PROVINCIA DI MONZA E BRIANZA
COMUNE DI LENTATE SUL SEVESO

NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.

Piazza Repubblica, 1/A

20100 Milano

PA.1 Ex Area Schiatti
P.I.I. IN VARIANTE NON DI RILEVANZA REGIONALE
Via Garibaldi, Lentate (MB)

RELAZIONE GEOLOGICA AI SENSI DELLA DGR 2616/2011
E
RELAZIONE GEOTECNICA AI SENSI DELLE NTC 2018

Data	Documento	Redazione	Timbro / Firma
Maggio 2019	01	Dr. Giorgio D'Onofrio Geologo	

STUDIO GEOLOGIA & AMBIENTE
DR. GIORGIO D'ONOFRIO - GEOLOGO
Via Ostiglia, 6 – 20133 MILANO
Tel/Fax +39 02 91570302
WEB: www .studiogeologiaeambiente.it - mail: info@studiogeologiaeambiente.it
P.IVA 12487400157 – CF DNFGRG70E02E514H

INDICE

1. PREMESSA 3

2. DESCRIZIONE DEL SITO E DELL'INTERVENTO EDILIZIO 4

3. FATTIBILITÀ GEOLOGICA E VINCOLISTICA 6

4. DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO 8

4.1 Inquadramento geomorfologico, geologico e idrografico 8

4.2 Inquadramento idrogeologico generale 9

4.3 Piezometria della prima falda 11

4.4 Modello geologico di riferimento 13

5. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO 14

6. ANALISI DELL'AZIONE SISMICA 16

6.1 Approfondimento sismico ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/11 17

6.2 Prova sismica MASW di riferimento 18

7. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITà SISMICA DI BASE 23

8. PROGETTO E TIPOLOGIE FONDAZIONALI VERIFICATE 27

9. CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE E CEDIMENTI 29

9.1 Analisi della capacità portante (RD) secondo le NTC (D.M. 17/01/2018) 29

9.2 Analisi dei cedimenti 31

10. DICHIARAZIONI FINALI 34

ALLEGATI

Allegato 1: Stratigrafie sondaggi e scavi

Allegato 2: Elaborati prove penetrometriche

1. PREMESSA

In seguito all'incarico conferito dalla società NORDMILANO SVILUPPO S.r.l., viene redatta la presente relazione geologica ai sensi della DGR 2616/2011 n. IX p.to 4 e geotecnica ai sensi delle NTC 2018.

Lo studio riguarda il piano di riqualificazione dell'area industriale dismessa Ex tessitura di Via Garibaldi a Lentate sul Seveso.

Il documento è finalizzato alla verifica della fattibilità dell'intervento proposto verificando le prescrizioni contenute all'interno del Piano delle Regole del PGT comunale per la specifica classe di fattibilità geologica, la vincolistica geologica ed idrogeologica e per la specifica classe di pericolosità sismica all'area di intervento.

La relazione viene altresì redatta ai sensi del D.M. 17.01.18 ("Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni"), che fissa le norme tecniche per le indagini sui terreni con indicazioni geologiche e geotecniche riguardo alle scelte del progetto definitivo, considerando anche gli aspetti sismici per la progettazione.

Le elaborazioni e considerazioni contenute nella presente si basano sulle risultanze di attività di indagine ambientale, geotecnica e sismica eseguite in sito e in un ragionevole intorno rispetto all'area di studio.

Scopo ultimo del presente documento è quello di fornire i carichi di esercizio per le strutture in progetto, sulla base delle verifiche della capacità portante e dei cedimenti che potranno generarsi in seguito alla trasmissione dei carichi al terreno.

In fase di progettazione definitiva delle strutture, se necessario si procederà all'esecuzione di ulteriori prove ed indagini.

2. DESCRIZIONE DEL SITO E DELL'INTERVENTO EDILIZIO

L'area oggetto di intervento è ubicata nel contesto urbano del Comune di Lentate sul Seveso tra le vie Garibaldi, Matteotti e Battisti (Figura 1).

Figura 1 Inquadramento area oggetto dello studio

Attualmente l'area, in passato sede della tessitura SCHIATTI, risulta dismessa e priva degli impianti produttivi allontanati dal sito in occasione della cessazione dell'attività (Figura 2).

Il progetto edilizio prevede la costruzione di due edifici, uno nella porzione centro orientale a destinazione commerciale e uno nella porzione centro occidentale destinato a RSA (Figura 3).

Figura 2 Planimetria dello stato di fatto

Figura 3 Planimetria di progetto

3. FATTIBILITÀ GEOLOGICA E VINCOLISTICA

Lo studio geologico comunale a supporto del P.G.T. inserisce l'area in esame all'interno della Classe 2c di fattibilità geologica per le azioni di piano (Figura 4). Questa risulta contraddistinta da modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Si tratta di aree nelle quali, in generale, sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie, fatto salvo l'obbligo di verifica della compatibilità geologica e geotecnica ai sensi del D.M. 17/01/2018, per tutti i livelli di progettazione previsti per legge.

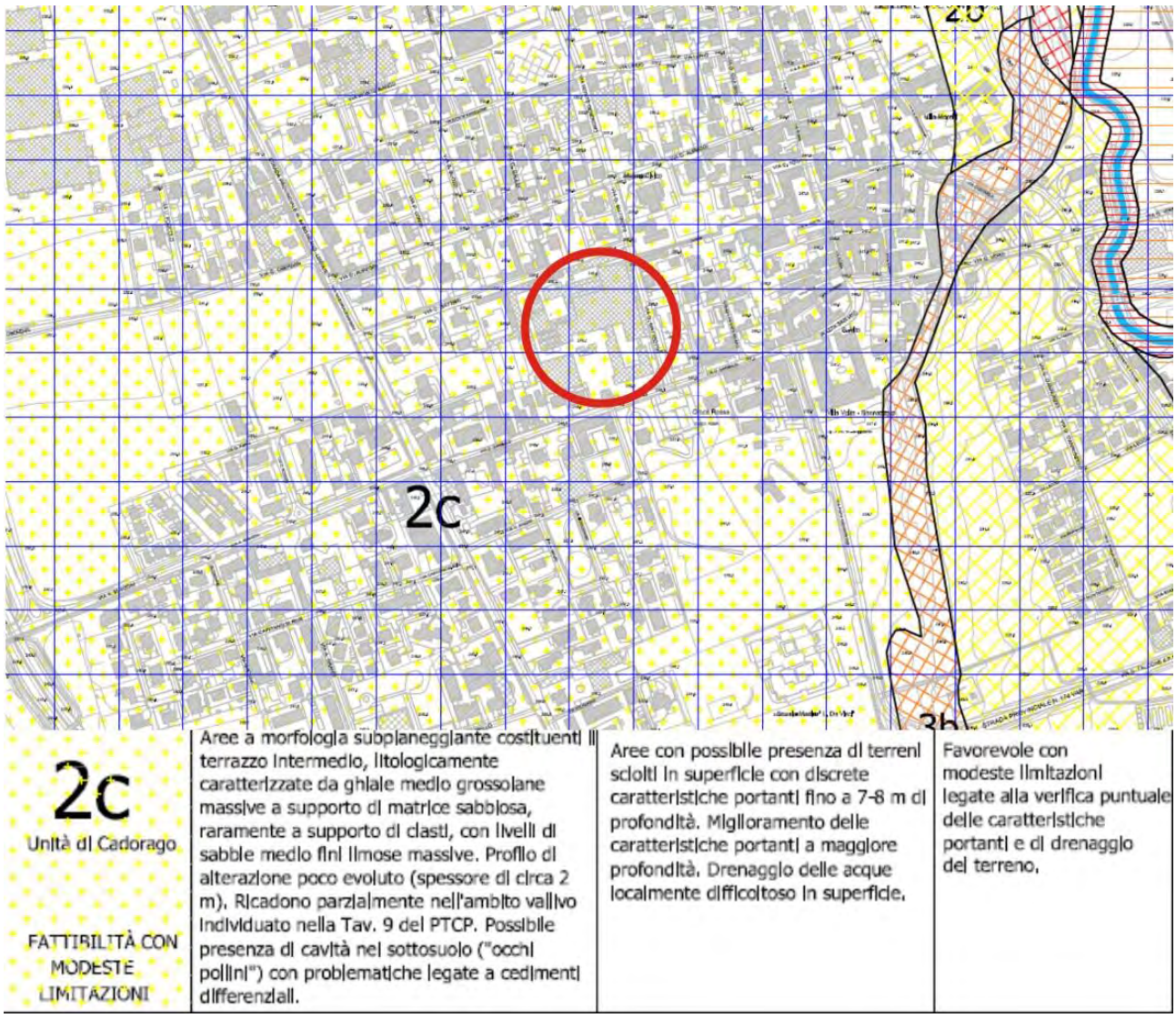


Figura 4 Estratto carta fattibilità geologica a supporto del PGT del Comune di Lentate sul Seveso.

Come mostrato nella Figura 5, non sono individuati per l'area in esame vincoli di natura geologica tali da precludere l'intervento.

Figura 5 Estratto carta dei vincoli ambientali a supporto del PGT del Comune di Lentate sul Seveso.

4. DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

4.1 Inquadramento geomorfologico, geologico e idrografico

Il Comune di Lentate sul Seveso è collocato nel contesto dell'alta pianura della Provincia di Milano, al confine verso N con la Provincia di Como; l'ambito morfologico caratteristico è quello della pianura terrazzata del T. Seveso, che attraversa il territorio comunale con andamento NW-SE, la cui valle costituiva lo scaricatore principale dei ghiacciai che scendevano lungo il Lario - ramo di Como. Tale valle si è formata durante le prime glaciazioni che hanno interessato il territorio ed è stata più volte riempita di sedimenti e reincisa durante le glaciazioni più recenti, acquistando di conseguenza il carattere di piana terrazzata.

Le unità geolitologiche presenti in affioramento o desunte dalle cartografie CARG sono di seguito elencate e descritte dalla più antica alla più recente e superficiale (Tav. 1). Nel caso di alcune unità, è stata riportata semplicemente una descrizione derivante dai dati di letteratura (Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 096 Seregno pubblicate dalla Regione Lombardia nel SIT online).

Le Unità stratigrafiche quaternarie riconoscibili sul territorio sono di seguito elencate:

- Supersintema del Bozzente indifferenziato (BO) - (Pleistocene medio)
- Supersintema del Bozzente – Sintema di Cascina Fontana (BOF) - (Pleistocene medio)
- Sintema della Specola - (Pleistocene medio)
- Sintema di Binago
- (Pleistocene medio)
- Supersintema di Besnate – Unità di Cadorago - (Pleistocene medio – superiore)
- Supersintema dei Laghi – Sintema di Cantù - (Pleistocene superiore)
- Sintema del Po - (Pleistocene superiore - Olocene)
- Supersintema di Venegono - (età non definibile)

Al fine di valutare con maggior dettaglio la litologia dei terreni dell'area in esame, è stata consultata la "Carta Litologica contenuta nello Studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica a supporto del PGT del Comune di Lentate sul Seveso riportato nella Figura 6.

La carta mostra che nell'area in esame i terreni sono costituiti da depositi fluvioglaciali: ghiaie medio grossolane massive a supporto di matrice sabbiosa, con presenza di livelli di sabbie medio fini.

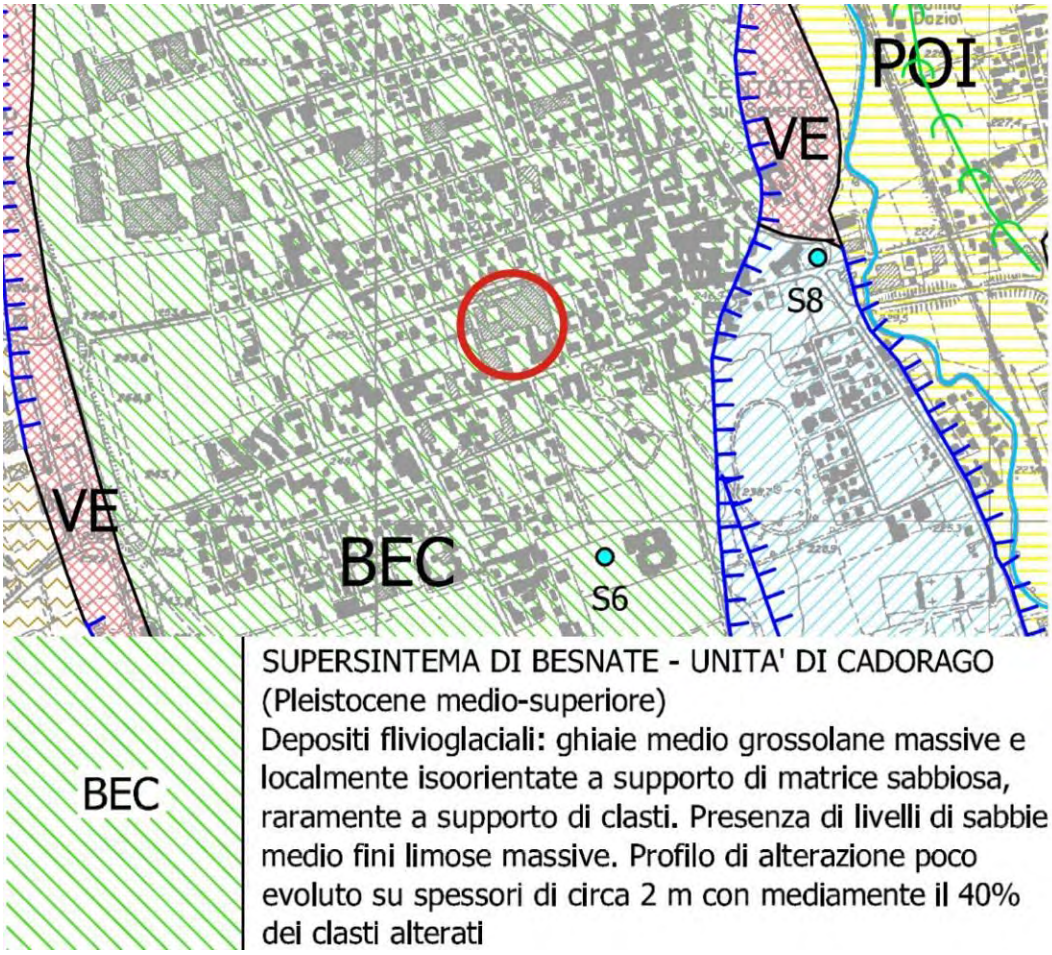


Figura 6 Estratto della "Carta Litologica dello Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del PGT del Comune di Lentate sul Seveso.

4.2 Inquadramento idrogeologico generale

L'assetto idrogeologico della zona è caratterizzato dalla presenza di più acquiferi sovrapposti all'interno dei depositi pleistocenici. Vengono solitamente distinti un acquifero tradizionale ed uno profondo. Il primo si trova all'interno delle Unità alluvionali del Pleistocene medio e superiore le quali, dal punto di vista prettamente idrogeologico, possono essere suddivise in tre Unità omogeneamente distribuite in tutta l'area:

- *Unità ghiaioso-sabbiosa*: sedimenti fluvio-glaciali del Pleistocene Superiore (Würm Aut.).
- *Unità ghiaioso-sabbioso-limosa*: depositi fluvioglaciali del Pleistocene medio (Riss-Mindel Aut.).

- *Unità a conglomerati e arenarie basali*: litologie appartenenti al ceppo autoctono (non si estende con continuità in tutta l'area e, nella zona meridionale, viene accorpata all'Unità precedente).

La sequenza ha uno spessore medio di circa 100 m e contiene due falde distinte: una libera ed una semi-confinata. La prima si estende fino alla profondità di 40-50 m ed è separata dalla sottostante falda semi-confinata da un aquitard limoso con spessore medio di 5-6 m. Al di sotto dell'acquifero tradizionale vi sono sedimenti sabbioso-argillosi appartenenti ad unità continentali, di transizione e marine che contengono le cosiddette falde profonde ben separate da quelle più superficiali.

Una ricostruzione schematica della struttura del sottosuolo della Provincia di Milano fornita da diversi autori è rappresentata nella figura seguente (Figura 7).

	Età	Unità litologiche (Martinis B. e Mazzarella, 1971)		Unità idrostratigrafiche (Francani V. e Pozzi R.,1981)		Unità stratigrafiche (AGIP)	Unità idrogeologiche (Avanzini M. et al., 1995)	Gruppi acquiferi (Regione Lombardia & AGIP, 2002)
	Pleistocene superiore	Litozona ghiaioso-sabbiosa	Acquifero tradizionale	Fluvioglaciale Würm auct. (Diluvium recente)	I° acquifero	Alluvioni	Unità ghiaioso-sabbiosa	A
	Pleistocene medio			Fluvioglaciale Riss-Mindel auct. (Diluvium medio antico)	II° acquifero		Unità ghiaioso-sabbiosa-limosa	B
				Ceppo auct.			Unità a conglomerati e arenarie basali	
	Pleistocene inferiore	Litozona sabbiosa-argillosa	Acquiferi profondi	Villafranchiano	III° acquifero	Sabbie di Asti	Unità sabbiosa-argillosa (facies continentale e di transizione)	C
								D
		Litozona argillosa					Unità argillosa (facies marina)	

Figura 7 Schema della struttura del sottosuolo del milanese

L'andamento delle unità idrogeologiche del sottosuolo è visualizzato nella sezione di Figura 8 orientate secondo direzioni E-W e N-S in modo da definire la distribuzione orizzontale e verticale dei corpi litologici e l'andamento della superficie piezometrica dell'acquifero superficiale superiore.

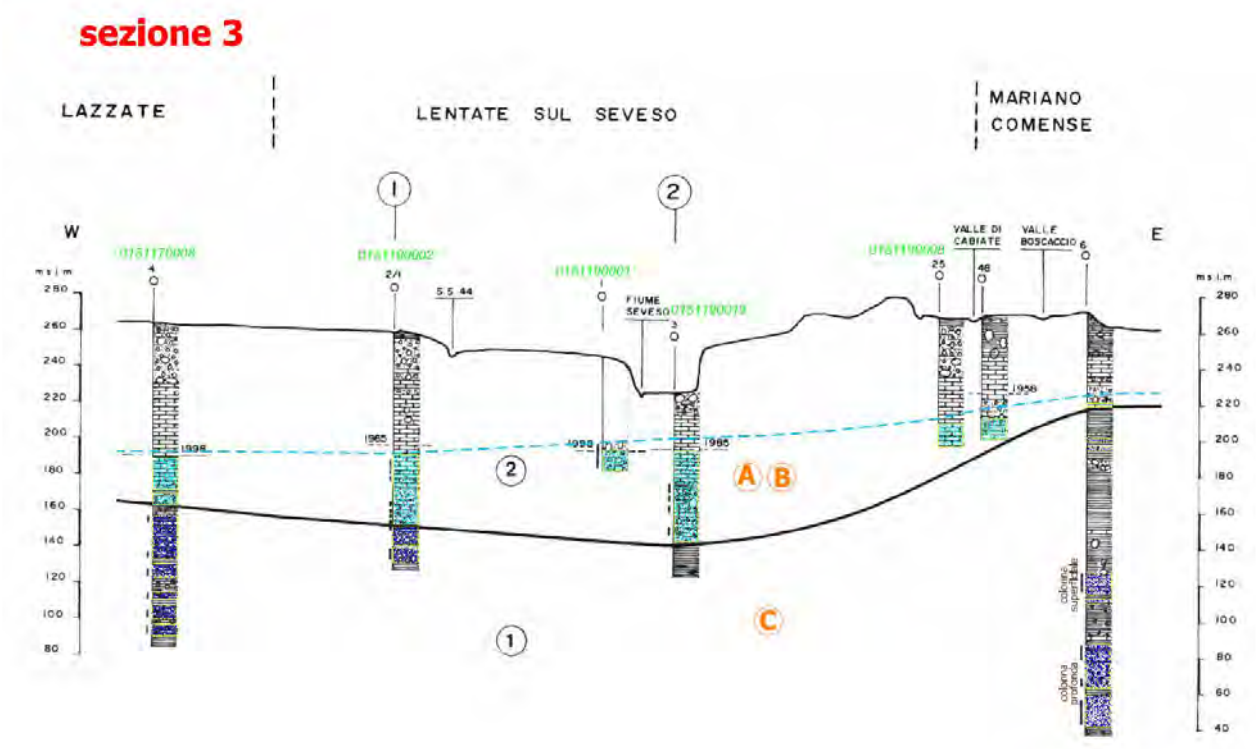


Figura 8: Sezione idrogeologica dell'area di studio

4.3 Piezometria della prima falda

La falda freatica (cioè la falda libera che interessa tutto il primo strato di materiali fino a circa quaranta metri di profondità) è sempre stata presente a pochi metri di soggiacenza valutabile principalmente sulla base della ricca documentazione tecnica esistente e disponibile presso gli Enti pubblici competenti. Tale livello subisce però continue variazioni anche a carattere stagionale, legate sia a motivi naturali (diverse condizioni meteorologiche e di precipitazione) che antropici (irrigazioni e prelievi).

La Figura 9, tratte dalla Carta Idrogeologica a supporto del PGT del Comune di Lentate sul Seveso evidenzia la piezometria e la soggiacenza della falda freatica nell'area di studio.

Dalla carta si evince che l'area di indagine si trova tra le isoipse 195 e 200 m slm nell'area con soggiacenza di circa 50 m e che il flusso idrico sotterraneo ha direzione NE-SW.

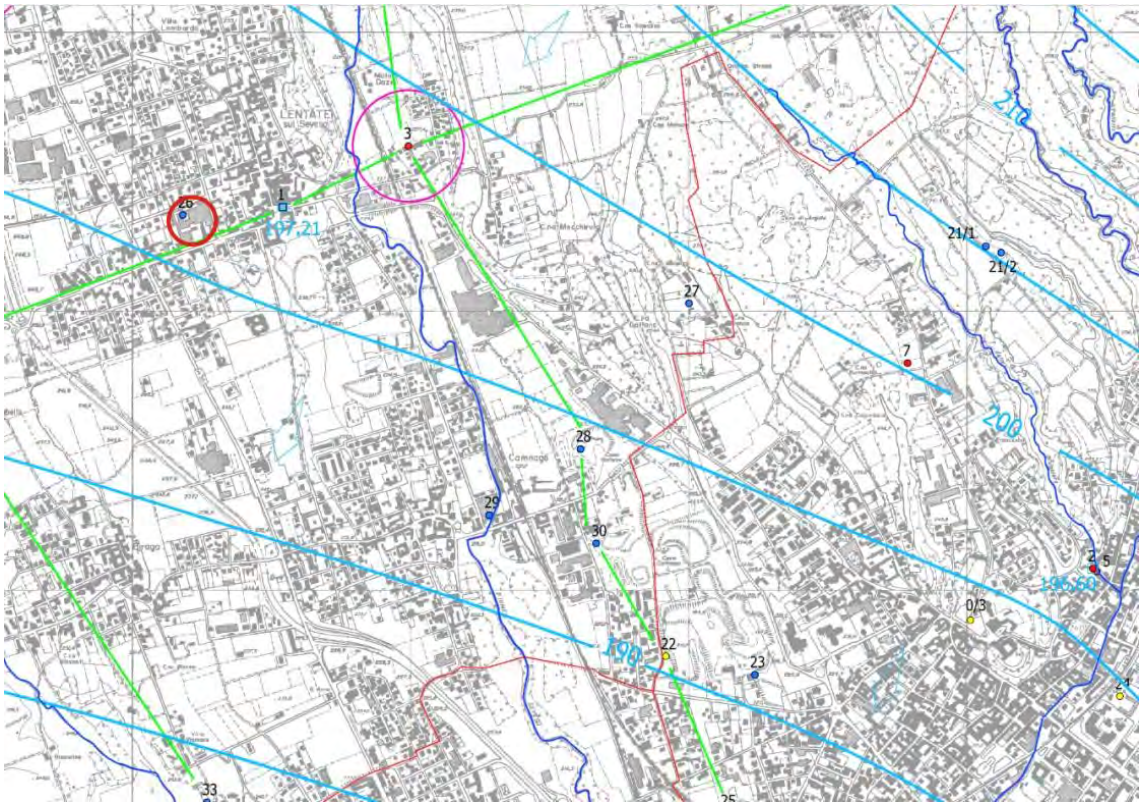


Figura 9 Estratto della "Carta Idrogeologica dello Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del PGT del Comune di Lentate sul Seveso.

Tenuto conto delle oscillazioni storiche e stagionali del livello piezometrico, si può concludere che la falda freatica si trova a breve e medio termine in settori di sottosuolo ininfluenti ai fini del presente studio, in relazione all'eventuale interferenza con le opere di fondazione. Non si può escludere che a lungo termine una risalita del livello piezometrico possa generare interazioni con le fondazioni.

Sarà pertanto cura dei progettisti valutare eventuali opere di impermeabilizzazione sia delle fondazioni che degli interrati anche in virtù di eventuali venute d'acqua di infiltrazione superficiale.

4.4 Modello geologico di riferimento

Il modello geologico di riferimento è stato ricavato da una serie di dati stratigrafici relativi ad un pozzo realizzato in un intorno significativo dell'area di studio e dai dati desunti dalla relazione del PGT. Il modello geologico risulta sostanzialmente omogeneo in tutta l'area (Figura 10):

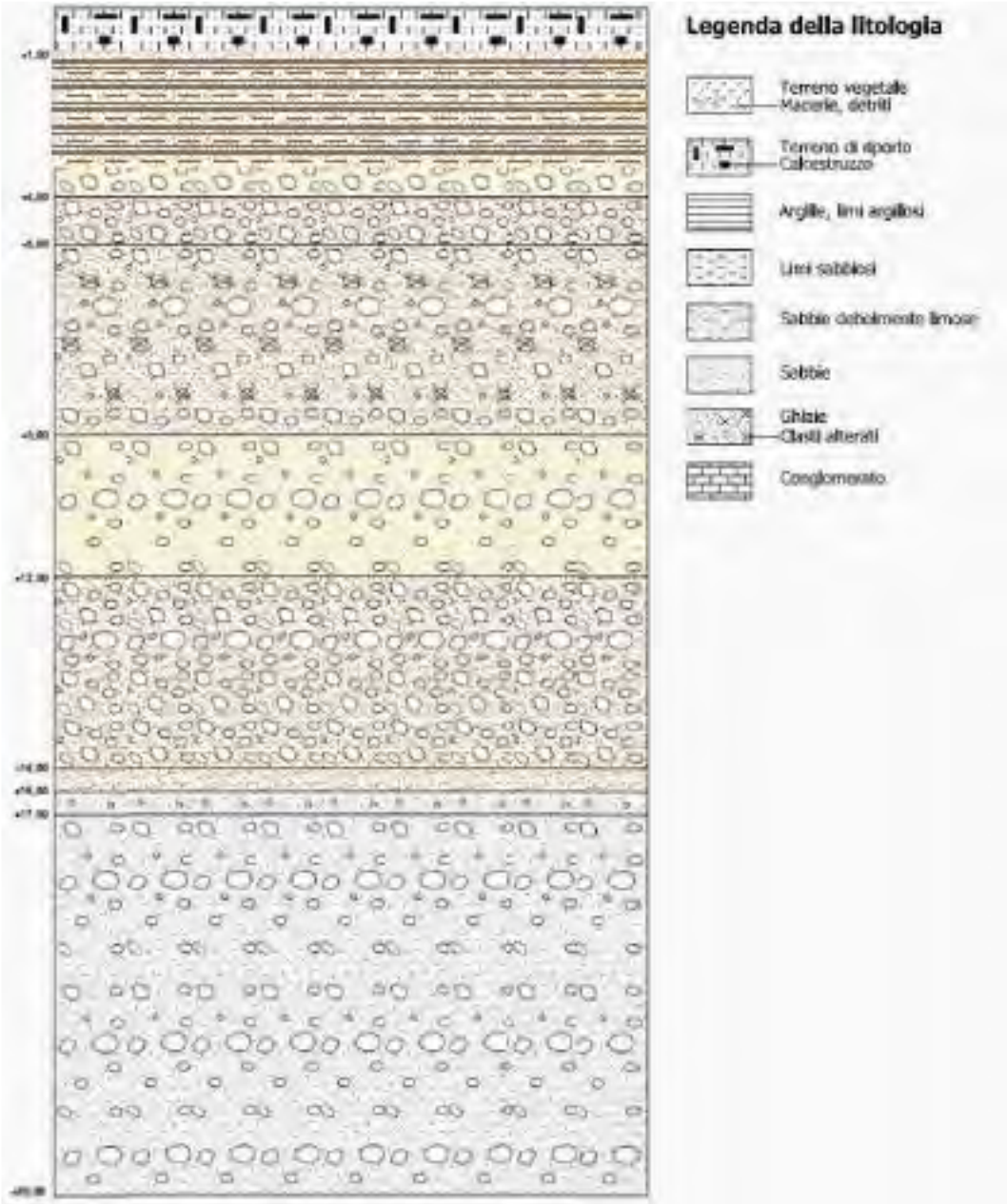


Figura 10 Modello stratigrafico dell'area di esame.

5. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Al fine di caratterizzare il sito preliminarmente sono state eseguite indagini in sito (Figura 11) che sono consistite in:

- n. 10 scavi approfonditi fino a 4m;
- n. 15 sondaggi approfonditi fino a 4m;
- n. 5 prove penetrometriche approfondite fino a rifiuto

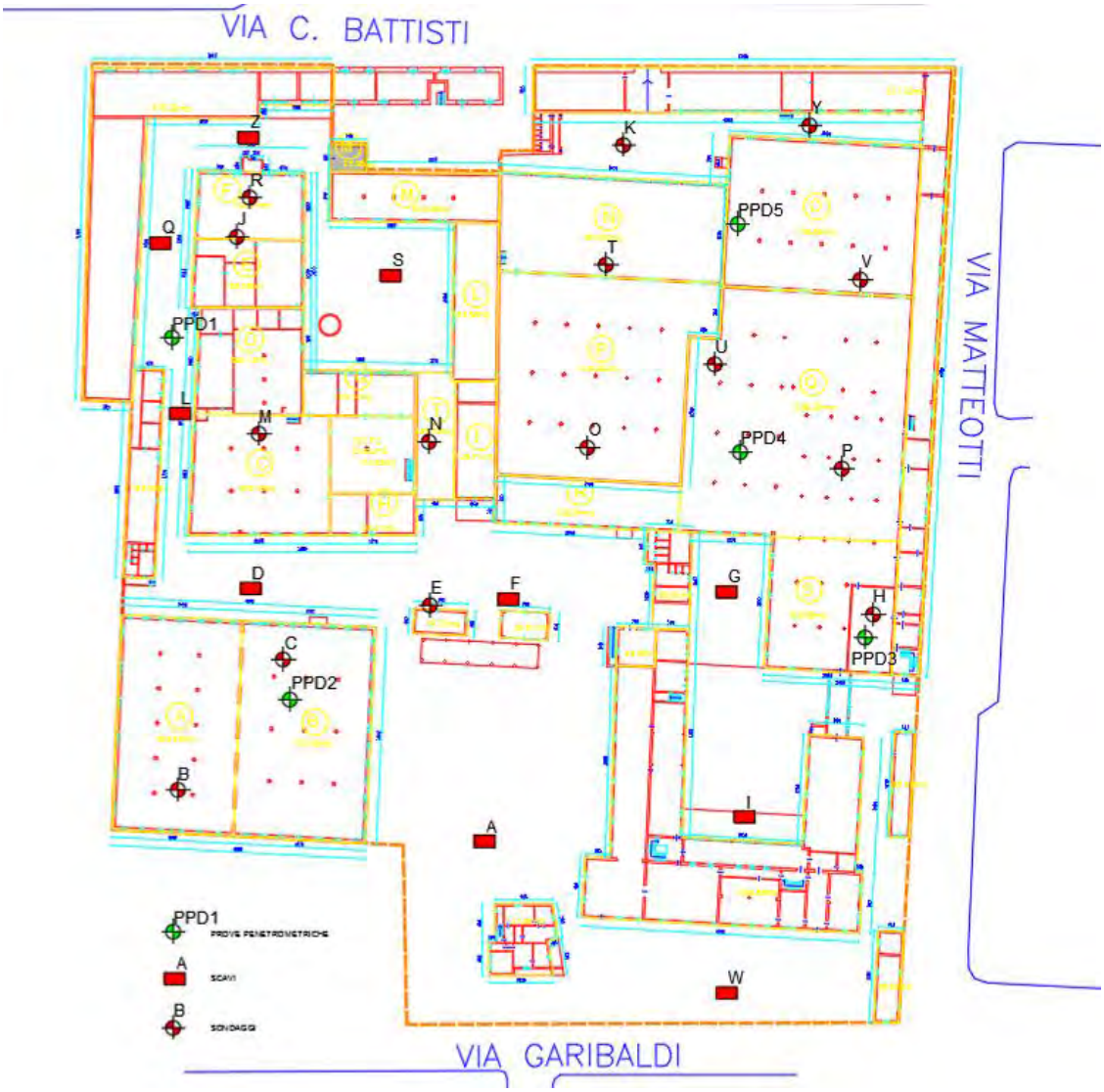


Figura 11 Planimetria indagini eseguite.

Il modello geotecnico è stato ricostruito incrociando i dati disponibili con quelli desunti dalle prove e indagini eseguiti in sito (sondaggi, scavi e prove penetrometriche) e anche in cantieri prossimi a quello in oggetto, valutando criticamente eventuali dati contrastanti tra loro ed operando le scelte necessarie sempre in favore di sicurezza.

Figura 12 Modello geotecnico di riferimento del sottosuolo dell'area in esame

Parametro	u.d.m.	Litozona 1	Litozona 2
N_{spt} (colpi da prova Spt)	colpi/piede	9	23
γ (peso di volume)	KN/m^3	14	17,6
ϕ (angolo di attrito)	°	29	33
c (coesione)	Kg/cm^2	0	0
E (modulo di deformazione)	Mpa	5	25
Dr (densità relativa)	%	31	42

Tabella 2 Parametrizzazione geotecnica

6. ANALISI DELL'AZIONE SISMICA

La classificazione sismica dei Comuni della Regione Lombardia è stata recepita dalla D.G.R. n. X/2129 del 11 Luglio 2014 (Figura 13) sulla base delle indicazioni del O.P.C.M. 3519/06 e delle NTC 2018). Tale delibera inserisce il Comune di Milano in zona sismica 4, in riferimento alla quale si dovrà considerare un valore di A_{gMAX} pari a 0,044813.

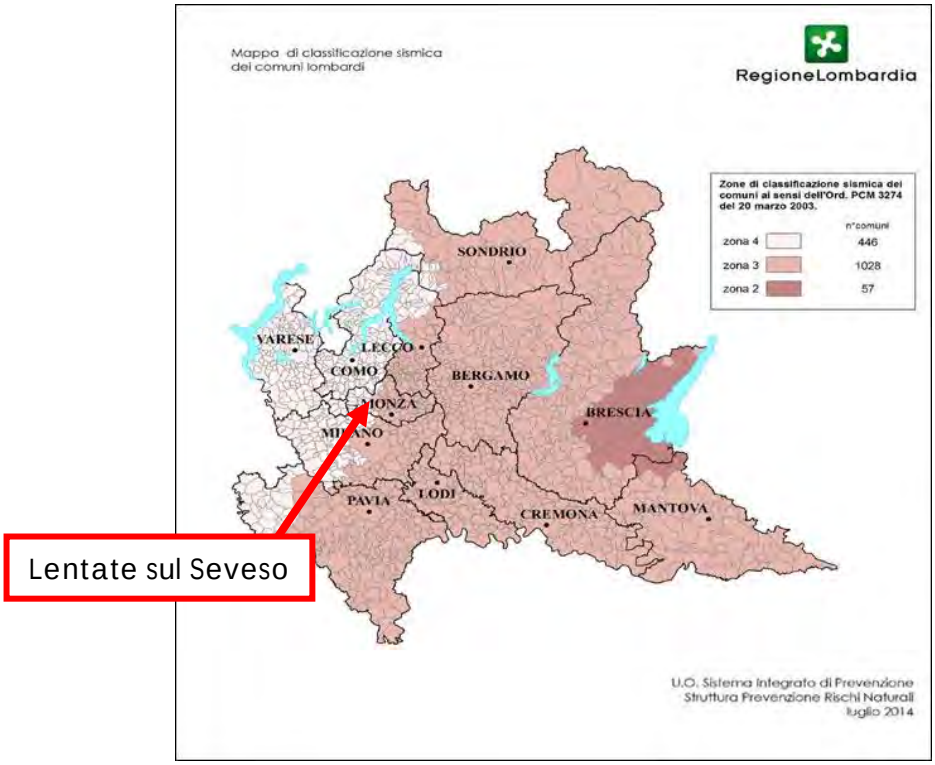


Figura 13 Classificazione sismica dei comuni lombardi – DGR n. X/2129 del 11/07/2014.

Al fine di allineare la nuova zonazione con la Legge Regionale 12 ottobre 2015, n. 33 "Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche", la Giunta Regionale, con D.G.R. 8 ottobre 2015 - n. X/4144, ha differito al 10 aprile 2016 il termine per l'entrata in vigore della stessa. In particolare, la L.R. n. 33/2015 aggiorna la normativa sulle costruzioni in zona sismica adeguandola al D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo Unico in materia edilizia) e alla recente giurisprudenza costituzionale, trasferendo ai comuni, singoli o associati, le funzioni in materia sismica, che, in base allo stesso D.P.R., erano di competenza regionale. Infine, la Giunta Regionale ha approvato con D.G.R. n. X/5001 del 30 Marzo 2016 le linee di indirizzo e coordinamento delle funzioni trasferite ai

comuni in materia sismica secondo quanto previsto dagli artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della suddetta legge regionale.

In particolare, gli interventi di cui all'art. 5 della L.R. 33/2015, relativi ad opere pubbliche o private localizzate nelle zone 3 e 4 (come nel caso in esame), comprese le varianti in corso d'opera, sono soggetti alle procedure di deposito previste dagli artt. 6 e 7 della stessa legge regionale (quindi non prevedono il rilascio di un'autorizzazione preventiva), per le finalità di denuncia dei lavori e presentazione dei progetti di costruzioni in zone sismiche, previste dall'art. 93 del D.P.R. 380/2001, come richiamato al precedente paragrafo 2.3.

6.1 Approfondimento sismico ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/11

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale è riportata nell'allegato 5 della D.G.R. del 22 dicembre 2005 n. 8/1566 "*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12*" aggiornata con D.G.R. del 30/11/2011 n. X/2616.

La procedura di valutazione prevede tre livelli successivi di approfondimento, da applicarsi in funzione della zona sismica di appartenenza e della tipologia di opera in progetto.

Il 1° livello : consiste nell'individuazione delle aree soggette ad effetti sismici locali a partire dalla cartografia di inquadramento e dai dati esistenti. Prevede la realizzazione di una carta che illustri le aree suscettibili di effetti sismici quali instabilità, cedimenti e liquefazioni, amplificazioni topografiche, litologiche e geometriche, cedimenti differenziali.

Il 2° livello : consiste nella caratterizzazione semi-quantitativa del fattore di amplificazione (Fa) nelle aree individuate con l'analisi di 1° livello, e il confronto con i valori di riferimento.

Il 3° livello : prevede la definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite (da applicare solo in fase di progetto).

Per quanto il livello 1, l'area in esame può essere classificata nello scenario di pericolosità sismica locale di tipo Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi suscettibili di amplificazioni litologiche e geometriche delle onde sismiche.

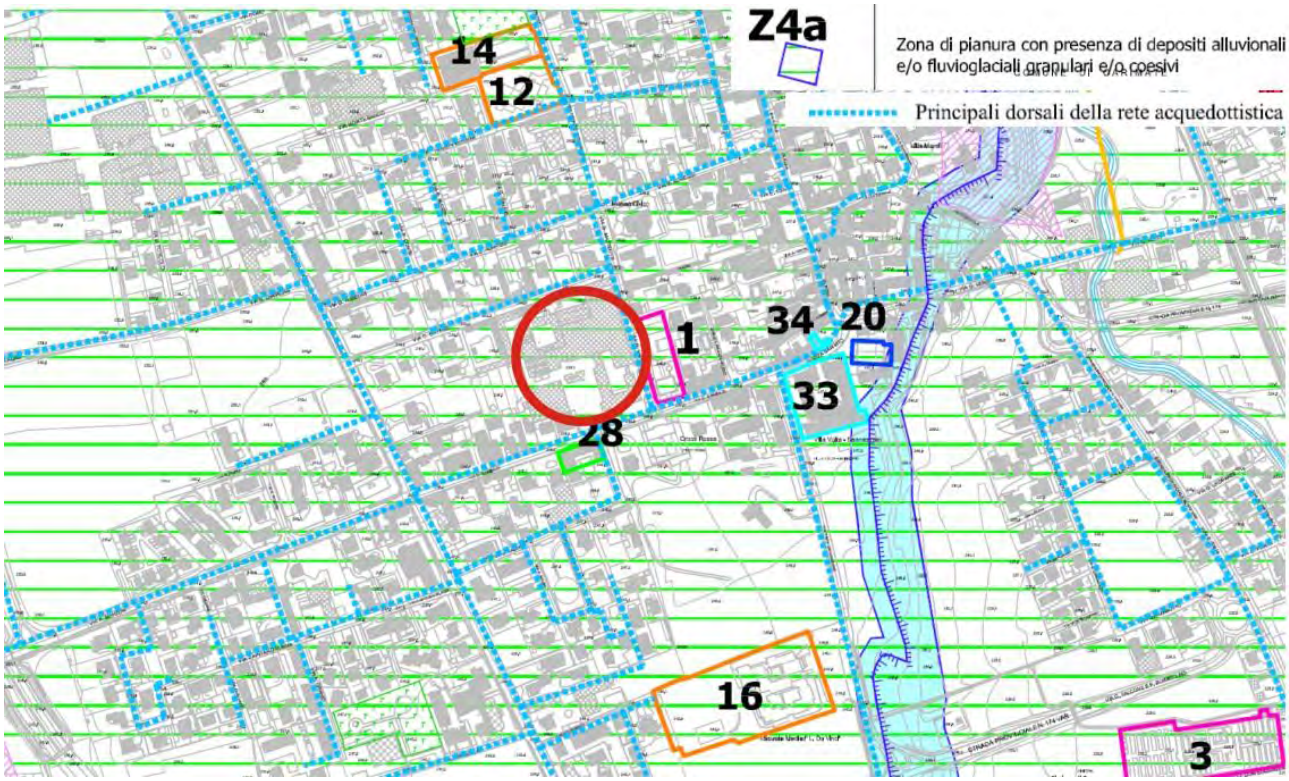


Figura 14 Estratto carta della sismicità locale a supporto del PGT del Comune di Lentate sul Seveso.

Il livello 2 è obbligatorio in fase pianificatoria per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, negli scenari PSL, individuati attraverso il 1^ livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica e quindi esso non è obbligatorio nell'area in esame.

6.2 Prova sismica MASW di riferimento

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasive che permette di individuare in profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.
La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.
Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array a distanze progressivamente crescenti) e misurate da un velocimetro. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5 e 70 Hz, e fornisce quindi informazioni sulla parte più superficiale del suolo in funzione della rigidezza del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

Le acquisizioni presenti nella componente sismica del PGT del comune di Lentate sul Seveso sono state condotte lungo un array lineare da 24 geofoni, secondo la seguente configurazione spaziale:

- lunghezza stendimento: 60 m
- distanza intergeofonica: 1,5 m

Per l'energizzazione è stata impiegata una mazza del peso di 8 kg battente verticalmente su una piastra; per l'attivazione delle registrazioni ad ogni energizzazione si è impiegato un sistema di trigger consistente in un accelerometro triassiale che al momento in cui la mazza colpisce la piastra metallica, genera un impulso trasmesso al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

L'analisi dello spettro di risposta consente di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità.
Dall'inversione delle curve di dispersione si ottiene il modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità per l'area in esame.

Delle 4 prove presenti nel PGT comunale, una (MASW2) è sita in un intorno significativo dell'area di esame, di seguito si riporta l'ubicazione del sito di indagine, della prova MASW, e il relativo modello sismico.

Figura 15: Inquadramento area oggetto di studio in rosso e area esecuzione prova MASW in blu.

MASW 2			
Strato	**Spessore [m]**	**Vs [m/s]**	**Profondità**
1	0.8	**204**	0.8
2	1.0	**179**	1.7
3	1.2	**229**	2.9
4	1.5	**262**	4.4
5	1.9	**380**	6.3
6	2.3	**339**	8.6
7	2.9	**270**	11.5
8	3.6	**437**	15.1
9	4.6	**541**	19.7
10	5.7	**555**	25.4
11	7.1	**413**	32.5
12	7.5	**789**	40.0

Tabella 2: Modello sismico monodimensionale dell'area in oggetto

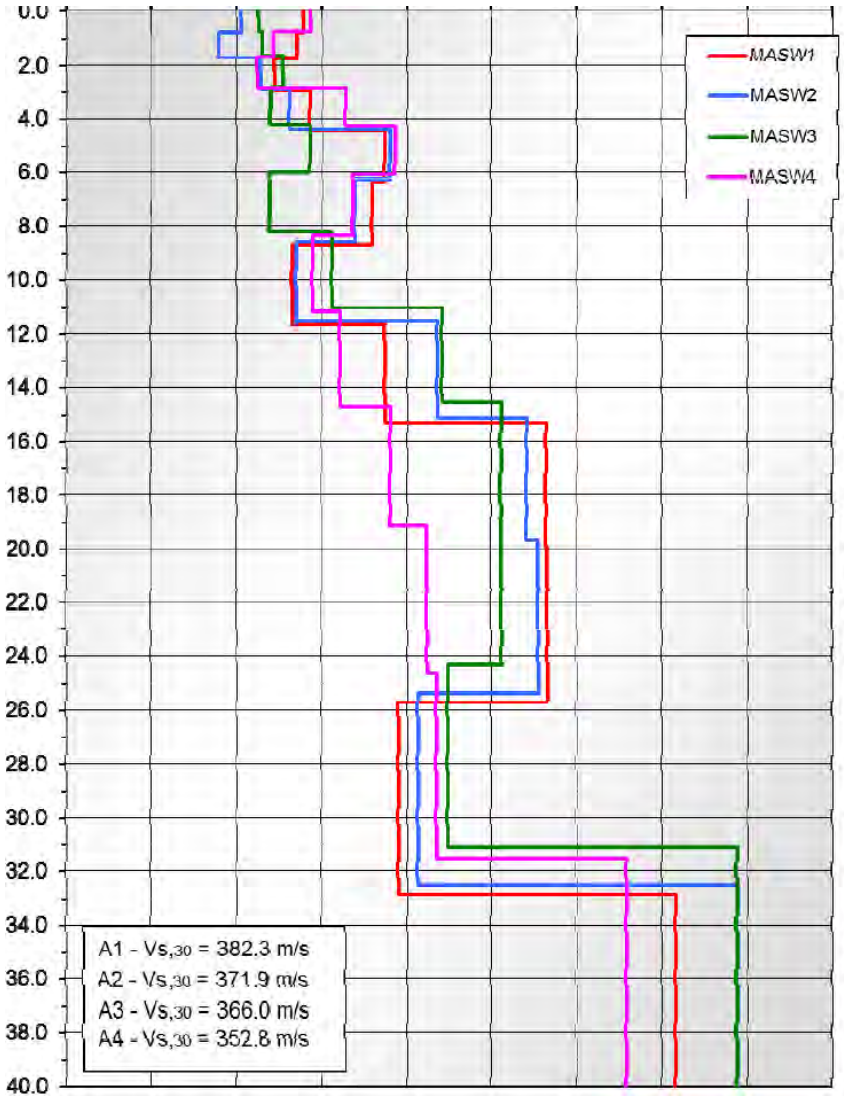


Figura 16 Diagramma prova MASW

Dalla prova si ottengono valori di Vs30 pari a 371 m/s, l'interpretazione consente di classificare i terreni al limite inferiore della categoria B.

Categoria	Descrizione del profilo stratigrafico
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*, caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superfici terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle deginite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m

Tabella 3: Categorie di sottosuolo (tratto da NTC 2018)

7. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente S_e (T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R, come definiti di seguito (Figura 17). In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

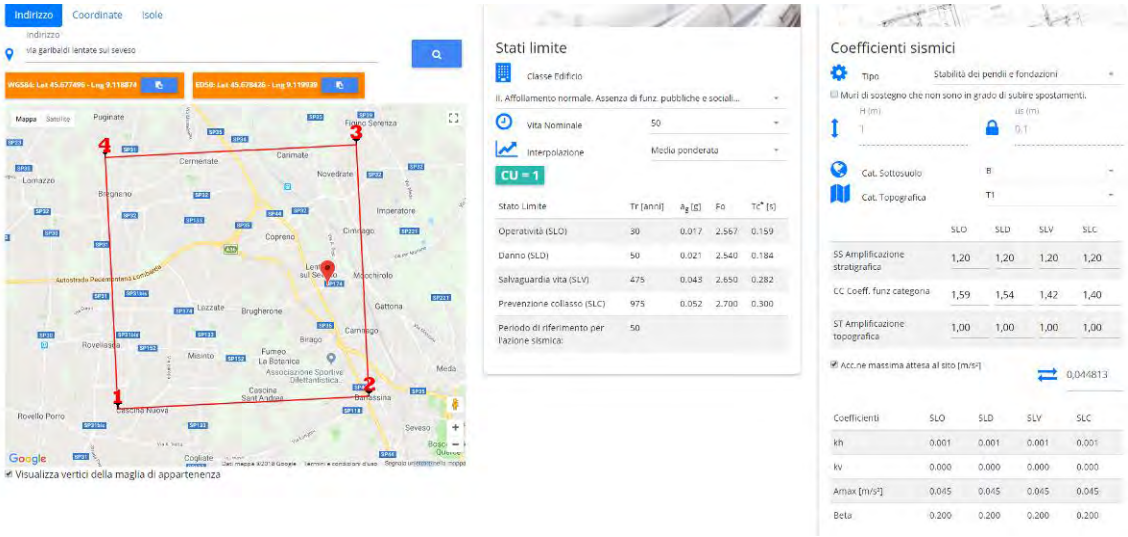


Figura 17 Estratto del sito di GeostruPS

Le forme spettrali di interesse sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g: accelerazione orizzontale massima al sito (m/s²);
- F_o: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C*: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L'Allegato B alle Norme Tecniche delle Costruzioni riporta i valori delle grandezze sopra elencate in corrispondenza di 10751 punti del reticolo di riferimento e per 9 valori del

periodo di ritorno T_R (che varia a seconda dello stato limite considerato per l'azione sismica) (Tabella 4).

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [adim]	T_c* [sec]
Operatività (SLO)	30	0,018	2,547	0,160
Danno (SLD)	50	0,022	2,523	0,190
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,045	2,671	0,282
Collasso (SLC)	975	0,054	2,721	0,302

Tabella 4 Valore dei parametri che definiscono l'azione sismica per il sito in esame su sito di riferimento rigido (categoria B) e superficie topografica orizzontale (categoria T1)

Categorie di sottosuolo

Le categorie di suolo di fondazione, secondo l'OPCM 3274 e s.m.i. e il D.M. 17.01.2018 risultano così identificate (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni) (Tabella 5):

Categoria	**Descrizione del profilo stratigrafico**
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*, caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superfici terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle deginite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m

Tabella 5 Categorie sismiche di suolo di fondazione (Tabella 3.2.II delle NTC 2018)

Sulla base delle risultanze delle indagini sismiche e dello studio della componente geologica a supporto del PGT, il sito è stato classificato nella categoria B con V_{S30} pari a 371 m/s.

A partire dalla categoria di sottosuolo possono essere stimati i coefficienti di amplificazione stratigrafica S_S che nel caso di categoria A valgono 1 e negli altri casi possono essere calcolati in funzione dei valori di F_o e T_C* relativi al sottosuolo di categoria A. Nel caso in esame il valore di S_S per i differenti stati limiti vale 1,20.

Categoria topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per condizioni topografiche superficiali semplici, come quella in esame, si può adottare la classificazione della tabella seguente (Tabella 6).

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30 °

Tabella 6 Categorie topografiche classificate secondo la pendenza (Tabella 3.2.III delle NTC 2018)

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente di amplificazione topografica S_T riportati nella tabella seguente (Tabella 7), in funzione delle categorie topografiche definite e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

CATEGORIA TOPOGRAFICA	**UBICAZIONE DELL'OPERA O DELL'INTERVENTO**	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 7 Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T (Tabella 3.2.V NTC 2018)

Per il caso in esame la categoria di riferimento è la T1, da cui S_T = 1,0.

Verifica alla liquefazione

La valutazione sismica sito specifica deve comprendere anche la verifica alla stabilità nei confronti della liquefazione dei terreni di sedime.

Con tale fenomeno si intende la perdita di resistenza al taglio o l'accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da un'azione sismica ciclica in condizioni non drenate.

Il D.M. 17/01/18 fissa una serie di circostanze del sito legate a condizioni locali sismiche (magnitudo <5 o accelerazione massima ag <0,1) e geologiche (assenza di sabbie sature con coefficiente di uniformità UC <3,5 o limi sabbioso/sabbie ghiaiose con UC >3,5) per le quali la verifica alla liquefazione può essere omessa.

Nel caso le suddette condizioni sismiche non risultino soddisfatte, sono necessarie indagini geotecniche specifiche finalizzate alla determinazione dei parametri necessari all'eventuale esclusione delle rimanenti condizioni geologiche.

La verifica alla liquefazione è stata esclusa come previsto dal paragrafo 7.11.3.4.2 comma 2 delle NTC 2018 in quanto la accelerazione massima attesa risulta inferiore a 0,1 g.

8. PROGETTO E TIPOLOGIE FONDAZIONALI VERIFICATE

Sono state preliminarmente verificate le seguenti tipologie fondazionali, in modo da fornire diversi valori di carichi di esercizio per orientare le scelte progettuali:

- Trave 5,0m x 1,0 m (prof di posa 3,3 m) (Figura 18);
- Plinto 3,5mx3,5 m (prof di posa 6,3 m) (Figura 19);
- Plinto 5,0m x 5,0 m (prof di posa 6,7 m) (Figura 20)

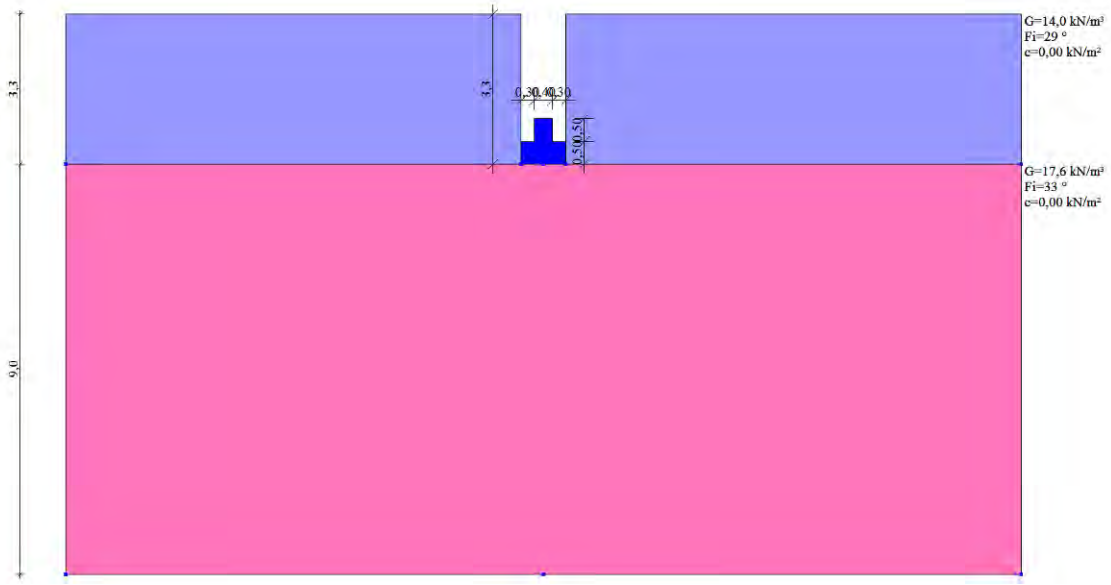


Figura 18: Trave 5,0m x 1,0 m (prof incastro 3,3 m)

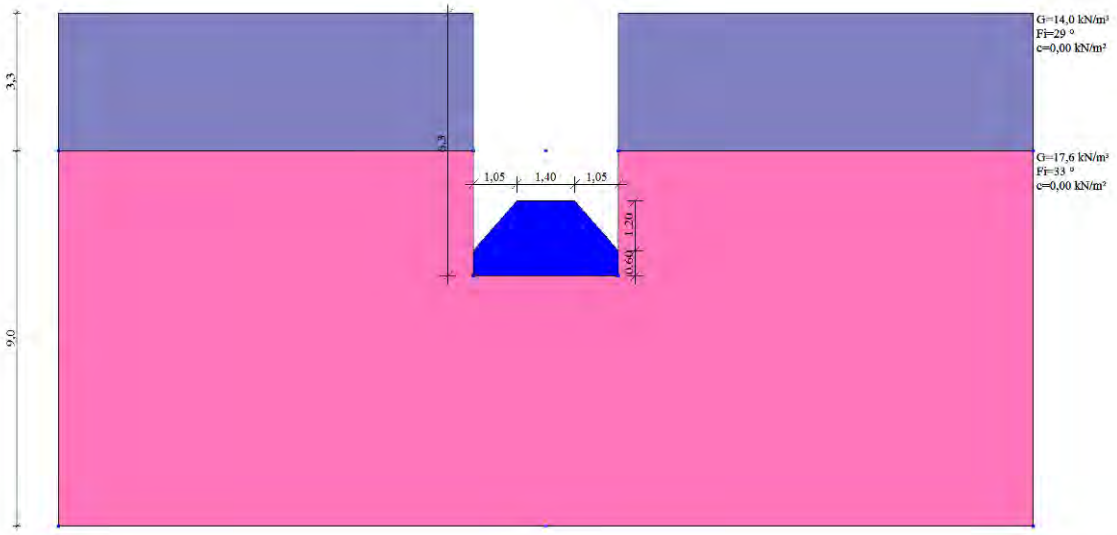


Figura 19: Plinto 3,5mx3,5 m (prof incastro 6,3 m)

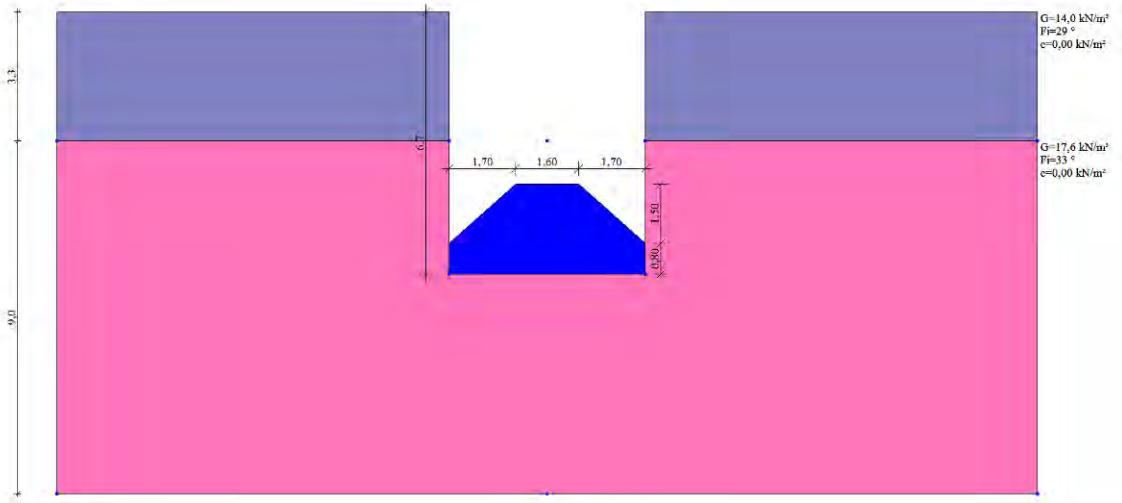


Figura 20: Plinto 5,0m x 5,0 m (prof incastro 6,7 m)

Sulla base delle caratteristiche progettuali e del modello geotecnico proposto, è possibile affermare che le fondazioni saranno impostate all'interno dello strato n. 2 (condizioni di moderato addensamento dei terreni), comunque oltre il livello di riporto riscontrato.

9. CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE E CEDIMENTI

9.1 Analisi della capacità portante (RD) secondo le NTC (D.M. 17/01/2018)

La determinazione della capacità portante ammissibile del terreno ai sensi del D.M. 17/01/18, consiste nella verifica a rottura del terreno nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) tramite il metodo semiprobabilistico dei coefficienti parziali attraverso la verifica della seguente condizione:

$$E_d \leq \mathbf{R}_d \qquad (1)$$

dove:

E_d = è il valore di progetto delle azioni;

R_d = è il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico determinato analiticamente con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici di resistenza divisi per i coefficienti parziali.

Per Stato Limite Ultimo si intende la capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera.

Nel caso specifico di opere di fondazioni, le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
  - Collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;
  - Collasso per scorrimento sul piano di posa;
  - Stabilità globale.
  -
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturale.

La normativa prevede l'uso di un solo approccio progettuale:

- APPROCCIO 2:
  - *Combinazione unica* (A1+M1+R3) per gli stati limite STR e GEO.

Dove A sono le azioni; M i parametri geotecnici e R le resistenze. L'approccio prevede la scelta di diversi gruppi di coefficienti parziali per la verifica della condizione fondamentale (1).

Nelle tabelle seguenti si riportano i coefficienti parziali previsti dalla normativa.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,3	1,0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,3

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (Tabella 6.2.I del D.M. 17/01/18)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_K$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	C'_K	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	C_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tabella 6.2.II del D.M. 17/01/18)

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali (Tabella 6.4.I del D.M. 17/01/18)

L'analisi della capacità portante del terreno è stata effettuata con l'ausilio di specifico programma di calcolo "Loadcap" (con licenza concessa da "Geostru S.r.l."); il calcolo è stato effettuato con il metodo di Brinch-Hansen, ritenuto il più idoneo per il caso in esame. Di seguito vengono riassunti i risultati ottenuti in riferimento alle diverse configurazioni fondazionali considerate ed utilizzando **l'Approccio** 2 - Combinazione 2 (GEO) delle NTC.

	Approccio 2	
TIPOLOGIA FONDAZIONALE	Qultima (KPa)	R_D (KPa)
Trave 5m x 1,0 m (prof incastro 3,3 m)	814	353
Plinto 3,5mx3,5m (prof incastro 6,3 m)	1250	>500
Plinto 5,0mx5,0m (prof incastro 6,7 m)	1713	>500

Resistenze di progetto agli SLU calcolate con **l'Approccio** 2

I valori R_D delle resistenze di progetto devono essere confrontati con i valori delle azioni di progetto E_D previste per la struttura in progetto per la verifica della condizione $E_D \leq R_D$.

9.2 Analisi dei cedimenti

Il calcolo dei cedimenti del terreno di fondazione è stato eseguito secondo la *teoria dell'elasticità*, in virtù delle caratteristiche frizionali ipotizzate del sottosuolo, considerando lo spessore in cui si sviluppano i bulbi di tensione. I cedimenti sono da considerarsi prevalentemente istantanei, con assenza di cedimenti per consolidazione.

I cedimenti sono stati calcolati con i più comuni metodi presenti in letteratura, validi per il tipo di terreni e di fondazione in oggetto. I risultati ottenuti sono dello stesso ordine di grandezza. Si riportano pertanto di seguito i valori calcolati con il metodo proposto da Schmertmann. L'equazione utilizzata è la seguente:

$$\Delta H = C_1 \; C_2 \; \Delta q \quad \frac{I_Z \; \Delta z}{E}$$

dove:

H = cedimento immediato [mm]

q = pressione netta applicata [kPa]

E = modulo di elasticità [MPa]

Iz = coefficiente d'influenza [-]

C_1,C_2 = coefficienti di Schmertmann

Per il calcolo si è suddiviso artificialmente il terreno sottostante il piano di fondazione in strati di spessore congruo con il modello geotecnico indicato. Si sono poi calcolati i coefficienti d'influenza per ciascuno strato secondo Schmertmann e applicata la formula risolutiva. Nella formula di Schmertmann la deformabilità dei terreni è introdotta dal modulo elastico E. Di seguito si riportano i risultati ottenuti relativamente ad carichi progressivi da 200 a 300 kPa.

TIPOLOGIA FONDAZIONALE	Carico applicato	Cedimento al centro	Cedimento al bordo
Trave 5,0mx1,0m	200 KPa	3,8 mm	1,2 mm
	250 KPa	5 mm	1,6 mm
	300 KPa	6,3 mm	2 mm
Plinto 3,5mx3,5m	200 KPa	8 mm	2 mm
	250 KPa	11,5 mm	3,3 mm
	300 KPa	15,1 mm	6,2 mm
Plinto 5,0mx5,0m	200 KPa	12,8 mm	5,8 mm
	250 KPa	18,8 mm	8,5 mm
	300 KPa	24,8 mm	11,5 mm

Cedimenti calcolati

Si sottolinea che il metodo di calcolo utilizzato e l'assegnazione dei valori del modulo elastico a profondità maggiori di quelle indagate direttamente è altamente cautelativo e che il valore calcolato si riferisce a terreno "scarico".

Ai fini della scelta delle azioni di progetto si dovranno considerare oltre ai cedimenti assoluti, i cedimenti differenziali, la cui accettabilità dovrà essere valutata dall'ingegnere strutturista, sulla base della tipologia di struttura in progetto e delle tolleranze previste.

L'accettabilità dei cedimenti assoluti e differenziali (e delle distorsioni angolari) sarà comunque di competenza dello strutturista.

10.DICHIARAZIONI FINALI

In conclusione, visti:

- l'assenza di vincoli preclusivi di natura geologica (cfr. cap. 3);
- la classificazione dell'area in classe 2 di fattibilità geologica per le azioni di piano con modeste limitazioni (cfr. cap. 3):
- i dati esistenti di natura idrogeologica e geologica, in particolare il modello geologico di riferimento (cfr. cap. 4);
- la tipologia dell'intervento in progetto (cfr. cap. 2);
- il rilievo condotto nell'area

si può concludere che gli interventi e le opere previste risultano ampiamente compatibili con le prescrizioni contenute all'interno dello studio geologico per il Piano di Governo del Territorio. Non è pertanto richiesta la realizzazione di opere e/o misure finalizzate alla mitigazione dei rischi ambientali di tipo geologico, idrogeologico e geotecnico.

1. Le stratigrafie dei piezometri e sondaggi in un intorno significativo rispetto al sito di studio, hanno consentito di valutare la litologia dei terreni fino alla massima profondità di 15 m dal piano campagna. In particolare, considerata la profondità di posa delle fondazioni dal piano campagna, i litotipi su cui si svilupperanno i cunei di rottura ed i bulbi di tensione sono costituiti prevalentemente da sabbie limose e limi sabbiosi in percentuali variabili e quindi con comportamento geotecnico di tipo incoerente. Qualora in qualche porzione del sito si dovesse riscontrare la presenza di riporti o di materiale con scarse caratteristiche in corrispondenza del piano di posa delle fondazioni, occorrerà oltrepassare tali materiali o rimuoverli e/o sostituirli con materiale con migliori caratteristiche geotecniche.

2. Le indagini e prove eseguite in sito hanno permesso di individuare nel sottosuolo indagato n. 2 litozone. Le fondazioni poggeranno nella litozona 2 con discrete caratteristiche geotecniche.

3. I dati piezometrici indicano che nel sito in oggetto la falda ha una soggiacenza attuale di circa 50 m dal piano campagna, in settori di sottosuolo influenti ai fini del presente studio tenendo conto delle oscillazioni stagionali.
4. Va invece segnalato che per la presenza di livelli limosi e limoso-argillosi entro i primi 3 metri di profondità è possibile che si verifichino accumuli di acqua di infiltrazione proprio per la scarsa permeabilità di detti materiali. Sarà cura dei progettisti comunque valutare la necessità di interventi per la mitigazione di tale aspetto in relazione alle fondazioni e ai muri interrati mentre, per lo scarico delle acque medianti pozzi perdenti dovranno essere effettuate specifiche prove per il corretto dimensionamento delle opere.
5. Il territorio comunale di Lentate S.S. ricade in zona sismica 4, in base alla nuova classificazione sismica. Il profilo stratigrafico individuato è classificabile in Categoria B.
6. Nel capitolo 8 sono riportati i valori delle resistenze di progetto e dei cedimenti stimati:

   Trave 5,0m x 1,0 m (prof di posa 3,3 m)
   Plinto 3,5mx3,5 m (prof di posa 6,3 m)
   Plinto 5,0m x 5,0 m (prof di posa 6,7 m)

I valori R_D delle resistenze di progetto determinati devono essere confrontati con i valori delle azioni di progetto E_D previste per la struttura in progetto per la verifica della condizione $E_D \leq R_D$ (tale verifica compete ai progettisti delle strutture).
Di seguito vengono messi in evidenza alcune prescrizioni per una corretta progettazione e gestione del cantiere sia in fase d'opera che di esercizio:

- A sbancamento avvenuto è necessario controllare se è presente eventuale materiale di scarse caratteristiche al fondo scavo; in tal caso lo stesso deve essere rimosso e sostituito con materiale idoneo. Particolare attenzione dovrà essere posta alla <u>preparazione</u> e <u>regolarizzazione</u> del piano di posa fondazionale. Il piano fondazionale dovrà quindi essere compattato in modo da ottenere una migliore distribuzione dei carichi di progetto.
- La presente relazione non riguarda il progetto di eventuali opere di sostegno perimetrali per le quali, se richiesto dal committente, potranno essere fatte specifiche valutazioni tecniche.

- Qualora si rinvengano flussi o venute sotterranee in fase di cantiere occorrerà procedere in sicurezza e raggiungendo la quota di progetto in modo graduale, cercando di captare le venute idriche convogliando le acque in uno o più pozzetti con recapito finale in opportuna sede e dopo l'autorizzazione degli Enti preposti.
- La gestione dei materiali di scavo dovrà avvenire in ottemperanza alla vigente normativa in materia: gestione come rifiuti (Parte IV del D. Lgs. 152/06) o gestione come sottoprodotti (D.P.R. n. 120 del 13/06/2017).

ALLEGATI

Allegato 1

Stratigrafie sondaggi e scavi

SONDAGGIO SB

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 12/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.20
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.40 – 3.40		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.40 – 4		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00
4	4 – 5				4.00
5					

SONDAGGIO SC

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Trincea esplorativa
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

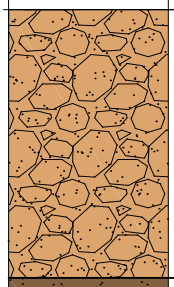
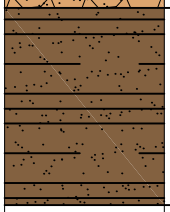
Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00		Pavimentazione in cls e sottofondo		
	0.20		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		0.20 – 1.00
1	1.40		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00 – 3.00
2	3.10		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00 – 4.00
3					
4					
5					

SONDAGGIO SE

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 12/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 1,5 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone.		
1	0.90		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		
	1.50				1.50
2					
3					
4					
5					

SONDAGGIO SH

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.10
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.40 – 3.40		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.40 – 4		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00
4	4 – 5				4.00
5					

SONDAGGIO SJ

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.10
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2, 3	1.40 – 3.40		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00, 3.00
4	3.40 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.40, 4.00
5					

SONDAGGIO SK

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.10		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.10
1	0.10 – 1.30		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.30 – 3.10		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.10 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00
4					4.00
5					

SONDAGGIO SM

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 12/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.20
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.40 – 3.00		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.00 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00 – 4.00
4					
5					

SONDAGGIO SN

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 12/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.10		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.10
1	0.10 – 1.30		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.30 – 3.00		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.00 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00
4					4.00
5					

SONDAGGIO S0

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.10		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.10
1	0.10 – 1.30		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		0.60
2	1.30 – 3.00		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		1.50 – 2.50
3 4	3.00 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00 – 4.00
5					

SONDAGGIO SP

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.10		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.10
1	0.10 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		0.60
2, 3	1.40 – 3.40		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00 – 3.00
4	3.40 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.40 – 4.00
5					

SONDAGGIO SR

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 12/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.10
1	0.20		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.40		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3					3.00
4					4.00
5					

SONDAGGIO ST

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.10		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.10
1	0.10 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		0.60
2	1.40 – 3.00		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.00 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00
4					4.00
5					

SONDAGGIO SU

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.10		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.10
1	0.10 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		0.60
2, 3	1.40 – 3.40		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00, 3.00
4	3.40 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		4.00
5					

SONDAGGIO SV

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.10		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.10
1	0.10 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		0.70
2	1.40 – 3.00		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3, 4	3.00 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00 4.00
5					

SONDAGGIO SY

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Rotazione carotaggio continuo
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.20
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2, 3	1.40 – 3.40		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00, 3.00
4	3.40 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		4.00
5					

TRINCEA TA

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Trincea esplorativa
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
1	0.00 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		0.80; 1.00
2, 3	1.40 – 3.40		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00; 3.00
4	3.40 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		4.00
5					

TRINCEA TD

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Trincea esplorativa
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.20
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.40 – 3.10		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.10 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00
4					4.00
5					

TRINCEA TF

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Trincea esplorativa
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.20
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.40 – 3.10		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.10 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00
4					4.00
5					

TRINCEA TG

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Trincea esplorativa
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.20
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.40 – 3.10		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.10 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00
4					4.00
5					

TRINCEA TI

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Trincea esplorativa
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00		Pavimentazione in cls e sottofondo		
	0.20		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		0.20 – 1.00
1	1.40		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00 – 3.00
2	3.10		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00 – 4.00
3					
4					
5					

TRINCEA TL

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Trincea esplorativa
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.20
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.40 – 3.10		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.10 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00
4					4.00
5					

TRINCEA TQ

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Trincea esplorativa
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.20
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2 3	1.40 – 3.10		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00 3.00
4	3.10 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		4.00
5					

TRINCEA TS

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Trincea esplorativa
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.20
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.40 – 3.10		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.10 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00
4					4.00
5					

TRINCEA TW

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Trincea esplorativa
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		0.20
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		1.00
2	1.40 – 3.10		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		2.00
3	3.10 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00
4					4.00
5					

TRINCEA TZ

COMMITTENTE: NORDMILANO SVILUPPO S.r.l.	LOCALITA': Via Garibaldi, Lentate
OPERATORE: Studio Geologia e Ambiente	METODO DI PERFORAZIONE: Trincea esplorativa
INIZIO - FINE ESECUZIONE: 09/03/2018	PROFONDITA' RAGGIUNTA: 4,0 m partendo dal pc

Campione rimaneggiato — Campione indisturbato

Scala 1:25	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.00 – 0.20		Pavimentazione in cls e sottofondo		
1	0.20 – 1.40		Terreni di riporto costituiti sabbia ghiaiosa di colore marrone con rari laterizi.		0.20 – 1.00
2, 3	1.40 – 3.10		Terreni naturali costituiti da sabbia fine e limo da debolmente argillosi ad argillosi di colore marrone.		1.50 – 2.50
4	3.10 – 4.00		Terreni naturali costituiti da sabbia ghiaiosa di colore marrone con ciottoli.		3.00 – 4.00
5					

Allegato 2

Elaborati prove penetrometriche dinamiche

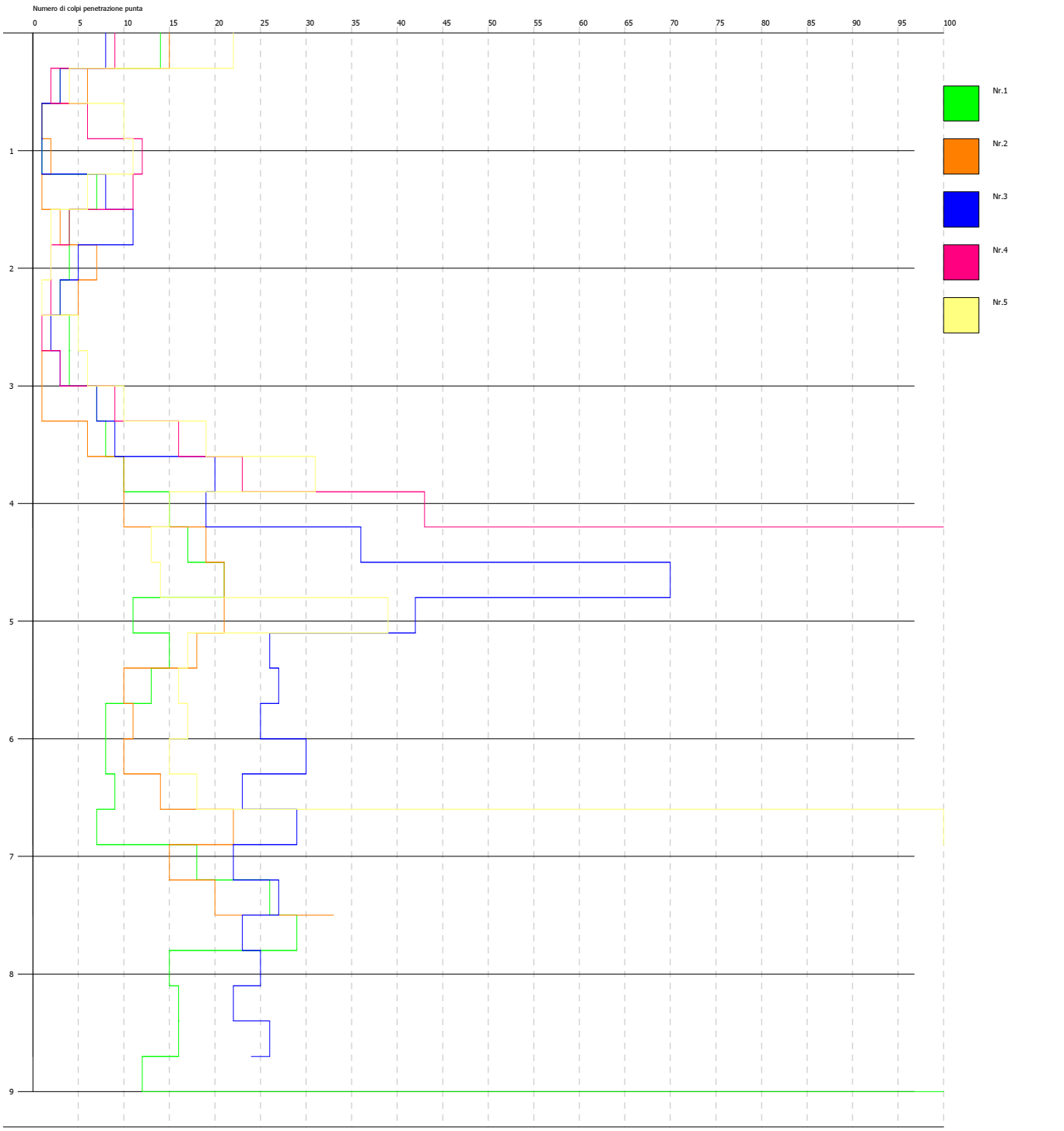
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: Nr.1-Nr.2-Nr.3-Nr.4-Nr.5
Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 23/04/2018

Scala 1:50



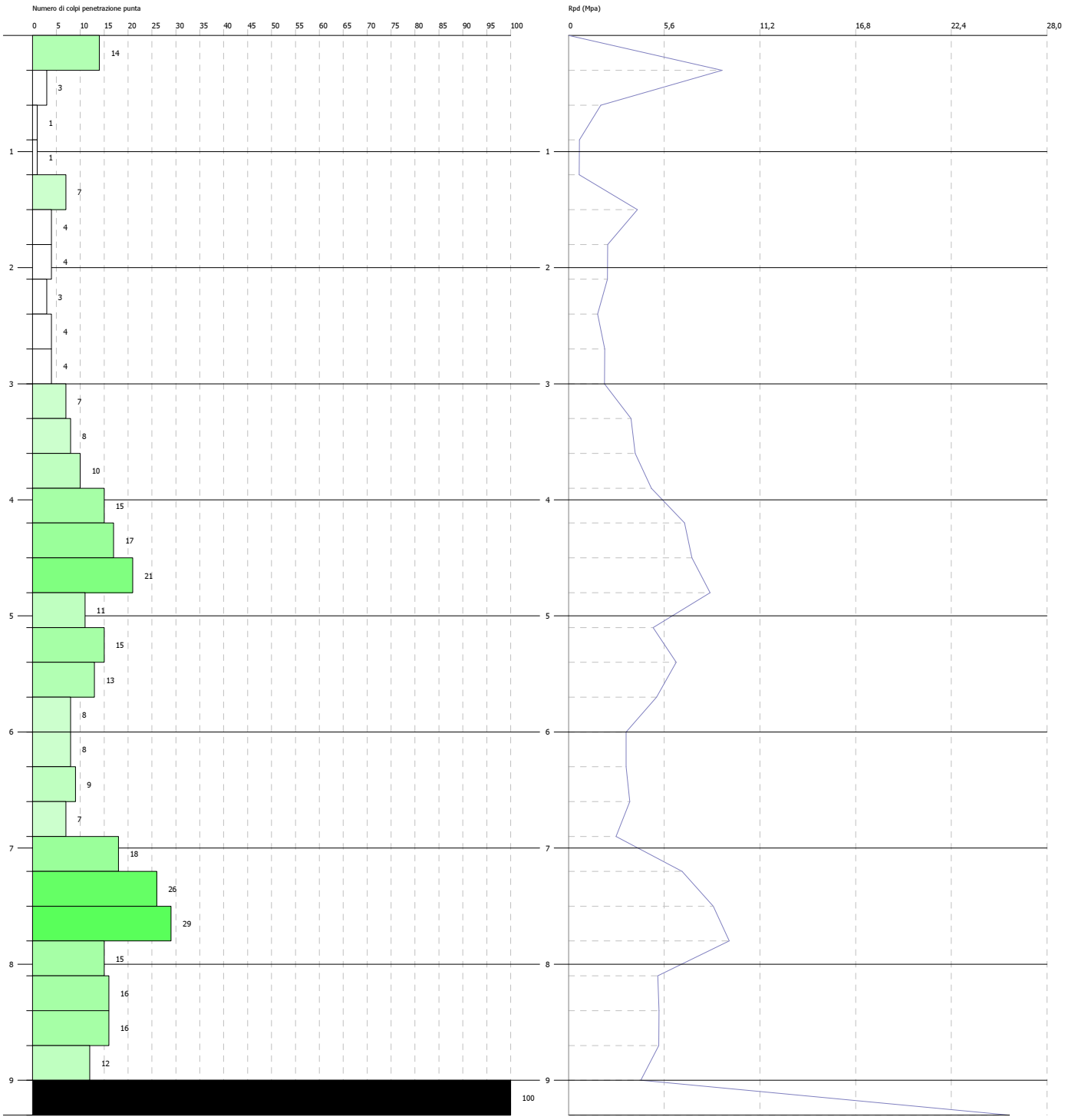
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

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

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 23/04/2018

Scala 1:50



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

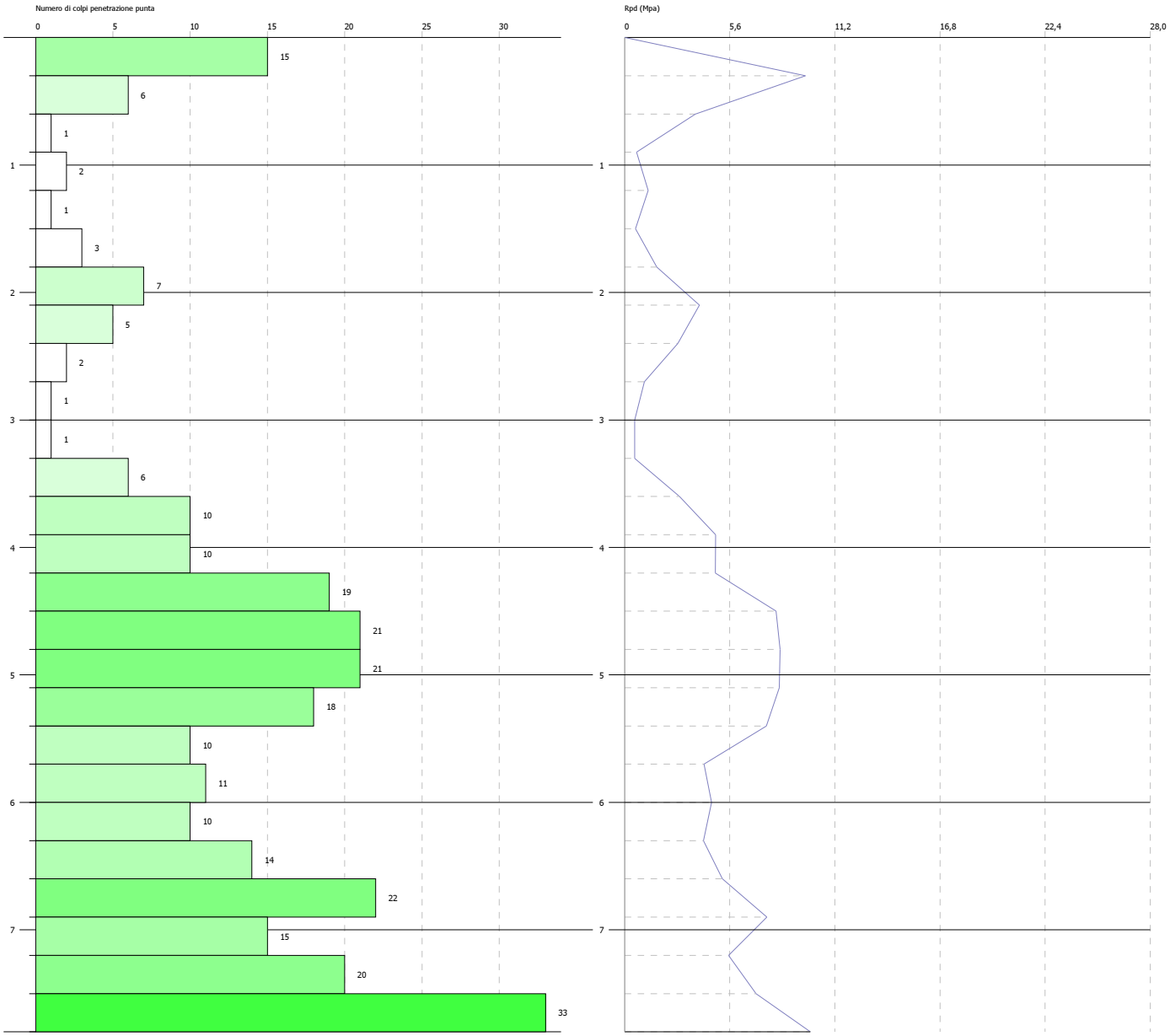
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

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

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 23/04/2018

Scala 1:50



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

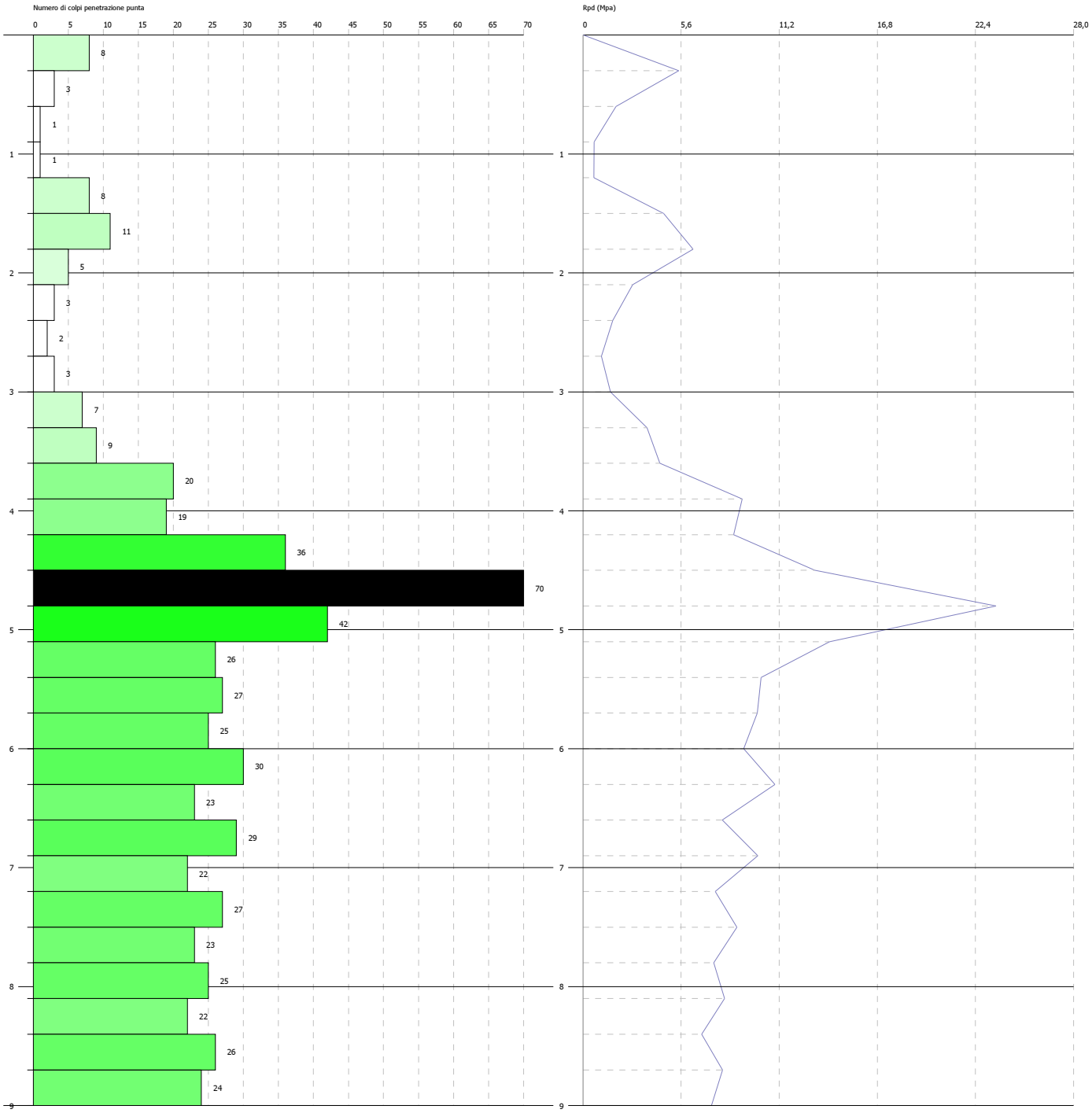
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

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

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 23/04/2018

Scala 1:50



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

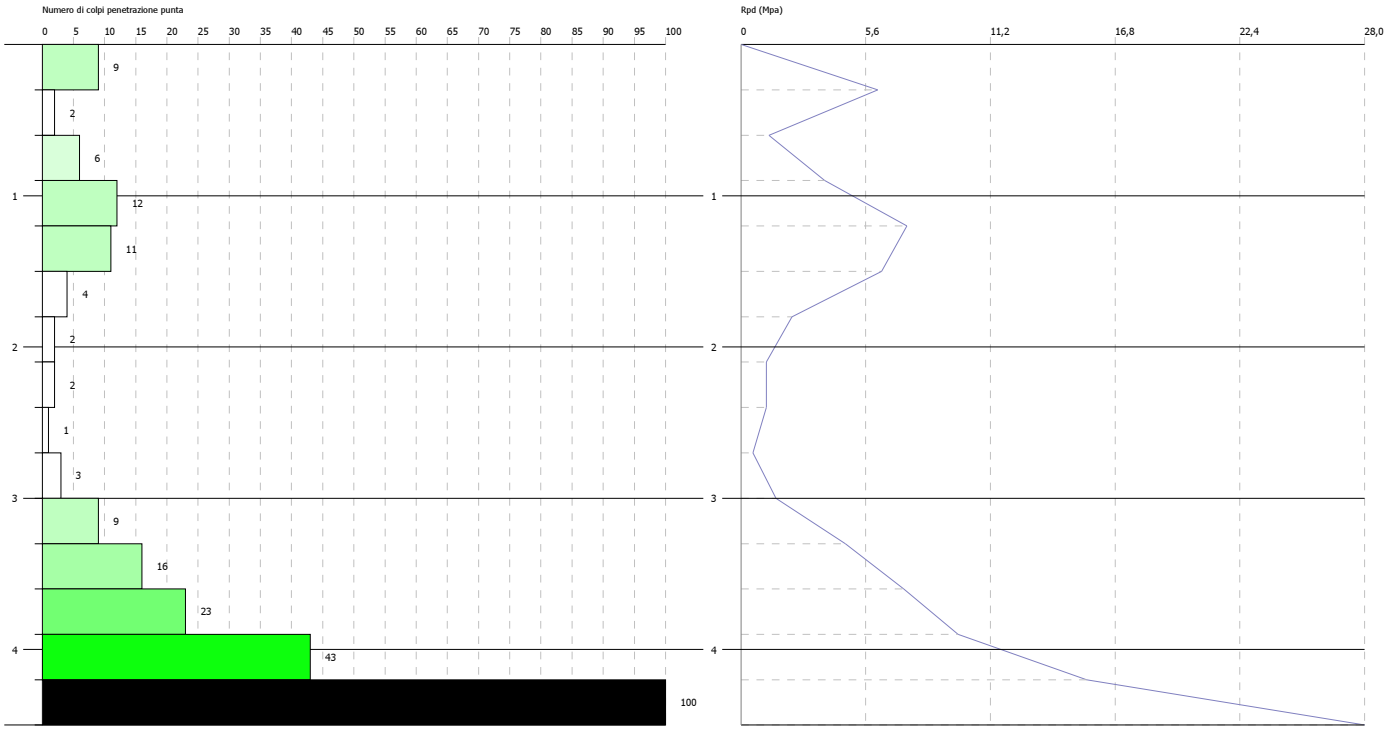
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

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

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 23/04/2018

Scala 1:50



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

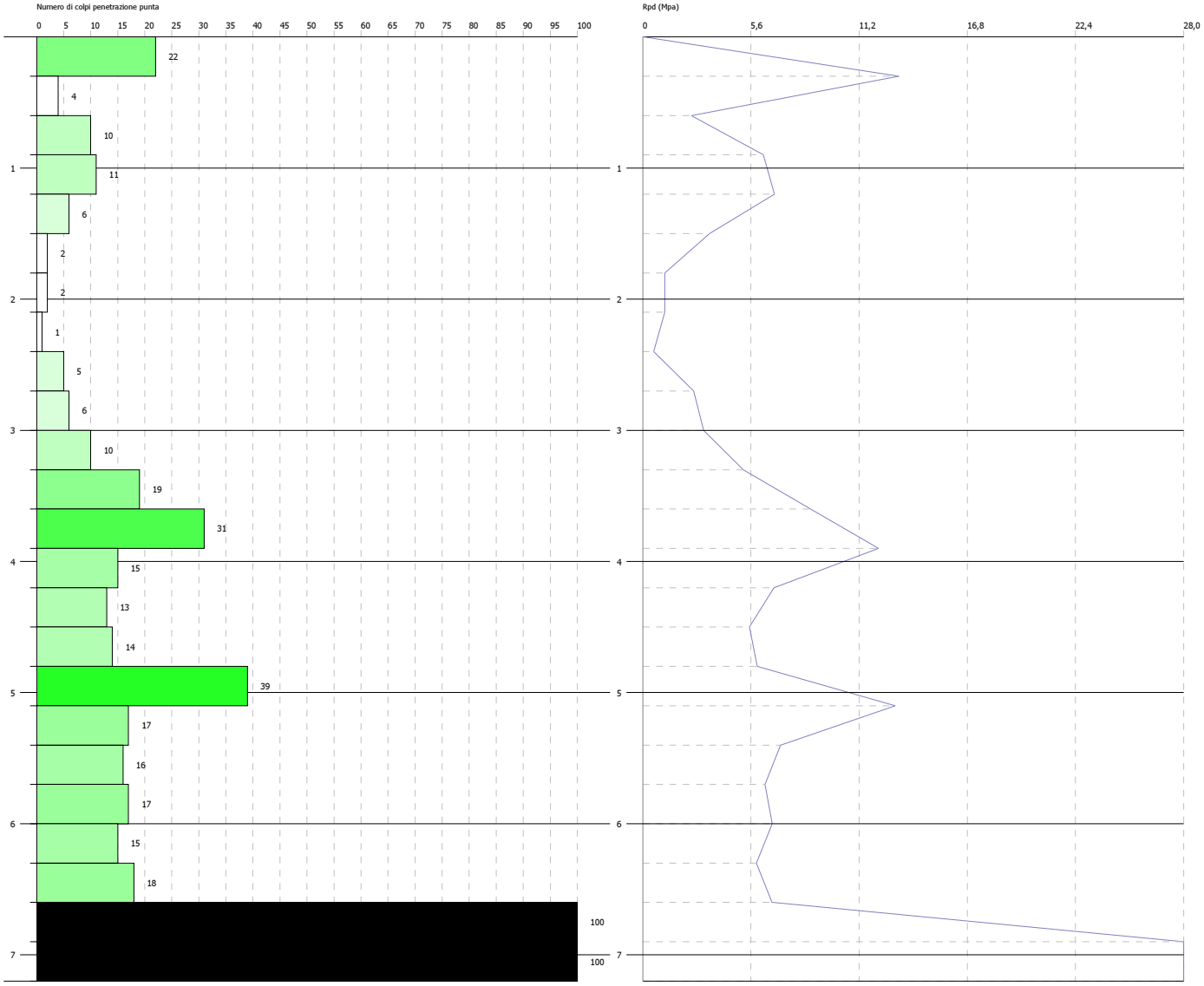
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

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

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 23/04/2018

Scala 1:50



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2