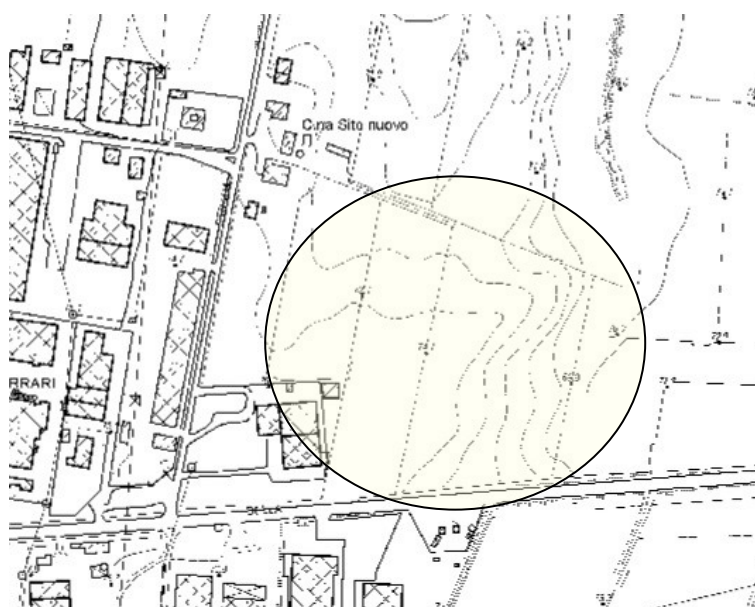


	<p>Dott. GABRIELE LIVELLI GEOLOGO Res.XX Settembre,39 Cortemaggiore (PC) tel 3356923602 e.m. gabriele.livelli@gmail.com pec: gabriele.livelli@epap.sicurezzapostale.it</p>
---	---

PROVINCIA DI PIACENZA - COMUNE DI SARMATO

INDAGINE GEOTECNICA , SISMICA E PARAMETRAZIONE DEI TERRENI PER LA COSTRUZIONE DI UN FABBRICATO AD USO INDUSTRIALE POSTO IN SARMATO LOC. MADONNA DEL ROSARIO (Modello Geologico-Geotecnico)



<p>ALLEGATI: All.1-Deformate grafiche prove penetrometriche All.2-Sezione All.3-Rapporto sismico MASW</p>	<p>IL GEOLOGO</p> <p>DATA 20/11/2021</p>	<p>Il Committente</p> <p>F.Ili Ponticcelli</p>
--	---	---

Indice generale

1.0-PREMESSA.....	3
2.0-CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE (Modello Geologico).....	4
3.0-INDAGINI SVOLTE.....	8
4.0-RELAZIONI SPERIMENTALI UTILIZZATE.....	9
5.0-PARAMETRI DEL TERRENO.....	10
6.0-COMPATIBILITA' SISMICA.....	12
6.1-Caratteri litologici area d'intervento.....	12
6.2-Requisiti per la scelta del piano di posa fondazionale.....	13
6.3-Liquefazione dei terreni.....	14
6.4-Secondo livello d'approfondimento.....	14
6.4.1-Determinazione del Fattore d' Amplificazione.....	14
7.0-CONCLUSIONI.....	15

All 1:Deformate grafiche prove geotecniche

All.2:Sezione



All3:Rapporto sismico MASW

1.0-PREMESSA

Il presente studio geotecnico e geologico ha come scopo la valutazione dei parametri geotecnici del terreno nonché le criticità geologiche di un terreno posto in località Sarmato . La campagna d'indagine si compone di: quattro prove penetrometriche e di acquisizione sismica tipo MASW . La ricerca bibliografica iniziale, ha sfruttato i dati cartografici pubblicati dal servizio Geologio Regionale (Ambiente-Cartografia Geologica Sismica e dei Suoli) , il PSC del comune di Sarmato, ciò ha contribuito alla stesura del presente lavoro. Dai dati ottenuti, si sono potuti definire : Modello Geologico e Geotecnico , principali elementi necessari per la stesura della Relazione Geotecnica a cura del progettista.



Fig.1: Inquadramento Geografico

-  Area indagata
-  Manufatto industriale in progetto

PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 11-03-1988
- D.M. 16-01-1996
- O.P.C.M. 3274/2003
- D.M. 14-09-2005
- NTC18
- DGR_630-2019

Contenuto del Lavoro:

- Prove sui terreni e restituzione grafica
- Parametri principali del terreno
- Inquadramento Sismico

2.0-CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE (Modello Geologico)

L'area indagata, trovasi a Ovest del capoluogo, ed è caratterizzata da una morfologia subpianeggiante dovuta, essenzialmente, alla modellazione dei rii presenti, la pendenza è localmente marcata soprattutto in vicinanza del collettore posto al confine Est dell'area in oggetto di studio.

Questi rii minori, hanno generato incisioni vallive fluviali profonde, che sono da attribuire allo stadio di giovinezza morfologica che caratterizza i rii stessi, fase nella quale l'energia del corso d'acqua risulta in eccesso, con conseguente aumento della capacità erosiva.

Litologicamente l'ammasso studiato è composto da materiali fini e finissimi di copertura con presenza di ghiaie in profondità più o meno addensate. La carta litologica, redatta dal servizio Geologico e Sismico dell'Emilia Romagna, indica L'Unità di Niviano (cfr.fig.2) come formazione caratterizzante l'area. Il Sistema Emiliano Romagnolo Superiore (AES) è una "Unità costituita da depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide.

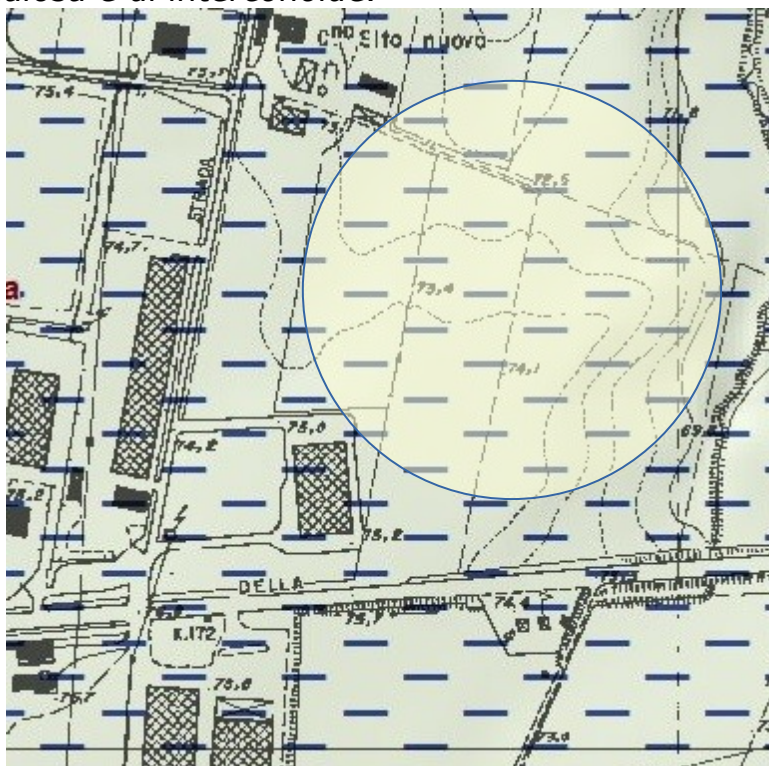


Fig.2-Litologia (stralcio PSC Tav.n°1)

○ Area in oggetto di studio

AES7a - Unità di Niviano

Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Limi e limi sabbiosi con intercalazioni di ghiaia e sabbie: depositi di interconoide. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto e raggiunge i 4-5 m di profondità. L'unità presenta una copertura fine, composita e discontinua, di spessore fino a 2 m, costituita da limi e limi argillosi giallastri; il profilo di alterazione è molto evoluto. Lo spessore massimo dell'unità è di poche decine di metri. Le prove eseguite confermano la litologia caratterizzante l'Unità di Niviano. Il tetto delle ghiaie risulta sub parallelo: 9.00m circa nella CPT.1 e 5.00m nella CPT.3 posta quest'ultima a -3.00/4.00m circa rispetto alla CPT.1

Dal punto di vista morfologico l'area è caratterizzata dalla presenza di orli di terrazzo che bordano la zona. Il collettore che scorre ad Est ha funzione drenante delle acque meteoriche.

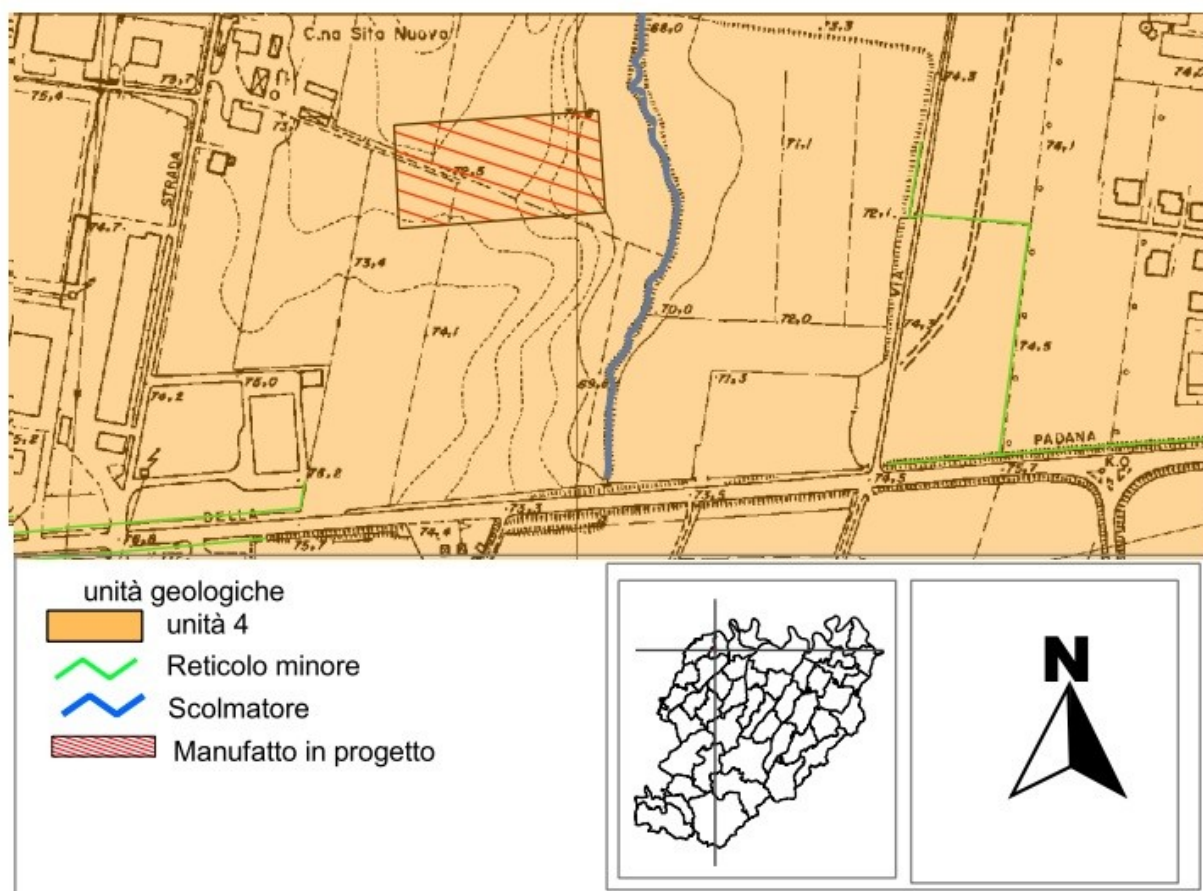


Fig.3- Carta Morfologica (stralcio PSC QC_B_02)

Non si sono rilevati fenomeni che possano far pensare a instabilità. L'ampia area indagata, è caratterizzata da un pian alto verso Ovest il quale degrada, debolmente nella parte iniziale, le pendenze si intensificano verso Est, avvicinandosi al collettore.

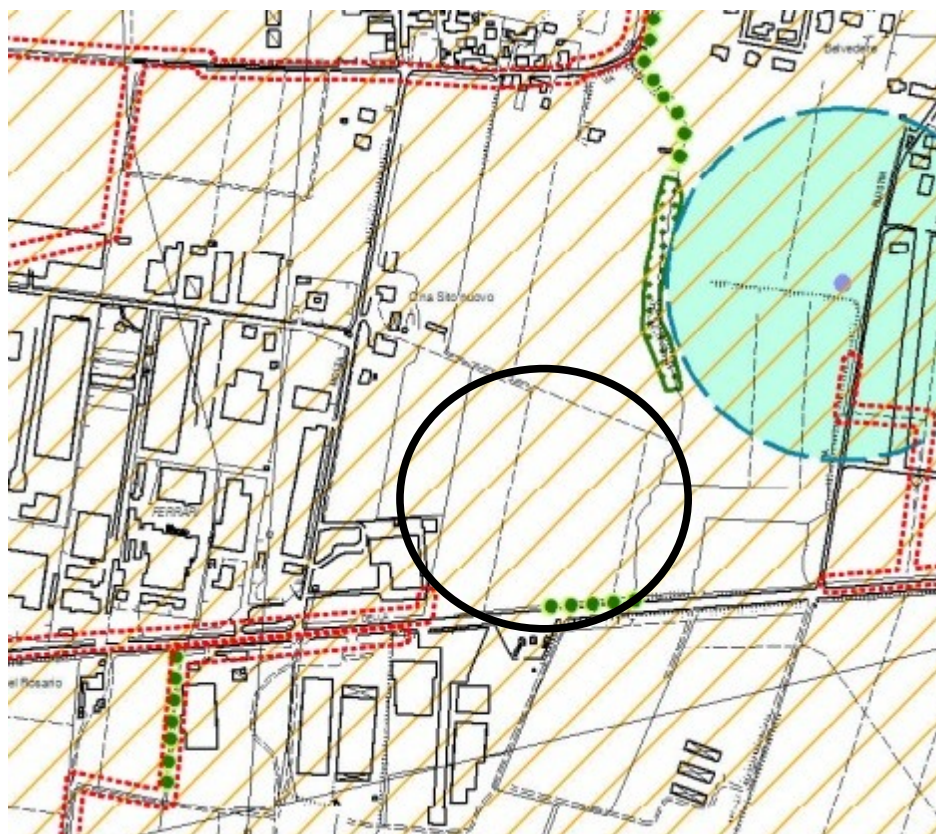




Fig.4-Vincoli (stralcio PSC QC_B_06 Vincoli e Tutele Ambientali)

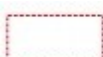
Aree di salvaguardia

 Aree di ricarica della falda: Settore di ricarica di tipo B – Ricarica indiretta (PTCP, art. 35) e Zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei (PTCP, art. 36 bis)

Zone di rispetto ai pozzi idropotabili (D.Lgs 152/2006, art. 94; PTCP, art. 35)

 Zona di tutela assoluta - 10 m

 Zona di rispetto - 200 m

 Vincolo idraulico (R.D. 523/1904, art. 96)

L'area non è interessata da particolari vincoli idrogeologici . Appartiene alle zone di ricarica indiretta di tipo B ed è esterna alle fasce di rispetto dei corsi d'acqua (PAI)

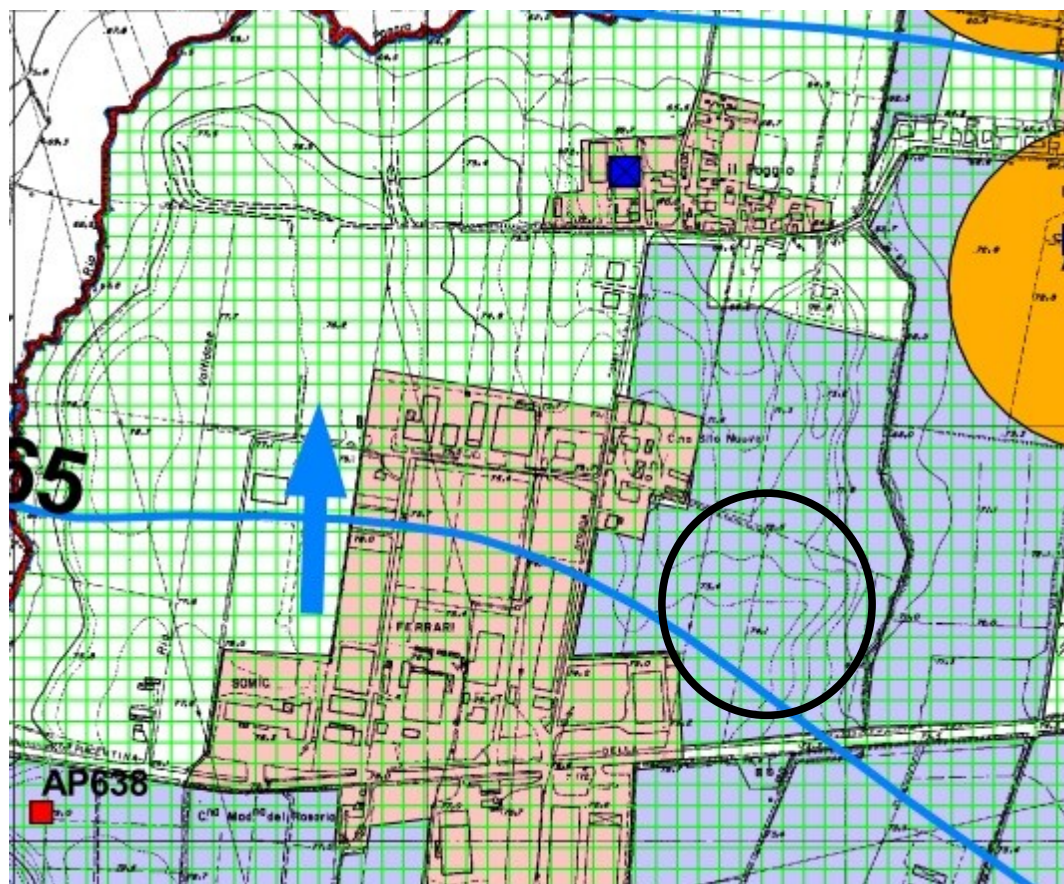
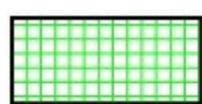
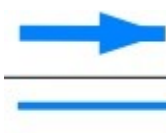


Fig.5-Carta Idrogeologica (stralcio PSC QC_B_03)



Vulnerabilità acquiferi
(M) Media



Senso di flusso prevalente della falda

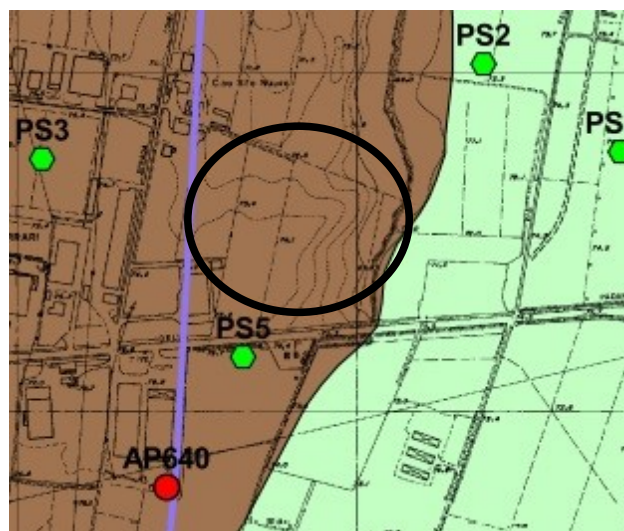


Isopezometria, con relativa quota della falda s.l.m.



Area in oggetto di studio

Le prove geotecniche eseguite sono risultate anidre. La soggiacenza della falda è stata stimata a 8.00m circa , attraverso le linee isopiezometriche



○ Area in oggetto di studio

Fig.6-Fattibilità (stralcio PSC QC_B_07)

	Ubicazione prova penetrometrica statica e relativa numerazione
	Ubicazione prova penetrometrica dinamica e relativa numerazione
	Ubicazione pozzo e relativa numerazione
	Sezione litostratigrafica
CLASSI DI EDIFICABILITA'	
	AI (seza partiolari limitazionicostruttive)
	AII (con scarse limitazioni costruttive)

Dal punto di vista della fattibilità geologica non sono richieste particolari limitazioni costruttive.

3.0-INDAGINI SVOLTE

Al fine di ottenere utili informazioni tecniche destinate al corretto dimensionamento delle opere di fondazione e delle strutture murarie in progetto, in ottemperanza del D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 e successivi; si è proceduto alla verifica delle reali caratteristiche lito stratigrafiche e geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in esame con l'esecuzione di:

- n° 4 prova penetrometriche statiche
- n° 1 acquisizione sismica tipo MASW
- consultazione Carta Geologica Regionale e PSC.

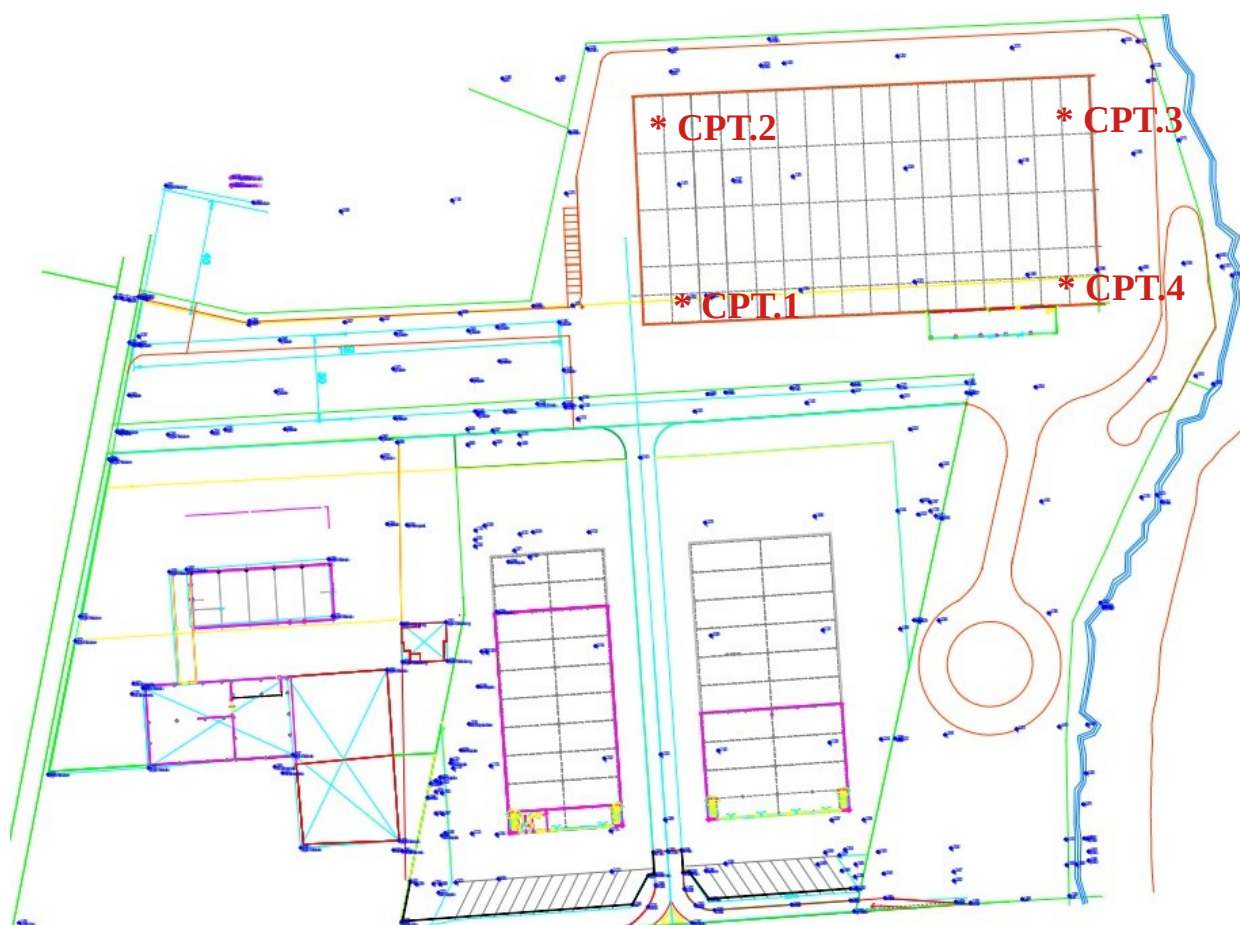


Fig.7- Ubicazione indagini

* Prova penetrometrica statica

La strumentazione utilizzata è costituita da un penetrometro statico dinamico olandese tipo "Gouda CPT da 10 Tonnellate", le cui caratteristiche standard sono a norma A.G.I. Pagani Tg73/100.

4.0-RELAZIONI SPERIMENTALI UTILIZZATE

Per la determinazione dei parametri geotecnici si è fatto riferimento a relazioni geotecniche di seguito riportate, sfruttando i dati ottenuti dalle prove penetrometriche eseguite .

da prove Statiche

Densità relativa:

Harman

Il metodo è valido per le sabbie da fini a grossolane pulite, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente

$$Dr(\%) = 34.36 \ln \left(\frac{Rp}{12.3 \sigma^{0.7}} \right)$$

dove σ è la pressione litostatica efficace a metà strato in kg/cmq e Rp (kg/cmq) la resistenza di punta media misurata nello strato.

Angolo di resistenza al taglio:

Caquot:

$$\phi = 9.8 + 4.96 \ln \frac{q_c}{\sigma'_{v0}}$$

Coesione non drenata:

Baligh ed altri 1980

$$C_u = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{N_k}$$

dove q_c è la resistenza alla punta corretta, σ_{v0} è la pressione geostatica totale e N_k è il fattore del cono preso uguale a 23.

Modulo edometrico:

Mitchell & Gardner 1975

$$E_d = q_c * 2,5$$

dove q_c resistenza alla punta meccanica

Modulo Elastico:

Schmertmann:

$$E = \alpha q_t$$

dove α è un coefficiente che dipende dal tipo di terreno e q_t è la resistenza alla punta corretta.

Il valore unitario del coeff. di sottofondo o di Winkler dei terreni incoerenti ghiaio-sabbiosi, dovrebbe essere verificato con prove su piastra; esso può essere grossolanamente stimato con la relazione empirica in funzione del "carico limite" , con la relazione empirica di BOWLES:

$$Kps = q_{lim} \times 0.4 \text{ espresso in kg/cmc}$$

5.0-PARAMETRI DEL TERRENO (modello geotecnico)

Di seguito vengono riportati i principali parametri geotecnici del terreno indagato. Trattasi, principalmente, di terreni fini e finissimi che coprono limi sabbiosi inglobanti ghiaia

LIVELLO A (<i>limo sabbioso</i>)	UNITA' I
Profondità (m)	0,00-1,60
Resistenza alla infissione (Kg/cm ²)	39
Densità Relativa (%)	86
Angolo di resistenza al taglio di picco ϕ (°)	37
Angolo di resistenza al taglio $\text{res } \phi_r$ (°)	24
Peso di Volume γ (t/m ³)	1,80
Modulo di Young E_y (kpa)	7800

LIVELLO B (<i>limo argilloso</i>)	UNITA' I
Profondità (m)	1,60-6,80m
Resistenza all'infissione (Kg/cm ²)	27
Coesione non drenata (Kpa)	1,00
Peso di Volume γ (t/m ³)	2,00
Modulo Edometrico E_d (kpa)	6700

LIVELLO B (<i>limo argilloso</i>)	UNITA' II
Profondità (m)	6,80-9,00m
Resistenza all'infissione (Kg/cm ²)	31
Coesione non drenata (Kpa)	1,2
Peso di Volume γ (t/m ³)	2,00
Modulo Edometrico E_d (kpa)	7700

LIVELLO C (<i>limo sabbioso inglobante local.te ghiaia</i>)	UNITA' II
Profondità (m)	9.00-10,00
Resistenza alla infissione (Kg/cm ²)	110
Densità Relativa (%)	59
Angolo di resistenza al taglio di picco ϕ (°)	29
Angolo di resistenza al taglio $\text{res } \phi_r$ (°)	19
Peso di Volume γ (t/m ³)	1,80
Modulo di Young E_y (kpa)	22000

Materiale coerente

Materiale incoerente

Le considerazioni sopra riportate si appoggiano all'approccio di calcolo tradizionale, basato sulla definizione degli strati e relativi parametri geotecnici. L'**NTC08** tratta, l'incognita geotecnica ϕ, Cu, Ed (modulo edometrico), come variabili aleatorie, verificando la probabilità che il valore caratteristico cada in una determinato percentile. In sostanza, si considera l'insieme di dati di una determinata grandezza e da questi si ricaverà, per via probabilistica il valore caratteristico.

Da qui, il nostro ammasso viene definito :

Profondità (m)	Cu_k kpa	Cu_d kpa	γ t/m ³
0,00-9,00	111	79	1,8

Dove:

ϕ_k =valore caratteristico dell'angolo d'Attrito

γ =peso di volume terreno

Cu_k =valore caratteristico coesione non drenata

Cu_d =valore di progetto Angolo attrito

Le prove sono confrontabili tra loro se si tiene conto della differenza di quota . Sostanzialmente l'ammasso studiato è composto da: argille limose che coprono limi inglobanti ghiaie . La quota del tetto delle ghiaie può essere considerata simile, tenendo presente la differente quota del piano di campagna. Le verticali CPT.1-2 sono elevate di circa 3.00-4.00m rispetto alle CPT.3 e 4 . Fa eccezione la CPT.2 in cui le ghiaie sono state intercettate a quote più superficiali (cfr All.1). Localmente si possono intercettare lenti di argilla limosa (cfr. All.1 CPT.4 tra 2 e 3m). I valori elevati d'infissione ,che si rilevano nei primi metri (1,40 e 1,60m), sono riferibili all'essiccazione dei terreni .

6.0-COMPATIBILITA' SISMICA

I parametri sismici sono stati valutati attraverso l'esecuzione di uno stendimento (cfr. All.3), che ha permesso di definire: la categoria di suolo, nonché i fattori d'amplificazione valutati attraverso il secondo livello d'approfondimento.

6.1-Caratteri litologici area d'intervento

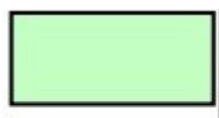
Il primo orizzonte litologico, su cui saranno impostate le fondazioni in progetto, è di natura limosa argillosa .

In conformità al cap. 3.2.2 delle NTC18 (Norme Tecniche per le Costruzioni) , a tale situazione stratigrafica corrisponde la categoria di suolo di fondazione 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 ". Dalla campagna di rilievi sismici, emerge un'aliquota del valore delle velocità equivalente pari a **249** m/s.. Per la categoria topografica può essere utilizzata la Tab.3.2.IV del NTC18*



Fig.8-Carta della pericolosità sismica locale (stralcio PSC QC_B_09)



C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 [m/s] ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < C_u < 250$ KPa).

Lo scenario di pericolosità sismica, inquadra l'area come appartenente alle zone di deposito alluvionale terrazzato soggette ad amplificazione litologica che necessitano del secondo livello d'approfondimento

6.2-Requisiti per la scelta del piano di posa fondazionale

Il sito di fondazione deve essere scelto in modo che, in caso d'evento sismico, sia minimo il pericolo di collasso, instabilità, liquefazione, nonché d'eccessivo addensamento terreno.

L'area in oggetto, non si trova in corrispondenza di faglie tettoniche attive, né tanto meno in prossimità di pendii con acclività accentuata $>15\%$. Pertanto, le condizioni tettoniche-morfologiche dell'area, non precludono e non amplificano i pericoli derivanti da un eventuale evento sismico.

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

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

6.3-Liquefazione dei terreni

Si definisce liquefazione, la riduzione di resistenza e/o rigidezza causata durante il sisma, dall'aumento delle pressioni interstiziali in terreni saturi non coesivi, tale da provocare deformazioni permanenti significative o persino da indurre nel terreno una condizione di sforzi efficaci quasi nulli.

La stratigrafia, definita attraverso l'indagine nonché dai pozzi scavati nelle vicinanze, identifica terreno le cui caratteristiche posso far ritenere trascurabile il rischio alla liquefazione

6.4-Secondo livello d'approfondimento

Attraverso la consultazione del PSC è stato possibile verificare le condizioni degli effetti sismici locali (QC_B_09 carta della pericolosità sismica) da cui risulta che gli Effetti di Sito, della zona interessata dal presente studio, sono suscettibili d'amplificazione litologica. Da qui la necessità di valutare l'area con il II livello d'approfondimento. Si tratta della caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti d'amplificazione attesi , la risposta sismica dei terreni viene definita attraverso F_a =Fattore d'Amplificazione
Valutare il F_a significa definire l'effetto litostratigrafico locale , che agisce sull'intensità delle onde sismiche.

Parametri sismici per l'analisi di II Livello

$V_{s,30}$ (m/s)	Categoria suolo
249	C

Considerando il substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s

6.4.1-Determinazione del Fattore d'Amplificazione

Il fattore d'amplificazione, è stato definito utilizzando l'Allegato 2 del DAL 2193/2015 e successivi applicando l'ambiente geolitologico "*Pianura I*"

I FA sono relativi a due parametri rappresentativi dello scuotimento sismico. Il primo è l'accelerazione di picco orizzontale (**PGA**), il secondo è l'intensità spettrale:

E' stato considerato uno smorzamento $\xi = 5 \%$ e tre intervalli di periodo proprio T_0 ottenendo tre valori di intensità spettrale:

SI1 : $0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$

SI2 : $0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$

SI3 : $0.5s \leq T_0 \leq 1.5s$

F.A. PGA	F.A. SI1 $0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$	F.A. SI2 $0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$	F.A. SI3 $0.5s \leq T_0 \leq 1.5s$
1,7	1,9	2,7	2,8

7.0-CONCLUSIONI

Il Modello Geologico non presenta particolari criticità geomorfologiche. L'area è sub pianeggiante con inclinazione verso Est, non sono visibili fenomeni d'instabilità.

Particolare attenzione andrà posta, tuttavia, al collettore che scorre lungo il confine Ovest. Il rio non è classificato , ma sarà opportuno prevedere un rispetto di 10m e opere di salvaguardia a protezione del futuro manufatto.

La successione litologica, che caratterizza il Modello Geotecnico, definisce materiali fini di copertura, per lo più limi argillosi , che coprono limi sabbiosi inglobanti ghiaie. Vista la successione litologica, particolare attenzione dovrà essere posta nel calcolo dei cedimenti differenziali considerate le differenti potenze di terreno comprimibile (specialmente riferite al LivelloB UNITA' I e II).

Sarà quindi opportuno:

- a) verificare durante gli scavi, la reale potenza dei vari livelli litologici, sono possibili variazioni laterali sia in potenza che in estensione.
- b) evitare in ogni modo qualsiasi dispersione o infiltrazione d'acqua nel sottosuolo, sia durante sia al termine dei lavori, specie in prossimità delle opere di fondazione, adottando una scrupolosa raccolta di tutte le acque di scolo superficiali che dovranno essere smaltite entro recapiti autorizzati.
- c) mantenere un rispetto di almeno 10m dal Rio in confine e prevedere opere di salvaguardia

Si lascia il compito al progettista sulla razionale scelte delle fondazioni e la verifica degli effettivi cedimenti, ottenuti attraverso l'utilizzazione dei carichi d'esercizio.

Cortemaggiore 24/11/2021

IL GEOLOGO

ALL.1 - PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Flli Ponticelli

Cantiere: costruzione fabbricato ad uso industriale

Località: Sarmato

Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

Rif. Norme ASTM D3441-86	
Diametro Punta conica meccanica (mm)	35,7
Angolo di apertura punta (°)	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

Dove:Eed (Kg/cm²) Modulo edometricoCu (Kg/cm²) Coesione non drenataEu (Kg/cm²) Modulo di deformazione non drenatoG (Kg/cm²) Modulo di deformazione al taglio

Ocr Grado di sovraconsolidazione

 ϕ ° Angolo d'attrito di picco γ (t/m³) Peso di volume

PROVA ...CPT.1

Strumento utilizzato...

PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data

16/11/2021

Profondità prova

10,00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	55,0	69,0	55,0	0,8	68,75	1,45
0,40	55,0	67,0	55,0	1,1333	48,53	2,06
0,60	77,0	94,0	77,0	1,8667	41,25	2,42
0,80	69,0	97,0	69,0	2,8	24,64	4,06
1,00	64,0	106,0	64,0	3,0	21,33	4,69
1,20	58,0	103,0	58,0	2,6	22,31	4,48
1,40	65,0	104,0	65,0	3,1333	20,74	4,82
1,60	49,0	96,0	49,0	2,6	18,85	5,31
1,80	38,0	77,0	38,0	2,6	14,62	6,84
2,00	30,0	69,0	30,0	1,6667	18,0	5,56
2,20	21,0	46,0	21,0	2,8	7,5	13,33
2,40	27,0	69,0	27,0	3,3333	8,1	12,35
2,60	27,0	77,0	27,0	2,2	12,27	8,15
2,80	26,0	59,0	26,0	3,0667	8,48	11,8
3,00	27,0	73,0	27,0	2,1333	12,66	7,9
3,20	36,0	68,0	36,0	2,9333	12,27	8,15
3,40	46,0	90,0	46,0	3,2	14,38	6,96
3,60	35,0	83,0	35,0	3,0667	11,41	8,76
3,80	28,0	74,0	28,0	2,9333	9,55	10,48
4,00	22,0	66,0	22,0	2,6	8,46	11,82
4,20	20,0	59,0	20,0	2,3333	8,57	11,67
4,40	27,0	62,0	27,0	1,5333	17,61	5,68
4,60	27,0	50,0	27,0	2,2667	11,91	8,4
4,80	31,0	65,0	31,0	2,2667	13,68	7,31
5,00	32,0	66,0	32,0	3,3333	9,6	10,42
5,20	29,0	79,0	29,0	3,1333	9,26	10,8
5,40	27,0	74,0	27,0	3,6	7,5	13,33
5,60	21,0	75,0	21,0	2,3333	9,0	11,11
5,80	24,0	59,0	24,0	2,2667	10,59	9,44
6,00	33,0	67,0	33,0	1,8667	17,68	5,66
6,20	20,0	48,0	20,0	2,0	10,0	10,0
6,40	14,0	44,0	14,0	1,6	8,75	11,43
6,60	19,0	43,0	19,0	1,2	15,83	6,32
6,80	30,0	48,0	30,0	1,9333	15,52	6,44
7,00	35,0	64,0	35,0	2,7333	12,81	7,81
7,20	38,0	79,0	38,0	3,0667	12,39	8,07
7,40	39,0	85,0	39,0	2,8667	13,6	7,35
7,60	34,0	77,0	34,0	2,1333	15,94	6,27
7,80	28,0	60,0	28,0	1,2667	22,1	4,52
8,00	20,0	39,0	20,0	1,5333	13,04	7,67
8,20	42,0	65,0	42,0	0,8667	48,46	2,06
8,40	16,0	29,0	16,0	1,4	11,43	8,75
8,60	24,0	45,0	24,0	1,2667	18,95	5,28
8,80	30,0	49,0	30,0	2,0	15,0	6,67
9,00	37,0	67,0	37,0	2,2	16,82	5,95
9,20	78,0	111,0	78,0	2,0	39,0	2,56
9,40	69,0	99,0	69,0	3,8	18,16	5,51
9,60	84,0	141,0	84,0	3,1333	26,81	3,73
9,80	142,0	189,0	142,0	5,1333	27,66	3,62
10,00	177,0	254,0	177,0	5,0	35,4	2,82

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	61,5	2,2417	2,1	Incoerente	limo sabbioso
6,80	27,5769	2,4692	2,02	Coesivo	limo argilloso
9,00	31,1818	1,9394	2,01	Coesivo	limo argilloso
10,00	110,0	3,8133	2,24	Incoerente	ghiaia limosa

TERRENI COESIVI

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	6,80	27,5769	2,4692	0,86	0,86	68,94	1,16
Strato 3	9,00	31,1818	1,9394	1,61	1,61	77,95	1,29

	Eu (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Ocr	γ (t/m ³)
Strato 2	871,16	212,49	0,74	2,0
Strato 3	964,38	229,05	<0.5	2,02

TERRENI INCOERENTI

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	φ (°)	Densità relativa (%)
Strato 1	1,60	61,5	2,2417	0,17	0,17	39,08	98,2
Strato 4	10,00	110,0	3,8133	1,94	1,94	29,83	59,33

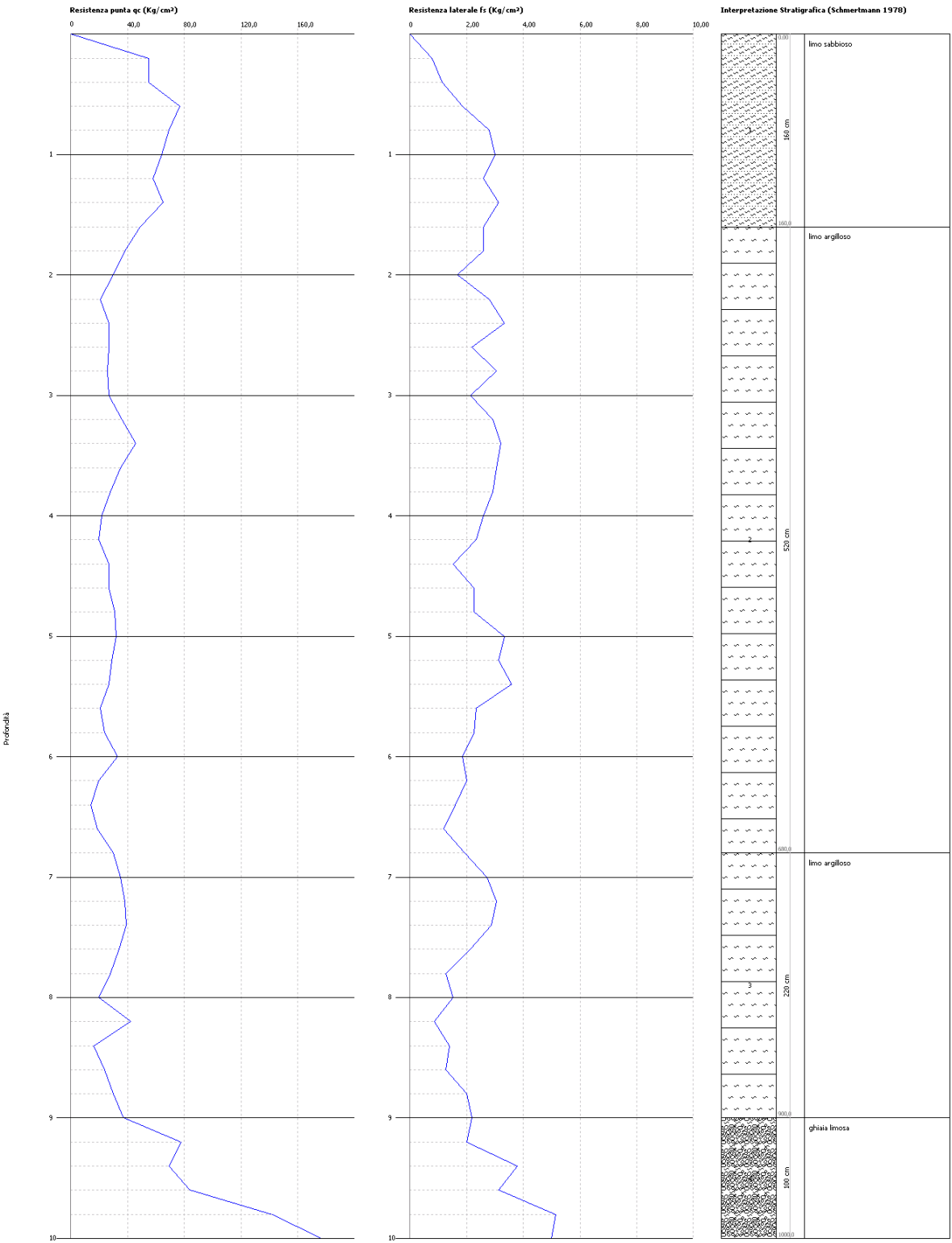
	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Ocr	Ko	γ (t/m ³)	
Strato 1	123,0	82,81	346,87	8,51	1,41	1,8	
Strato 4	220,0	70,56	494,82	1,32	0,42	1,8	

Probe CPT - Cone Penetration CPT.1
Strumento utilizzato... PAGANI 100 kN
Diagramma Resistenze qc fs

Committente :
Cantiere :
Località :

Data : 16/11/2021

Scala 1:46



PROVA ... CPT.2

Strumento utilizzato...

PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data

16/11/2021

Profondità prova

7,00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	55,0	102,0	55,0	3,5333	15,57	6,42
0,40	55,0	108,0	55,0	1,0	55,0	1,82
0,60	105,0	120,0	105,0	1,6	65,63	1,52
0,80	74,0	98,0	74,0	2,2	33,64	2,97
1,00	83,0	116,0	83,0	2,5333	32,76	3,05
1,20	71,0	109,0	71,0	2,0667	34,35	2,91
1,40	45,0	76,0	45,0	1,9333	23,28	4,3
1,60	23,0	52,0	23,0	1,5333	15,0	6,67
1,80	20,0	43,0	20,0	2,1333	9,38	10,67
2,00	24,0	56,0	24,0	2,6	9,23	10,83
2,20	24,0	63,0	24,0	2,6667	9,0	11,11
2,40	24,0	64,0	24,0	2,3333	10,29	9,72
2,60	12,0	47,0	12,0	1,0667	11,25	8,89
2,80	19,0	35,0	19,0	1,4667	12,95	7,72
3,00	19,0	41,0	19,0	1,6	11,88	8,42
3,20	25,0	49,0	25,0	1,8	13,89	7,2
3,40	20,0	47,0	20,0	0,8667	23,08	4,33
3,60	17,0	30,0	17,0	0,9333	18,21	5,49
3,80	18,0	32,0	18,0	1,1333	15,88	6,3
4,00	28,0	45,0	28,0	1,2	23,33	4,29
4,20	26,0	44,0	26,0	1,3333	19,5	5,13
4,40	33,0	53,0	33,0	1,5333	21,52	4,65
4,60	34,0	57,0	34,0	1,3333	25,5	3,92
4,80	34,0	54,0	34,0	0,8667	39,23	2,55
5,00	37,0	50,0	37,0	1,5333	24,13	4,14
5,20	35,0	58,0	35,0	1,2667	27,63	3,62
5,40	38,0	57,0	38,0	0,7333	51,82	1,93
5,60	69,0	80,0	69,0	1,2667	54,47	1,84
5,80	59,0	78,0	59,0	1,7333	34,04	2,94
6,00	98,0	124,0	98,0	1,7333	56,54	1,77
6,20	90,0	116,0	90,0	4,1333	21,77	4,59
6,40	96,0	158,0	96,0	4,0	24,0	4,17
6,60	190,0	250,0	190,0	3,4	55,88	1,79
6,80	145,0	196,0	145,0	4,2	34,52	2,9
7,00	188,0	251,0	188,0	4,0	47,0	2,13

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,40	69,7143	2,1238	2,11	Incoerente	sabbia e limo
4,20	21,3571	1,619	1,98	Coesivo	limo argilloso
5,20	34,6	1,3067	2,06	Coesivo	limo argilloso
6,80	98,125	2,65	2,09	Incoerente	ghiaia limosa

TERRENI COESIVI

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	4,20	21,3571	1,619	0,57	0,57	53,39	0,9
Strato 3	5,20	34,6	1,3067	0,95	0,95	86,5	1,46

	Eu (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Ocr	γ (t/m ³)
Strato 2	677,76	181,76	0,87	1,96
Strato 3	1097,19	244,08	0,84	2,04

TERRENI INCOERENTI

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	ϕ (°)	Densità relativa (%)
Strato 1	1,40	69,7143	2,1238	0,15	0,15	40,34	100,0
Strato 4	6,80	98,125	2,65	1,22	1,22	31,55	66,51

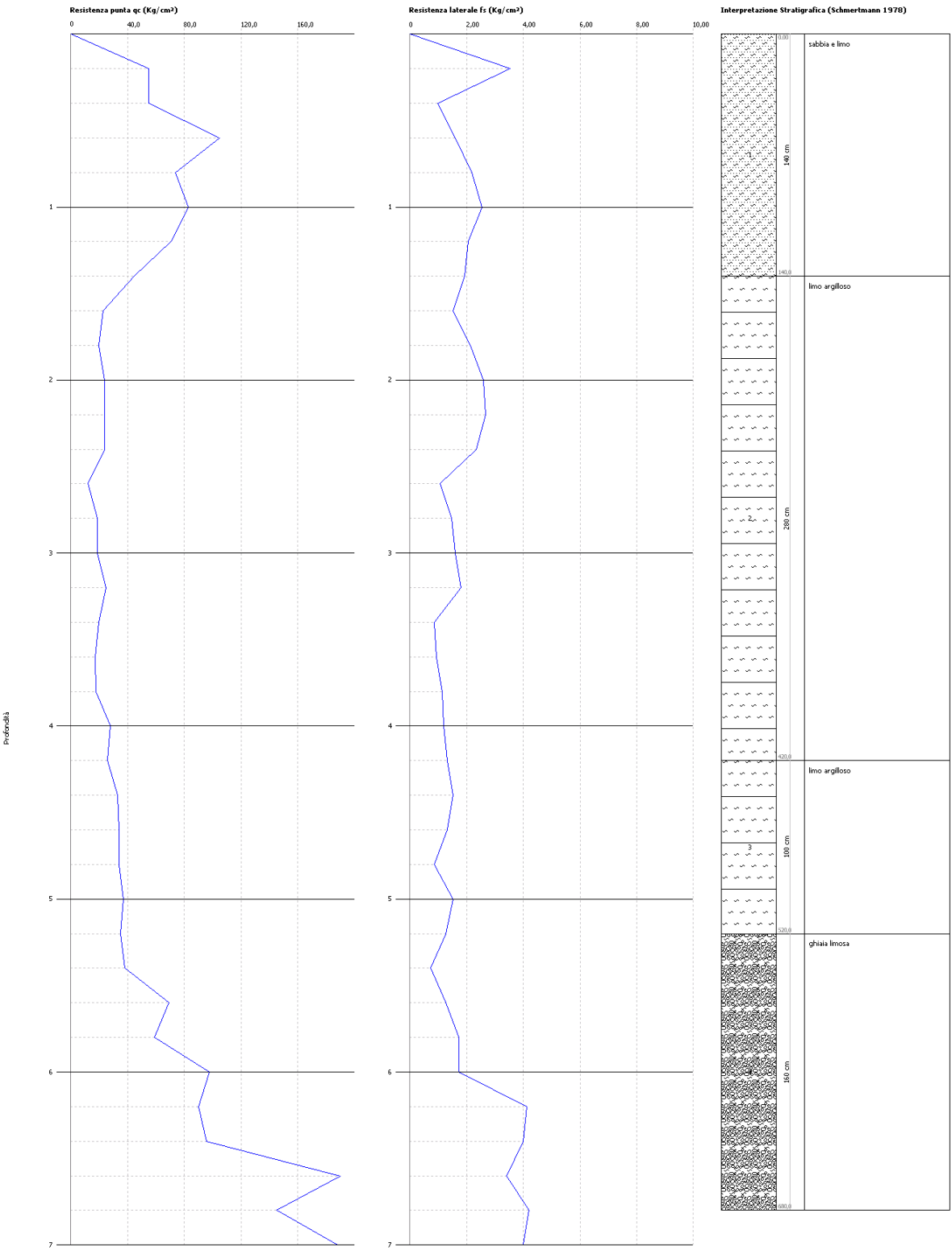
	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Ocr	Ko	γ (t/m ³)	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	139,43	82,82	374,48	>9	0,00	1,8	27,121
Strato 4	196,25	68,32	461,46	1,87	0,53	1,8	39,979

Probe CPT - Cone Penetration CPT.2
Strumento utilizzato... PAGANI 100 kN
Diagramma Resistenze qc fs

Committente :
Cantiere :
Località :

Data : 16/11/2021

Scala 1:32



PROVA ...CPT.3

Strumento utilizzato...

PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data

16/11/2021

Profondità prova

5,00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	10,0	22,0	10,0	0,8	12,5	8,0
0,40	10,0	22,0	10,0	1,8	5,56	18,0
0,60	43,0	70,0	43,0	0,5333	80,63	1,24
0,80	68,0	76,0	68,0	1,8	37,78	2,65
1,00	48,0	75,0	48,0	1,8	26,67	3,75
1,20	50,0	77,0	50,0	2,4	20,83	4,8
1,40	44,0	80,0	44,0	3,2667	13,47	7,42
1,60	26,0	75,0	26,0	2,5333	10,26	9,74
1,80	22,0	60,0	22,0	2,3333	9,43	10,61
2,00	22,0	57,0	22,0	2,0667	10,64	9,39
2,20	23,0	54,0	23,0	1,0	23,0	4,35
2,40	35,0	50,0	35,0	1,9333	18,1	5,52
2,60	26,0	55,0	26,0	1,5333	16,96	5,9
2,80	22,0	45,0	22,0	1,5333	14,35	6,97
3,00	25,0	48,0	25,0	1,2	20,83	4,8
3,20	25,0	43,0	25,0	2,5333	9,87	10,13
3,40	40,0	78,0	40,0	0,9333	42,86	2,33
3,60	56,0	70,0	56,0	3,1333	17,87	5,6
3,80	34,0	81,0	34,0	0,8667	39,23	2,55
4,00	47,0	60,0	47,0	0,7333	64,09	1,56
4,20	97,0	108,0	97,0	1,2667	76,58	1,31
4,40	116,0	135,0	116,0	3,6667	31,64	3,16
4,60	119,0	174,0	119,0	5,4667	21,77	4,59
4,80	198,0	280,0	198,0	3,2667	60,61	1,65
5,00	217,0	266,0	217,0	4,0	54,25	1,84

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,40	39,0	1,7714	2,02	Incoerente	limo sabbioso
3,20	25,1111	1,8518	2,01	Coesivo	limo argilloso
4,00	44,25	1,4167	2,05	Coesivo	limo argilloso
5,00	149,4	3,5334	2,11	Incoerente	ghiaia limosa

TERRENI COESIVI

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	3,20	25,1111	1,8518	0,46	0,46	62,78	1,07
Strato 3	4,00	44,25	1,4167	0,73	0,73	110,63	1,89

	Eu (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Ocr	γ (t/m ³)
Strato 2	803,72	200,67	1,26	1,98
Strato 3	1419,24	283,67	1,42	2,08

TERRENI INCOERENTI

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	ϕ (°)	Densità relativa (%)
Strato 1	1,40	39,0	1,7714	0,14	0,14	37,67	86,7
Strato 4	5,00	149,4	3,5334	0,91	0,91	35,08	87,96

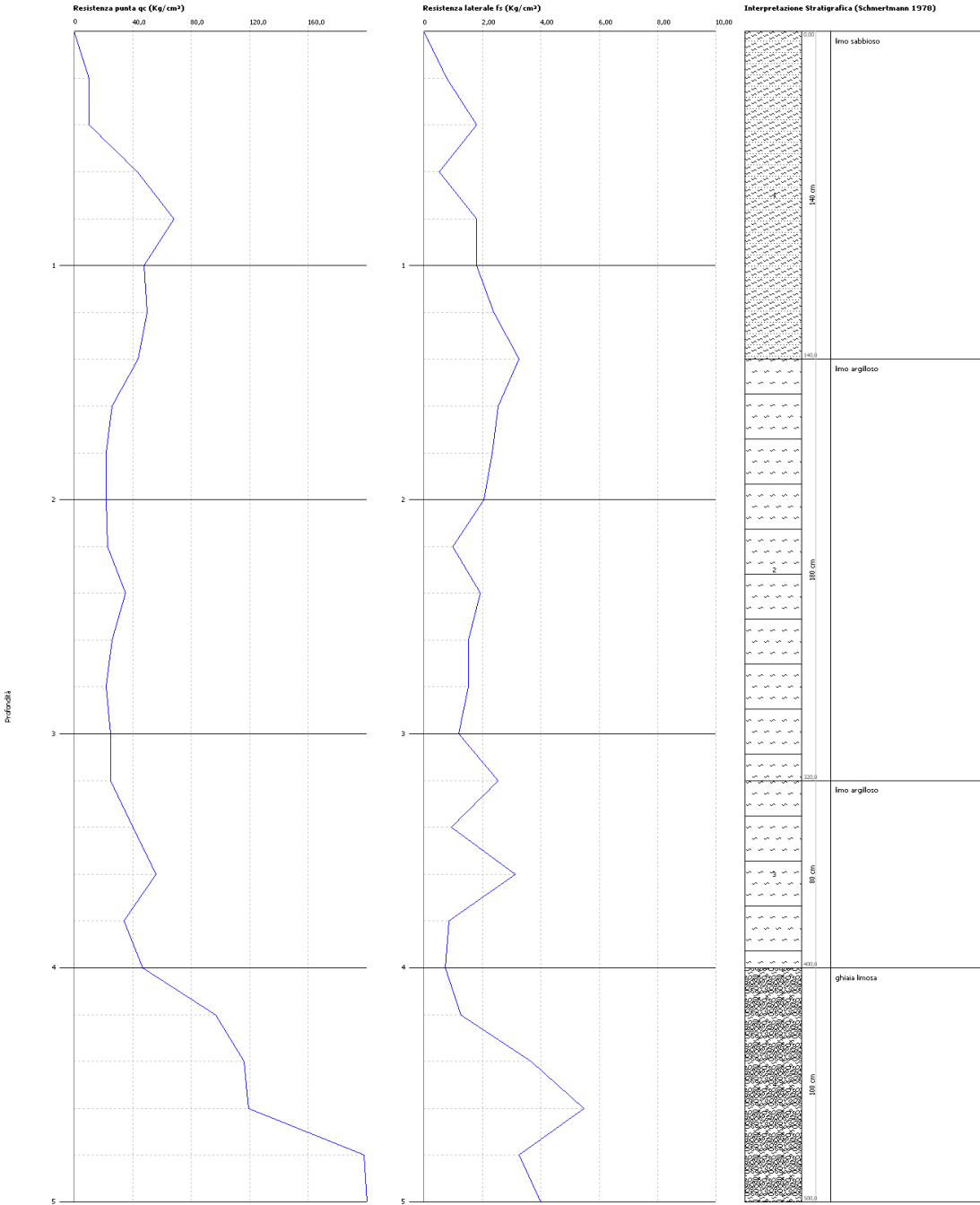
	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Ocr	Ko	γ (t/m ³)	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	78,0	73,06	262,6	6,41	1,17	1,8	24,949
Strato 4	298,8	84,59	596,6	3,8	0,83	1,8	70,91

Probe CPT - Cone Penetration CPT.3
Strumento utilizzato... PAGANI 100 kN
Diagramma Resistenze qc fs

Committente :
Cantiere :
Località :

Data :16/11/2021

Scala 1:23



PROVA ...CPT.4

Strumento utilizzato...

PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data

16/11/2021

Profondità prova

6,60 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	11,0	25,0	11,0	0,6667	16,5	6,06
0,40	12,0	22,0	12,0	1,2667	9,47	10,56
0,60	29,0	48,0	29,0	2,0	14,5	6,9
0,80	47,0	77,0	47,0	3,2667	14,39	6,95
1,00	38,0	87,0	38,0	2,9333	12,95	7,72
1,20	32,0	76,0	32,0	2,1333	15,0	6,67
1,40	23,0	55,0	23,0	1,6	14,38	6,96
1,60	26,0	50,0	26,0	2,4	10,83	9,23
1,80	31,0	67,0	31,0	2,4667	12,57	7,96
2,00	27,0	64,0	27,0	2,2667	11,91	8,4
2,20	19,0	53,0	19,0	1,7333	10,96	9,12
2,40	13,0	39,0	13,0	1,0667	12,19	8,21
2,60	13,0	29,0	13,0	1,0	13,0	7,69
2,80	18,0	33,0	18,0	1,1333	15,88	6,3
3,00	13,0	30,0	13,0	0,9333	13,93	7,18
3,20	21,0	35,0	21,0	2,4	8,75	11,43
3,40	26,0	62,0	26,0	2,2667	11,47	8,72
3,60	28,0	62,0	28,0	1,8	15,56	6,43
3,80	33,0	60,0	33,0	1,6	20,63	4,85
4,00	33,0	57,0	33,0	1,5333	21,52	4,65
4,20	26,0	49,0	26,0	1,2667	20,53	4,87
4,40	22,0	41,0	22,0	1,2667	17,37	5,76
4,60	25,0	44,0	25,0	1,7333	14,42	6,93
4,80	29,0	55,0	29,0	1,8	16,11	6,21
5,00	23,0	50,0	23,0	1,2	19,17	5,22
5,20	30,0	48,0	30,0	1,6667	18,0	5,56
5,40	27,0	52,0	27,0	2,1333	12,66	7,9
5,60	137,0	169,0	137,0	2,0	68,5	1,46
5,80	175,0	205,0	175,0	2,4667	70,94	1,41
6,00	43,0	80,0	43,0	3,4	12,65	7,91
6,20	34,0	85,0	34,0	3,9333	8,64	11,57
6,40	195,0	254,0	195,0	6,4	30,47	3,28
6,60	200,0	296,0	200,0	6,0	33,33	3,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,20	28,1667	2,0445	2,01	Incoerente	limo sabbioso
2,00	26,75	2,1834	2,02	Coesivo	limo argilloso
3,00	15,2	1,1733	1,92	Coesivo	argilla limosa
5,40	26,9167	1,7222	2,02	Coesivo	limo argilloso
6,60	130,6667	4,0333	2,14	Incoerente	ghiaia limosa

TERRENI COESIVI

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	2,00	26,75	2,1834	0,32	0,32	66,88	1,32
Strato 3	3,00	15,2	1,1733	0,5	0,5	76,0	0,74
Strato 4	5,40	26,9167	1,7222	0,84	0,84	67,29	1,3

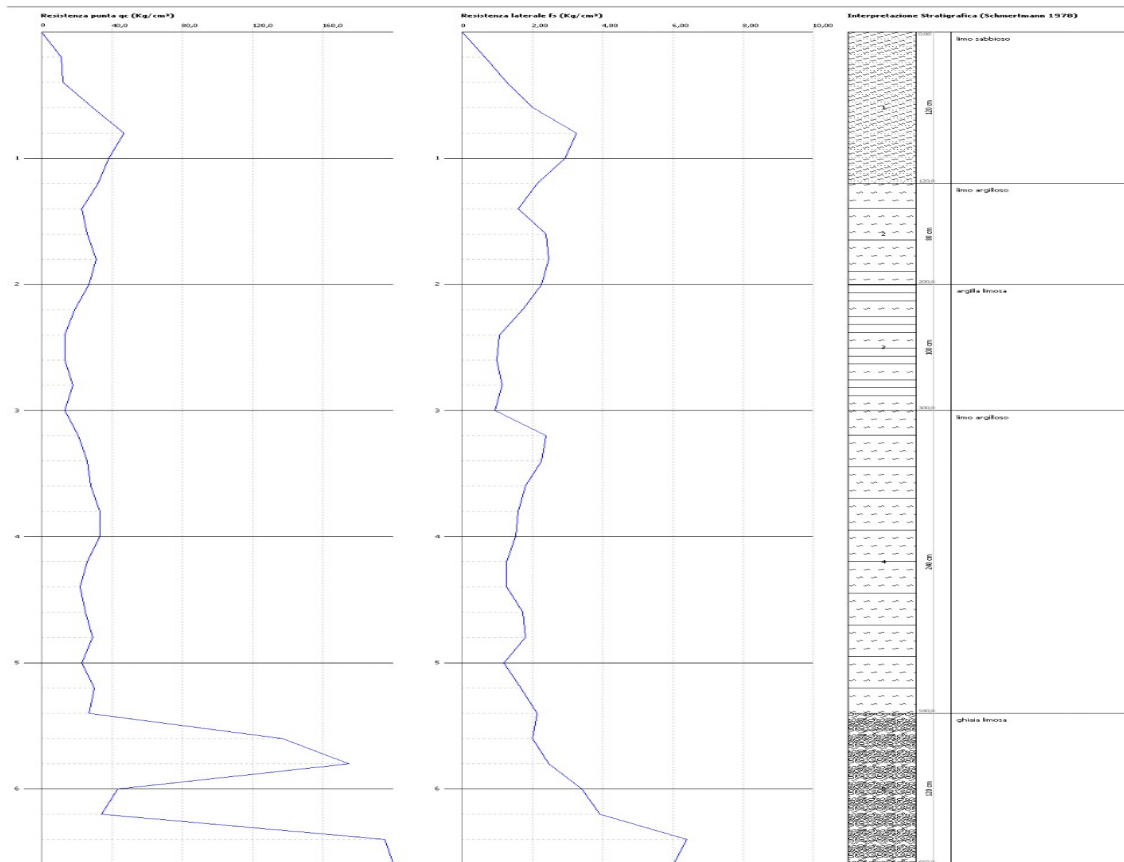
	Eu (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Ocr	γ (t/m ³)
Strato 2	991,05	208,57	1,93	2,02
Strato 3	551,29	147,66	0,71	1,92
Strato 4	977,98	209,36	0,75	2,02

TERRENI INCOERENTI

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	φ (°)	Densità relativa (%)
Strato 1	1,20	28,1667	2,0445	0,12	0,12	36,85	79,35
Strato 5	6,60	130,6667	4,0333	1,21	1,21	33,03	76,65

	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Ocr	Ko	γ (t/m ³)	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	56,33	66,47	215,25	5,43	1,05	1,8	34,791
Strato 5	261,33	77,67	549,71	2,52	0,64	1,8	78,925

Profondità



ALL.2

