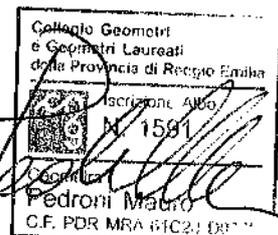


Dott. Geol. GUIDO BARBIERI
Viale Magenta 4 Reggio Emilia 42123 tel. 0522-430825/348-2257417
e-mail xguido2@libero.it

COMUNE DI REGGIO EMILIA (Provincia di Reggio nell'Emilia)

COMMITTENTE: Ditta Zanni Mauro



**RELAZIONE GEOLOGICA - RELAZIONE
GEOTECNICA E SULLA PERICOLOSITÀ
SISMICA DI BASE
PER L'IDONEITÀ DEL TERRENO PER COSTRUIRE
UN AMPLIAMENTO DI UN MAGAZZINO ARTIGIANALE
Via Cantù 17, località Marmirolo (RE)**

Reggio Emilia, luglio 2014

INDICE

- **Relazione geologica,**
- **Relazione geotecnica**
- **Relazione sulla pericolosità sismica di base**
- **Allegati cartografici**

Inquadramento catastale a scala 1 : 2.000

Elemento CTR “Cacciola” 201131 a scala 1: 5.000

**Stralcio dalla Carta della Litologia di Superficie del P.I.A.E. a scala
1: 25.000**

**Planimetria con ubicazione CPT e tracciato MASW
a scala 1: 800**

PREMESSA

Con riferimento agli accordi intercorsi con il Geom. Rodolfo Tasselli, trasmetto la presente relazione geologica, geotecnica e sulla pericolosità sismica di base atta a definire le caratteristiche geomeccaniche e sismiche di un terreno, sito in Marmiolo in Comune di Reggio Emilia, in Via Cantù 17, oggetto di richiesta di permesso di costruire per l'ampliamento di un edificio artigianale.

MORFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE

L'area in oggetto di studio, posta alla quota media di 63 m s.l.m., è sita a sud di Marmiolo, a E/NE di Piazza di Sabbione.

Più precisamente il terreno in esame è ubicato ad occidente della Fossetta, a valle di Podere Campasso, ad occidente di Via Cantù, da cui si accede (cf. stralcio dalla C.T.R. - elemento n° 201131 - Cacciola nonché ortofoto proposta sul frontespizio).

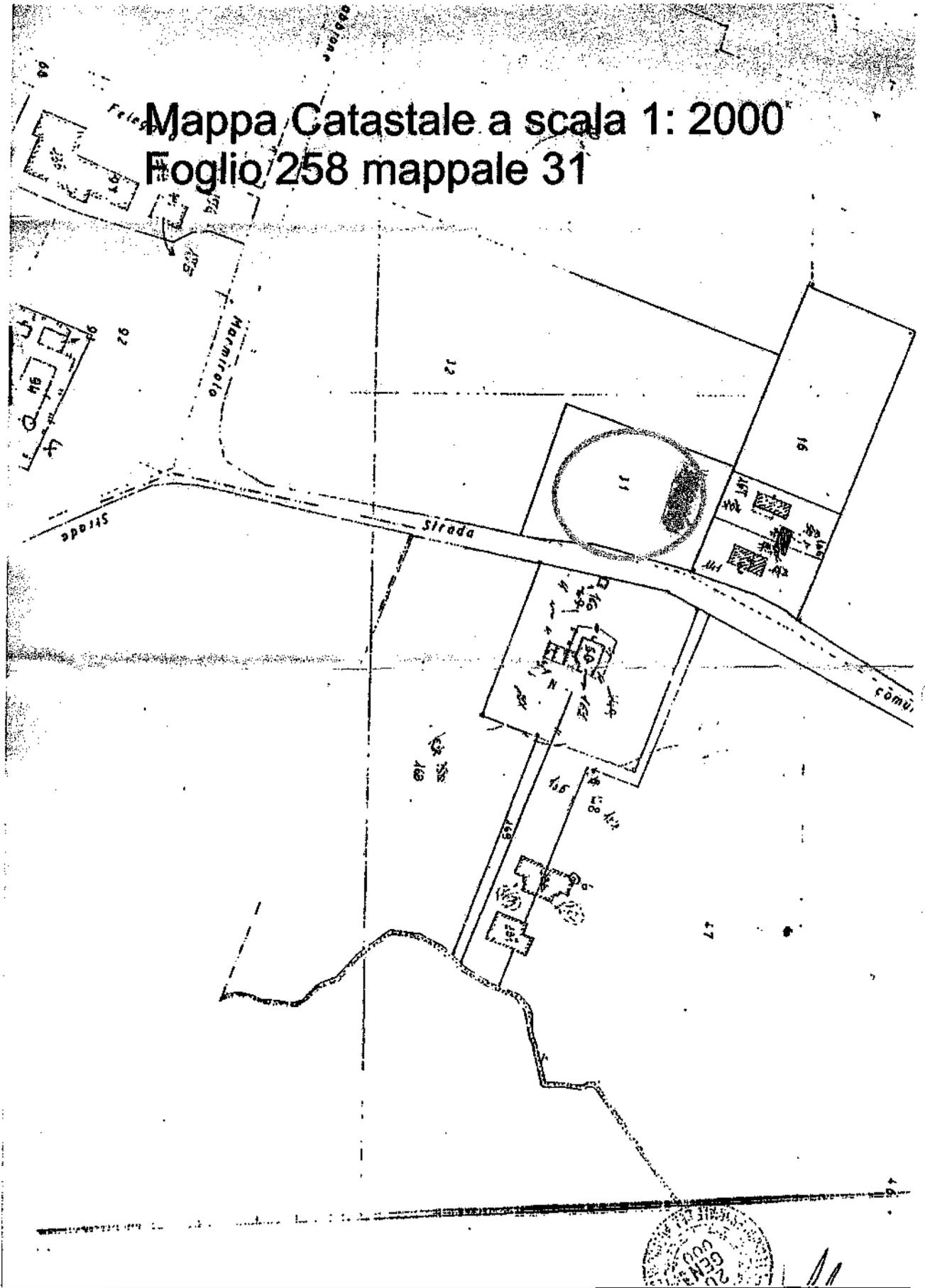
Il regime pluviometrico della zona è di tipo continentale. Il valore medio annuo delle precipitazioni è di 791 mm con punte massime di piovosità in primavera (221 mm) ed in autunno (232 mm).

La temperatura media mensile annua è di 13.4 °C, con valori medi massimi di 30.1 °C, per il mese di luglio e minimi di - 2.0 °C, per il mese di gennaio. L'escursione annua è quindi di 32.1 °C.

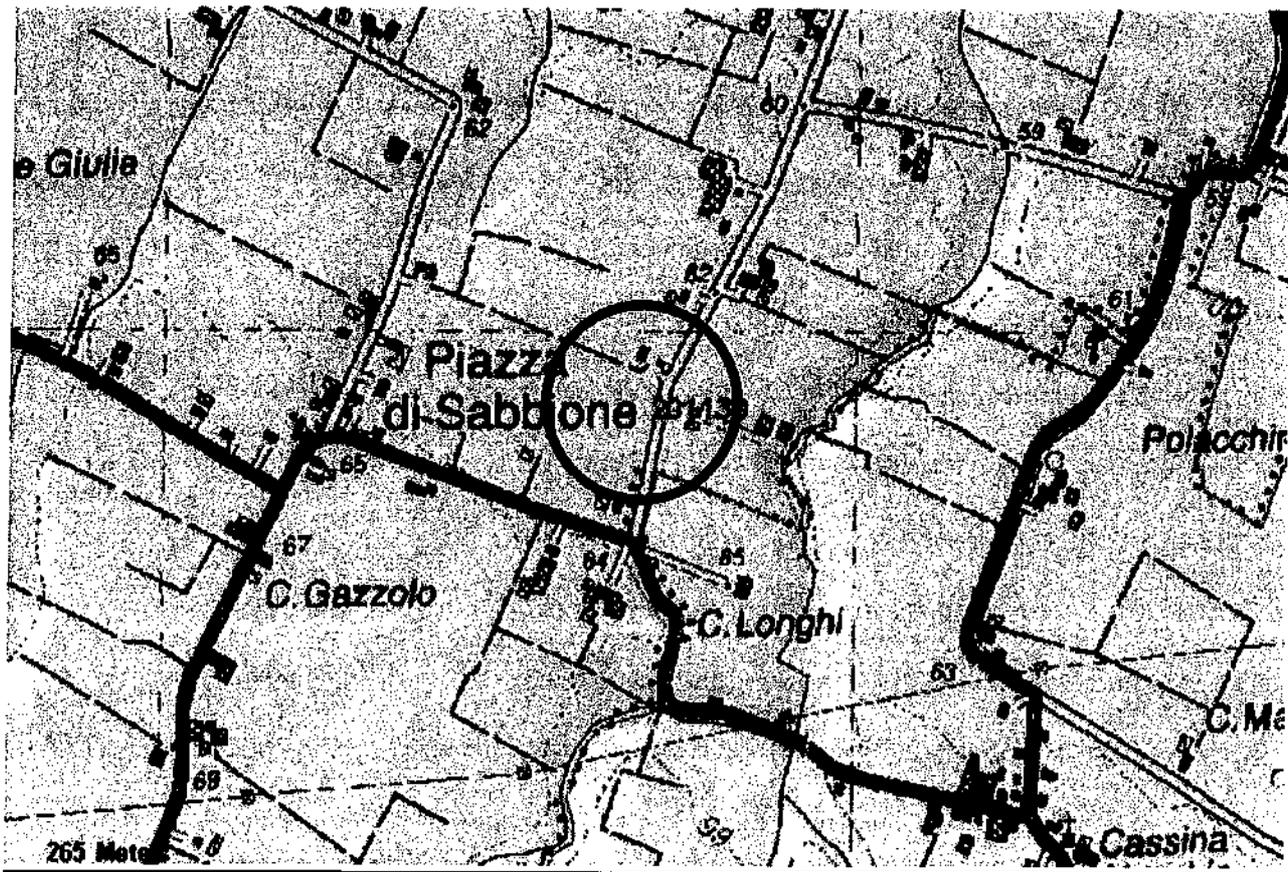
I venti predominanti provengono da occidente in inverno, da oriente nelle altre stagioni.

Mappa Catastale a scala 1: 2000

Foglio 258 mappale 31



Estratto CTR a scala 1: 5000 Elemento 201131 Cacciola



Questa zona, da un punto di vista idrogeologico, compete all'Unità Idrogeologica dei corsi d'acqua minori. Tale Unità Idrogeologica, verso Nord, sfuma, per eteropia di facies, nell'Unità Idrogeologica della media pianura.

In virtù delle caratteristiche fisico-chimiche del suolo l'indirizzo naturale di questi terreni è quello agricolo.

I suoli tipici di questa Unità Idrogeologica, in parte asportati dal precedente intervento edilizio e ricoperti da una coltre di materiale di riporto, appartengono all'associazione dei "suoli alluvionali".

Si tratta di entisuoli, generalmente calcarei e sub alcalini, a prevalente tessitura limo-argillosa.

La potenzialità culturale è da buona ad elevata.

CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE

L'intero territorio del Comune risulta compreso nel bacino subsidente pliocenico-quadernario della Pianura Padana, costituito da un'ampia depressione a stile compressivo colmata da sedimenti mesozoici, terziari e quadernari.

I litotipi che compongono il primo sottosuolo, in relazione alle evoluzioni idrografiche di fiumi e torrenti, hanno un andamento lentiforme, discontinuo, con passaggi laterali e verticali da una componente granulometrica all'altra più o meno gradualmente.

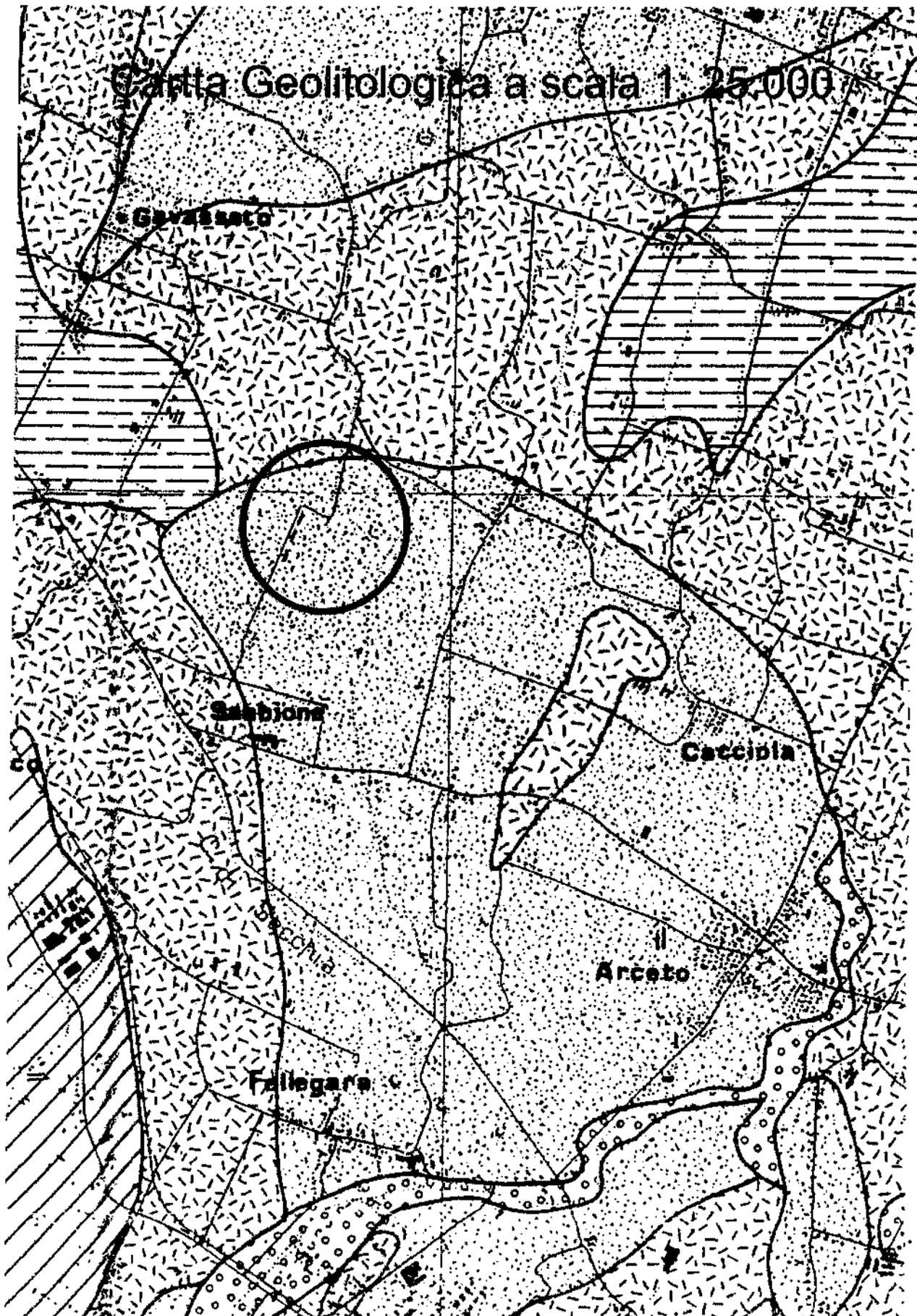
Dal punto di vista stratigrafico il territorio in esame si presenta quindi di una complessità non trascurabile dovuta a migrazioni di fiumi e torrenti, al costipamento differenziato dei sedimenti fluviali, nonché al massiccio intervento antropico volto alla regimazione dei corsi d'acqua, con tutta una serie di deviazioni, canalizzazioni e bonifiche.

Consultando la cartografia geologica ufficiale, si può facilmente notare come il territorio in esame ricada a valle di un'anticlinale e di un sovrascorrimento profondo.

I dati forniti dalle indagini effettuate dall'Agip Mineraria hanno consentito di quantificare lo spessore dei sedimenti e delle alluvioni quadernarie in circa 1500 m, tuttavia, secondo quanto riportato nel "Rilevamento-studio delle risorse idriche sot-terranee nel territorio della provincia di Reggio Emilia" edito dall'Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia, il limite effettivo delle conoscenze stratigrafiche è di ~150 m dal piano campagna.

La caratteristica principale di questi sedimenti è data dalla presenza di sottili banchi ghiaiosi, abbastanza discontinui e talvolta passanti a letti sabbiosi, intercalati a serie prevalentemente limo-argillose.

Studi recenti, che hanno consentito di ricostruire con maggior dettaglio la natura del primo sottosuolo della pianura reggiana (Cf. Carta della litologia di superficie in scala 1: 25.000), confermano



Litologia



Depositi prevalentemente ghiaiosi recenti e attuali



Depositi argilloso-limosi o argillosi.
Suolo grigiastro
Eta': olocene



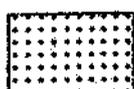
Depositi prevalentemente limosi. Suolo grigiastro.
Eta': olocene



Sabbie con poche lenti di ghiaie. Suolo grigio
o grigio gialliccio
Eta': olocene



Ghiaie eterometriche sulle piccole dimensioni,
miste a sabbie e ad argille siltose. Suolo grigio
o bruno grigiastro.
Eta': olocene



Ghiaie ben classate, non cementate ne' alterate,
di media pezzatura, miste a sabbia, talvolta con
lenti argillose o limose. Suolo argilloso bruno rossastro
per rimaneggiamento dei terreni rissiano-mindeliani.
Eta': pleistocene sup. (Diluvium recente e tardivo):
Pluviale fluvioglaciale Würm.



Ghiaie grossolane debolmente cementate e lenti
di sabbie e sabbie argillose. Suoli argillosi bruno chiaro,
giallo arancio o giallo bruno.
Sull' altopiano del Ghiardo depositi limosi di
probabile origine eolica (loess).
Eta': Pleistocene medio-sup. (Diluvium medio):
Pluviale-fluvioglaciale Riss



Ciottoli e ghiaie eterometriche, miste a sabbie e
limi in subordine, scarsamente cementate.
Intensa alterazione per azione idrolitica, ad eccezione dei
clasti silicei, ricoperti da una spessa patina opalina;
abbondanti laccature di manganese.
Paleosuolo rosso fersiallitico.
Eta': pleistocene medio (Diluvium antico):
Pluviale-fluvioglaciale Mindel.

sostanzialmente le caratteristiche già evidenziate sulla carta del Servizio Geologico d'Italia. Suddetto elaborato mette altresì in risalto che la zona in esame, sita a NE di Sabbione, ricade al passaggio tra “depositi prevalentemente limosi con lenti sabbiose in subordine” e “depositi prevalentemente sabbiosi con scarse lenti di ghiaie fini e/o limi (cf. estratto in allegato).

Le indagini penetrometriche statiche, effettuate nel 2001 a supporto della realizzazione del fabbricato artigianale, hanno riscontrato la presenza di un tipico deposito alluvionale costituito in prevalenza da materiali coesivi (limi ed argille, talora ad elevata componente organica e torbosa) a cui, in modo irregolare, si alternano livelli di limi sabbiosi, sabbie limose e sabbie.

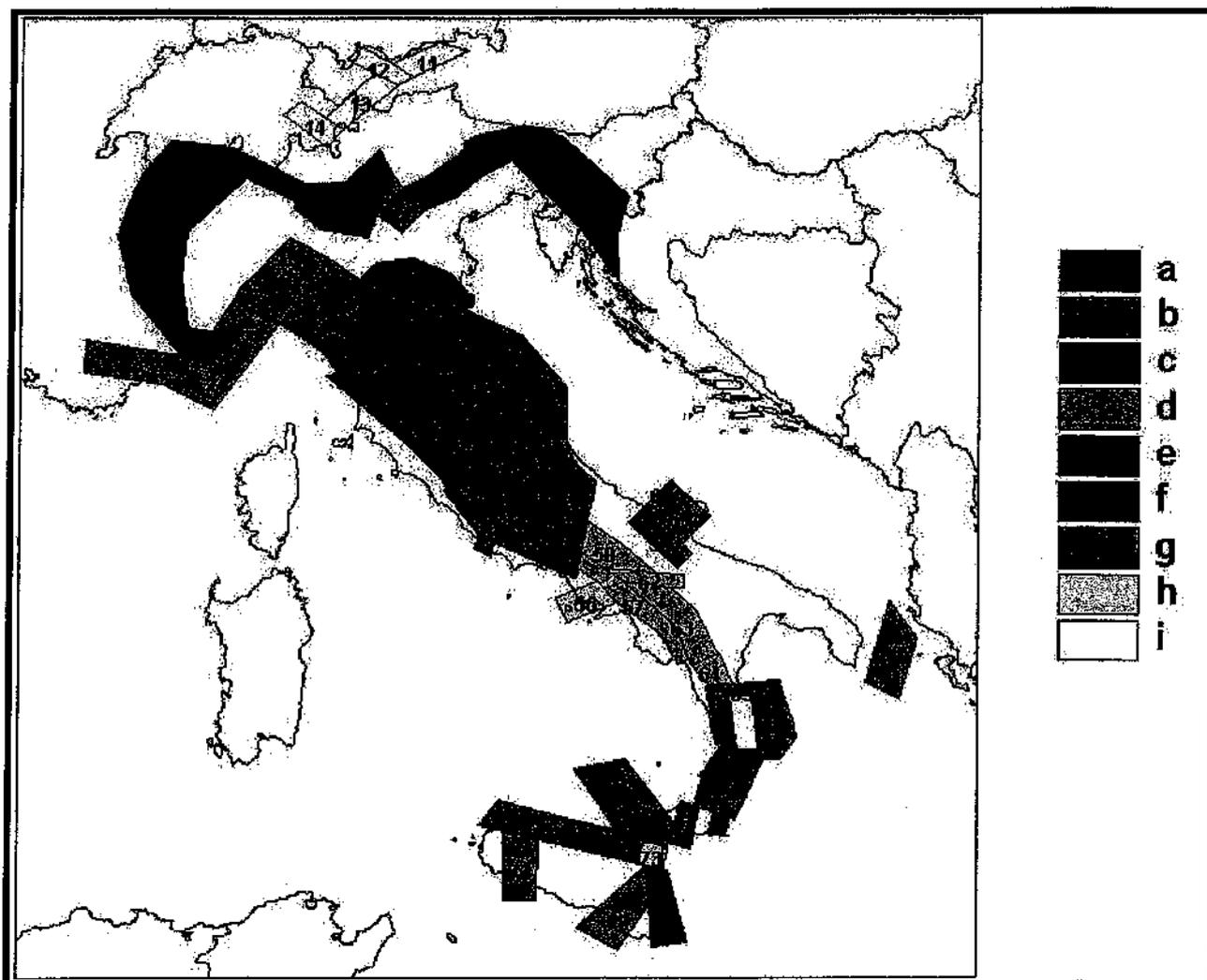
Non si può escludere, anzi a dire il vero è molto probabile, che suddetti depositi possano essere ascritti ad un paleoalveo del T. Tresinaro, deviato verso Rubiera in epoca medioevale (inizi XIV secolo), il cui antico alveo (indubbiamente, alla luce di quanto accertato, solo il più recente), a oriente della Chiesa di Sabbione, è attualmente ripercorso dal Cavo Tresinara Vecchia.

Verifiche effettuate nei fori di sondaggio hanno evidenziato la presenza d'acqua a 2.65 m dal p.c.; è altresì vero che si tratta di una falda leggermente in pressione che risente delle variazioni stagionali.

SISMICITÀ DELL'AREA

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal GNDT del CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti). Si è presa in considerazione la zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS4 (progetto di P. Scandone e M. Stucchi – marzo 1999 – cf. tav. seg.) che considera 80 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico. Secondo questa suddivisione l'area oggetto di

studio ricade nell'area 30, appartenente alla fascia padano-adriatica in compressione legata allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale secondo cui i meccanismi di rottura attesi sono di tipo thrust e strike-slip con assi di subduzione da SW a NE.



Attraverso elaborazioni probabilistiche il GNDT ha prodotto, per un tempo di ritorno di 475 anni (equivalente alla probabilità di superamento nell'arco temporale di 50 anni – vita media di un edificio), la zonazione del territorio italiano, come riportato in figura. Per la zona le accelerazioni orizzontali di picco attese sono state considerate, in accordo con quanto proposto dal GNDT, pari a $PGA = 0.15g$ (Peak Ground Acceleration).

L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in Reggio Emilia, in epoca storica, il valore del VII/VIII grado MCS. (cf. tabelle qui di seguito allegate).

Storia sismica di Reggio nell'Emilia (RE)
[44.697, 10.631]

Osservazioni disponibili: 80

Effetti	In occasione del terremoto:							Io	Mw	
	Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se			AE
	8	-91						Modena-Reggio Emilia	8	5.66
	8	1547	02	10	13	20		Reggio Emilia	7	5.21
	7	1671	06	20				RUBIERA	7	5.34
	7	1831	09	11	18	15		Reggiano	7-8	5.48
	7	1832	03	13	03	30		Reggiano	7-8	5.59
	6-7	1465	04	15	14	40		Reggio Emilia	6-7	5.03
	6-7	1806	02	12				NOVELLARA	7	5.26
	6-7	1811	07	15	22	44		SASSUOLO	7	5.24
	6-7	1857	02	01				PARMENSE	6-7	5.26
	6-7	1873	05	16	19	35		REGGIANO	6-7	5.13
	6-7	1915	10	10	23	10		REGGIO EMILIA	6	5.01
	6-7	1971	07	15	01	33	23	Parmense	7-8	5.61
	6	1501	06	05	10			Appennino modenese	8-9	5.85
	6	1505	01	03	02			Bologna	7	5.47
	6	1591	05	24				REGGIO EMILIA	6	4.83
	6	1608	01	06				REGGIO EMILIA	6	4.83
	6	1810	12	25	45			NOVELLARA	7	5.28
	6	1983	11	09	16	29	52	Parmense	6-7	5.10
	6	1987	05	02	20	43	53	REGGIANO	6	5.05
	6	1996	10	15	09	55	60	CORREGGIO	7	5.44
	5-6	1222	12	25	11			Basso bresciano	8-9	6.05
	5-6	1914	10	27	09	22		GARFAGNANA	7	5.79
	5	1249	09	16	30			Modena	6-7	5.03
	5	1485	09	01				PADOVA	5-6	4.68

5	1818 12 09 18 52	LANGHIRANO	7-8 5.57
5	1850 09 18 06 10	MODENA	6 4.83
5	1886 10 15 02 20	COLLECCHIO	6 4.83
5	1909 01 13 45	BASSA PADANA	6-7 5.53
5	1920 09 07 05 55 40	Garfagnana	9- 10 6.48
4-5	1738 11 05 30	PARMA	7 5.40
4-5	1740 03 06 05 15	GARFAGNANA	7 5.18
4-5	1837 04 11 16 50	ALPI APUANE	9- 10 5.65
4	1570 11 17 19 10	Ferrara	7-8 5.48
4	1843 10 25 03 22	VERNIO	7 5.22
4	1878 03 12 21 26	Bolognese	6 4.83
4	1889 03 08 02 47	BOLOGNA	6 4.83
4	1894 11 27	FRANCIACORTA	6-7 4.95
4	1901 10 30 14 49 58	Salo'	8 5.67
4	1939 10 15 14 05	GARFAGNANA	6-7 5.20
4	1950 05 06 03 43	REGGIANO	4 4.46
4	1967 12 30 04 19	BASSA PADANA	6 5.36
4	1972 10 25 21 56	PASSO CISA	5 4.95
4	1976 05 06 20	FRIULI	9- 10 6.43
F	1399 07 20 23	Modenese	7 5.40
F	1624 03 18 19 45	Argenta	7-8 5.43
F	1695 02 25 05 30	Asolano	9- 10 6.61
F	1881 01 24 16 04	Bolognese	6-7 5.14
F	1891 06 07 01 06 14	Valle d'Illasi	8-9 5.71
F	1904 02 25 18 47 50	Reggiano	6 5.13
F	1904 06 10 11 15 28	Frignano	6 5.08
F	1916 05 17 12 50	Alto Adriatico	8 5.85
3-4	1522 10 05 08	CREMONA	5-6 4.63
3-4	1885 02 26 20 48	SCANDIANO	6 5.22
3-4	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9 6.29
3-4	1898 03 04	CALESTANO	6-7 5.07
3-4	1999 07 07 17 16 13	FRIGNANO	5 4.73

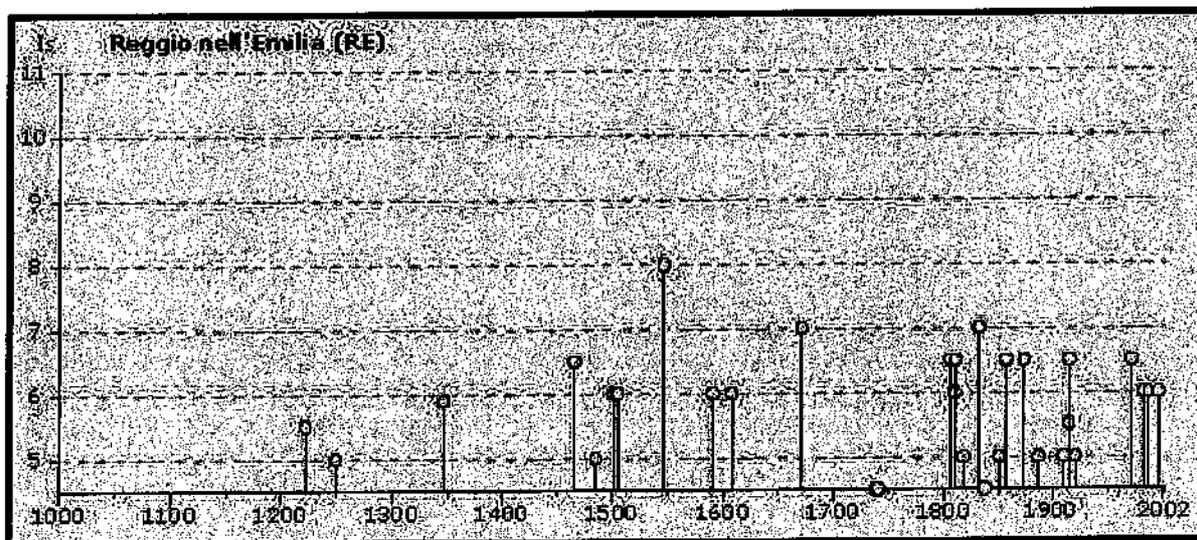
3	1834 02 14 13 15	ALTA LUNIGIANA	8-9 5.64
3	1834 07 04 35	ALTA LUNIGIANA	6-7 5.14
3	1864 03 15	ZOCCA	6-7 5.03
3	1870 10 30	MELDOLA	8 5.59
3	1913 11 25 20 55	VAL DI TARO	5 4.85
3	1919 06 29 15 06 13	Mugello	9 6.18
3	1951 05 15 22 54	LODIGIANO	6-7 5.24
3	1965 11 09 15 35	ALTA V. SECCHIA	5 5.01
3	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	10 6.89
3	1997 09 26 09 40 25	Appennino umbro- marchigiano	8-9 6.05
2-3	1874 10 07	IMOLESE	7 4.99
2-3	1895 04 14 22 17	Slovenia	8 6.25
2-3	1986 12 06 17 07 19	BONDENO	6 4.56
2-3	1995 10 10 06 54 22	LUNIGIANA	7 5.04
2	1875 03 17 23 51	Romagna sud-orient.	8 5.74
NC	1346 02 22 11	Ferrara	7-8 5.81
NF	1984 04 29 05 02 59	GUBBIO/VALFABBRICA	7 5.68
NR	1323 02 25 19	Bologna	5-6 4.63
NR	1383 07 24 20	PARMA	5-6 4.63
NR	1409 11 15 11 15	Parma	6 4.83
NR	1438 06 11 20	Parmense	8 5.62
NR	1474 03 11 20 30	MODENA	6 4.89
NR	1628 11 04 15 15	PARMA	7 5.17
NR	1841 10 15 22	SANGUINETTO	6 4.83

Intendendo:

Is = Intensità al sito (MCS)

Io = Intensità epicentrale (MCS)

Mw = Magnitudo



La sovrastante rappresentazione evidenzia, molto semplicemente, gli eventi della precedente tabella nel rapporto tra anni (in ascisse) ed intensità sismica (in ordinate).

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 ha aggiornato la normativa sismica, con l'attribuzione, alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento di accelerazione al suolo.

Il territorio del comune di Reggio nell'Emilia, secondo la nuova zonazione sismogenetica ZS9 (progetto a cura di C. Meletti e G. Valensise del marzo 2004) è incluso nella zona 913, al passaggio, verso settentrione, con la zona 912 (cf. tavola nella pagina seguente). In base a questa nuova zonazione, il territorio in esame (secondo la precedente classificazione *non classificato*), è stato inserito in zona Z3 a bassa sismicità.

Come espressamente specificato al punto 2.4 della circolare n° 1677/2005 (prot. GEO/05/87449) emanata in data 24/10/2005 dalla Giunta della Regione Emilia Romagna, ai fini della determinazione delle azioni sismiche, può essere assegnato, a zone come questa di bassa sismicità, un valore (a_g/g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, pari a 0.15.

Più precisamente, al comune di Reggio nell'Emilia, l'allegato 4 dell'Assemblea Legislativa n° 2131 – prot. n° 8511 del 2 maggio 2007, assegna il valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè $T = 0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g (a_{ref}), di 0.157.



Zonazione sismogenetica ZS9

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, le modifiche ed integrazioni dell'Ordinanza propongono una caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo. In base alla velocità delle onde di taglio, mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{s30}), vengono individuate cinque categorie (A – B – C – D – E), più altre due speciali (S1 e S2).

La prospezione geofisica è stata eseguita utilizzando un sismografo a 24 canali prodotto dalla Ditta PASI di Torino attrezzato con 24 geofoni orizzontali di ricezione, dotati di preamplificatori di segnale, disposti ad interasse di 2 m l'uno dall'altro.

L'indagine, effettuata mediante sismica a rifrazione applicando il metodo MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves, ha consentito di analizzare, nei primi 30 m, la velocità delle onde di taglio (S). Le onde S, analogamente a quelle di compressione (P), non sono dispersive e si propagano anche in mezzi perfettamente omogenei inducendo deformazioni puramente distorsionali. Gli elementi di volume investiti dall'onda vibrano in direzione perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione. Nella fattispecie, il sondaggio ha accertato la presenza di sei strati e ad ognuno di essi, mediante l'ausilio dell'apposito programma di calcolo winMASW 4.1.1 Pro, è stata attribuita la velocità delle onde di taglio S (V_S) ed il rispettivo spessore (d) (cf. tabelle e diagrammi proposti in allegato).

Per gli strati sono stati rispettivamente ottenuti i seguenti valori di:

1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
$V_S = 110 \text{ m/s}$	$V_S = 205 \text{ m/s}$	$V_S = 292 \text{ m/s}$
$d = 2.1 \text{ m}$	$d = 10.0 \text{ m}$	$d = 3.5 \text{ m}$

4° STRATO	5° STRATO	5° STRATO
$V_S = 385 \text{ m/s}$	$V_S = 347 \text{ m/s}$	$V_S = 411 \text{ m/s}$
$d = 4.0 \text{ m}$	$d = 4.4 \text{ m}$	$d = 6.0 \text{ m}$

da cui si può desumere un valore del V_{S30} di 236 m/s .

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa, viste le caratteristiche del primo sottosuolo, il suolo di fondazione può essere assimilato alla categoria C di azione sismica "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti" con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 recante le “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, che recepisce quanto già riportato nell’Ordinanza 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche, definisce i criteri antisismici generali, precisando le azioni che devono essere impiegate in fase progettuale per la sicurezza strutturale delle opere.

L’azione sismica sulle costruzioni è valutata partendo da una “pericolosità sismica di base”, derivata da studi eseguiti a livello nazionale e definita sulla base di condizioni ideali in superficie di suolo rigido e topografia orizzontale.

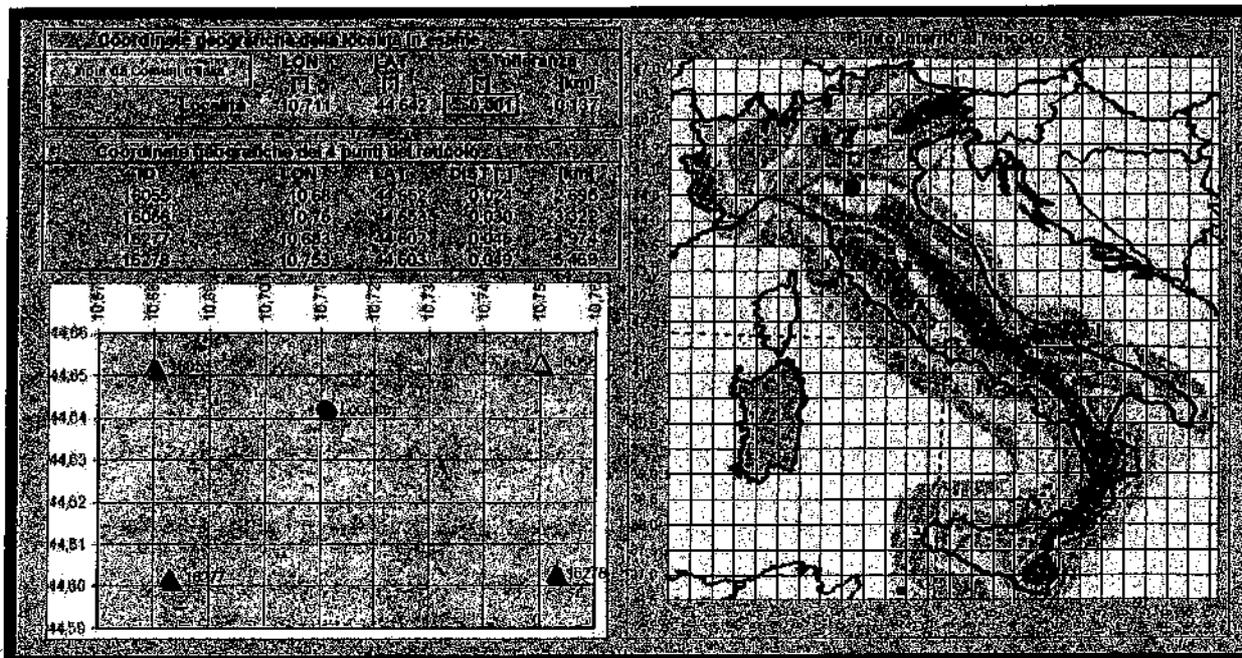
Le Azioni di progetto, per un suolo rigido orizzontale, vengono ricavate in funzione di tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima
- F_o = fattore di amplificazione massimo dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_c^* = periodo inizio tratto costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri vengono inoltre definiti secondo termini probabilistici differenti, con periodi di ritorno TR di 30, 50, 475, 975 anni; per tale motivo, ai fini progettuali, occorre fissare la vita di riferimento VR della costruzione e la probabilità di superamento associata a ciascuno degli stati limite considerati.

I valori dei parametri a_g , F_o e T_c^* per la definizione dell’Azione Sismica possono essere calcolati mediante l’utilizzo del programma di calcolo “Calcolo Spettro Sismico”, ideato dagli Ingegneri Red Shift & Afazio, in cui vengono generati accelerogrammi correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

I primi dati ad essere stati introdotti nel programma sono le coordinate geografiche: latitudine e longitudine) del sito di riferimento (vedi figura in allegato).



Come si può visualizzare nella tabella sottostante, per ottenere gli spettri di risposta sismica locale, sono stati inoltre introdotti i valori della vita della struttura e le caratteristiche sismiche del terreno.

VITA DELLA STRUTTURA											
Vita nominale	V_N	50	[anni]								
Classe d'uso	C_U	II									
Vita di riferimento	V_R	50	[anni]								
CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO											
Topografia		T1									
Coeff. topografico	S_T	1,0									
Categoria suolo		C									
	SL	P_{VR}	T_R	a_g	F_0	T_C^*	S	T_b	T_c	T_D	F_v
slu	Operatività	81%	30	0,500	2,47	0,25	1,50	0,14	0,41	1,80	0,75
slu	Danno	63%	50	0,621	2,49	0,26	1,50	0,14	0,43	1,85	0,84
slu	Salv. Vita	10%	475	1,612	2,37	0,29	1,47	0,15	0,46	2,24	1,28
slu	Collasso	5%	975	2,050	2,38	0,31	1,41	0,16	0,48	2,42	1,46

I valori dei principali parametri sismici (a_g , F_o , Tc^*) riferiti all'area in oggetto al TR = 475 anni dello Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita esplicitati sono:

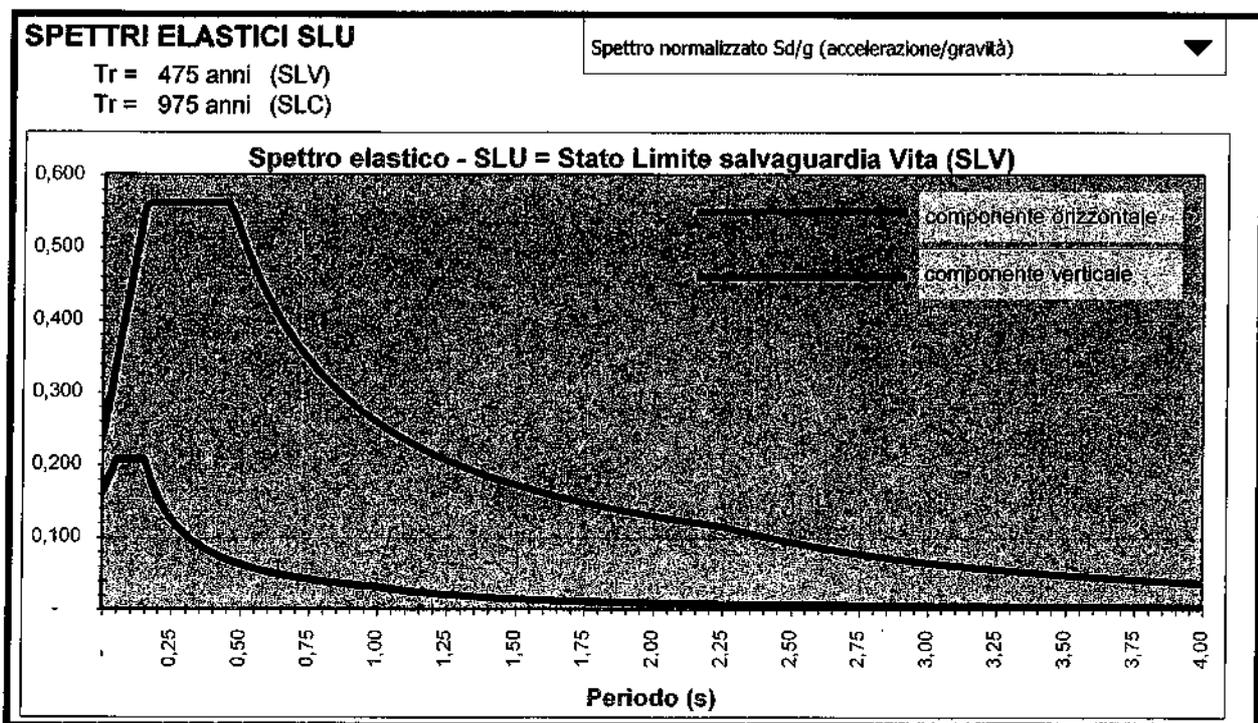
$$a_g = ag/g = 1.612 / 9.81 = 0.164$$

$$F_o = 2.37$$

$$Tc^* = 0.29$$

Elaborando i dati forniti, il programma di calcolo ha prodotto gli spettri di risposta elastica necessari per definire gli stati limite ultimo.

Nella fattispecie è stato ottenuto il grafico degli spettri elastici SLU:



In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale è possibile valutare l'accelerazione massima attesa al sito mediante la relazione:

$$a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

in cui:

S_s = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica;

S_t = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica;

a_g = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria A.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s

Categoria sottosuolo	S_s
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$

Nel caso in esame potrà essere assunto:

VN 50 anni - Classe d'Uso II

Stato limite SLV e TR = 475 anni (Paragrafo 7.1 D.M. 14.01.2008):

$S_s = 1.47$ - Categoria sottosuolo C

$S_t = 1.0$ - Categoria topografica T1

$$a_g = 0.164 \cdot g$$

Sulla base dei dati sopra riportati risulta pertanto che:

$$a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.47 \cdot 1.0 \cdot 0.164 \cdot g = 0.241 \cdot g$$

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Con il termine di liquefazione si intende generalmente la perdita di resistenza dei terreni saturi, sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso. Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

Questi fenomeni si verificano soprattutto nelle sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa. Vista la prevalenza di argille con sottili livelli di materiali granulari, in conformità con quanto richiesto dai punti 7.11.3.4.2. e C7.11.3.4.2. delle NTC 2008, si ha ragione di ritenere che in caso di un evento sismico il primo sottosuolo presenti un rischio di liquefazione molto basso.

METODOLOGIA D'INDAGINE

Le caratteristiche geomeccaniche del primo sottosuolo vengono determinate sulla base dei dati acquisiti con due prove penetrometriche, effettuate a supporto della realizzazione del primo fabbricato ad uso artigianale nel 2001. Le penetrometrie sono state eseguite utilizzando un penetrometro statico tipo GOUDA da 10 tonnellate.

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$).

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) opportunamente ancorato al suolo (ovvero zavorrato), che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e aste interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta. Lo sforzo necessario per

l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura, collegato al martinetto idraulico.

La punta conica (di tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta/manicotto tipo "Begemann").

Le dimensioni della punta/manicotto sono standardizzate, e precisamente:

- diametro di base del cono $\phi = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono $\alpha = 60^\circ$
- superficie laterale del manicotto $m = 150 \text{ cm}^2$

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'approfondimento.

Nei diagrammi e tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento):

- $R_p \text{ (Kg/cm}^2\text{)} =$ resistenza alla punta (conica)
- $R_L \text{ (Kg/cm}^2\text{)} =$ resistenza laterale (manicotto)

(la resistenza alla punta R_p e la resistenza laterale R_L sono rilevate a intervalli regolari di 20 cm).

Oltre all'elaborazione dei valori di resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati, in base al rapporto R_p/R_L fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro (Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977), ovvero in base ai valori di R_p e del rapporto $FR = (R_L/R_p) \%$ (esperienze di Schmertmann - 1978). Sempre con riferimento alle prove penetrometriche statiche CPT, nelle tavole allegate sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata C_u , angolo di attrito interno efficace ϕ' , densità relativa D_r , modulo edometrico M_o , moduli di deformazione non drenato E_u e drenato E' , peso di volume Y , ecc.).

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E PARAMETRI GEOTECNICI

Le indagini consentono di ricostruire, per i vari strati, le caratteristiche litologiche ed i parametri geotecnici

caratteristiche:

Livello A

Strato che dal piano campagna, annettendo il terreno vegetale, si approfondisce sino a 2 m in argille, talora ad elevata componente organica e torbosa, con valori di:

$$\gamma = 1.85 \text{ t/m}^3 = 18.14 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.95 \text{ t/m}^3 = 19.12 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0.6 \text{ kg/cm}^2 = 58.83 \text{ kPa}$$

$$c' = 0.1 \text{ kg/cm}^2 = 9.81 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 18 [^\circ]$$

$$M_o = 60 \text{ kg/cm}^2 = 5883 \text{ kPa}$$

$$E = 50 \text{ kg/cm}^2 = 4903 \text{ kPa}$$

Livello B

Oltre 2 vi sono argille, talora ad elevata componente organica e torbosa, con sottili livelli di limi sabbiosi, sabbie limose e sabbie, con valori di:

$$\gamma = 1.85 \text{ t/m}^3 = 18.14 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.95 \text{ t/m}^3 = 19.12 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0.55 \text{ kg/cm}^2 = 53.93 \text{ kPa}$$

$$c' = 0.1 \text{ kg/cm}^2 = 9.81 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 20 [^\circ]$$

$$M_o = 55 \text{ kg/cm}^2 = 5393 \text{ kPa}$$

$$E = 44 \text{ kg/cm}^2 = 4413 \text{ kPa}$$

dove: γ = peso di volume; γ_{sat} = peso di volume saturo; C_u = coesione non drenata; c' = coesione efficace; ϕ' = angolo di attrito; M_o = modulo edometrico; E = modulo elastico.

ANALISI GEOTECNICA

Il modello geotecnico schematizza le condizioni stratigrafiche e fisico-meccaniche dei terreni compresi nel volume significativo influenzato dalla struttura dell'intervento.

Ne deriva che il tipo di fondazione è subordinato ai calcoli ingegneristici competenti al progettista desunti da una stima mediata, ragionata e cautelativa dei parametri geotecnici attribuiti ai vari strati.

In questa fase è tuttavia possibile avanzare alcune previsioni ed indicazioni in merito, sulla base delle risultanze dell'indagine geognostica e della distribuzione ed entità dei carichi al suolo che, viste le caratteristiche della struttura, si possono ragionevolmente ipotizzare.

In conformità con quanto prescritto dal D.M. 14/01/08, coordinato con la Circolare esplicativa n° 617 del 02/02/09 si può pertanto procedere, in via indicativa, utilizzando l'approccio 2 nella combinazione A1 + M1 + R3, alla determinazione dello stato limite ultimo (SLU).

Viste le caratteristiche del terreno desunte da indagini ed in base alla tipologia strutturale del fabbricato, si è qui di seguito proceduto ad una verifica della portanza e dei cedimenti di una fondazione su plinto a base quadrata di lato 2.2 m impostata alla profondità minima di 1 m dal p.c.

CALCOLO PORTANZA E CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Norme tecniche per le Costruzioni 2008

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

Eurocodice 7

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	2,2 m
Lunghezza fondazione	2,2 m
Profondità piano di posa	1,0 m
Profondità falda	2,65

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,237
Effetto sismico secondo	Paolucci e Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0,0569

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,49	2,47	0,25
S.L.D.	50,0	0,61	2,49	0,27
S.L.V.	475,0	1,58	2,37	0,29
S.L.C.	975,0	2,01	2,38	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,735	0,2	0,015	0,0075
S.L.D.	0,915	0,2	0,0187	0,0093
S.L.V.	2,324	0,24	0,0569	0,0284
S.L.C.	2,8287	0,28	0,0808	0,0404

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]
2,0	18,14	19,12	18,0	18	9,81	9,81	58,83	4903,0	5883,0
8,0	18,14	19,12	20,0	20	9,81	9,81	53,93	4413,0	5393,0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

N _f	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso unitario volume in fondazione	Peso unitario volume copertura	Coeff. Rd Capacità portante verticale	Coeff. Rd Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: MEYERHOF (1963)

Carico limite [Qult]	413,99 kN/m ²
Resistenza di progetto[Rd]	180,0 kN/m ²
Tensione [Ed]	50,0 kN/m ²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	8,28

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 16559,64 kN/m³

APPROCCIO 2 – COBINAZIONE A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,2
Fattore profondità [Dc]	0,18
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	435,98 kN/m ²
Resistenza di progetto	189,56 kN/m ²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,7
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,3
Fattore forma [Sg]	0,8
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	454,07 kN/m ²
Resistenza di progetto	197,42 kN/m ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,2
Fattore profondità [Dc]	1,09
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,0

Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	413,99 kN/m ²
Resistenza di progetto	180,0 kN/m ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,2
Fattore profondità [Dc]	0,18
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	435,98 kN/m ²
Resistenza di progetto	189,56 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,2
Fattore profondità [Dc]	1,18
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	446,98 kN/m ²
Resistenza di progetto	194,34 kN/m ²

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Pressione normale di progetto	40,0 kN/m ²
Cedimento totale	0,63 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wt (cm)
1	1,5	27,21	20,654	Edometrico	0,35
2	6	79,27	1,87	Edometrico	0,28

RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini penetrometriche statiche, effettuate nel 2001 a supporto della realizzazione del fabbricato artigianale, hanno riscontrato la presenza di un tipico deposito alluvionale costituito in prevalenza da materiali coesivi (limi ed argille, talora ad elevata componente organica e torbosa) a cui, in modo irregolare, si alternano livelli di limi sabbiosi, sabbie limose e sabbie.

In base alle risultanze del sondaggio sismico, il valore del V_{s30} , pari a 236 m/s, consente di assimilare il suolo di fondazione alla categoria C di azione sismica “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*” con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{v,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Mediante l'utilizzo di un apposito programma per il “Calcolo dello Spettro Sismico”, ideato dagli Ingegneri Red Shift & Afazio, in cui vengono generati accelerogrammi correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito, si è proceduto poi al calcolo del valore dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per la definizione dell’Azione Sismica locale. Riferiti all’area in oggetto, al $TR = 475$ anni dello Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita, sono stati ottenuti i seguenti valori: $a_g = a_g/g = 1.612 / 9.81 = 0.164$; $F_0 = 2.37$; $T_c^* = 0.29$.

Elaborando i dati, il programma ha prodotto gli spettri elastici SLU; è stata inoltre calcolata l’accelerazione massima attesa al sito di $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.47 \cdot 1.0 \cdot 0.164 \cdot g = 0.241 \cdot g$.

Vista la prevalenza di argille con sottili livelli di materiali granulari, in conformità con quanto richiesto dai punti 7.11.3.4.2. e C7.11.3.4.2. delle NTC 2008, si ha ragione di ritenere che in caso di un evento sismico il primo sottosuolo presenti un rischio di liquefazione molto basso.

Sulla base dei parametri geomeccanici del terreno acquisiti con le indagini si è proceduto alla valutazione del peso di volume (γ), dell’angolo di attrito interno (ϕ), della coesione non drenata (C_u),

della coesione efficace (c'), del modulo edometrico (M_0) e del modulo elastico (E) per gli strati che caratterizzano il primo sottosuolo.

In via indicativa, suddetti valori sono stati utilizzati a supporto della valutazione della capacità portante e dei cedimenti di una fondazione su plinto a base quadrata di lato 2.2 m impostata alla profondità minima di 1 m dal p.c.

Le verifiche sono state effettuate in conformità con quanto prescritto dal D.M. 14/01/08, coordinato con la Circolare esplicativa n° 617 del 02/02/09, mediante l'approccio 2, nella combinazione (A1 + M1 + R3).

Il valore più cautelativo della Resistenza di progetto, pari a 180 kN/m², è stato ottenuto con la Teoria di Meyerhof.

Mediante l'approccio edometrico, che consente di valutare cedimenti di consolidazione di tipo monodimensionale, si è poi proceduto alla valutazione degli abbassamenti a lungo termine. Sempre operando con una fondazione su plinto a base quadrata di lato 2.2 m, impostata alla profondità minima di 1 m dal p.c., sono stati quantificati abbassamenti di 0.63 cm.

Sulla base dei parametri geomeccanici del primo sottosuolo ottenuti con le indagini le verifiche di calcolo hanno altresì consentito di stimare il valore del modulo di reazione di sottofondo, secondo Winkler (K_w), in 1.6 Kg/cm³.

Verifiche effettuate nei fori di sondaggio hanno evidenziato la presenza d'acqua a 2.65 m dal p.c.; è altresì vero che si tratta di una falda leggermente in pressione che risente delle variazioni stagionali.

Pur potendo quindi escludere un'interazione delle fondazioni impostate a 1 m dal p.c. con acqua di falda, per impedire l'ammollimento del terreno, occorrerà inoltre porre massima attenzione nella raccolta e nell'allontanamento di tutte le acque di scarico che dovrà essere effettuato, in direzione della rete drenante principale, utilizzando tubazioni e raccordi a perfetta tenuta.

Nel rispetto di quanto in precedenza esposto e delle disposizioni delle leggi vigenti, siano esse nazionali che regionali (D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni") che prescrivono un'attenta verifica dell'idoneità delle strutture in funzione delle caratteristiche del primo sottosuolo, si

winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

Main results

Dataset: ZANNLDAT

Mean model

Vs (m/s): 110, 205, 208, 292, 385, 347, 411

Standard deviations (m/s): 3, 14, 28, 54, 72, 62, 86

Thickness (m): 2.1, 10.0, 3.5, 4.0, 4.4, 10.6

Standard deviations (m): 0.1, 1.0, 0.7, 0.6, 0.6, 1.4

Density (g/cm³) (approximate values): 1.79, 1.87, 1.94, 2.04, 2.14, 1.97, 2.06

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 22, 79, 84, 174, 317, 238, 349

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: Mammolo (RE) via Cantù cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

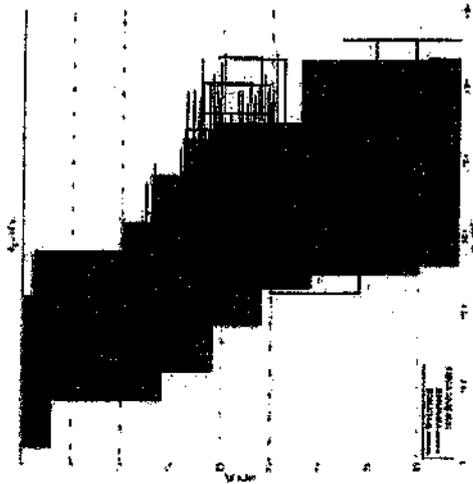
Vp (m/s): 333, 470, 619, 952, 1416, 720, 1042

Poisson: 0.44, 0.38, 0.44, 0.45, 0.46, 0.35, 0.41

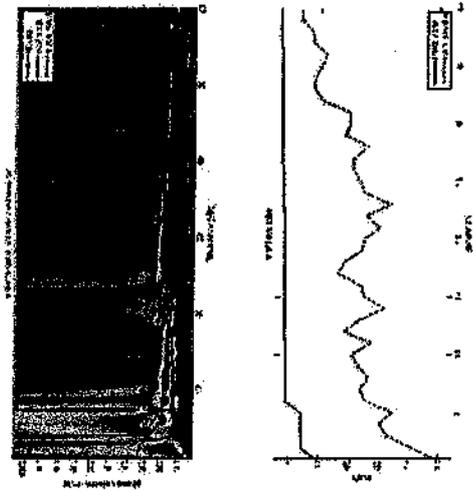
Vs30 (m/s): 236

Soil classification:

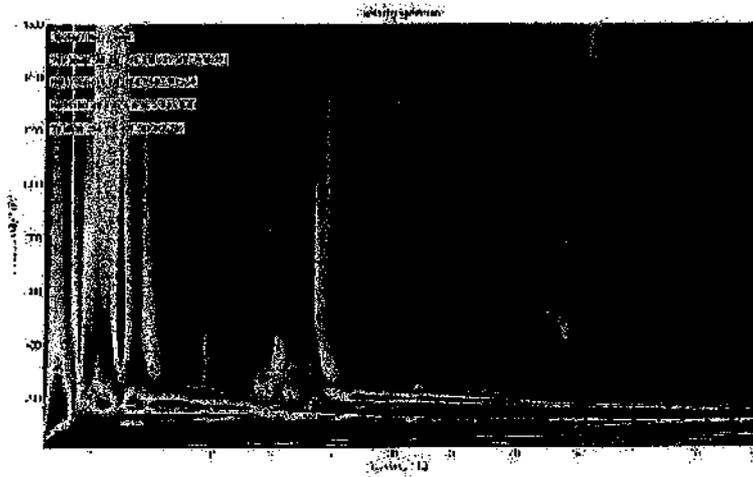
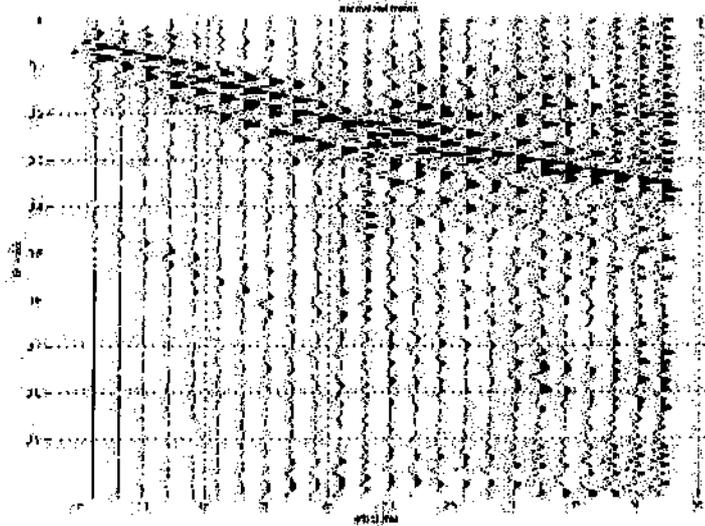
C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{v30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

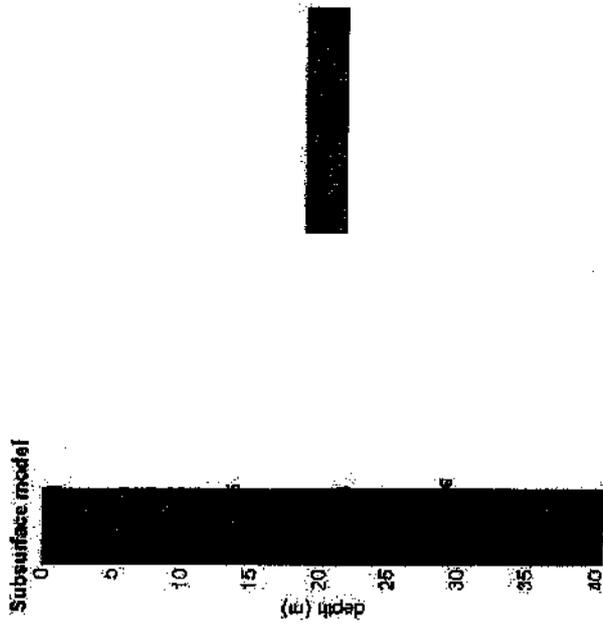


GRUPPO EDITORIALE
L'ESPRESSO
Via Biancamano 1, 00187 Roma
Tel. 06 47821
www.espressonline.it



INFORMAZIONI
CANTIERE
OPERAZIONE
DESCRIZIONE





DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 16
TEL. (0522) 964819

Rifer. 72-2001

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 1
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.010496-099

- committente : Sig. Zanni Mauro
- lavoro : Costruzione laboratorio artigianale
- località : Via Cantù - Marmirolo di Reggio nell'Emilia
- note :
- data : 05/10/2001
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,65 m da quota inizio
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/Rl	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/Rl
m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-
0,20	4,5	---	9,0	0,40	22,0	5,20	12,5	20,0	25,0	1,13	22,0
0,40	3,0	6,0	6,0	0,53	11,0	5,40	13,0	21,5	26,0	1,07	24,0
0,60	9,0	13,0	18,0	1,00	18,0	5,60	12,0	20,0	24,0	0,87	28,0
0,80	12,5	20,0	25,0	0,47	54,0	5,80	8,5	15,0	17,0	0,67	25,0
1,00	12,5	16,0	25,0	1,47	17,0	6,00	8,5	13,5	17,0	0,90	21,0
1,20	22,0	33,0	44,0	3,20	14,0	6,20	13,0	19,0	26,0	1,00	26,0
1,40	19,0	43,0	38,0	3,20	12,0	6,40	15,0	22,5	30,0	1,27	24,0
1,60	17,0	41,0	34,0	2,87	12,0	6,60	16,0	25,5	32,0	0,87	37,0
1,80	11,5	33,0	23,0	1,80	13,0	6,80	13,0	19,5	26,0	1,33	19,0
2,00	9,5	23,0	19,0	1,00	19,0	7,00	11,0	21,0	22,0	0,93	24,0
2,20	8,5	16,0	17,0	0,93	18,0	7,20	10,0	17,0	20,0	0,80	25,0
2,40	7,5	14,5	15,0	0,47	32,0	7,40	11,0	17,0	22,0	0,93	24,0
2,60	4,5	8,0	9,0	0,40	22,0	7,60	10,0	17,0	20,0	0,60	33,0
2,80	8,0	11,0	16,0	0,27	60,0	7,80	8,5	13,0	17,0	0,53	32,0
3,00	11,0	13,0	22,0	0,60	27,0	8,00	5,5	9,5	11,0	0,33	33,0
3,20	12,0	18,0	24,0	0,80	30,0	8,20	9,5	12,0	19,0	0,47	41,0
3,40	7,5	13,5	15,0	0,80	19,0	8,40	7,5	11,0	15,0	0,53	29,0
3,60	6,5	12,5	13,0	0,33	39,0	8,60	6,5	10,5	13,0	0,47	28,0
3,80	6,0	8,5	12,0	0,53	22,0	8,80	6,5	10,0	13,0	0,60	22,0
4,00	5,5	9,5	11,0	0,67	16,0	9,00	6,0	10,5	12,0	0,73	16,0
4,20	6,0	13,0	16,0	0,67	24,0	9,20	8,5	14,0	17,0	0,87	20,0
4,40	7,0	12,0	14,0	0,67	21,0	9,40	6,5	13,0	13,0	0,67	19,0
4,60	6,5	11,5	13,0	0,60	22,0	9,60	15,0	20,0	30,0	1,07	28,0
4,80	8,5	13,0	17,0	0,87	20,0	9,80	12,0	20,0	24,0	1,20	20,0
5,00	10,0	16,5	20,0	1,00	20,0	10,00	10,0	19,0	20,0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 26 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\alpha = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manico laterale (superficie 150 cm²)

Software by: Dr. D. Merlin - D425/040820

CONSULENZE NEL CAMPO GEOLOGICO GEOTECNICO ED ESTRATTIVO

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
 42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 16
 TEL. (0522) 984819

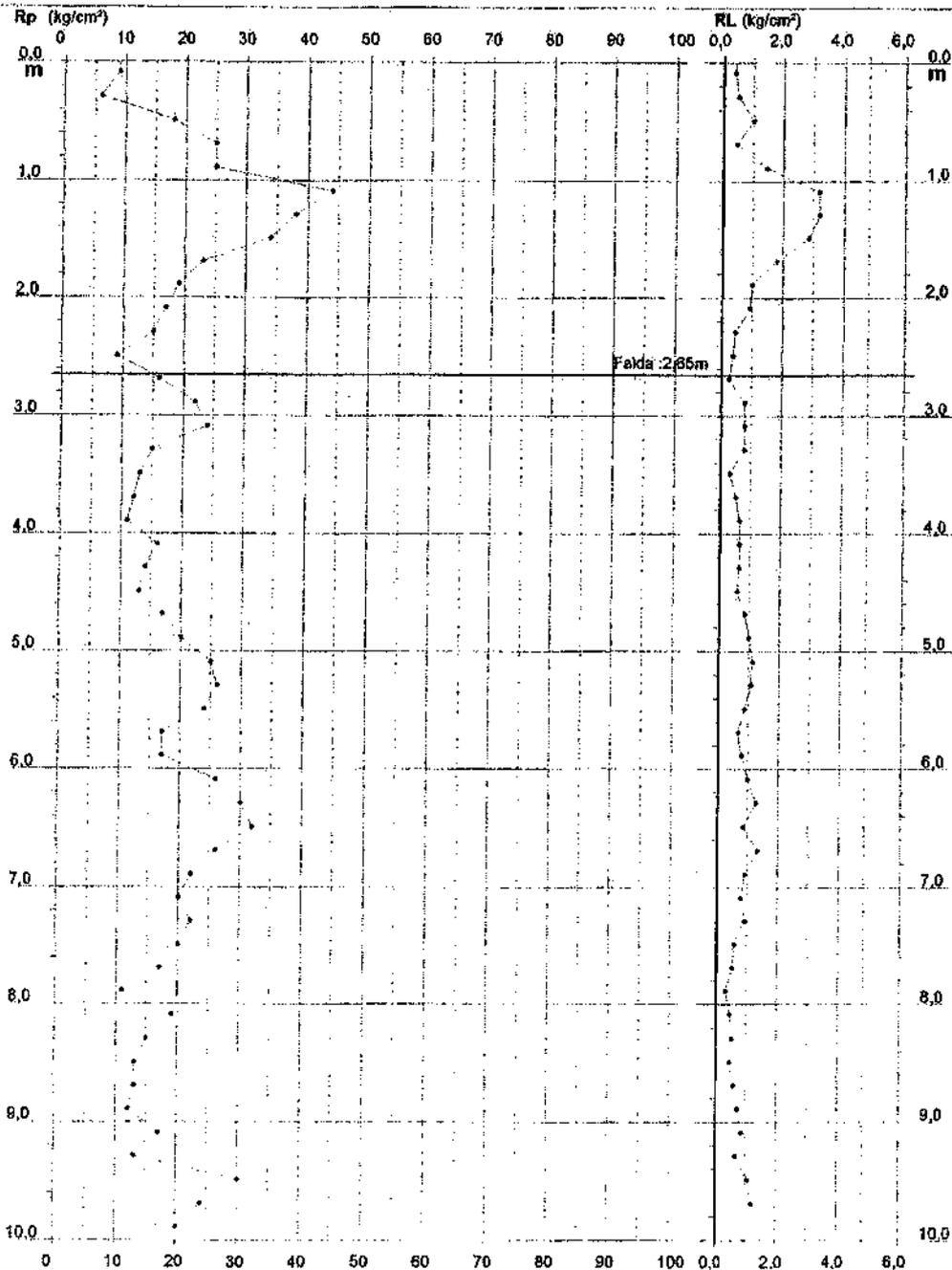
Rifer. 72-2001

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

2.010496-056

- committente :	Sig. Zanni Mauro	- data :	05/10/2001
- lavoro :	Costruzione laboratorio artigianale	- quota inizio :	Piano Campagna
- località :	Via Cantù - Marmirolo di Reggio nell'Emilia	- prof. falda :	2,65 m da quota inizio
		- scala vert. :	1 : 50



Software by Dr.D.Merli - 0425640820

CONSULENZE NEL CAMPO GEOLOGICO GEOTECNICO ED ESTRATTIVO

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Rifer. 72-2001

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

2.010496-059

- committente : Sig. Zanni Mauro
- lavoro : Costruzione laboratorio artigianale
- località : Via Cantù - Marmirolo di Reggio nell'Emilia
- note :
- data : 05/10/2001
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,65 m da quota inizio
- pagina : 1

prf m	LP Kg/cm ²	LL Kg/cm ²	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -	prf m	LP Kg/cm ²	LL Kg/cm ²	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -
0,20	5,0	---	10,0	0,13	75,0	5,20	14,5	22,0	29,0	1,07	27,0
0,40	10,0	11,0	20,0	0,73	27,0	5,40	15,0	23,0	30,0	1,33	22,0
0,60	17,0	22,5	34,0	1,33	25,0	5,60	9,0	19,0	18,0	1,47	12,0
0,80	24,0	34,0	48,0	0,93	51,0	5,80	8,0	19,0	16,0	1,80	9,0
1,00	30,0	37,0	60,0	3,47	17,0	6,00	9,0	22,5	18,0	1,67	11,0
1,20	22,0	48,0	44,0	2,13	21,0	6,20	9,5	22,0	19,0	1,60	12,0
1,40	15,0	31,0	30,0	2,40	12,0	6,40	9,0	21,0	18,0	1,53	12,0
1,60	15,0	33,0	30,0	1,60	19,0	6,60	8,5	20,0	17,0	1,47	12,0
1,80	21,0	33,0	42,0	2,13	20,0	6,80	9,0	20,0	18,0	1,27	14,0
2,00	17,0	33,0	34,0	2,93	12,0	7,00	8,5	18,0	17,0	1,33	13,0
2,20	11,0	33,0	22,0	2,20	10,0	7,20	9,5	19,5	19,0	1,20	16,0
2,40	8,5	25,0	17,0	1,00	17,0	7,40	9,0	18,0	18,0	1,07	17,0
2,60	8,5	16,0	17,0	1,13	15,0	7,60	9,0	17,0	18,0	1,13	16,0
2,80	7,0	15,5	14,0	1,00	14,0	7,80	7,5	16,0	15,0	0,93	16,0
3,00	6,5	14,0	13,0	1,13	11,0	8,00	5,0	12,0	10,0	0,73	14,0
3,20	7,5	16,0	15,0	1,00	15,0	8,20	6,5	12,0	13,0	0,67	19,0
3,40	8,5	16,0	17,0	1,33	13,0	8,40	6,0	11,0	12,0	0,73	16,0
3,60	8,5	18,5	17,0	1,27	13,0	8,60	7,0	12,5	14,0	0,87	16,0
3,80	8,5	18,0	17,0	1,20	14,0	8,80	4,5	11,0	9,0	0,80	11,0
4,00	8,5	17,5	17,0	1,13	15,0	9,00	4,5	10,5	9,0	0,80	11,0
4,20	6,0	14,5	12,0	1,00	12,0	9,20	7,5	13,5	15,0	0,93	16,0
4,40	6,5	14,0	13,0	0,87	15,0	9,40	6,5	13,5	13,0	0,87	15,0
4,60	6,5	13,0	13,0	0,87	15,0	9,60	5,5	12,0	11,0	0,80	14,0
4,80	6,5	13,0	13,0	0,93	14,0	9,80	7,5	13,5	15,0	0,87	17,0
5,00	7,0	14,0	14,0	1,00	14,0	10,00	5,0	11,5	10,0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 20$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Software by: Dr.D.Martin - 0425840820

CONSULENZE NEL CAMPO GEOLOGICO GEOTECNICO ED ESTRATTIVO

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
 42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18
 TEL. (0522) 984819

Rifer. 72-2001

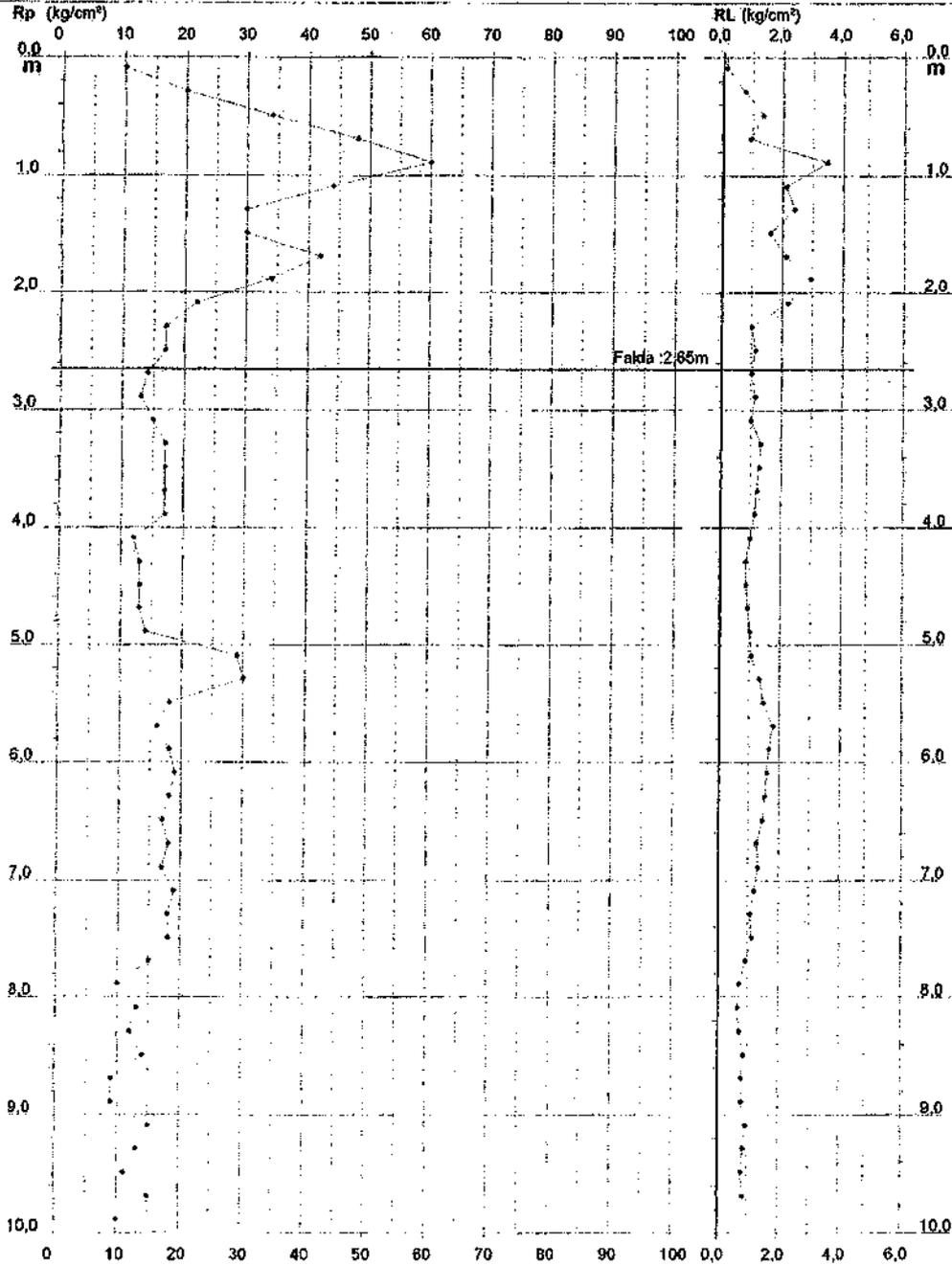
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

2.010496-059

- committente : Sig. Zanni Mauro
 - lavoro : Costruzione laboratorio artigianale
 - località : Via Cantù - Marmirolo di Reggio nell'Emilia

- data : 05/10/2001
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 2,65 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 50



Software by: Dr.D.Martin - 0425/840820

CONSULENZE NEL CAMPO GEOLOGICO GEOTECNICO ED ESTRATTIVO

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Rifer. 72-2001

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.010496-059

- committente : Sig. Zanni Mauro
- lavoro : Costruzione laboratorio artigianale
- località : Via Cantù - Marmirolo di Reggio nell'Emilia
- note :
- data : 05/10/2001
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,65 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rp (-)	Natura Litol.	γ t/m³	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
					ρ _{vo} kg/cm³	Cu (%)	OCR (%)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	a1s (°)	a2s (°)	a3s (°)	a4s (°)	edm (%)	emy (%)	Amaz/g (%)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	10	75	4/1	1,85	0,04	0,50	89,9	85	128	40	73	38	40	42	44	41	26	0,169	17	25	30
0,40	20	27	4/1	1,85	0,07	0,80	89,9	136	204	60	80	39	41	43	44	41	27	0,191	33	50	60
0,60	34	25	4/1	1,85	0,11	1,13	86,9	193	289	102	89	40	42	43	45	42	29	0,218	57	85	102
0,80	48	51	3/1	1,85	0,15	-	-	-	-	-	93	41	42	44	45	42	31	0,235	80	120	144
1,00	60	17	4/1	1,85	0,19	2,00	89,9	340	510	160	98	41	43	44	46	42	32	0,248	100	150	180
1,20	74	21	4/1	1,85	0,22	1,47	89,5	249	374	132	80	39	41	43	44	40	31	0,162	73	110	132
1,40	90	12	4/1	1,85	0,28	1,80	89,9	170	255	90	64	37	39	41	43	38	29	0,140	50	75	90
1,60	30	19	4/1	1,85	0,30	1,00	28,8	170	255	80	60	35	38	41	43	37	29	0,151	50	75	90
1,80	42	20	4/1	1,85	0,33	1,40	37,8	239	357	128	69	39	40	41	44	38	30	0,158	70	105	128
2,00	54	12	4/1	1,85	0,37	1,13	25,4	193	289	102	59	36	38	40	43	37	29	0,128	57	85	102
2,20	22	10	4/1	1,85	0,41	0,85	19,7	144	216	66	42	34	36	39	41	34	28	0,094	37	55	66
2,40	17	17	2/III	1,85	0,44	0,72	11,6	123	184	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,60	17	15	2/III	1,85	0,48	0,72	10,5	123	184	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,80	14	14	2/III	0,94	0,84	0,84	6,5	119	178	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	13	11	2/III	0,93	0,52	0,60	7,6	128	189	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,20	15	15	2/III	0,85	0,54	0,67	8,2	128	192	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,40	17	13	2/III	0,87	0,56	0,72	8,7	132	198	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,60	17	13	2/III	0,87	0,58	0,72	8,3	137	206	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,80	17	14	2/III	0,87	0,60	0,72	8,0	143	214	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,00	17	15	2/III	0,87	0,61	0,72	7,7	148	224	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,20	12	12	2/III	0,92	0,63	0,67	5,5	171	257	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,40	13	15	2/III	0,93	0,65	0,60	5,7	175	263	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,60	13	15	2/III	0,93	0,67	0,60	5,5	182	272	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,80	13	14	2/III	0,93	0,69	0,60	5,3	188	282	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,00	14	14	2/III	0,94	0,71	0,64	5,6	192	288	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,20	29	27	4/1	0,96	0,73	0,68	8,2	173	259	67	37	33	36	38	41	32	29	0,073	48	73	87
5,40	30	22	4/1	0,96	0,75	1,00	9,0	177	266	80	38	33	36	38	41	32	29	0,075	50	75	90
5,60	18	12	2/III	0,98	0,77	0,75	6,1	202	302	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,80	16	9	2/III	0,96	0,79	0,70	5,4	214	321	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,00	18	11	2/III	0,98	0,80	0,75	5,7	216	324	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,20	19	12	2/III	0,99	0,82	0,76	5,6	220	330	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,40	18	12	2/III	0,98	0,84	0,75	5,4	230	344	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,60	17	12	2/III	0,97	0,86	0,72	5,0	238	357	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,80	18	14	2/III	0,99	0,88	0,75	5,1	243	364	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,00	17	13	2/III	0,97	0,90	0,72	4,8	251	376	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,20	19	16	2/III	0,99	0,92	0,76	5,1	254	381	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,40	18	17	2/III	0,98	0,94	0,75	4,7	262	393	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,60	18	16	2/III	0,98	0,96	0,75	4,5	268	402	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,80	15	16	2/III	0,95	0,98	0,67	3,9	275	413	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,00	10	14	2/III	0,90	1,00	0,50	2,6	280	380	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,20	13	19	2/III	0,93	1,02	0,60	3,3	284	428	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,40	12	16	2/III	0,92	1,04	0,57	3,0	283	424	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,60	14	18	2/III	0,94	1,05	0,64	3,3	296	444	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,80	9	11	2/III	0,88	1,07	0,45	2,1	249	374	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,00	9	11	2/III	0,88	1,09	0,45	2,1	250	375	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,20	15	16	2/III	0,95	1,11	0,67	3,3	311	466	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,40	13	15	2/III	0,93	1,13	0,60	2,9	304	456	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,60	11	14	2/III	0,91	1,15	0,54	2,4	287	430	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,80	15	17	2/III	0,95	1,18	0,67	3,1	322	463	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,00	10	-	2/III	0,90	1,18	0,50	2,1	278	414	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

