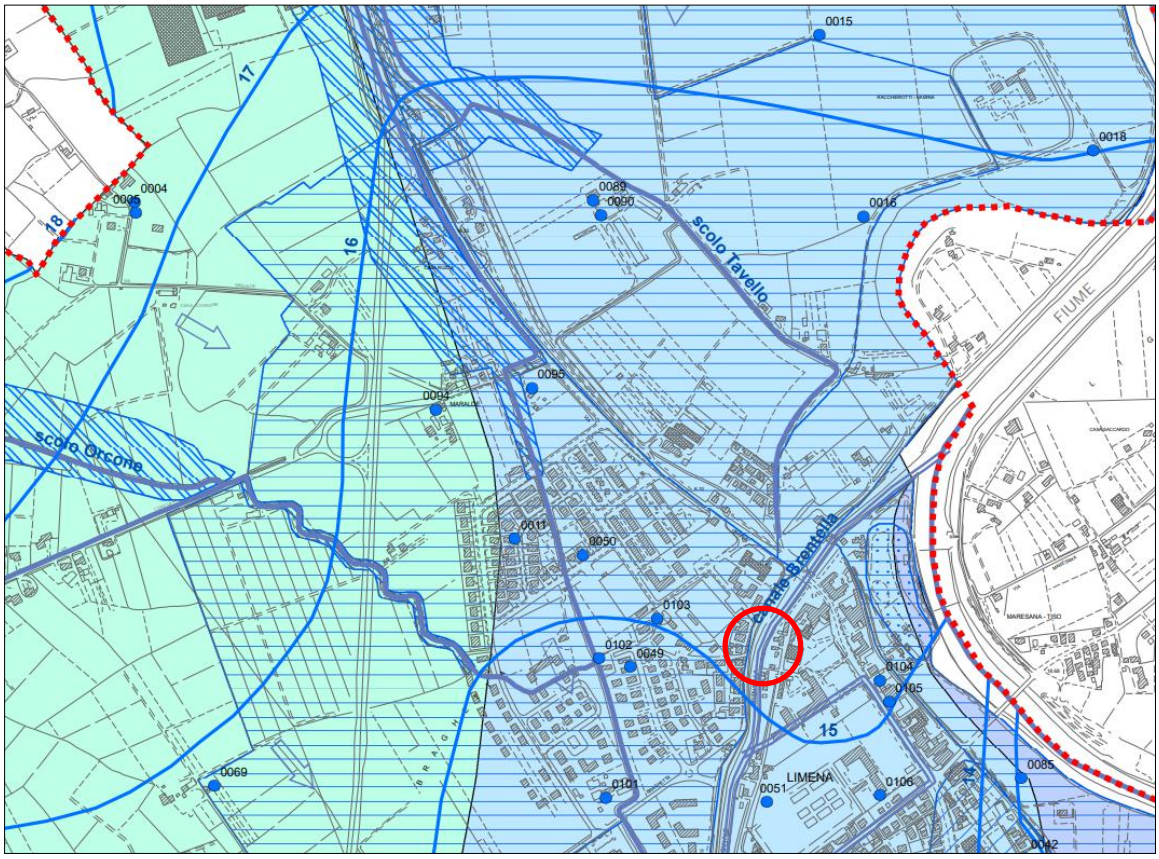
Dal punto di vista idrogeologico, il territorio comunale appartiene al settore della Bassa Pianura e quindi caratterizzato da un sistema di falde sovrapposte in pressione alloggiate in acquiferi a permeabilità piuttosto modesta e da una soprastante falda libera la cui superficie si pone appena al di sotto del piano campagna. La suddetta falda superficiale, che rappresenta il fattore idrogeologico di maggior rilevo per quanto riguarda i fini urbanistici, risulta in realtà costituita un insieme di modeste falde superficiali, variamente interconnesse e talora temporanee, alimentate da acqua di percolazione conseguente alle piogge locali o irrigazione, oltre che in collegamento idraulico con l'alveo del Fiume Brenta, del Canale Brentella e della rete idraulica locale.

Il territorio del comune di Limena rientra nei terreni a permeabilità medio-bassa, legati alla presenza nel sottosuolo di alternanze limoso - argillose talvolta, alcune zone sono caratterizzate da permeabilità basse.

Secondo quanto riportato dalla carta delle isofreatiche presente nel P.A.T. Figura 4.1, la direzione del deflusso sotterraneo corrisponde grossomodo a quella generale della pianura veneta avente direzione all'incirca NNO-SSE, alla quale però si sovraimpone una direzione E-O dotata di un gradiente più elevato determinata dall'effetto drenante operato dall'alveo del fiume Brenta. Nel dettaglio, inoltre, la distribuzione delle isofreatiche nella zona del fiume Brenta evidenzia l'esistenza di alcune direzioni preferenziali del deflusso sotterraneo in corrispondenza di antichi paleoalvei del fiume stesso.

La profondità del livello di falda rispetto al piano campagna, che sul territorio varia e si approfondisce in funzione alla vicinanza del fiume Brenta, ha un andamento in linea con le caratteristiche drenanti del corso d'acqua e, in prossimità del sito risulta essere compresa tra i 2,0 e 5,0 metri di profondità dal p.c.

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288



Numero misura falda	profondità di falda (m da p.c.)
0103	-1.32
0104	-1.95
0105	-2.39

Punti di misura del livello di falda

I-SOT-01a Area con profondità di falda freatica compresa tra 1 e 2 m dal p.c.

I-SOT-01b Area con profondità di falda freatica compresa tra 2 e 5 m dal p.c.

I-SOT-01c Area con profondità di falda freatica compresa tra 5 e 7 m dal p.c.

I-SOT-04 Direzione di flusso della falda freatica

I-SOT-03 Isofreatiche e quota falda in m s.l.m.

Figura 4.1: Estratto della Carta idrogeologica del P.A.T. del Comune di Limena, elaborato C.02.02

Scala originale 1: 10.000

4.1 Assetto idrogeologico locale

Sulla base delle indagini svolte in sito non è stato possibile determinare ricostruire l'andamento della direzione di deflusso sito-specifica della falda superficiale poiché è stata riscontrata la presenza di acqua di falda alla profondità di circa – 3,8 m da p.c.

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA

Per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni, in data 2 dicembre 2021 sono state eseguite le indagini geotecniche, stratigrafiche e sismiche i cui risultati saranno descritti nei capitoli seguenti.

In particolare, sono state eseguite le seguenti indagini:

- n. 5 sondaggi a carotaggio continuo (S1 ÷S5) della profondità di 3 m;

- n. 2 prove penetrometriche statiche CPT (P1 e P2) della profondità massima di 10,0 m;
- n. 1 prova sismica di tipo MASW.

5.1 Prove penetrometriche statiche CPT

Le prove sono state eseguite mediante un penetrometro statico, tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann", conforme alle norme di misurazione internazionali.

La prova consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica di dimensioni normalizzate, mediante la quale è possibile misurare, in continuo o ad intervalli regolari, la resistenza alla penetrazione così da ottenere, in seguito ad elaborazioni, la resistenza alla punta (Rp) e quella laterale (Rl).

Sono stati così determinati i principali parametri geotecnici del terreno, suddividendolo in strati omogenei ad uguale resistenza alla penetrazione e capacità di carico.

Interpretazione delle prove penetrometriche

Sulla base dei dati emersi dall'elaborazione statistica dei valori ricavati dalle prove penetrometriche si è giunti a una stima dei parametri geotecnici relativi al sottosuolo.

Dalle indagini di superficie, dall'analisi della cartografia geologica relativa alla zona è stato possibile delineare con una certa precisione l'assetto stratigrafico strettamente correlato con l'assetto geotecnico desunto sulla base dei risultati delle prove.

Le indagini CPT sono state spinte fino ad una profondità **di - 10,0 m dal piano campagna attuale**.
Le prove eseguite hanno permesso, attraverso la correlazione tra i parametri ottenuti ed i valori bibliografici proposti da Begemann (1965), coefficiente di Begemann pari a Br = Rp/Rl, di delineare l'assetto geotecnico del terreno indagato.

L'area è caratterizzata dalla seguente successione litotecnica:

- **Litozona 1** (dal p.c. a 3,8 m): Limi e argille, localmente torbe ed argille organiche, caratterizzati da una resistenza alla punta media di 2,104 Mpa, una resistenza laterale media di 0,117 Mpa e un coefficiente di Begemann medio pari a 21,694, al di sotto di un livello superficiale (ca. 1,2 m) di materiale di riporto;
- **Litozona 2** (da 3,8 m a 4,4 m dal p.c.): Limi sabbiosi e sabbie limose, localmente sabbie e sabbie con ghiaia (circa 4,1 m), caratterizzati da una resistenza alla punta media di 4,021 Mpa, una resistenza laterale media di 0,086 Mpa e un coefficiente di Begemann medio pari a 52,731;
- **Litozona 3** (da 4,4 m a 5,8 m dal p.c.): Limi e argille, localmente torbe ed argille organiche o limi sabbiosi e sabbie limose, caratterizzati da una resistenza alla punta media di 1,826 Mpa, una resistenza laterale media di 0,080 Mpa e un coefficiente di Begemann medio pari a 23,837;
- **Litozona 4** (da 5,8 m a 6,9 m dal p.c.): Limi sabbiosi e sabbie limose, localmente limi ed argille, caratterizzati da una resistenza alla punta media di 6,812 Mpa, una resistenza laterale media di 0,178 Mpa e un coefficiente di Begemann medio pari a 40,250;

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288

- **Litozona 5** (da 6,9 m a 10,0 m dal p.c.): Limi ed argille, localmente limi sabbiosi e sabbie limose o torbe ed argille organiche, caratterizzati da una resistenza alla punta media di 1,558 Mpa, una resistenza laterale media di 0,066 Mpa e un coefficiente di Begemann medio pari a 28,898;

Le prove sono state eseguite all'interno dell'area di impianto delle strutture in progetto, in corrispondenza della posizione delle future opere fondazionali.

In Appendice 1 si riportano la Tavola 1 (stato di fatto) e la Tavola 2 (stato di progetto) con l'ubicazione delle indagini.

In Appendice 2 si riporta la documentazione fotografica dell'intervento.

In Appendice 3 e Appendice 4 vengono allegati i dati di terreno, i grafici e le elaborazioni eseguite per ogni singola prova penetrometrica.

5.2 Parametri geotecnici assunti

Sulla base delle prove geotecniche eseguite in sito ed adottando le soluzioni proposte dalle fonti di letteratura tecnica [(3)] è stato possibile determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni a granulometria omogenea relativi agli orizzonti superficiali presenti in sito ed interessati dalle opere in progetto.

Nella presente relazione tecnica si è fatto uso delle seguenti correlazioni:

- Begemann, H. K. (1965): "*The friction jacket cone as an aid in determining the soil profile*"; In Proc. 6th Int. Conf. on SMFE (Vol. 1). Tale correlazione permette la stima delle litologie sulla base del rapporto tra Rp e Rl.
- Baligh M.M. (1975): "*Theory of deep site static cone penetration resistance*"; Cambridge Univ., Dept. Civil Eng. . Questa nota tecnica permette la stima della coesione non drenata (cu) in funzione dell'Indice di Rigidità (IR).
- Campanella R.G., Robertson P.K. (1981): "*Applied Cone Reseach*"; Soil Mech. Series, 46; Univ. of British Columbia. Tale correlazione lega i valori di Rp alla resistenza al taglio non drenata (cu).
- Robertson P.K., Campanella R.G., (1983): "*Interpretation of Cone Penetration Test – Part I: Sand*"; Canadian Geotech. Journal. Questa nota tecnica permette la stima dell'angolo di resistenza al taglio drenata (ϕ') in funzione della resistenza alla punta (Rp).

In Appendice 4 si allegano i risultati delle prove eseguite alle varie profondità, da cui si sono estrapolati, per i singoli strati di terreno attraversato, i principali parametri geotecnici (angolo di attrito, peso di volume, indice di consistenza, ecc.) dedotti da note correlazioni, in funzione della coesione e della densità relativa del materiale.

In Appendice 5 si allegano le elaborazioni delle prove complete, eseguite alle varie profondità.

[(3)] Terzaghi e Peck (1948,1967), Peck e Hanson (1953,1974), D`Appollonia (1970), Bowles (1982)

In base ai risultati interpretativi è possibile attribuire al terreno di sedime dell'area i parametri geotecnici riportati in Tabella 5.1.

Litotipo [-]	**Prof. dal p.c.** [m]	**Cu** [kg/cm^2]	**Eu** [kg/cm^2]	**Mo** [kg/cm^2]	**G** [kg/cm^2]	**Puv** [t/cm^3]	**PuvS** [t/cm^3]	**Dr** [%]	**Fi** [°]	**Ey** [kg/cm^2]
Litozona (1) **Limi e argille**	0,0 – 3,80	1,19	873,82	52,64	189,92	1,99	2,07	--	--	--
Litozona (2) **limi sabbiosi**	3,80 – 4,40	2,58	1927,58	81,31	296,89	2,03	2,19	54,69	40,31	97,44
Litozona (3) **Limi e argille**	4,40 – 5,80	0,91	675,91	50,00	165,24	1,94	2,03	--	--	--
Litozona (4) **limi sabbiosi**	5,8 – 6,90	3,17	2345,24	115,37	363,33	2,08	2,21	60,47	40,38	138,61
Litozona (5) **Limi e argille**	6,90 – 10,00	0,88	611,46	43,71	159,90	1,79	1,90	22,38	31,66	45,42

Tabella 5.1: Parametri geotecnici assunti

Si osservi che nei calcoli per la valutazione della capacità portante limite dei terreni non coesivi è necessario adottare un valore di resistenza al taglio drenata intermedio tra quello di picco ϕ'p e quello residuo ϕ'r (Lancellotta, 1979), pari all'angolo a volume costante definito nella tabella precedente come 'cv.

Infatti, l'angolo di resistenza al taglio per grandi deformazioni ϕ'cv rappresenta il minimo angolo di resistenza al taglio che il materiale può raggiungere in presenza di grandi spostamenti. Nel caso in esame, in accordo alla bassa densità relativa DR dei terreni analizzati costituenti gli orizzonti indagati, l'angolo ϕ'cv risulta essere ipotizzabile, in via cautelativa ed a favore di stabilità, pari ad un valore leggermente inferiore agli angoli di resistenza al taglio minimi stimati per le condizioni di picco.

6. AZIONE SISMICA

Come definito al punto 3.2 del D.M. 14/1/2008 sono state valutate le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto degli stati limite considerati, a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito considerato.

6.1 Sismicità

Il territorio del Comune di Limena, in seguito ai criteri generali emanati ed inseriti nell'allegato 1 dell'Opcm 3274/2003, all'aggiornamento dell'Opcm 3519/2006, al recepimento dei precedenti criteri generali da parte della Regione Veneto (Deliberazione del Consiglio Regionale Veneto n. 67 del 3.12.2003 in seguito modificate con la D.G.R. n.244 del 9 marzo 2021), è inquadrato con la Classe 3 (Zona sismica 3), che corrisponde ad una accelerazione orizzontale massima $a_{gmax} \leq 0{,}150$ g con possibili superamenti del 10% in 50 anni.

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288

6.2 Categoria del suolo di fondazione

Al punto 3.1 dell'Allegato 2 all'Ordinanza 3274, come modificato dall'OPCM 3431 del 03/05/2005, e dal D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni", vengono individuate alcune categorie di profilo stratigrafico del suolo definibili dalle indagini eseguite ai fini della definizione della azione sismica di progetto. Le Norme suddette stabiliscono che il terreno potrà essere classificato in base al valore di VS,30 ovvero della Velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio.

Indagine geofisica

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

P-Longitudinale: onda profonda di compressione;
S-Trasversale: onda profonda di taglio;
L-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
R-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh - "R"

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (onde P, onde S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidezza.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

È possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidezza.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità Nelle figure successive (Figura 6.1 ÷ 6.4) vengono sintetizzati i risultati delle elaborazioni eseguite e i risultati ottenuti, in Appendice 6 si allega il report completo con le elaborazioni dei risultati.

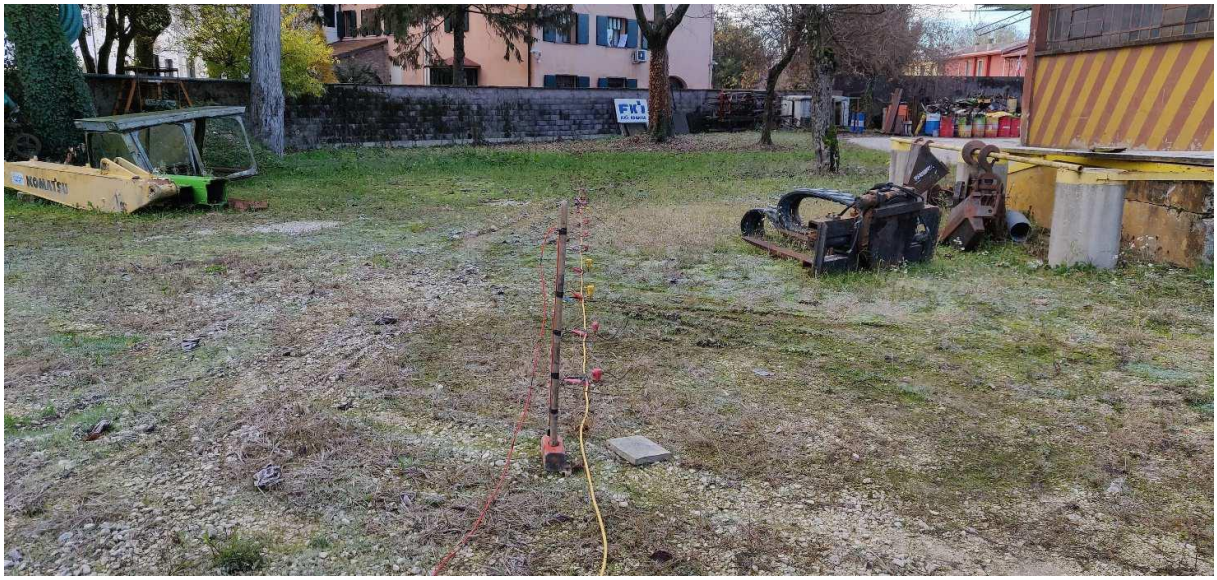


Figura 6.1: Esecuzione indagine MASW

Elitec S.r.l. *engineering*
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288

DATI GENERALI

a) Sismografo: sismografo digitale ECHO 12-24 2002 della AMBROGEO srl caratterizzato da 24 canali di acquisizione digitale con dinamica a 24 bit e campionamento del segnale ad intervalli di 130 microsecondi e filtro analogico Low Pass a 50 Hz.
b) Numero geofoni: 24 cad. con frequenza propria 4.5 Hz distanza geofonica 1.0 m;
c) Acquisizione a 7651 Hz per 1 sec.
d) Numero profili: 1 MASW;
e) Tiri: n. 5 cad profilo MASW 1.
   i. Tiro n. 1 eseguito – 2.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi;
   ii. Tiro n. 2 eseguito – 4.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi
   iii. Tiro n. 3 eseguito – 6.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi
   iv. Tiro n. 4 eseguito – 8.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi
   v. Tiro n. 5 eseguito – 10.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi
f) Lunghezza singolo profilo: 23+10 metri;
g) Sorgente utilizzata: Mazza battente kg 10 con trigger (dispositivo per il comando di avvio della registrazione);
h) Energia utilizzata: numero 1 colpo (masw) di mazza per tiro;

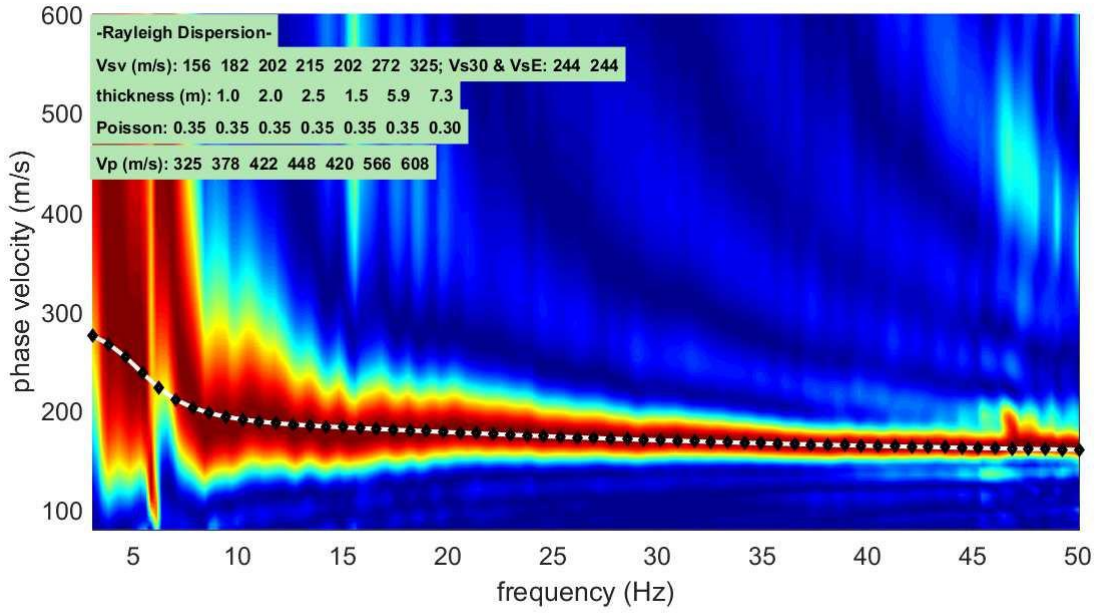


Figura 6.2: Curva di dispersione

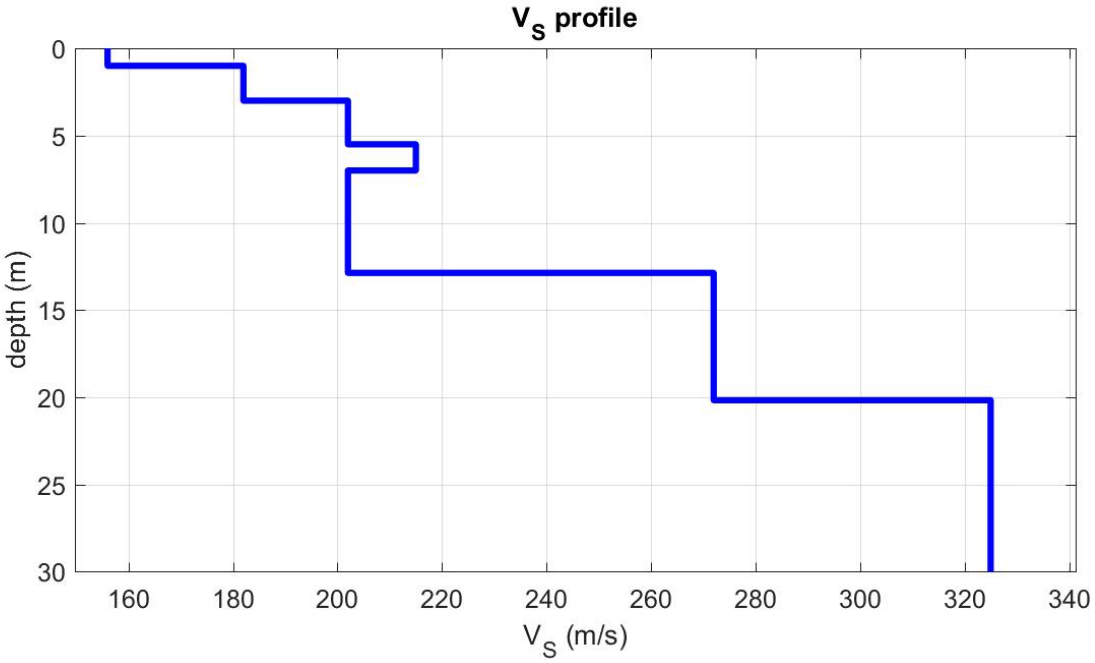


Figura 6.3: Profilo di velocità

Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Spessore
1	325	156	1.0
2	378	182	2.0
3	422	202	2.5
4	448	215	1.5
5	420	202	5.9
6	566	272	7.3
7	608	325	Inf.

Figura 6.4: Modello di velocità delle onde S per il sito in esame

RISULTATI

Profondità piano di posa [m] 0.00
Vs,eq [m/sec] (H=25.00 m) 244..00
Categoria del suolo C

Suolo di tipo 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.

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288

Risultati dell'indagini geofisica
Sulla base della formula:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

e delle elaborazioni eseguite, la velocità equivalente Vs,eq risulta pari a 244.00 m/sec,
Alla luce del valore di Vs,eq ottenuto, è possibile attribuire al sottosuolo, sede del piano di imposta delle fondazioni in progetto, la **categoria C**.

Suolo di tipo 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*.

7. FASI OPERATIVE

In base ai dati desunti dall'indagine eseguita si evidenzia, per l'intera area, la presenza di alternanze di terreno a granulometria fine (limi e argille), mediamente consistente, alla profondità indagata ritenuta significativa per la posa di opere fondazionali.

Durante le opere di movimento terra necessarie alla posa delle opere fondazionali, saranno da adottare i seguenti accorgimenti esecutivi:

- **scavo del terreno a sezione obbligata** per la posa in opera delle strutture;
- posa in opera delle opere edili in accordo ai dettami di progetto (fondazioni profonde o superficiali, sottofondi, livellamenti, ...);
- rinterro degli scavi relativi e compattazione.

Tutti gli eventuali rinterri dovranno essere realizzati con ghiaia sabbiosa pulita con ciottoli (misto granulare stabilizzato). Tale materiale deve appartenere alla classe A-1-a, in accordo alla classificazione HRB (AASHO M 145-49), con caratteristiche di bassa plasticità.

Per quanto riguarda i fronti temporanei di scavo per la costruzione dei manufatti, non è possibile generalizzare circa le loro condizioni di stabilità. È fondamentale tenere conto che nei materiali naturali presenti nel sottosuolo dell'area oggetto di studio si ha una coesione praticamente nulla, con conseguenti possibili situazioni di **stabilità precaria, passante ad instabilità** nel caso di fronti di scavo con profondità maggiore di 2 m a causa della presenza di acqua nel terreno.

Considerando che gli scavi interesseranno terreni poco coesivi e non addensati, le pareti di tutti gli scavi di profondità superiori a 1,5 m **dovranno essere adeguatamente protette mediante armature in parete, strutture di sostegno provvisionali oppure idonee sbadacchiature di pendenza adeguata**.

8. VALUTAZIONE DELLE INTERAZIONI SUL TERRITORIO

Gli elementi geologico-applicativi legati all'esecuzione delle opere in progetto possono essere così schematizzati:

Acque superficiali
Le opere previste dal progetto esecutivo non interferiranno con il reticolo di deflusso relativo ai corsi d'acqua limitrofi.

Acque sotterranee
Come già indicato in precedenza, nella zona non risulta essere presente acqua sotterranea fino alla profondità indagata di 3,0 m dal p.c., seppur in bibliografia viene indicata una soggiacenza compresa tra 2,0 e 5,0 m da p.c.; pertanto, tutti gli scavi previsti dovrebbero generalmente avvenire in condizioni di terreno asciutto o parzialmente saturo.

Sono comunque possibili localizzate situazioni di presenza d'acqua a tutte le quote, dipendenti dalla stagionalità, dall'eventuale risalita delle acque sotterranee in pressione e, soprattutto, a seguito di infiltrazioni nel sottosuolo in concomitanza a eventi meteorici.

Fase esecutiva
I materiali presenti nel sottosuolo sono agevolmente scavabili con i normali mezzi di cantiere.

Per quanto riguarda i fronti temporanei di scavo non è possibile generalizzare circa le loro condizioni di stabilità. È fondamentale tenere conto che nei materiali granulari presenti nel sottosuolo dell'area oggetto di studio si ha una coesione praticamente nulla, con conseguenti possibili situazioni di instabilità in presenza di acqua nel terreno; **le pareti di tutti gli scavi di profondità superiori a 1,5 m dovranno quindi essere adeguatamente protette mediante armature in parete, strutture di sostegno provvisionali oppure idonee sbadacchiature di pendenza adeguata.**

Contesto urbanistico e Assetto Idrogeologico
Le opere previste dal progetto esecutivo saranno eseguite in un contesto già urbanizzato, all'interno di una zona a vocazione residenziale ma in un sito impiegato per scopi industriali/commerciali. Tali opere, in quanto **limitate e non modificanti l'attuale morfologia dell'area, non potranno creare disequilibri all'assetto idrogeologico circostante**, fermo restando le considerazioni di carattere tecnico contenute nella presente relazione.

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n.155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Tel. - Fax: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C.Fisc. e P.Iva 04819970288

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'area in oggetto è stato eseguito uno studio geologico e geotecnico per la valutazione delle caratteristiche tecniche dei terreni costituenti il sottosuolo e delle interazioni sul territorio, relativo alle future opere inerenti al progetto di realizzazione dei nuovi fabbricati siti nel territorio comunale di Limena (PD), Via Roma n. 12.

La situazione stratigrafica locale ha evidenziato, nell'area di intervento, la presenza di alternanze di terreno a granulometria prevalentemente fine (limi e argille) mediamente consistenti e terreno a tessitura medio-fine (limi e sabbie).

L'elaborazione dei risultati dell'indagine, dei rilievi in sito e delle ricerche bibliografiche evidenzia quanto segue:

- la falda freatica è stata riscontrata a circa 4,0 m di profondità da p.c.;
- i parametri geotecnici del terreno su cui andranno presumibilmente a poggiare le fondazioni sono caratterizzati da un peso di volume (Puv) paria a circa 2,03 t/m3 e un angolo di resistenza al taglio (Fi) pari a circa 40°;
- il territorio del comune di Limena, secondo la classificazione sismica individuata dall'Ordinanza 3274 (aggiornata dal D.G.R. n.244 del 9 marzo 2021), è inserito in **Classe 3** (Zona simica 3);
- il sito in esame ricade nella **categoria di sottosuolo di tipo C**.

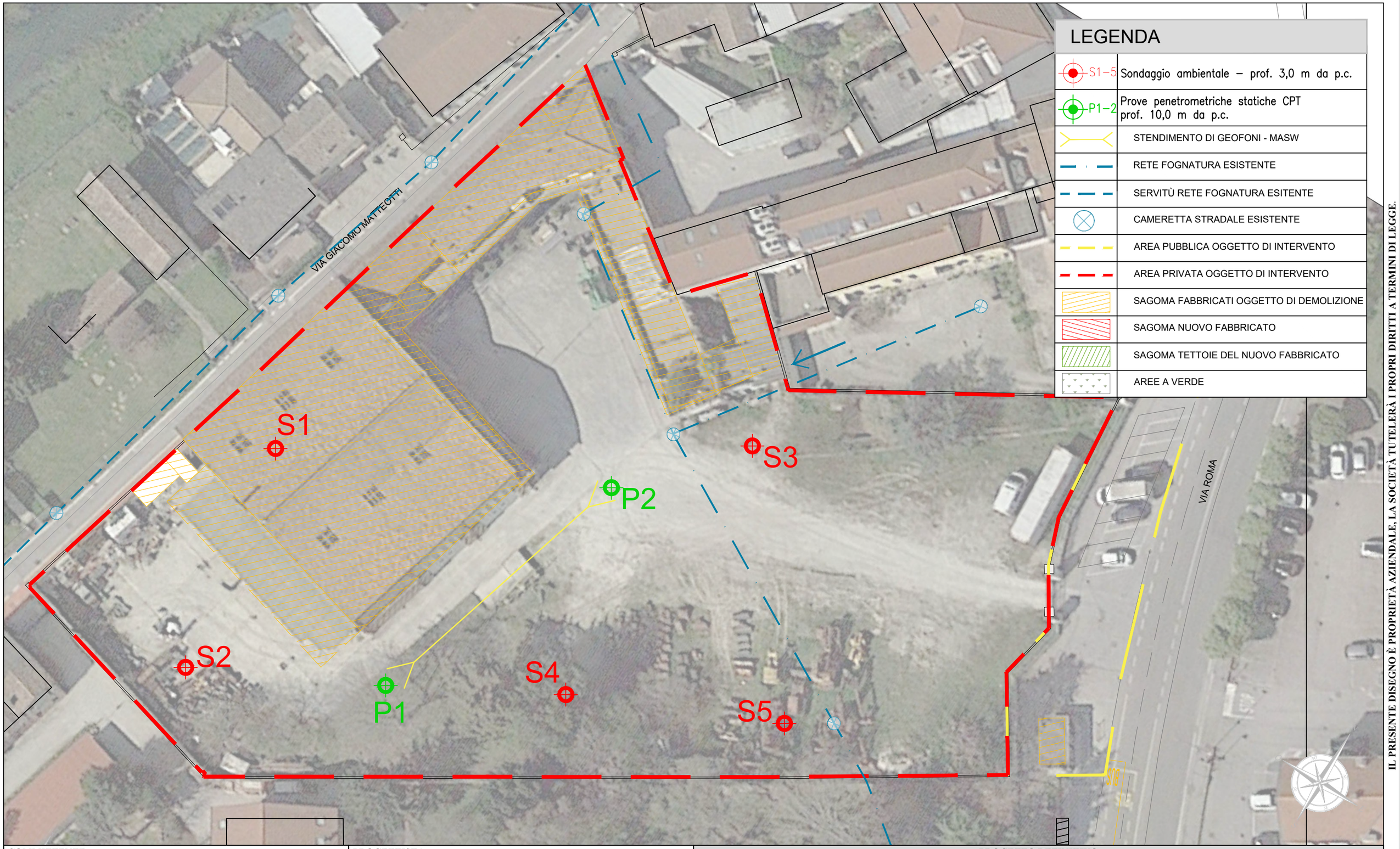
Sulla base delle considerazioni sopraccitate è possibile definire le seguenti raccomandazioni costruttive:

- esecuzione di tutti gli scavi **a sezione obbligata**;
- nel caso in cui si utilizzino fondazioni dirette:
    - opportuno approfondimento dello scavo per la posa delle fondazioni delle pensiline e posa in opera di uno strato di misto granulare stabilizzato di 0,9 m appartenente alla classe A-1-a oppure A-1-b secondo H.R.B., da posare in almeno 3 strati;
    - posa in opera di un geotessile non tessuto per la separazione del terreno di riporto dal deposito fine presente in sito;
    - compattazione di ogni singolo strato del materiale riportato fino a raggiungere una densità relativa DR pari almeno al 70%;
    - verifica in fase esecutiva delle caratteristiche finali del terreno di fondazione riportato, attraverso specifiche prove in sito atte a determinare il grado di addensamento raggiunto (ad esempio prove di carico su piastra);
- esecuzione dei rinterri con materiale adeguato a granulometria grossolana compattando il terreno riportato con rullo pesante senza vibrazione;
- esecuzione degli scavi di sbancamento e riporto senza produrre, per quanto possibile, vibrazioni eccessive;
- protezione delle pareti degli scavi mediante **armature** e/o **strutture di sostegno provvisionali**.

L'esame condotto nella presente relazione permette di esprimere un giudizio positivo circa la fattibilità degli interventi in progetto, **fatti salvi i risultati e le prescrizioni riportate nella presente**.

APPENDICE 1

Tavole



LEGENDA

S1–5	Sondaggio ambientale – prof. 3,0 m da p.c.
P1–2	Prove penetrometriche statiche CPT prof. 10,0 m da p.c.
	STENDIMENTO DI GEOFONI - MASW
	RETE FOGNATURA ESISTENTE
	SERVITÙ RETE FOGNATURA ESITENTE
	CAMERETTA STRADALE ESISTENTE
	AREA PUBBLICA OGGETTO DI INTERVENTO
	AREA PRIVATA OGGETTO DI INTERVENTO
	SAGOMA FABBRICATI OGGETTO DI DEMOLIZIONE
	SAGOMA NUOVO FABBRICATO
	SAGOMA TETTOIE DEL NUOVO FABBRICATO
	AREE A VERDE

IL PRESENTE DISEGNO È PROPRIETÀ AZIENDALE, LA SOCIETÀ TUTELERÀ I PROPRI DIRITTI A TERMINI DI LEGGE.

COMMITTENTE

LIMBES S.r.l.

Cod. Fisc. e Partita Iva: 01630720280
Sede legale:Via G. Matteotti, n. 13 - 35010 Limena (PD)

PROGETTISTA

ELITEC S.r.l. *engineering*
Cod. Fisc. e Partita Iva: 04819970288
Sede legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi operative: Via Cesare Battisti, n. 155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Telefono: +39 0422 1832425 - Fax: +39 0422 1832745
web: www.elitec.it - mail: info@elitec.it - pec: elitecsrl@legalmail.it

PROGETTO DEFINITIVO

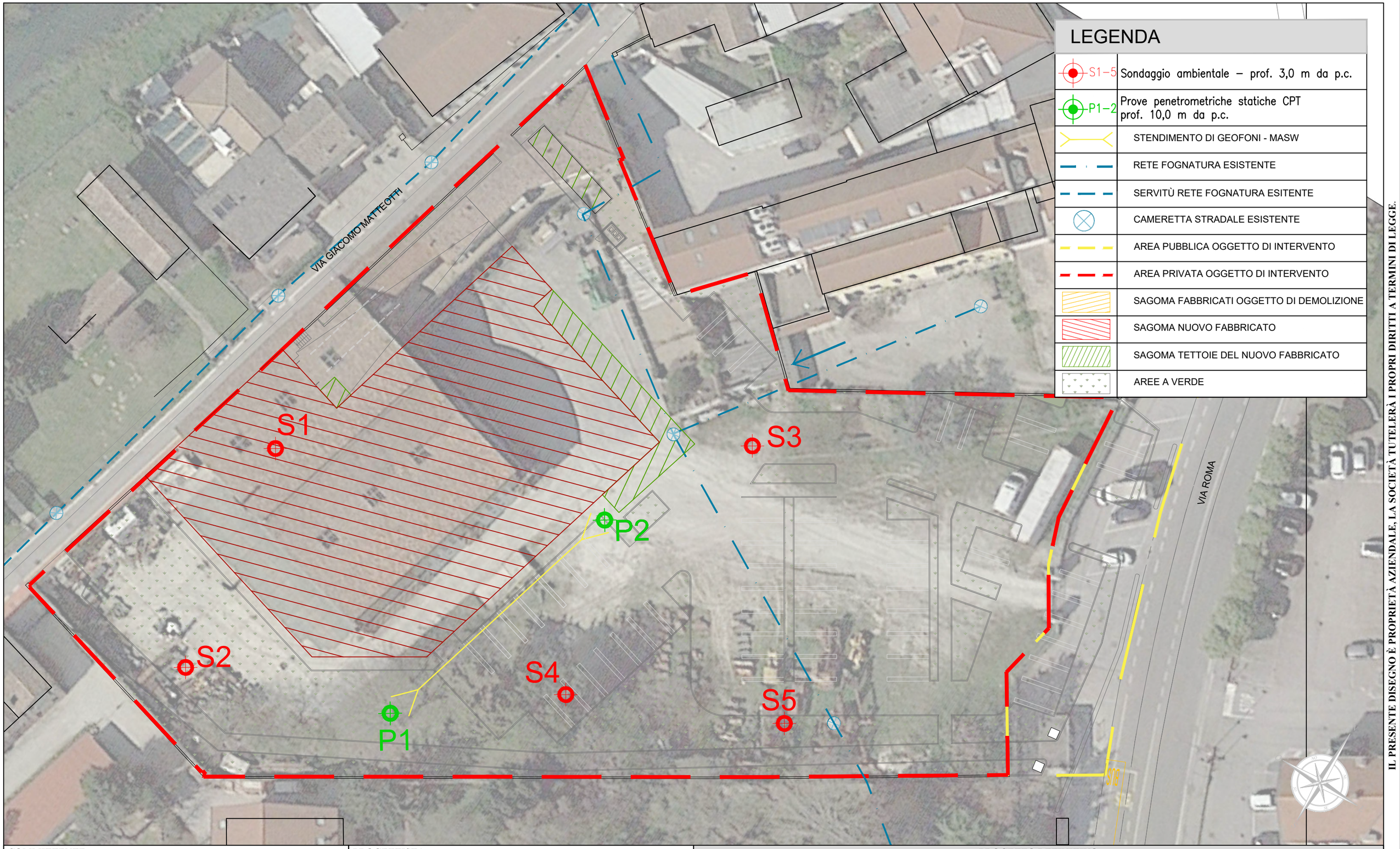
OGGETTO	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DENOMINATO "P.U.A. - VIA ROMA"						
COMMESSA	20027	**TIPOLOGIA**	AM	**ELABORATO**	PL	**NUMERO ELABORATO**	01
TITOLO	PLANIMETRIA DEL SITO CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOTECNICHE - STATO DI FATTO					**SCALA:**	1:400

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	11.01.2022	PRIMA EMISSIONE	F.A.	N.F.	E.A.

DATI GENERALI

Provincia di Padova
Comune di Limena
Via Roma

NOME FILE: 20027_PD2_AM_PL_01 - PLANIMETRIA STATO DI FATTO - GEOLOGICA



LEGENDA

S1–5	Sondaggio ambientale – prof. 3,0 m da p.c.
P1–2	Prove penetrometriche statiche CPT prof. 10,0 m da p.c.
	STENDIMENTO DI GEOFONI - MASW
	RETE FOGNATURA ESISTENTE
	SERVITÙ RETE FOGNATURA ESITENTE
	CAMERETTA STRADALE ESISTENTE
	AREA PUBBLICA OGGETTO DI INTERVENTO
	AREA PRIVATA OGGETTO DI INTERVENTO
	SAGOMA FABBRICATI OGGETTO DI DEMOLIZIONE
	SAGOMA NUOVO FABBRICATO
	SAGOMA TETTOIE DEL NUOVO FABBRICATO
	AREE A VERDE

IL PRESENTE DISEGNO È PROPRIETÀ AZIENDALE, LA SOCIETÀ TUTELERÀ I PROPRI DIRITTI A TERMINI DI LEGGE.

COMMITTENTE

LIMBES S.r.l.

Cod. Fisc. e Partita Iva: 01630720280
Sede legale:Via G. Matteotti, n. 13 - 35010 Limena (PD)

PROGETTISTA

ELITEC S.r.l. *engineering*
Cod. Fisc. e Partita Iva: 04819970288
Sede legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi operative: Via Cesare Battisti, n. 155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Telefono: +39 0422 1832425 - Fax: +39 0422 1832745
web: www.elitec.it - mail: info@elitec.it - pec: elitecsrl@legalmail.it

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DENOMINATO "P.U.A. - VIA ROMA"						
COMMESSA	20027	**TIPOLOGIA**	AM	**ELABORATO**	PL	**NUMERO ELABORATO**	02
TITOLO	PLANIMETRIA DEL SITO CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOTECNICHE - PROGETTO					**SCALA:**	1:400

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	11.01.2022	PRIMA EMISSIONE	F.A.	N.F.	E.A.

DATI GENERALI

Provincia di Padova
Comune di Limena
Via Roma

NOME FILE: 20027_PD2_AM_PL_02 - PLANIMETRIA STATO DI PROGETTO - GEOLOGICA

APPENDICE 2

Documentazione fotografica

Foto 1: Panoramica del sito – ingresso est	Foto 2: Area verde a SE del corpo fabbrica 1 ed area deposito officina a SO
Foto 3: Corpo fabbrica 1 e piazzale nord	Foto 4: Corpo fabbrica 2 e piazzale nord
Foto 5: Esecuzione sondaggio S1	Foto 6: Sondaggio S1 (0,0-3,0 m)

Foto 7: Esecuzione sondaggio S2	Foto 8: Sondaggio S2 (0,0-3,0 m)
Foto 9: Esecuzione sondaggio S3	Foto 10: Sondaggio S3 (0,0-3,0 m)
Foto 11: Esecuzione sondaggio S4	Foto 12: Sondaggio S4 (0,0-3,0 m)

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n. 155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Telefono: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C. Fisc. e P. Iva: 04819970288

Foto 13: Esecuzione sondaggio S5	Foto 14: Sondaggio S5 (0,0-3,0 m)
Foto 15: Ripristino soletta sondaggio S1	Foto 16: Ripristino soletta sondaggio S2
Foto 17: Esecuzione prova penetrometrica P1	Foto 18: Esecuzione prova penetrometrica P2

Elitec S.r.l. engineering
Sede Legale: Via della Croce Rossa, n. 42 - 35129 Padova (PD)
Sedi Operative: Via Cesare Battisti, n. 155 - 31028 Vazzola (TV)
Via degli Olmetti, n. 46 - 00060 Formello (RM)
Telefono: +39 0422 1832425 e-mail: info@elitec.it web: www.elitec.it C. Fisc. e P. Iva: 04819970288

APPENDICE 3

Stratigrafie dei sondaggi

SONDAGGIO S1

COMMITTENTE: LIMBES S.r.l.
CANTIERE: Limena (PD), via Roma n. 12

N. COMMESSA: J560
RESP. COMMESSA: dott. geol. Ardissone

DATA INIZIO: 02/12/2021
DATA FINE: 02/12/2021
IMPRESA:
METODO CAROTAGGI: O c.c.

DIAM PERFORAZIONE
DIAM RIVESTIMENTO
RESP SITO dott. Amato

COMMENTI

Profondita' (m)	VOC (ppm)	Campioni	Log grafico	Descrizione
0 – 0.2				Pavimentazione in calcestruzzo
0.2 – 0.6				Sabbia medio/fine omogenea di colore marrone chiaro (sottofondo). Asciutto.
0.6 – 1.6				Limo debolmente sabbioso contenente materiale di origine organica (torba) di colore marrone tendente al grigio scuro/nero. Asciutto.
1.6 – 2.2				Limo con sabbia di colore marrone/nocciola. Asciutto.
2.2 – 3				Limo argilloso plastico di colore marrone chiaro e sfumature ocra. Asciutto.
3 – 4.8				Fondo foro: 3 m (da p.c.)

produced by ESlog.ESdat.net on 11 Jan 2022

SONDAGGIO S2

COMMITTENTE: LIMBES S.r.l.
CANTIERE: Limena (PD), via Roma n. 12

N. COMMESSA: J560
RESP. COMMESSA: dott. geol. Ardissone

DATA INIZIO: 02/12/2021
DATA FINE: 02/12/2021
IMPRESA:
METODO CAROTAGGI: O c.c.

DIAM PERFORAZIONE
DIAM RIVESTIMENTO
RESP SITO dott. Amato

COMMENTI

Profondita' (m)	VOC (ppm)	Campioni	Log grafico	Descrizione
0 – 0.2 – 0.4				Pavimentazione in calcestruzzo
0.4 – 0.6 – 0.8 – 1 – 1.2 – 1.4 – 1.6				Materiale di riporto costituito da limo sabbioso con ghiaia e materiale antropico. Presenza di acque d'infiltrazione da - 0.5 a - 1.0.
1.6 – 1.8				Limo debolmente sabbioso contenente materiale di origine organica (torba) di colore marrone tendente al grigio scuro/nero. Asciutto.
1.8 – 2 – 2.2 – 2.4 – 2.6 – 2.8 – 3				Limo argilloso plastico di colore marrone chiaro/ grigio chiaro con sfumature ocra. Asciutto.
3 – 3.2 – 3.4 – 3.6 – 3.8 – 4 – 4.2 – 4.4 – 4.6 – 4.8				Fondo foro: 3 m (da p.c.)

produced by ESlog.ESdat.net on 11 Jan 2022

SONDAGGIO S3

COMMITTENTE: LIMBES S.r.l.
CANTIERE: Limena (PD), via Roma n. 12

N. COMMESSA: J560
RESP. COMMESSA: dott. geol. Ardissone

DATA INIZIO: 02/12/2021
DATA FINE: 02/12/2021
IMPRESA:
METODO CAROTAGGI: O c.c.

DIAM PERFORAZIONE
DIAM RIVESTIMENTO
RESP SITO dott. Amato

COMMENTI

Profondita' (m)	VOC (ppm)	Campioni	Log grafico	Descrizione
0 – 0.2 – 0.4				Materiale di riporto costituito da sabbia con limo e rara ghiaia. Presenza di rari laterizi.
0.4 – 0.6 – 0.8				Limo debolmente sabbioso contenente materiale di origine organica (torba) di colore marrone tendente al grigio scuro/nero. Asciutto.
0.8 – 1				Limo sabbioso di colore grigio/marrone. Asciutto.
1 – 1.2 – 1.4 – 1.6				Limo con sabbia di colore marrone/nocciola. Asciutto.
1.6 – 1.8 – 2				Limo debolmente sabbioso di colore nocciola. Asciutto.
2 – 2.2 – 2.4 – 2.6 – 2.8 – 3				Limo argilloso plastico di colore marrone chiaro/ grigio chiaro con sfumature ocra. Asciutto.
3 – 3.2 – 3.4 – 3.6 – 3.8 – 4 – 4.2 – 4.4 – 4.6 – 4.8				Fondo foro: 3 m (da p.c.)

produced by ESlog.ESdat.net on 11 Jan 2022

SONDAGGIO S4

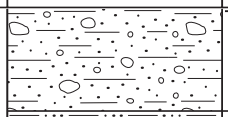
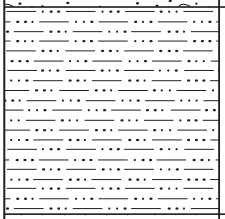
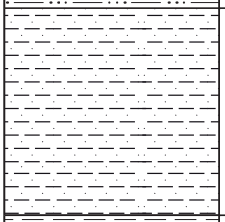
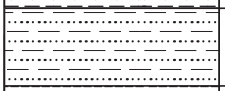
COMMITTENTE: LIMBES S.r.l.
CANTIERE: Limena (PD), via Roma n. 12

N. COMMESSA: J560
RESP. COMMESSA: dott. geol. Ardissone

DATA INIZIO: 02/12/2021
DATA FINE: 02/12/2021
IMPRESA:
METODO CAROTAGGI: O c.c.

DIAM PERFORAZIONE
DIAM RIVESTIMENTO
RESP SITO dott. Amato

COMMENTI

Profondita' (m)	VOC (ppm)	Campioni	Log grafico	Descrizione
0 – 0.4				Materiale di riporto costituito da sabbia con limo e rara ghiaia. Presenza di rari laterizi.
0.4 – 1.2				Limo sabbioso di colore marrone/nocciola. Asciutto.
1.2 – 2				Limo debolmente sabbioso di colore marrone/ocra Asciutto.
2 – 2.4				Limo e sabbia di colore marrone/nocciola. Asciutto.
2.4 – 3				Limo argilloso plastico di colore marrone chiaro/ grigio chiaro con sfumature ocra. Asciutto.
3 – 4.8				Fondo foro: 3 m (da p.c.)

produced by ESlog.ESdat.net on 11 Jan 2022

SONDAGGIO S5

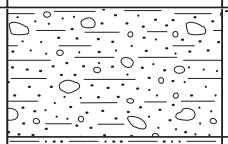
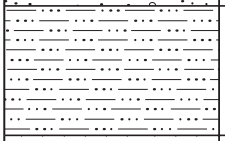
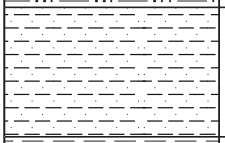
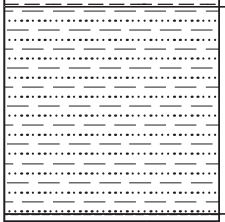
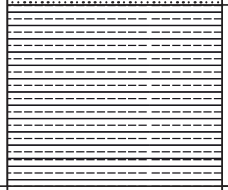
COMMITTENTE: LIMBES S.r.l.
CANTIERE: Limena (PD), via Roma n. 12

N. COMMESSA: J560
RESP. COMMESSA: dott. geol. Ardissone

DATA INIZIO: 02/12/2021
DATA FINE: 02/12/2021
IMPRESA:
METODO CAROTAGGI: O c.c.

DIAM PERFORAZIONE
DIAM RIVESTIMENTO
RESP SITO dott. Amato

COMMENTI

Profondita' (m)	VOC (ppm)	Campioni	Log grafico	Descrizione
0 – 0.4				Materiale di riporto costituito da sabbia con limo e rara ghiaia. Presenza di rari laterizi.
0.4 – 1				Limo sabbioso di colore marrone/nocciola. Asciutto.
1 – 1.4				Limo debolmente sabbioso di colore marrone/ocra Asciutto.
1.4 – 2.2				Limo e sabbia di colore marrone/nocciola. Asciutto.
2.2 – 3				Limo argilloso plastico di colore marrone chiaro/ grigio chiaro con sfumature ocra. Asciutto.
3 – 4.8				Fondo foro: 3 m (da p.c.)

produced by ESlog.ESdat.net on 11 Jan 2022

APPENDICE 4

Report delle prove penetrometriche statiche

Geolavori
indagini geognostiche
prove geotecniche in sito

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

Certificato n°: 0783/21
Data emissione: 02/12/2021

COMMITTENTE: **LIMBES S.r.l.**

Prova n° **P1**

CANTIERE: **Via Roma** QUOTA P.C.: **-** **m s.l.m.**

LOCALITA': **Limena (PD)** QUOTA FALDA: **n.r.** **m da p.c.**

RESPONSABILE DI SITO: *Ing. Splendore Davide* DIRETTORE DI LABORATORIO: *Ing. Splendore Davide*

ATTREZZATURA: **TG 63-200 con punta Begemann** DATA INIZIO: **02/12/2021** DATA FINE: **02/12/2021**

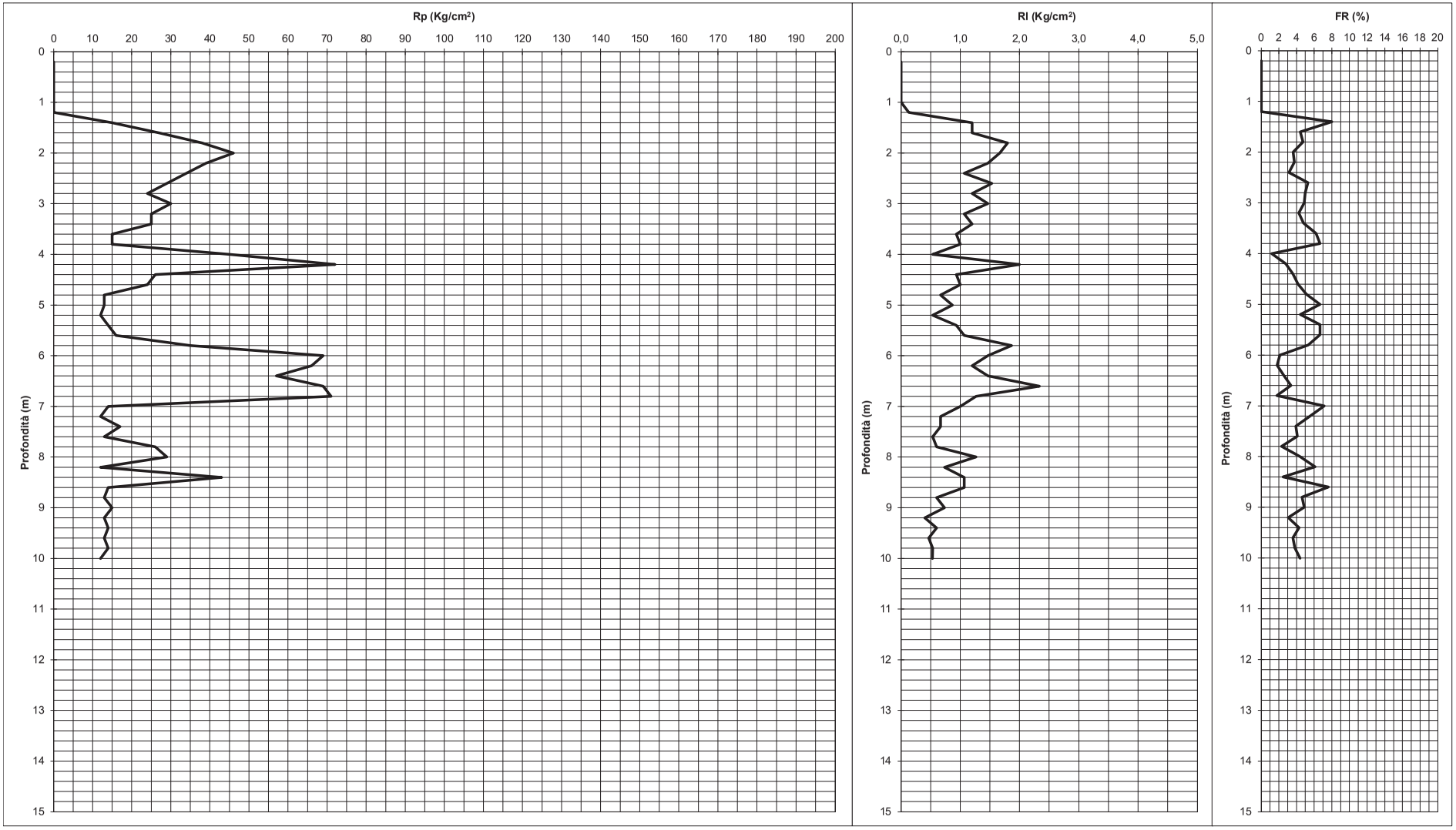
UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: **-**

COORDINATE GEOGRAFICHE **Lat.** **-** **N** **Long.** **-** **E**

INFORMAZIONI SULLA PROVA **Preforo** **-** **m** **Prof. Finale** **10,0**

OPERATORE: **Massimiliano Mengato**

ANOMALIE RISCONTRATE ED EVENTUALI NOTE:



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: **LIMBES S.r.l.** **Prova n. :** P1

Cantiere: Via Roma **Certificato N°:** 0783/21
Località: Limena (PD)

Data: 02/12/2021 **Operatore:** Massimiliano Mengato

Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann"
Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap= 10 cm^2; At= 20 cm^2; Am= 150 cm^2;
Velocità di avanzamento= 2 cm/s

LETTURE STRUMENTALI

Prof. (m)	Rp (kg/cm^2)	R_{tot} (kg/cm^2)	Rp (kg/cm^2)	Rl (kg/cm^2)	Rp/Rl	FR (%)
0,2	-	-	-	0,00	-	-
0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1,2	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	#DIV/0!
1,4	15,00	17,00	15,00	1,20	12,50	8,00
1,6	27,00	45,00	27,00	1,20	22,50	4,44
1,8	38,00	56,00	38,00	1,80	21,11	4,74
2	46,00	73,00	46,00	1,67	27,60	3,62
2,2	39,00	64,00	39,00	1,47	26,59	3,76
2,4	34,00	56,00	34,00	1,07	31,88	3,14
2,6	29,00	45,00	29,00	1,53	18,91	5,29
2,8	24,00	47,00	24,00	1,20	20,00	5,00
3	30,00	48,00	30,00	1,47	20,45	4,89
3,2	25,00	47,00	25,00	1,07	23,44	4,27
3,4	25,00	41,00	25,00	1,20	20,83	4,80
3,6	15,00	33,00	15,00	0,93	16,07	6,22
3,8	15,00	29,00	15,00	1,00	15,00	6,67
4	45,00	60,00	45,00	0,53	84,38	1,19
4,2	72,00	80,00	72,00	2,00	36,00	2,78
4,4	26,00	56,00	26,00	0,93	27,86	3,59
4,6	24,00	38,00	24,00	1,00	24,00	4,17
4,8	13,00	28,00	13,00	0,67	19,50	5,13
5	13,00	23,00	13,00	0,87	15,00	6,67
5,2	12,00	25,00	12,00	0,53	22,50	4,44
5,4	14,00	22,00	14,00	0,93	15,00	6,67
5,6	16,00	30,00	16,00	1,07	15,00	6,67
5,8	35,00	51,00	35,00	1,87	18,75	5,33
6	69,00	97,00	69,00	1,47	47,05	2,13
6,2	66,00	88,00	66,00	1,20	55,00	1,82
6,4	57,00	75,00	57,00	1,47	38,86	2,57
6,6	69,00	91,00	69,00	2,33	29,57	3,38
6,8	71,00	106,00	71,00	1,27	56,05	1,78
7	14,00	33,00	14,00	1,00	14,00	7,14
7,2	12,00	27,00	12,00	0,67	18,00	5,56
7,4	17,00	27,00	17,00	0,67	25,50	3,92
7,6	13,00	23,00	13,00	0,53	24,38	4,10
7,8	26,00	34,00	26,00	0,60	43,33	2,31
8	29,00	38,00	29,00	1,27	22,89	4,37
8,2	12,00	31,00	12,00	0,73	16,36	6,11
8,4	43,00	54,00	43,00	1,07	40,31	2,48
8,6	14,00	30,00	14,00	1,07	13,13	7,62
8,8	13,00	29,00	13,00	0,60	21,67	4,62
9	15,00	24,00	15,00	0,73	20,45	4,89
9,2	13,00	24,00	13,00	0,40	32,50	3,08
9,4	14,00	20,00	14,00	0,60	23,33	4,29
9,6	13,00	22,00	13,00	0,47	27,86	3,59
9,8	14,00	21,00	14,00	0,53	26,25	3,81
10	12,00	20,00	12,00	0,53	22,64	4,42

Geolavori
indagini geognostiche
prove geotecniche in sito

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

Certificato n°: 0784/21
Data emissione: 02/12/2021

COMMITTENTE: **LIMBES S.r.l.**

Prova n° **P2**

CANTIERE: **Via Roma** QUOTA P.C.: **-** **m s.l.m.**

LOCALITA': **Limena (PD)** QUOTA FALDA: **2,60** **m da p.c.**

RESPONSABILE DI SITO: *Ing. Splendore Davide* DIRETTORE DI LABORATORIO: *Ing. Splendore Davide*

ATTREZZATURA: **TG 63-200 con punta Begemann** DATA INIZIO: **02/12/2021** DATA FINE: **02/12/2021**

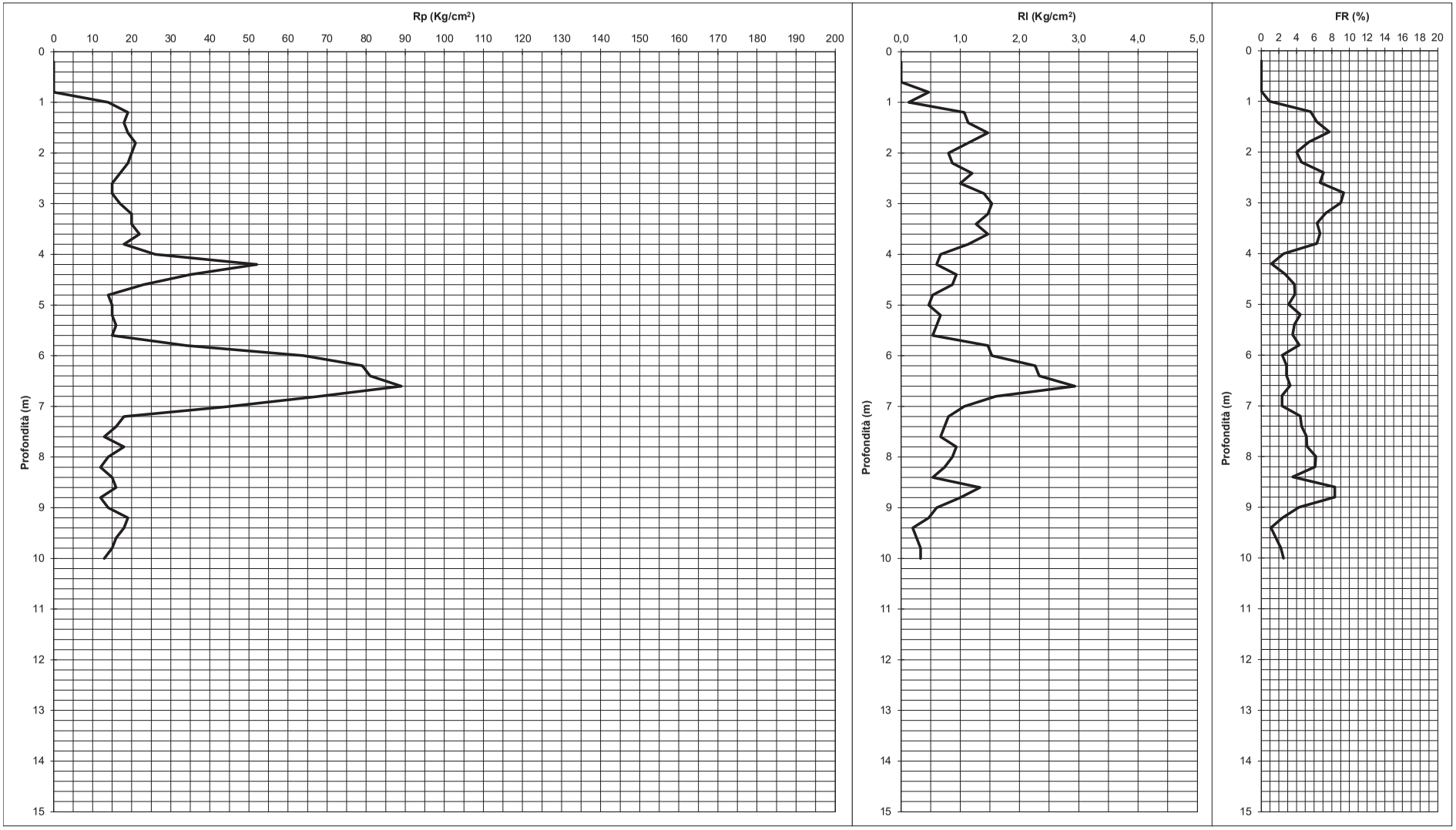
UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: **-**

COORDINATE GEOGRAFICHE **Lat.** **-** **N** **Long.** **-** **E**

INFORMAZIONI SULLA PROVA **Preforo** **-** **m** **Prof. Finale** **10,0**

OPERATORE: **Massimiliano Mengato**

ANOMALIE RISCONTRATE ED EVENTUALI NOTE:



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: **LIMBES S.r.l.** **Prova n. :** P2

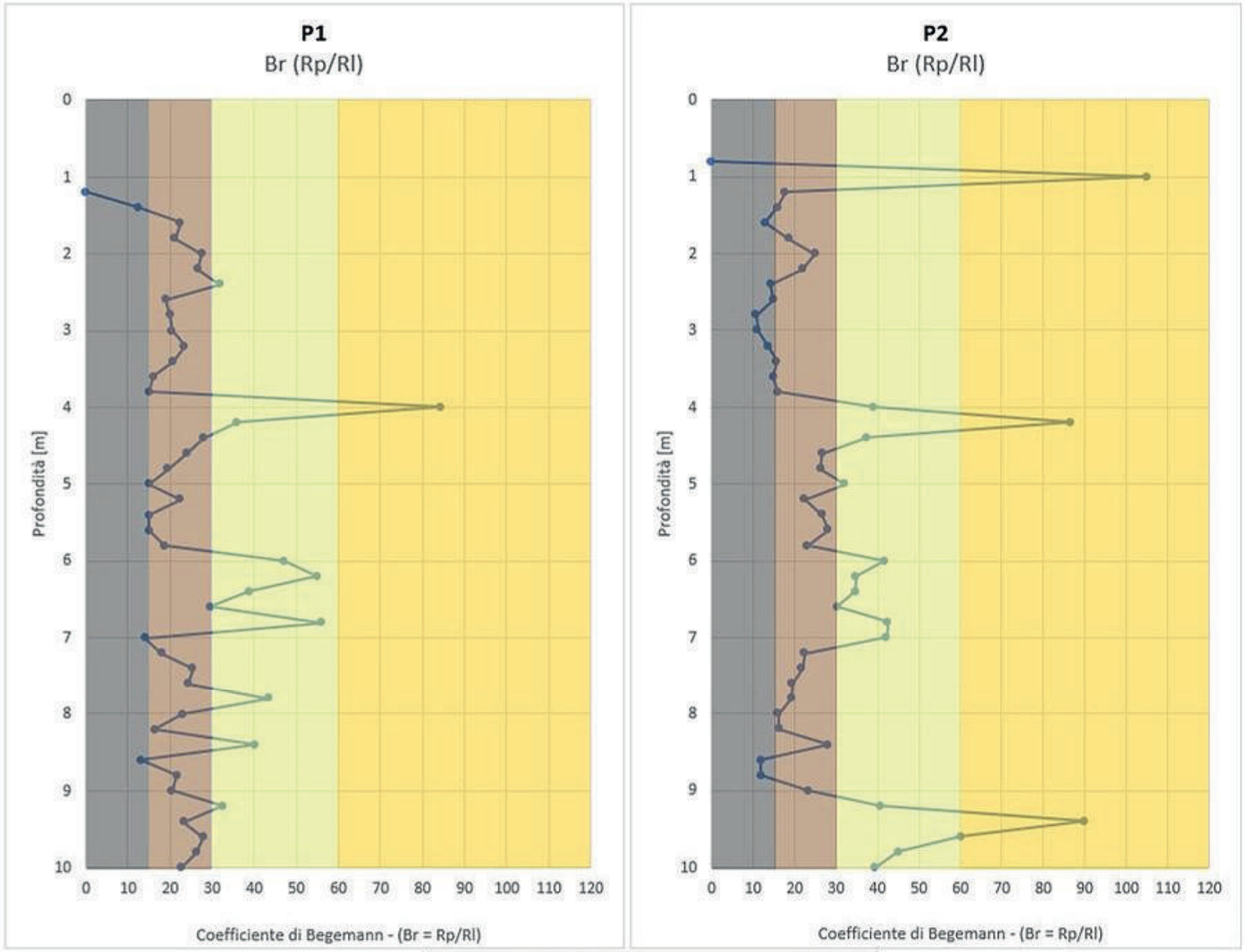
Cantiere: Via Roma **Certificato N°:** 0784/21
Località: Limena (PD)

Data: 02/12/2021 **Operatore:** Massimiliano Mengato

Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann"
Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap= 10 cm^2; At= 20 cm^2; Am= 150 cm^2;
Velocità di avanzamento= 2 cm/s

LETTURE STRUMENTALI

Prof. (m)	Rp (kg/cm2)	R_{tot} (kg/cm^2)	Rp (kg/cm2)	Rl (kg/cm2)	Rp/Rl	FR (%)
0,2	-	-	-	0,00	-	-
0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,8	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	#DIV/0!
1	14,00	21,00	14,00	0,13	105,00	0,95
1,2	19,00	21,00	19,00	1,07	17,81	5,61
1,4	18,00	34,00	18,00	1,13	15,88	6,30
1,6	19,00	36,00	19,00	1,47	12,95	7,72
1,8	21,00	43,00	21,00	1,13	18,53	5,40
2	20,00	37,00	20,00	0,80	25,00	4,00
2,2	19,00	31,00	19,00	0,87	21,92	4,56
2,4	17,00	30,00	17,00	1,20	14,17	7,06
2,6	15,00	33,00	15,00	1,00	15,00	6,67
2,8	15,00	30,00	15,00	1,40	10,71	9,33
3	17,00	38,00	17,00	1,53	11,09	9,02
3,2	20,00	43,00	20,00	1,47	13,64	7,33
3,4	20,00	42,00	20,00	1,27	15,79	6,33
3,6	22,00	41,00	22,00	1,47	15,00	6,67
3,8	18,00	40,00	18,00	1,13	15,88	6,30
4	26,00	43,00	26,00	0,67	39,00	2,56
4,2	52,00	62,00	52,00	0,60	86,67	1,15
4,4	35,00	44,00	35,00	0,93	37,50	2,67
4,6	23,00	37,00	23,00	0,87	26,54	3,77
4,8	14,00	27,00	14,00	0,53	26,25	3,81
5	15,00	23,00	15,00	0,47	32,14	3,11
5,2	15,00	22,00	15,00	0,67	22,50	4,44
5,4	16,00	26,00	16,00	0,60	26,67	3,75
5,6	15,00	24,00	15,00	0,53	28,13	3,56
5,8	34,00	42,00	34,00	1,47	23,18	4,31
6	64,00	86,00	64,00	1,53	41,74	2,40
6,2	79,00	102,00	79,00	2,27	34,85	2,87
6,4	81,00	115,00	81,00	2,33	34,71	2,88
6,6	89,00	124,00	89,00	2,93	30,34	3,30
6,8	68,00	112,00	68,00	1,60	42,50	2,35
7	45,00	69,00	45,00	1,07	42,19	2,37
7,2	18,00	34,00	18,00	0,80	22,50	4,44
7,4	16,00	28,00	16,00	0,73	21,82	4,58
7,6	13,00	24,00	13,00	0,67	19,50	5,13
7,8	18,00	28,00	18,00	0,93	19,29	5,19
8	14,00	28,00	14,00	0,87	16,15	6,19
8,2	12,00	25,00	12,00	0,73	16,36	6,11
8,4	15,00	26,00	15,00	0,53	28,13	3,56
8,6	16,00	24,00	16,00	1,33	12,00	8,33
8,8	12,00	32,00	12,00	1,00	12,00	8,33
9	14,00	29,00	14,00	0,60	23,33	4,29
9,2	19,00	28,00	19,00	0,47	40,71	2,46
9,4	18,00	25,00	18,00	0,20	90,00	1,11
9,6	16,00	19,00	16,00	0,27	60,00	1,67
9,8	15,00	19,00	15,00	0,33	45,00	2,22
10	13,00	18,00	13,00	0,33	39,39	2,54



TERRENO	Br
Torbe ed argille organiche	Br<=15
Limi ed argille	15<Br<=30
Limi sabbiosi e sabbie limose	30<Br<=60
Sabbie e sabbie con ghiaia	Br>60

APPENDICE 5

Report dei parametri geotecnici assunti

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI P1

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm²)
Vs:	Vs (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	0,20	I	--	--	4,1	8,3	<0.5	0,0	0,0	5,0	27,4	0,3	42,46
2	0,40	I	--	--	4,3	8,3	<0.5	0,0	0,0	5,0	16,4	0,3	48,69
3	0,60	I	--	--	4,6	8,3	<0.5	0,0	0,0	5,0	10,9	0,3	51,76
4	0,80	I	--	--	4,8	8,3	<0.5	0,0	0,0	5,0	7,3	0,3	53,84
5	1,00	I	--	--	5,0	8,3	<0.5	0,0	0,0	5,0	4,6	0,3	55,39
6	1,20	C	0,0	6,1	1,8	12,8	OCR < 1	1,2	1,2	--	--	--	80,34
7	1,40	C	0,8	567,8	48,3	148,1	OCR > 6	1,9	2,0	--	--	--	170,66
8	1,60	C	1,4	1017,1	54,6	211,1	OCR > 6	2,0	2,1	--	--	--	193,56
9	1,80	C	1,9	1428,8	76,6	259,6	OCR > 6	2,1	2,2	--	--	--	210,04
10	2,00	C	2,3	1728,0	92,6	291,5	OCR > 6	2,1	2,2	--	--	--	221,53
11	2,20	C	2,0	1469,8	78,8	264,3	OCR > 6	2,1	2,2	--	--	--	218,85
12	2,40	CI	1,7	1281,5	68,8	243,3	1,1	2,1	2,1	56,5	42,5	68,8	249,19
13	2,60	C	1,5	1093,2	58,8	221,0	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	213,58
14	2,80	C	1,2	904,9	48,8	197,2	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	208,94
15	3,00	C	1,5	1129,2	60,8	225,6	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	219,80
16	3,20	C	1,3	946,1	51,1	202,8	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	215,17
17	3,40	C	1,3	945,4	51,1	202,8	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	217,25
18	3,60	C	0,8	569,7	48,2	149,7	OCR = 6	1,9	2,0	--	--	--	200,29
19	3,80	C	0,8	569,0	48,2	149,7	OCR = 6	1,9	2,0	--	--	--	201,86
20	4,00	I	--	--	58,7	288,7	1,2	1,9	2,2	57,4	41,4	91,1	284,67
21	4,20	CI	3,6	2710,1	145,4	384,2	0,9	2,2	2,3	69,9	43,5	145,4	322,35
22	4,40	C	1,3	984,2	53,4	208,3	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	228,28
23	4,60	C	1,2	908,5	49,4	198,6	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	226,67
24	4,80	C	0,7	495,3	48,2	138,5	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	205,03
25	5,00	C	0,7	494,6	48,2	138,5	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	206,23
26	5,20	C	0,6	461,6	47,7	133,1	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	204,97
27	5,40	C	0,7	535,9	48,4	145,4	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	211,56
28	5,60	C	0,8	610,2	47,4	157,1	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	217,60
29	5,80	C	1,8	1322,0	71,7	249,3	OCR = 6	2,1	2,1	--	--	--	250,91
30	6,00	I	--	--	65,5	374,9	1,2	1,8	2,1	63,8	41,5	139,7	333,27
31	6,20	I	--	--	63,7	365,4	1,3	1,8	2,1	62,0	41,1	133,9	331,40
32	6,40	CI	2,9	2149,5	115,9	334,5	1,4	2,1	2,2	57,4	40,1	115,9	321,06
33	6,60	C	3,5	2598,7	139,9	375,3	OCR = 6	2,2	2,3	--	--	--	290,08
34	6,80	I	--	--	64,5	381,8	1,3	1,8	2,1	62,6	40,9	143,9	341,96
35	7,00	C	0,8	534,5	48,4	146,3	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	221,72
36	7,20	C	0,7	464,0	47,9	134,9	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	217,31
37	7,40	C	0,9	650,8	45,7	164,3	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	231,30
38	7,60	C	0,7	500,1	48,4	141,1	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	221,92
39	7,80	I	--	--	33,3	210,3	<0.5	1,8	2,1	32,8	34,6	54,2	271,90
40	8,00	C	1,5	1098,7	60,2	224,2	OCR = 3	2,0	2,1	--	--	--	256,58
41	8,20	C	0,7	465,6	48,0	135,7	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	221,96
42	8,40	CI	2,2	1627,4	88,5	283,6	3,1	2,1	2,2	45,8	37,1	88,5	310,27
43	8,60	C	0,8	539,1	48,3	147,9	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	229,41
44	8,80	C	0,7	501,0	48,4	141,9	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	227,36
45	9,00	C	0,8	575,3	47,9	153,8	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	233,58
46	9,20	CI	0,7	504,8	48,4	142,7	<0.5	1,9	2,0	12,3	29,4	28,8	236,47
47	9,40	C	0,8	541,6	48,3	148,7	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	232,74
48	9,60	CI	0,7	503,4	48,4	142,7	<0.5	1,9	2,0	11,8	29,1	28,8	237,60
49	9,80	C	0,8	540,3	48,3	148,7	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	234,14
50	10,00	I	--	--	16,0	136,6	<0.5	0,0	0,0	9,2	28,1	26,8	234,42

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI P2

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm²)
Vs:	Vs (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	0,20	I	--	--	4,1	8,3	<0.5	0,0	0,0	5,0	27,4	0,3	42,46
2	0,40	I	--	--	4,3	8,3	<0.5	0,0	0,0	5,0	16,4	0,3	48,69
3	0,60	I	--	--	4,6	8,3	<0.5	0,0	0,0	5,0	10,9	0,3	51,76
4	0,80	I	--	--	4,6	8,3	<0.5	0,0	0,0	5,0	10,9	0,3	51,76
5	1,00	I	--	--	49,3	141,3	1,1	1,9	2,2	43,2	42,3	28,3	179,30
6	1,20	C	1,0	717,5	43,6	170,7	OCR > 6	2,0	2,0	--	--	--	179,44
7	1,40	C	0,9	678,5	45,5	165,3	OCR > 6	2,0	2,0	--	--	--	184,89
8	1,60	C	1,0	714,5	43,6	170,7	OCR > 6	2,0	2,0	--	--	--	192,69
9	1,80	C	1,1	788,0	42,6	181,3	OCR > 6	2,0	2,1	--	--	--	201,42
10	2,00	C	1,0	749,0	41,3	176,1	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	204,25
11	2,20	C	1,0	715,2	43,3	171,5	OCR = 6	2,0	2,0	--	--	--	206,71
12	2,40	C	0,9	638,7	46,7	160,5	OCR = 6	1,9	2,0	--	--	--	206,20
13	2,60	C	0,8	562,3	48,3	148,9	OCR = 6	1,9	2,0	--	--	--	204,78
14	2,80	C	0,8	561,3	48,3	148,9	OCR = 6	1,9	2,0	--	--	--	206,91
15	3,00	C	0,9	635,6	46,7	160,5	OCR = 6	1,9	2,0	--	--	--	212,86
16	3,20	C	1,0	752,6	41,1	177,5	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	220,75
17	3,40	C	1,0	751,8	41,1	177,5	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	222,18
18	3,60	C	1,1	826,1	45,1	187,9	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	227,35
19	3,80	C	0,9	675,3	45,0	166,8	OCR = 6	2,0	2,0	--	--	--	220,77
20	4,00	CI	1,3	974,5	53,1	207,6	<0.5	2,0	2,1	36,9	36,5	53,1	259,55
21	4,20	I	--	--	57,2	315,6	1,4	1,9	2,2	56,0	40,2	105,4	309,67
22	4,40	CI	1,8	1315,6	71,4	248,8	2,1	2,1	2,1	44,3	37,8	71,4	282,12
23	4,60	C	1,2	864,8	47,4	193,6	OCR = 6	2,0	2,1	--	--	--	236,10
24	4,80	C	0,7	526,6	48,4	144,6	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	217,57
25	5,00	CI	0,8	563,4	48,2	150,6	<0.5	1,9	2,0	19,5	32,2	31,4	232,16
26	5,20	C	0,8	567,9	48,1	151,4	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	222,44
27	5,40	C	0,8	604,8	47,4	157,1	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	225,86
28	5,60	C	0,8	566,6	48,1	151,4	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	224,27
29	5,80	C	1,7	1278,3	69,7	245,1	OCR = 6	2,1	2,1	--	--	--	259,82
30	6,00	CI	3,2	2402,5	129,7	358,2	1,5	2,2	2,2	58,2	39,8	129,7	337,13
31	6,20	CI	4,0	2969,3	159,9	407,2	1,3	2,2	2,3	63,8	40,8	159,9	356,74
32	6,40	CI	4,1	3043,4	163,9	413,4	1,3	2,2	2,3	64,0	40,8	163,9	360,30
33	6,60	CI	4,5	3342,5	179,9	437,6	1,2	2,2	2,3	66,3	41,1	179,9	370,17
34	6,80	CI	3,5	2554,1	137,9	372,0	1,5	2,2	2,3	58,3	39,5	137,9	347,50
35	7,00	CI	2,3	1690,7	91,9	290,3	3,0	2,1	2,2	46,3	37,1	91,9	314,89
36	7,20	C	1,0	682,6	44,0	169,8	OCR = 3	2,0	2,0	--	--	--	240,59
37	7,40	C	0,9	606,9	47,1	158,7	OCR = 3	1,9	2,0	--	--	--	236,61
38	7,60	C	0,7	493,7	48,4	141,1	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	229,20
39	7,80	C	1,0	680,5	44,0	169,8	OCR = 3	2,0	2,0	--	--	--	242,91
40	8,00	C	0,8	529,8	48,4	147,1	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	233,53
41	8,20	C	0,7	459,3	48,0	135,7	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	228,70
42	8,40	C	0,8	571,1	47,9	153,8	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	237,99
43	8,60	C	0,9	607,9	46,9	159,5	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	241,25
44	8,80	C	0,7	457,2	48,0	135,7	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	230,63
45	9,00	C	0,8	531,6	48,3	147,9	OCR = 1-1.5	1,9	2,0	--	--	--	237,22
46	9,20	CI	1,0	723,5	41,0	176,6	<0.5	2,0	2,0	20,0	30,6	40,8	263,52
47	9,40	I	--	--	19,8	171,3	<0.5	1,9	2,2	18,2	30,2	38,8	260,80
48	9,60	I	--	--	17,6	160,3	<0.5	1,9	2,2	14,9	29,3	34,8	254,31
49	9,80	I	--	--	17,8	154,6	<0.5	1,8	2,1	13,0	28,6	32,8	251,05
50	10,00	I	--	--	18,0	142,7	<0.5	0,0	0,0	9,0	27,3	28,8	243,45

APPENDICE 6

Report dell'indagine sismica (MASW)

RELAZIONE TECNICA GEOFISICA

INDAGINE SISMICA CON TECNICA MASW

PER LA DETERMINAZIONE DEL VS_{eq}

CANTIERE:

LIMBES S.R.L.

"LIMENA, VIA ROMA"

Indice

1 Premessa....3
2 Cenni sulle tecniche sismiche....4
3 Operazioni di acquisizione dati....7
4 Lavoro di campagna....7
5 Interpretazione geofisica onde Vs tecnica MASW “VSeq”....9
6 Calcolo azione sismica di progetto....14

1 Premessa

Il presente documento riporta i risultati di uno studio geofisico atto alla definizione delle caratteristiche sismo-stratigrafiche dei terreni in via Roma a Limena (PD) ai fini di determinare la $Vs_{eq.}$

Lo studio ha come scopo l'elaborazione di un modello geofisico per il corpo investigato, conforme OPCM 3274 del 2003 e succ. integrazioni, ordinanza 3519 del 28/04/2006, N.T.C. 2008-2018 ed Eurocodice 8.

Figura 1. Ubicazione MASW

2 Cenni sulle tecniche sismiche

La simica attiva MASW e passiva Re.Mi. consiste nella determinazione delle velocità sismiche dei vari strati del sottosuolo caratterizzati da diverse caratteristiche fisico - meccaniche.

Sismica attiva Masw:

La procedura Masw è basata sulla determinazione della velocità delle onde di superficie. Considerando che le onde di Rayleigh campionano uno spessore di sottosuolo proporzionale alla lunghezza d'onda λ, è ragionatolo ritenere di poter risalire alla rigidezza dei terreni dalla legge di variazione della Vr con λ (curva di dispersione). Dal punto di vista sperimentale l'acquisizione masw viene eseguita con una metodologia simile alla tecnica sismica a rifrazione. La differenza sostanziale viene dalla configurazione geometrica dei ricevitori, in genere i geofoni (minimo 12-24) vengono spaziati di 1, 2 o 3 metri, aventi una frequenza di campionamento pari a 4.5 Hz. Essendo una tecnica attiva in presenza di una sorgente polarizzata, l'acquisizione masw risulta comunque possibile, essendo un metodo che utilizza una generazione energetica attiva per creare le onde sismiche, applicando le migliori metodologie di acquisizione sismica (filtri ecc.) che i moderni sismografi consentono.

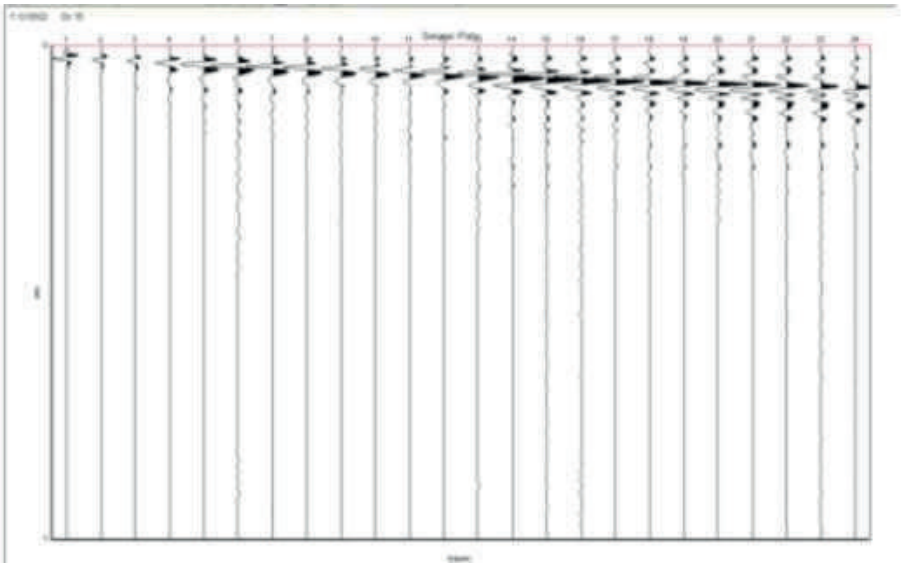


Figura 2. Esempio acquisizione MASW

Sismica passiva Re.Mi:

La procedura Re.Mi si basa sull'utilizzo dei microtremori (rumore naturale della terra ed artificiale), come sorgente, con tempi di acquisizione minimo di 30 sec ed ottimali di 10- 20 minuti. Vengono utilizzati minimo 12-24 geofoni da 4.5 Hz (come nella tecnica Masw) spaziati 1-3 metri collegati al sismografo in grado di acquisire con intervalli di campionamento minimo di 30 secondi, i quali vengono sommati nella fase di interpretazione. Questa tecnica utilizzando il rumore naturale "il microtremore", soffre di una limitazione particolare: se il profilo sismico viene eseguito in presenza di una sorgente di rumore fissa "polarizzata", l'interpretazione Re.Mi risulta di difficile applicazione, in virtù del principio che il microtremore non deve essere localizzato, ma proveniente con una raggio di 360° rispetto al profilo ricevente.

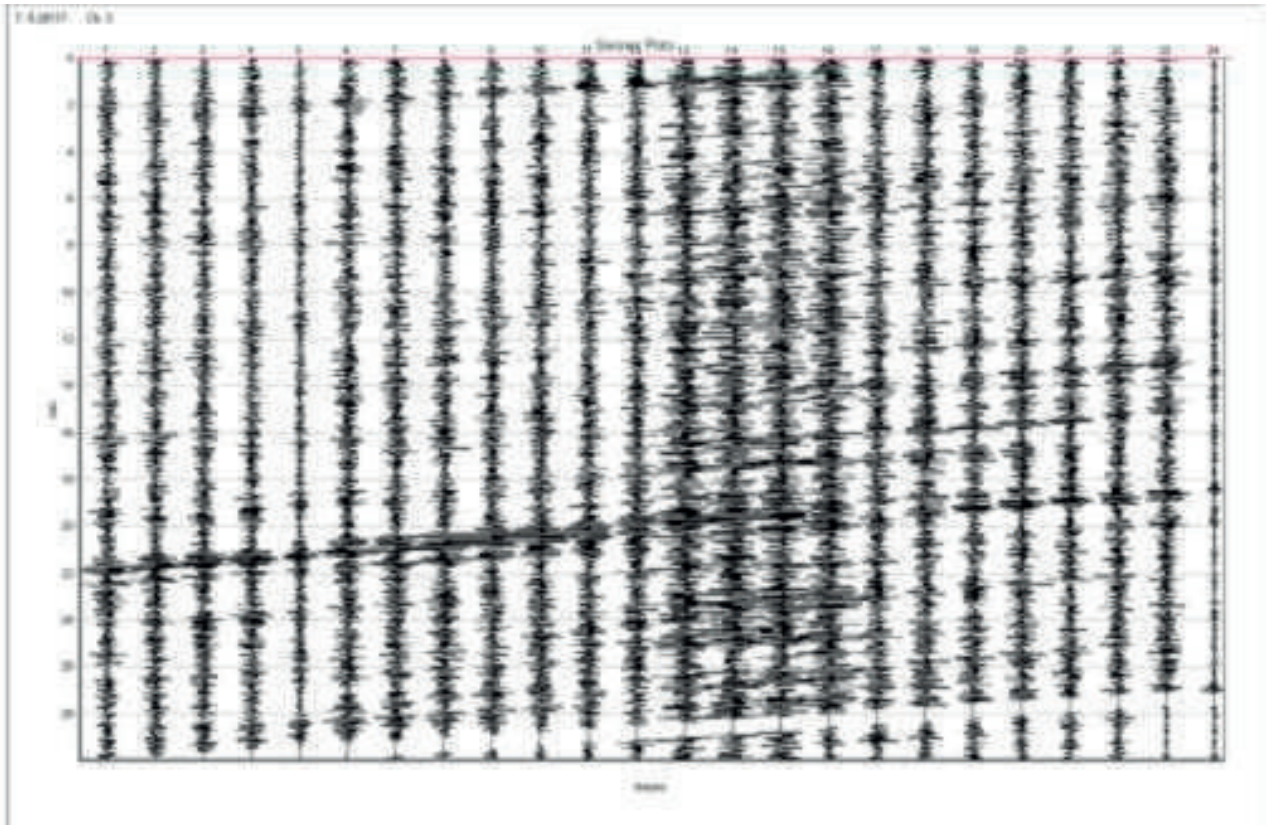


Figura 3. Esempio acquisizione Re.Mi:

Interpretazione Masw e Re.Mi:

Le tecniche sopra descritte differenziano per la metodologia di acquisizione del dato di campagna, mentre la tecnica di elaborazione risulta molto simile, di seguito brevemente descritta:

Il primo passo nell'elaborazione prevede la definizione della curva di dispersione la quale gode di una certa "variabilità" giustificata nell'influenza sulle misure dalla distanza dei ricevitori, posizione della sorgente e il volume di terreno campionato. Il secondo passo consiste nell'inversione della curva di dispersione, al fine di individuare quale sia il profilo di rigidezza che riproduce la curva sperimentale. I modelli di analisi adoperati sono molteplici, mentre il metodo utilizzato per ottenere lo spettro delle velocita e li'inversione della curva di dispersione nel presente lavoro si basa sul metodo phase shift utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

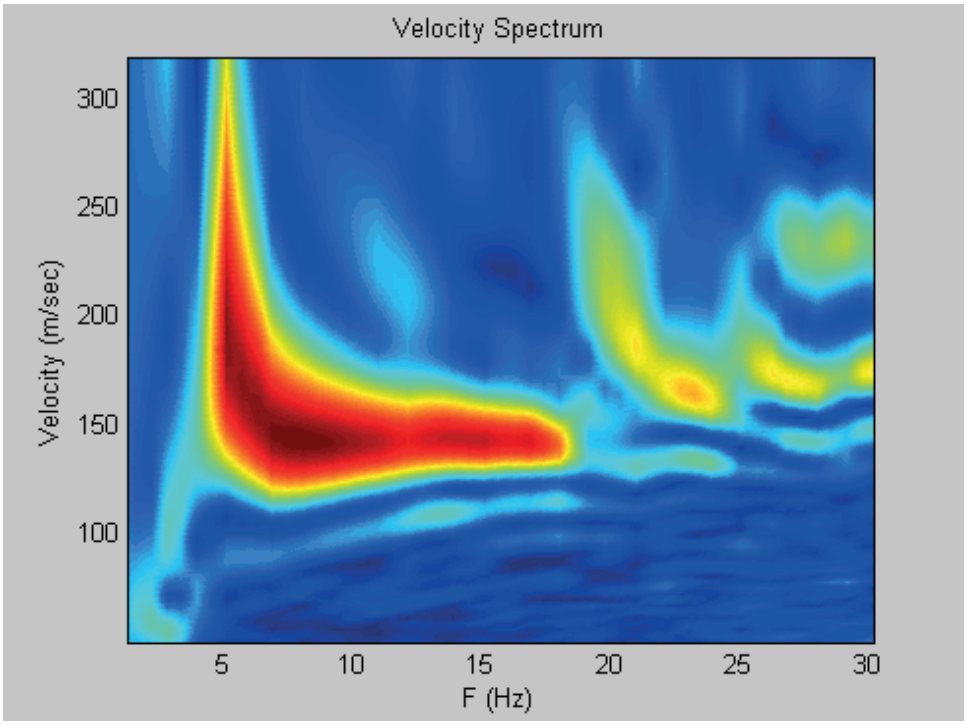


Figura 4. Phase shift

3 Operazioni di acquisizione dati

I profili sismici vengono eseguiti disponendo sul terreno una serie di sensori (*geofoni*), posti ad intervallo costante, collegati ad un sismografo mediante un cavo multipolare.

Dopo l'allestimento del dispositivo di ricezione si provvede a generare artificialmente (sismica attiva), vibrazioni impulsive in corrispondenza di punti prestabiliti lungo i profili: nello stesso istante di partenza della vibrazione viene trasmesso al sismografo il comando di avvio della registrazione (*trigger).* Da questo istante inizia l'acquisizione digitale, con campionamento ad intervallo costante e predeterminato.

Per lo studio sopra descritto è stata utilizzata la tecnica Masw. Tale tecnica ha soddisfatto pienamente la normativa sismica vigente, fornendo come di seguito descritto, un'ottima risoluzione nei primi 30 metri p.c. delle onde Vs ed ha raggiunto una profondità di indagine tale da individuare il bedrock-like.

4 Lavoro di campagna

Le misure di campagna sono state eseguite nel mese di novembre 2021; è stato eseguito uno stendimento Masw con le seguenti caratteristiche tecniche:

a) **Sismografo**: sismografo digitale ECHO 12-24 2002 della AMBROGEO srl caratterizzato da 24 canali di acquisizione digitale con dinamica a 24 bit e campionamento del segnale ad intervalli di 130 microsecondi e filtro analogico Low Pass a 50 Hz.

b) **Numero geofoni:** 24 cad. con frequenza propria 4.5 Hz distanza geofonica 1.0 m;

c) **Acquisizione** a 7651 Hz per 1 sec.

d) **Numero profili:** 1 MASW;

e) **Tiri:** n. 5 cad profilo MASW 1 .
   i. Tiro n. 1 eseguito – 2.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi;
   ii. Tiro n. 2 eseguito – 4.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi

iii. Tiro n. 3 eseguito – 6.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi
iv. Tiro n. 4 eseguito – 8.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi
v. Tiro n. 5 eseguito – 10.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi

f) **Lunghezza singolo profilo**: 23+10 metri;

g) **Sorgente utilizzata**: Mazza battente kg 10 con trigger (dispositivo per il comando di avvio della registrazione);

h) **Energia utilizzata**: numero 1 colpo (masw) di mazza per tiro;

Figura 5. Stendimento MASW

5 Interpretazione geofisica onde Vs tecnica MASW “VSeq”

Profilo MASW : Numero geofoni utilizzati: 24 verticali, lunghezza profilo 23+10 m

Per ogni acquisizione è stata eseguita un’analisi ω-p (trasformata τ-p & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l’energia associata alle onde di Rayleigh. L’inversione della curva di dispersione è stata ottenuta con il metodo phase shift utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

Si riportano i grafici ad isolinee sui quali è identificata la curva di dispersione delle onde di Rayleigh (Fig. 6).

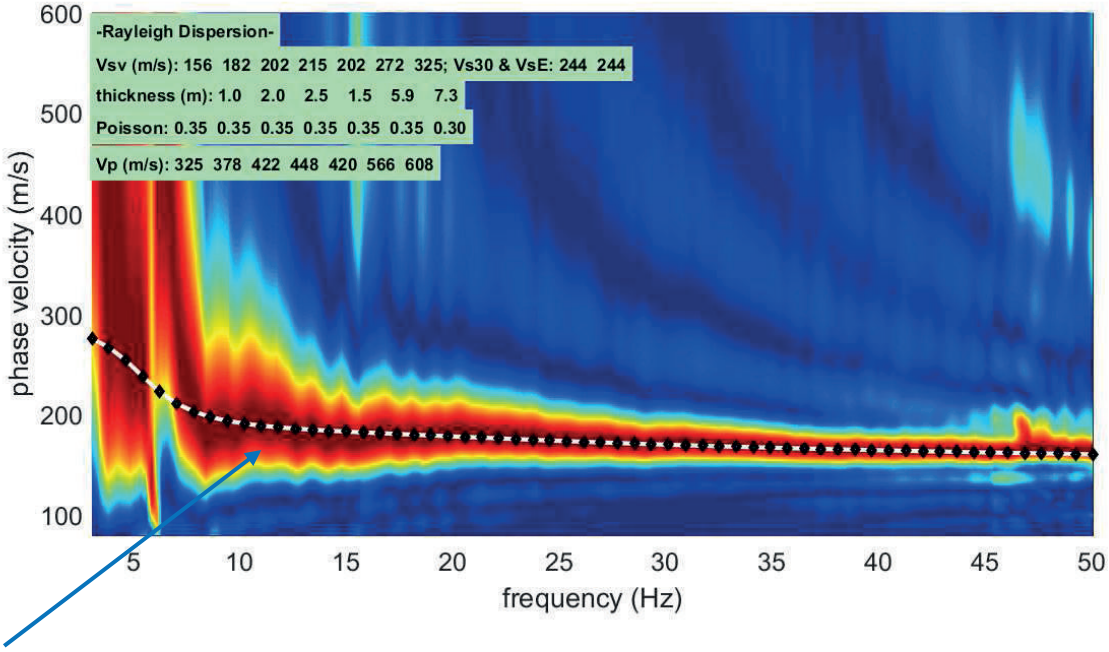


Figura 6. Grafici ad isolinee nel dominio velocità di fase – frequenza.

Analisi curva di dispersione:

La modellazione numerica della curva di dispersione prevede che alla base del modello sia posto un semispazio a spessore infinito. Di seguito si riporta il profilo di velocità delle onde S associato alla curva teorica.

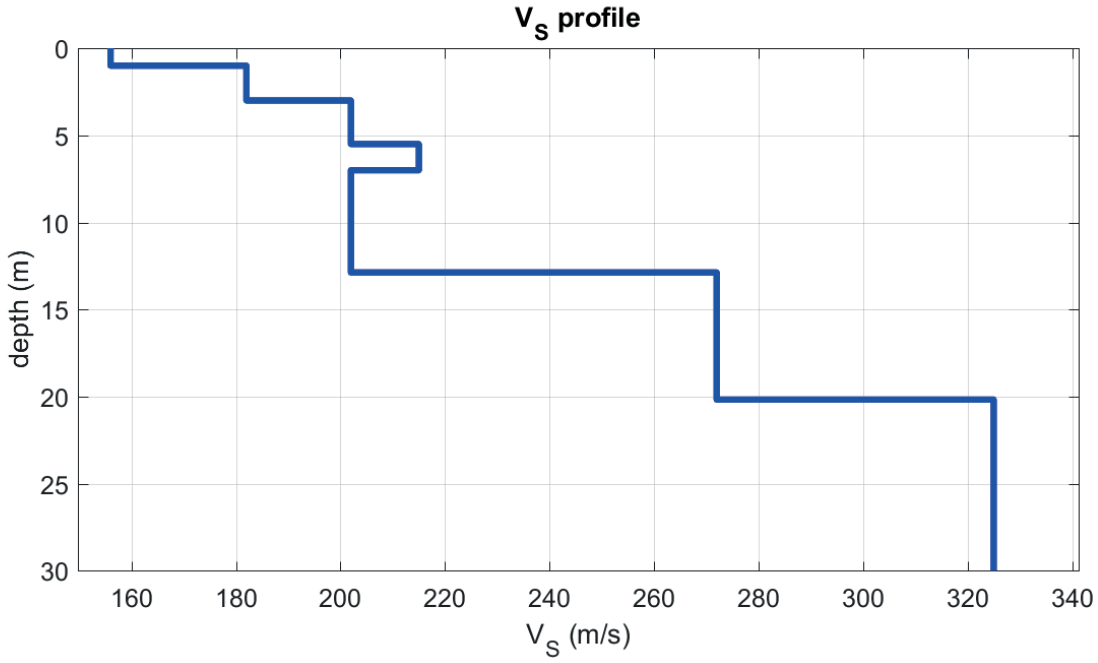


Figura 7. Profilo di velocità delle onde S stimato nel sito in esame.

In ottemperanza alla nuova normativa NTC 2018, il terreno di fondazione viene classificato in base al valore V_{SH} corrispondente alla "velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio S" entro una profondità pari ad H, ovvero corrispondente alla profondità del bedrock sismico (substrato caratterizzato da velocità V_s maggiori di 800 m/s):

$$V_{SH} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} h_i/V_{Si}}$$

con h_i e V_{Si} rispettivamente lo spessore e la velocità delle onde S dello strato i-esimo per un totale di N strati.

Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Spessore
1	325	156	1.0
2	378	182	2.0
3	422	202	2.5
4	448	215	1.5
5	420	202	5.9
6	566	272	7.3
7	608	325	Inf.

Tabella 1. Modello di velocità delle onde S per il sito in esame.

La dicitura “infinito” indica che è stata raggiunta la profondità massima di indagine. Con il software Deepsoil v.3.5 dell’Università dell’Illinois è stato calcolato il bedrock o meglio il bedrock-like (700 m/s). Esso risulta rilevante ai fini degli effetti di sito, perché tale strato presenta forti contrasti di impedenza rispetto ai terreni sovrastanti, potendo così determinare in questi ultimi l’intrappolamento delle onde sismiche e dunque l’amplificazione del moto del suolo in caso di terremoto.

La velocità media delle onde di taglio nei primi 30 risulta essere è risultata essere di **244 m/s**, che consente di attribuire al sottosuolo dell’area oggetto di indagine la 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.*

N.B. Le velocità sismiche Vp sono ottenute da formule empiriche.

PARAMETRI DINAMICI “Moduli elastici”

VS (m/sec) : 156 182 202 215 202 272 325
Spessori (m): 1.0, 2.0, 2.5, 1.5, 5.9, 7.3
Stima VP (m/sec): 325 378 422 448 420 566 608
Stima densità (gr/cm3): 1.78 1.82 1.85 1.86 1.84 1.92 1.93
Stima modulo di Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30
Stima modulo di taglio (MPa): 43 60 75 86 75 142 204
Stima modulo di compressione (MPa): 130 180 229 259 224 426 442
Stima modulo di Young (MPa): 117 163 204 232 203 383 530
Stima modulo di Lamé (MPa): 101 139 178 201 174 331 306

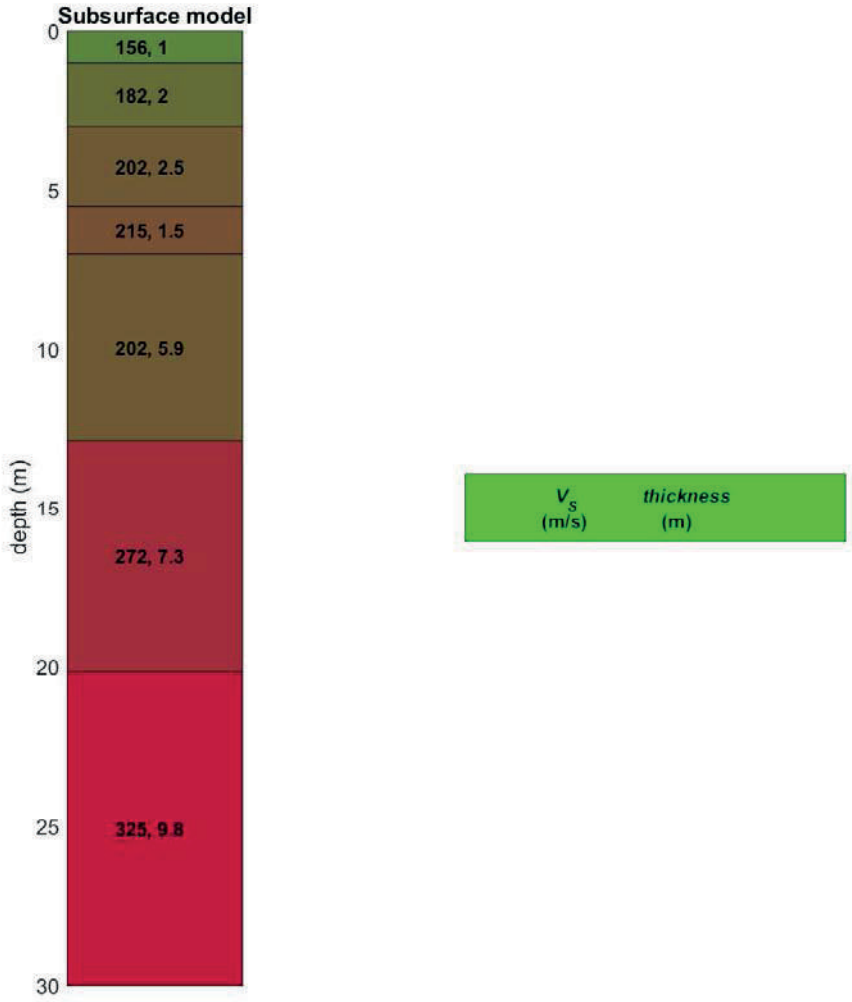


Figura 8. Stratigrafia dei terreni

Fattori di Frequenza:

L'andamento della funzione di amplificazione di un sito, è periodica ed assume sempre valori maggiori o uguali all'unità, cioè l'ampiezza dello spostamento alla superficie dello strato è sempre almeno pari a quella in corrispondenza della formazione rocciosa (secondo normativa vigente Vs > 800 m/s). La *frequenza naturale* (F_n) di vibrazione dello strato di terreno corrisponde ai massimi della funzione di amplificazione: $F_n=\omega_n/2\pi=(Vs/4H)*(2n-1)$

La situazione più pericolosa in termini di fenomeni di amplificazione si verifica quando la frequenza dell'eccitazione armonica (ω) è pari ad una delle frequenze fondamentali dello strato (ω_n). Quando si verifica tale condizione ($\omega=\omega_n$) si ha la ***risonanza*** dello strato, ed il fattore di amplificazione è teoricamente infinito.

Frequenza risonanza superficie formazione bedrock-like: 3.0 Hz

Nel caso che una sollecitazione si prolunghi nel tempo essa può diventare particolarmente pericolosa per l'edificio, progettato come elastico, quando il terreno trasmette una componente del segnale sismico cha abbia la stessa frequenza di oscillazione della struttura:

- Frequenza di oscillazione del terreno < Fn frequenza naturale di oscillazione della struttura ➔ i danni sono "limitati"
- Frequenza di oscillazione del terreno = Fn frequenza naturale di oscillazione della struttura ➔ i danni sono "illimitati".

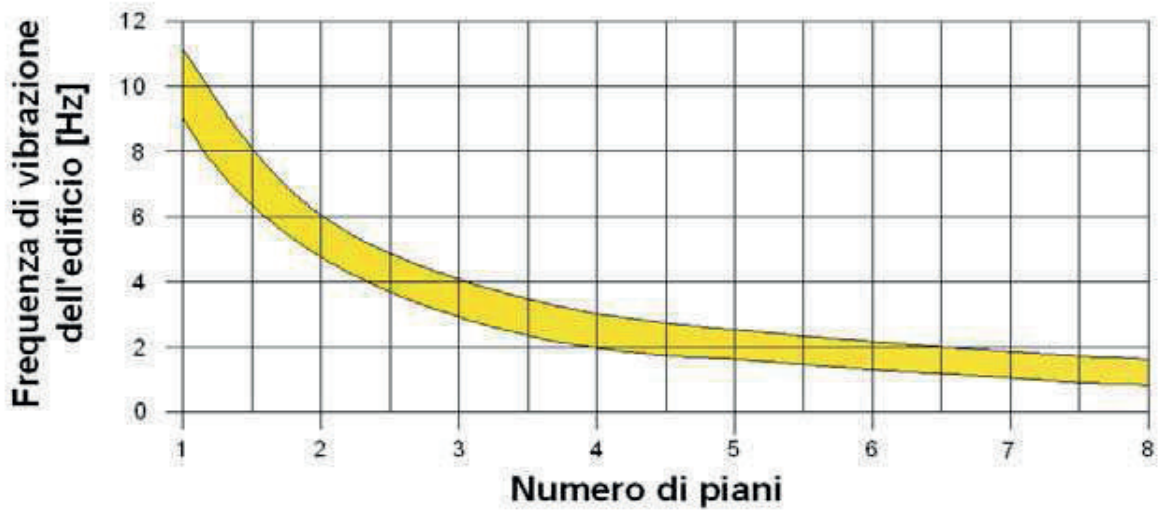
Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (cfr. Es. Pratt):

freq. Naturale edificio ≈ 10 Hz / numero piani

È la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

freq. naturale edificio ≈ freq. fondamentale di risonanza del sito

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



6 Calcolo azione sismica di progetto

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo:	C	Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50 anni	Coefficiente cu:	1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81 %		
Tr:	30 [anni]	ag:	0,033 g
Fo:	2,557	Tc*:	0,218 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63 %		
Tr:	50 [anni]	ag:	0,041 g
Fo:	2,585	Tc*:	0,261 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10 %		
Tr:	475 [anni]	ag:	0,108 g
Fo:	2,498	Tc*:	0,317 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5 %		
Tr:	975 [anni]	ag:	0,139 g
Fo:	2,526	Tc*:	0,330 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,500	Cc:	1,740	St:	1,000		
Kh:	0,010	Kv:	0,005	Amax:	0,488	Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500	Cc:	1,640	St:	1,000		
Kh:	0,012	Kv:	0,006	Amax:	0,602	Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,500	Cc:	1,530	St:	1,000		
Kh:	0,039	Kv:	0,019	Amax:	1,587	Beta:	0,240

SLC:

Ss:	1,490	Cc:	1,510	St:	1,000		
Kh:	0,050	Kv:	0,025	Amax:	2,026	Beta:	0,240