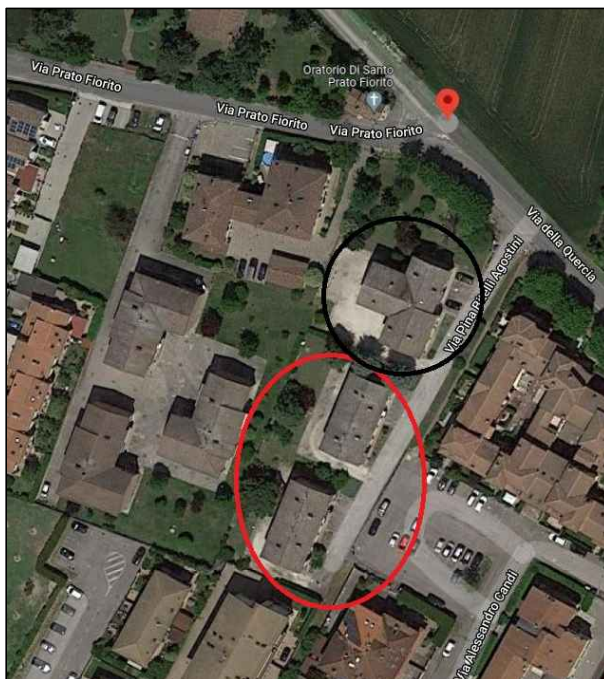




COMUNE di CENTO

Provincia di FERRARA



PROGRAMMA "SICURO, VERDE E SOCIALE. RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA" P.C. P.N.R.R.

Via della Quercia n. 20-22-24 - COMUNE di CENTO (FE)

ID: FE_07

Titolare della progettazione



ACER FERRARA
C.so V.Veneto, 7 - 44121 Ferrara

Servizio Tecnico
Dirigente: arch. M.Cenacchi

Azienda con sistema qualità certificato in
conformità alla normativa ISO 9001:2015

Responsabile unico del procedimento

ACER FERRARA Servizio tecnico: arch. M. Cenacchi

Coordinamento generale programma

ACER FERRARA Servizio tecnico: ing. G. Addesso

Progetto architettonico

arch. Bellino Galante

Progetto strutture

ing. Massimo Muzzioli

Progetto impianti elettrici e Relazione Legge 10

ing. Massimiliano Campanella

Sicurezza in Fase di Progettazione D.Lgs. 81/2008 e.s.m.

arch. Giuseppe Rondinelli

Collaboratori

geom. Stefano Dianati

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

titolo elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA

cod. commessa

2105

codice elaborato

scala

ST-P-D04-2

REV 0	Emissione	Marzo 2022
REV 1	Revisione	Aprile 2022
REV 2	Aggiornamento	ottobre 2022

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella
GEOLOGIA FERRARA S.N.C.

via dell'artigianato, 3
44033 – Ro Ferrarese (FE)
cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it
P. IVA: 01926240381

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER
CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA
DELLA QUERCIA, NEL COMUNE DI CENTO – ID
380040081
NTC 18 – D.M. 17/01/18



REGIONE EMILIA ROMAGNA - PROVINCIA DI FERRARA - COMUNE DI CENTO

**RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE
DELL'AREA, SITA IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNE DI CENTO –
ID 380040081**

NORMATIVA SISMICA NTC 18 COME DA D.M. 17/01/18 “NTC 2018”
Ai sensi del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17/01/2018

Committente : Azienda Casa Emilia Romagna (ACER)

Relatore : Dr. Geol. Zanella Fabio



rif. 56/22GF

RIVA DEL PO (FE), 14/03/2022

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 3 44033 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
3. NORMATIVE, BIBLIOGRAFIA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	5
4. RICOSTRUZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DEL TERRITORIO IN ESAME	6
4.1 Inquadramento Geologico Regionale e Locale	8
4.2 Vincoli.....	12
5. MODELLO SISMICO	13
6. PROGRAMMA DELLE INDAGINI.....	24
6.1 Prova penetrometrica statica con punta elettrica e con sismocono (SCPTU-CPTU)	26
6.2 Modello Geotecnico del Sottosuolo	33
7. CLASSIFICAZIONE SECONDO L'O.P.C.M. 3274	35
7.1 Determinazione della categoria di suolo	35
7.2 Spettri di Risposta NTC	38
7.3 Parametri sismici (Pericolosità sismica di base e di sito)	42
8. LIQUEFAZIONE.....	48
9. PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL TERRITORIO.....	53
9.1 Caratteri idrogeologici e idrologici	54
10. TIPO DI FONDAZIONI	55
11. FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	56
11.1 Calcolo RD.....	56
12. CONSIDERAZIONI SUI CEDIMENTI	61
13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	63

Allegato 1 Rapporti di Prova Penetrometriche SCPTU1 -CPTU2

1. PREMESSA

L'indagine geologica effettuata, dovrà essere orientata alla ricostruzione dei caratteri, litologici, e più in generale di pericolosità geologica del territorio.

Deve, quindi, essere sviluppata in modo da costituire utile elemento di riferimento per l'inquadramento, da parte del progettista, delle problematiche geotecniche e sismiche a piccola e grande scala e del programma delle indagini.

La presente relazione viene redatta su incarico e per conto della committenza, per verificare l'idoneità dei terreni in esame, fornendo anche una parametrizzazione geotecnica e sismica dei terreni interessanti tre edifici di proprietà della committenza siti in via della Quercia 20, 22, 24, nel comune di Cento (FE), come da Decreto Ministeriale del gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”.



Figura 1 - Immagine Google Earth – Ubicazione dell'area oggetto di indagine

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona destinata all'intervento in oggetto (figura 1, 2), ubicata in via della Quercia 20, 22, 24, del comune di Cento (FE), in un'area a topografia pianeggiante, ad uso residenziale mediamente urbanizzata.

ID: 380040081

Coordinate – Lat. 44.734436°, Long. 11.285018°



Figura 2 - Immagine Google Earth – Ubicazione dell'area oggetto di indagine

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 3 44033 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

3. NORMATIVE, BIBLIOGRAFIA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

Legge 2 febbraio 1974 n° 64: “Provvedimenti per le costruzioni con particolare riguardo per le zone sismiche”

D.M. 16 gennaio 1996 Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche

Ordinanze P.C.M. 20 marzo 2003 n° 3274 e 2 ottobre 2003 n° 3316: “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”

A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana: “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (giugno 1977)”.

A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana: “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica”
Linee guida (marzo 2005).

D.M. 17 gennaio 2018: “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” NTC18

D.M. 17 gennaio 2018: “Circolare esplicativa 21 Gennaio 2019 n.7” C.S. LL. PP.

PSC associazione intercomunale alto ferrarese (comune di Cento)

4. RICOSTRUZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DEL TERRITORIO IN ESAME

Il territorio della Provincia di Ferrara è parte integrante della Pianura Padana, ed in quanto tale, il suo costituirsi, va visto nel contesto più generale della evoluzione geomorfologia Olocenica della pianura ferrarese, con particolare riguardo agli ultimi 3000 anni.

Il meccanismo di formazione e trasformazione di questo territorio è il frutto di processi geologici e geomorfologici che si sovrappongono, nello spazio e nel tempo, e che principalmente sono la sedimentazione fluviale e costiera, la subsidenza, le variazioni del livello marino.

Per evoluzione geomorfologia si intende specificatamente, la progradazione dell'apparato deltizio del Po, che fece seguito alla trasgressione Flandriana, con lo sviluppo di canali distributori, oggi rimasti come residui dossivi a far da limite a catini interfluviali morfologicamente depressi, anche in relazione al maggior tasso di subsidenza effetto della maggiore costipabilità dei sedimenti fini.

Un corso d'acqua naturale ormai giunto vicino alla foce, al momento della piena, deposita i sedimenti più grossolani, in questo caso sabbie e limi, entro l'alveo oppure al di fuori di esso se sussistono le condizioni per una sua tracimazione.

Appena l'acqua può espandersi perde energia e lascia gran parte del suo "carico" ai lati dell'alveo stesso, formando così degli argini naturali.

Le frazioni più fini dei materiali trasportati, restano in sospensione finché l'energia non diminuisce ancora fino ad annullarsi, dove l'acqua si ferma e ristagna.

Il volume minore occupato dalle granulometrie fini e la maggiore costipabilità dei sedimenti a cui danno origine causano, nel tempo, una differenziazione altimetrica tra gli alvei, che diventano pensili, ed i bacini di sedimentazione laterali che divengono via via depressioni a forma di catino delimitate dai tracciati fluviali.

La distribuzione sul territorio di queste forme geomorfologiche, condiziona anche il flusso della falda freatica: in genere i paleoalvei corrispondono a zone di distribuzione e di alimentazione della falda freatica, laddove i catini interfluviali corrispondono a zone di drenaggio e richiamo delle acque.

Dalla Carta Geomorfologica della Pianura Padana di cui è visibile uno stralcio in fig. 3, si può osservare come l'area risulti inserita in prossimità di un dosso fluviale meno pronunciato. L'area è caratterizzata da depositi a granulometria medio-grossolana quali sabbie e limi sabbiosi.

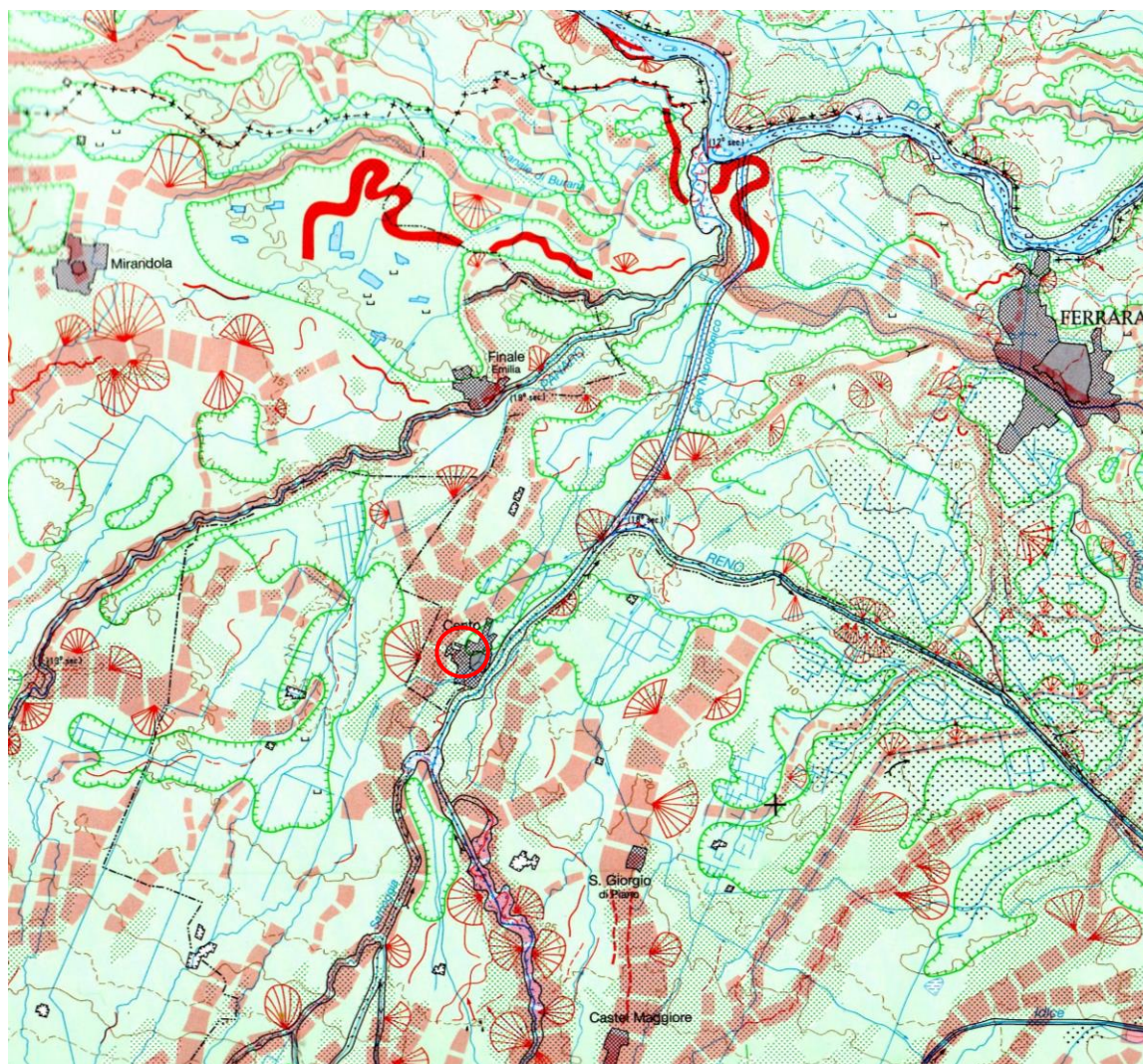
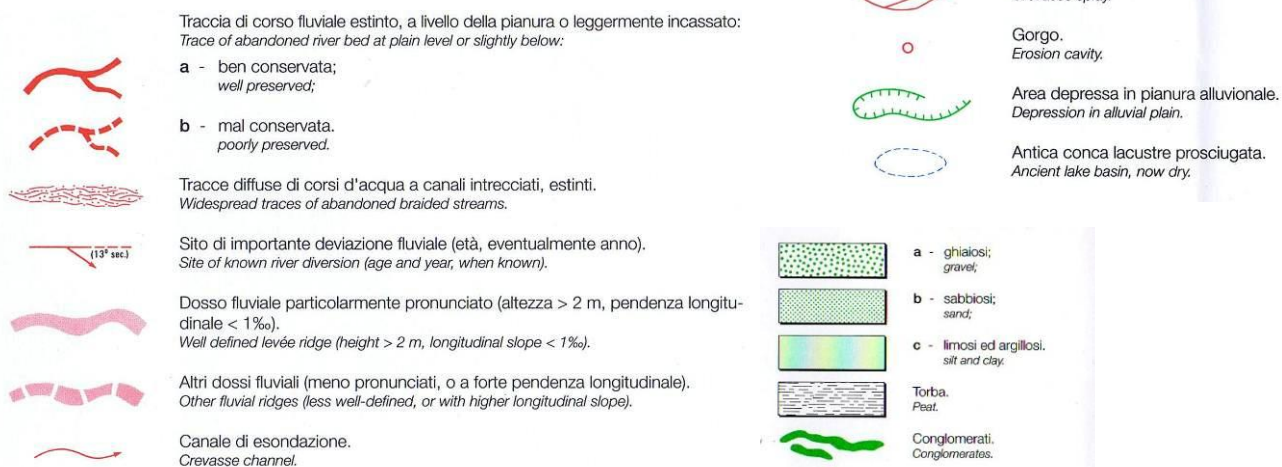


Figura 3 Stralcio Carta Geomorfologia della Pianura Padana

○ Area indagata

Legenda



Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 3 44033 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

Per quanto riguarda il corso attuale del Po, va ricordato che si tratta di un alveo di età relativamente recente, che è comunemente datato al Basso Medio Evo (XI o XII sec.); se ne attribuisce infatti la formazione alla cosiddetta *Rotta di Ficarolo*, che lo ha staccato dal corso precedente rivolto verso Bondeno e Ferrara (Po di Ferrara).

Nei successivi secoli l'alveo ha subito varie modificazioni dovute principalmente all'uomo che lo ha munito di argini artificiali soprattutto a partire dal XIV secolo, quando è divenuto il corso padano principale innalzandone frequentemente gli argini specie dopo il XVII secolo, quando è divenuto l'unico corso attivo del Po in questa parte della bassa Padania.

In conseguenza di tali interventi l'alveo è divenuto nettamente pensile, cioè con golene decisamente più alte dei territori circostanti.

In generale, quindi, i terreni superficiali dell'area, oggetto dell'intervento previsto, potranno corrispondere in larga misura ad un ambiente con episodi localizzati da bassa energia - *terreni coesivi*, da non escludere però alcuni spessori o strati caratterizzati da alte energie-terreni granulari.

Dal punto di vista altimetrico, l'area in esame, risulta compresa tra +7.00 metri e +8.00 metri s.l.m. circa, con una situazione generale di debole pendenza verso nord-est.

4.1 Inquadramento Geologico Regionale e Locale

Il vero fronte appenninico, quindi, situato circa all'altezza del Po, sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano – veneta.

Si può così schematizzare che l'evoluzione del territorio dell'Emilia – Romagna coincide con l'evoluzione del settore esterno della catena nord – appenninica.

L'Appennino settentrionale è una catena a *thrusts* facente parte del sistema alpino, formatosi in gran parte a spese della placca Adriatica per l'interazione fra le placche Africana ed Eurasiatica.

Si tratta, quindi, di un edificio formato da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini: il dominio Ligure, i cui sedimenti si sono depositi originariamente su crosta oceanica (*Liguridi*) e il dominio Tosco – Umbro – Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria la cui età inizia a partire dal Triassico (circa 200 M.ni di anni fa).

La Pianura Padana, al cui interno è inserita l'area in esame, è costituita da un cuneo di sedimenti depositi, ad iniziare dall'Eocene, in un bacino subsidente che veniva riempito progressivamente,

<p>Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 3 44033 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18</p>
--	---

dapprima solo con materiale proveniente dalla catena alpina e poi anche con materiale della catena appenninica, durante e dopo la loro rispettiva emersione.

La disposizione e l'assetto di tali sedimenti corrispondono alla più recente storia evolutiva tettonica e sedimentaria del bacino padano.

In particolare la formazione della piana alluvionale e del territorio del delta del Po rappresentano l'ultimo atto di tale evoluzione.

Dal punto di vista geologico – strutturale (fig.5), il bacino dell'attuale Pianura Padana tuttora subsidente, era compreso nel più ampio Bacino Padano – Adriatico, che corrisponde alla zona di subsidenza sin – orogenica e post – orogenica compresa tra le zone di sollevamento dell'Appennino e delle Alpi; strutturalmente il bacino padano può essere considerato in generale, come un'area di avanfossa, originatasi dalla progressiva subduzione della placca Africana verso quella Europea con probabile subduzione della interposta microplacca padano – adriatica soggetta ad un doppio fenomeno di compressione, al di sotto delle coltri appenniniche e sud alpine.

L'arco delle pieghe ferraresi – romagnole, ora sepolte dalla coltre alluvionale, reso noto dalle prospezioni del sottosuolo per ricerche di idrocarburi, è l'elemento strutturale più esterno dell'Appennino settentrionale, all'interno del quale si possono distinguere:

- le pieghe ferraresi, più esterne, con nucleo mesozoico molto sollevato e tettonizzato, in posizione elevata in sovrascorrimento sul Terziario, e serie terziarie di spessore generalmente ridotto o mancante;
- le pieghe romagnole relativamente più interne e le pieghe adriatiche, le quali si sviluppano prevalentemente nell'area marina.

Nel Pliocene inferiore, la zona ferrarese viene interessata da una moderata subsidenza, più accentuata in corrispondenza degli assi sinclinalici esterni alle pieghe ferraresi.

Il mare di questo periodo copriva anche le strutture positive dell'area, sulle quali si depositavano spessori più esigui di sedimenti.

Nella zona intorno a Ferrara ed in corrispondenza del litorale attuale, lo spessore dei sedimenti pliocenici si aggira intorno ai 1000 metri, mentre il complesso di quelli quaternari supera quasi ovunque i 3000 metri, con massimi verso l'Adriatico.

Di seguito si riportano le caratteristiche dell'unità geologica locale:

Comune di Cento (FE)

Ambienti deposiz. e litologie (50K) sabbia limosa di piana deltizia Unità geologiche (50K) AES8 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna	sigla	AES8
	nome	Subsintema di Ravenna
	nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna
	tipo	subsintema
	descrizione	Unità costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da limi, limi sabbiosi e limi argillosi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana deltizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta spesso un suolo parzialmente decarbonatato non molto sviluppato di colore giallo-bruno
	legenda	AES8 - Sintema emiliano-romagnolo superiore – Sub. di Ravenna
	etÀ	Pleistocene sup. - Olocene
	sigla	SL
	tessitura	sabbia limosa
	deposito	deposito di canale distributore, argine e rotta
	ambiente	piana deltizia

Depositi di canale distributore, argine e rotta adiacenti a depositi di piana deltizia

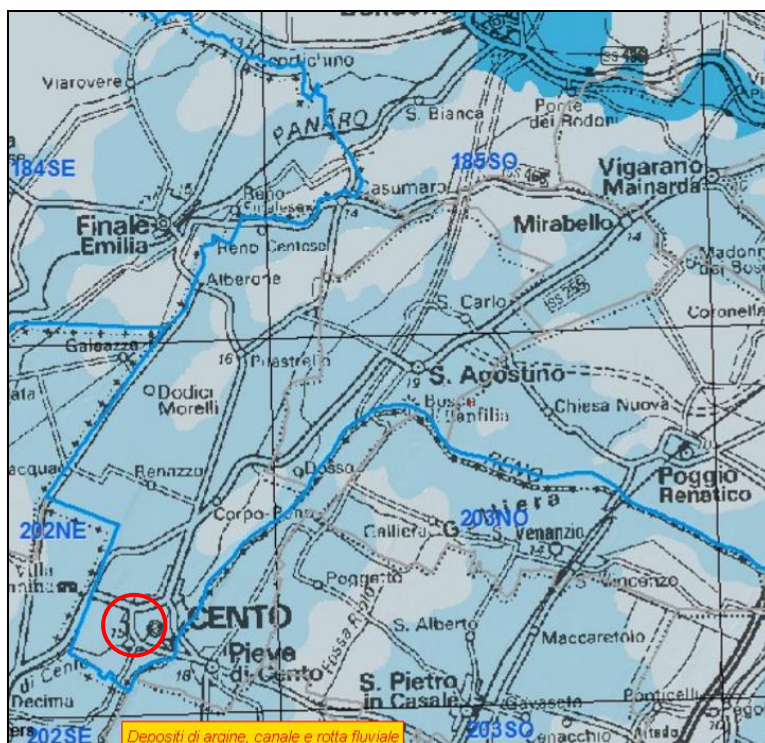


Figura 5 Carta Geologica Pianura Padana – Fonte Carg Emr



Figura 6 Carta Geologica Pianura Padana – Fonte Carg Emr

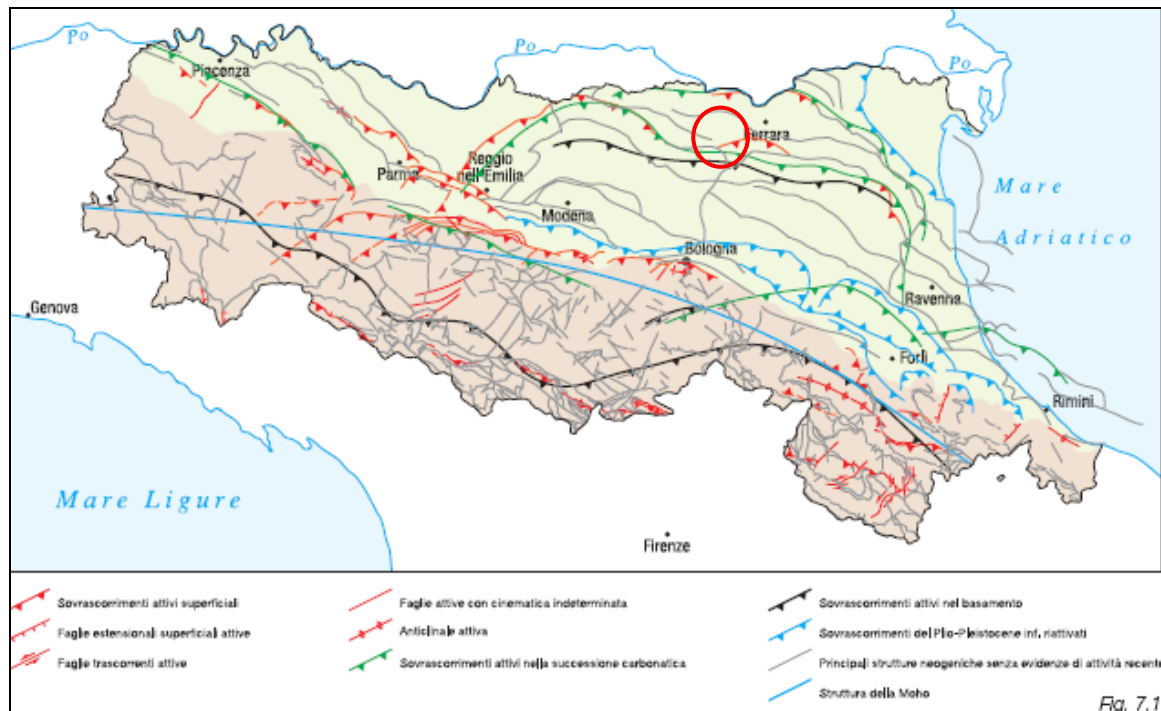


Figura 7 Schema tettonico della Regione Emilia-Romagna

4.2 Vincoli

Dalla carta dei vincoli del PSC dell'associazione intercomunale dell'alto ferrarese del comune di Cento, risulta che l'area in esame non presenta vincoli di tipo ambientali, paesaggistici e storico-culturali.



Con l'entrata in vigore del nuovo D.M. 17 gennaio 2018 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" che ha recepito l'OPCM 3274 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche*", il Comune di Cento (FE) è stato confermato in zona 3 (fig. 9) cioè:

- accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g) compresa tra 0,05 e 0,15g;
- accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche (a_g/g)) pari a 0,15g.

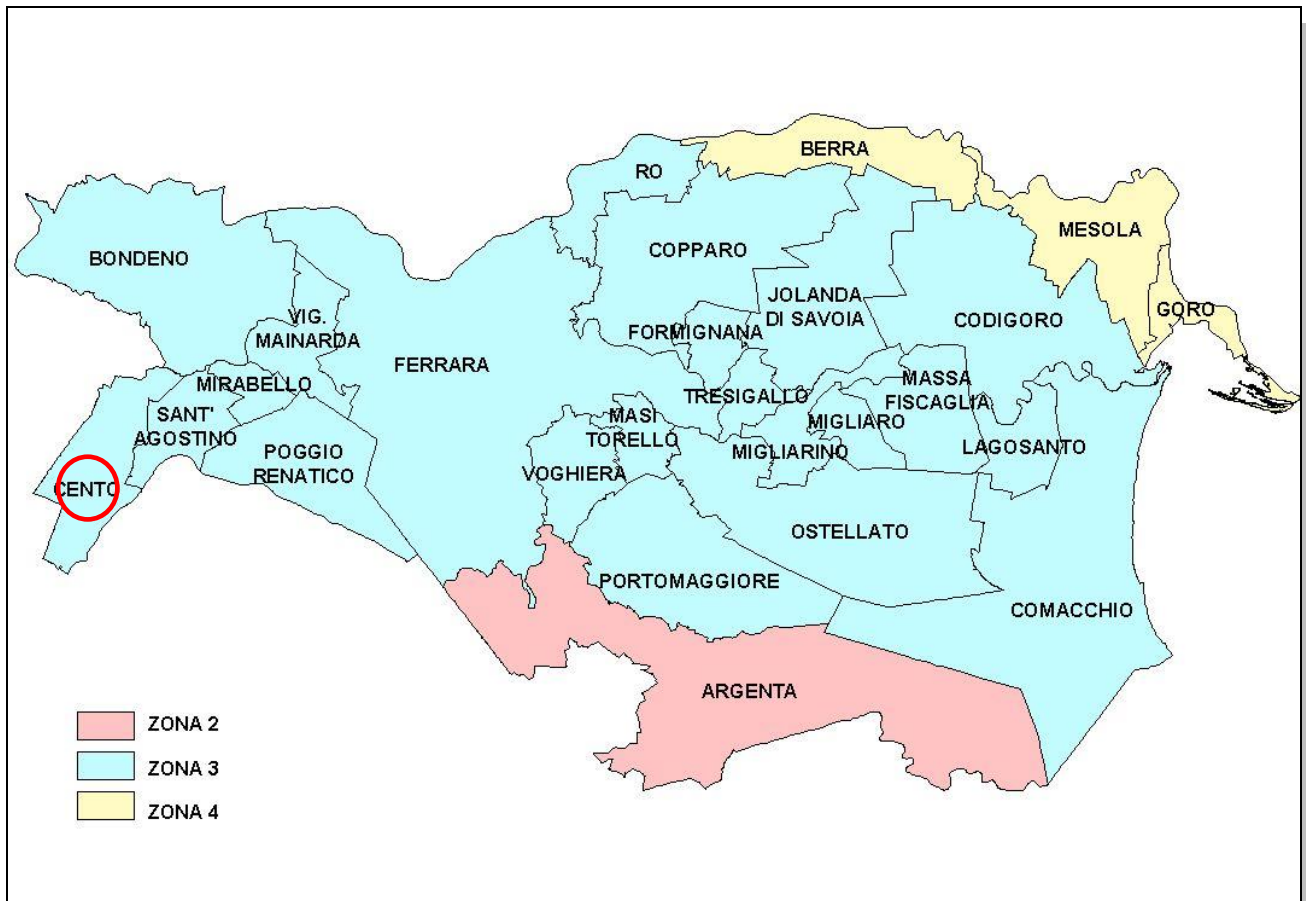


Figura 9 Nuova zonizzazione sismica

○ Ubicazione del sito

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 3 44033 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

Classificazione delle zone di sismicità

zona	accelerazione orizzontale (a_g/g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)	Valori di a_g accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, da adottare
1	> 0.25	0.35	0.35 g
2	0.15 – 0.25	0.25	0.25 g
3	0.05 – 0.15	0.15	0.15 g
4	< 0.05	0.05	0.05 g

Fino ad oggi l'Emilia-Romagna era stata interessata da una sismicità che poteva essere definita media, relativamente alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6, della scala Richter e intensità massima del IX°-X° grado della scala MCS (Mercalli Cancani Sieberg).

Infatti, dai cataloghi dei terremoti risulta che negli ultimi 1000 anni circa la nostra regione è stata interessata da terremoti frequenti ma mai paragonabili, per energia liberata (e, quindi, per valori di magnitudo) ai maggiori eventi di altre aree regionali quali, ad esempio, Sicilia orientale e Calabria, Irpinia-Basilicata o Friuli.

I maggiori terremoti (Magnitudo > 5,5) si sono verificati nel settore sud-orientale, in particolare nell'Appennino romagnolo e lungo la costa riminese.

Tale magnitudo è paragonabile a quella (5,8) della scossa principale del 26 settembre 1997 riferita alla lunga crisi sismica del 1997-1998 in Umbria –Marche.

Gli ultimi eventi verificatisi nel maggio 2012, culminati con il terremoto del 20 maggio 2012, delle ore 04:03:52 (italiane) con Magnitudo 5,9 e ipocentro a circa 6,3 km di profondità nel distretto sismico *Pianura padana emiliana* e con epicentro a Finale Emilia (MO) ma che ha interessato anche la Provincia di Ferrara sta appunto a testimoniare la sismicità dell'area.

Al momento attuale, pur considerando i nuovi eventi sismici accaduti per cui è stata proposta da parte del Servizio Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, una revisione delle zone di appartenenze, ci si deve basare sulle normative attualmente in vigore.

La presenza di sedimenti clastici incoerenti e saturi d'acqua, come abbiamo potuto osservare può essere infatti motivo di amplificazione di scosse sismiche anche provenienti da luoghi non vicini; la

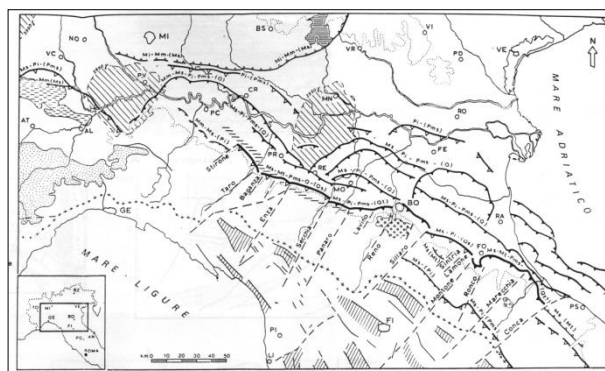
presenza in superficie di sedimenti fini (limi e sabbie) saturi d'acqua, come dimostrato da quanto accaduto nel Comune di Sant'Agostino, può provocare effetti disastrosi a causa della liquefazione delle sabbie.

Fino ad oggi le scosse più forti erano riconducibili a eventi locali, imputabili a movimenti delle pieghe dell'Appennino sepolto, probabilmente amplificate dalla natura dei materiali sovrastanti.

Il territorio del Comune di Ferrara, ai sensi dell'OPCM 3274/2003, è classificato come zona sismica di terza categoria.

La sismicità della zona¹, nel campo vicino, è legata alla presenza delle strutture sismogenetiche ITCS050 (a N) e ITCS051 – ITCS103 – ITCS012 (da SW a SE).

ITCS050 – Poggio Rusco – Migliarino è una struttura che attraversa la bassa valle del Po e forma la parte esterna del *Ferrara Arc Trust Front*. È un sistema di faglie NE vergenti al limite NE della catena appenninica nella pianura padana e marca il più avanzato *trust* NE appenninico sismogenetico.



Cataloghi storici e strumentali (Boschi *et al.*, 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli *et al.*, 2006; Guidoboni *et al.*, 2007) mostrano una sparsa sismicità intermedia ($4.5 < M_w < 5.0$) nella regione, con l'eccezione notevole del terremoto del 22 febbraio 1346 (M_w 5.8, Ferrara) alla punta W della zona e l'evento del 17 novembre 1570 (M_w 5.5) nella città di Ferrara. Questa sorgente è poco profonda per rappresentare la sismicità della regione. Si ritiene che questa zona possieda un potenziale sismogenetico basato su dati sotto la superficie (Pieri e Groppi, 1981; Boccaletti e Martelli, 2004) e su evidenze di deformazione attiva alla superficie (Burrato *et al.*, 2003) che suggeriscono l'attività tettonica dell'arco di Ferrara. Un segmento di questo arco è stato associato con il terremoto 1570 di Ferrara.

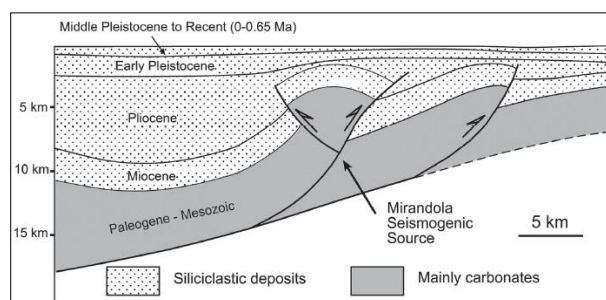
ITCS051 – Novi-Poggio Renatico. Questa sorgente composita attraversa tutta la regione nelle porzioni inferiori delle valli del Reno e del Secchia ed appartiene al *Ferrara Arc trust front*. Questo sistema di faglie è l'arco NE-vergente esterno al vertice nord-orientale della catena appenninica settentrionale, ben

¹ DISS Working Group (2015). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia;

addentrato nella Pianura Padana, e segna il *trust* appenninico NE con potenziale sismogenetico di danneggiamento più avanzato.

Cataloghi storici e strumentali (Boschi *et al.*, 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli *et al.*, 2006; Guidoboni *et al.*, 2007) mostrano una sismicità sparsa intermedia della regione ($4,5 < M_w < 5,0$), con la singolarità dell'evento sismico ferrarese del 22 febbraio 1346 (M_w 5.8) nel settore nord-occidentale della zona.

Questa sorgente è la parte principale della porzione nascosta del *trust* dell'Appennino romagnolo esterno e può spiegare la sismicità di danno della regione. In realtà, dati di sottosuolo (ad esempio, Cassano *et al.*, 1986) mostrano anticlinali sepolte ben sviluppate, tra cui la Sorgente Sismogenetica Mirandola (in figura).



Inoltre, ci sono ben note anomalie dei *pattern* fluviali in questo settore (Castaldini *et al.*, 1979), per il quale Burrato *et al.* (2003) ipotizzano un'origine tettonica. Questi ultimi autori propongono che i segmenti dei *blind trusts* dedotti da dati del sottosuolo possano essere potenziali fonti, in questo settore, di terremoti con M_w 5.5.

Un segmento di questa sorgente è stato riconosciuto in base al suo potenziale sismogenetico. Lo *slip rate* è basato su osservazioni geologiche (0.25 – 0.50 mm/a). La magnitudo massima è stata presa da quella delle principali sorgenti singole associate (M_w 5.9).

ITCS103 – Finale Emilia – Mirabello. Questa sorgente composita a cavallo della regione attraversa le valli più basse dei fiumi Reno e Secchia e appartiene al *Ferrara Arc Thrust Front*. Questo sistema di faglie è l'arco esterno a NE tendente della porzione nord-orientale della catena Appenninica settentrionale, anche nella Pianura Padana, e segna il *thrust* con potenziale sismogenetico più avanzato a NE dell'Appennino.

Il 20 e 29 maggio 2012 due terremoti di M_w 5.9 e 5.8 e la loro sequenza di scosse di assestamento ha colpito la Pianura Padana centrale a circa 40 km a nord di Bologna. Durante la sequenza sismica è stato generato un meccanismo di fagliazione compressionale da parte dei *blind thrusts* del Ferrara Arc occidentale, attivando così un tratto lungo 50 km di questo fronte esterno sepolto dell'Appennino settentrionale. I meccanismi focali delle scosse maggiori sono d'accordo con la redazione degli indicatori di stress tettonici attuali che mostrano nella zona una massima sollecitazione orizzontale

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 3 44033 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

orientata NS, cioè orientata perpendicolarmente alle principali tendenze strutturali. La maggior parte della sequenza sismica si limitava tra 1 e 12 km di profondità, sopra il distacco basale locale dell'*Outer Thrust Front* dell'Appennino settentrionale.

Oltre alla sequenza del terremoto del 2012, cataloghi storici e strumentali (Boschi *et al.*, 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli *et al.* 2006; Guidoboni *et al.*, 2007) mostrano una sismicità della regione da scarsa a intermedia ($4.5 < M_w < 5.0$), con la notevole eccezione del terremoto Ferrara del 22 Febbraio 1346 (M_w 5.8).

Questa sorgente è la parte principale dell'*Outer Thrust* degli Appennini Romagnoli e può spiegare la sismicità della regione. Dati di sottosuolo (Cassano *et al.*, 1986) mostrano anticlinali sepolte ben sviluppate. Inoltre, ci sono ben note anomalie di drenaggio in questo settore (Castaldini *et al.*, 1979), per le quali Burrato *et al.* (2003) ipotizzano una origine tettonica. Questi ultimi autori propongono che i segmenti dei *blind thrust* dedotti dai dati di sottosuolo possono essere potenziali fonti di rari terremoti in questa zona con M_w 5.5.

Un segmento di questa fonte è la sorgente sismogenetica del terremoto del 20 maggio 2012 (M_w 5.9), prima scossa principale della sequenza 2012.

Lo *strike* di questa sorgente è basato su quello delle strutture regionali mappate ($N110^\circ - 120^\circ$). Il *dip* è basato su osservazioni geologiche e considerazioni geometriche ($40^\circ - 50^\circ$). Il *rake* rappresenta *thrusting* basato su osservazioni geologiche ($80^\circ - 100^\circ$). La profondità minima e massima si basano su considerazioni tettoniche e geometriche riguardanti la geometria del *thrust* (3.5 e 10.0 km, rispettivamente). Lo *slip rate* è stato desunto dai dati geologici (0.25-0.5 mm/y). La magnitudo massima è stata presa dal terremoto più dannoso associato alla sorgente (M_w 6.1).

ITCS012 – Malalbergo/Ravenna è una fonte composita che attraversa la porzione più bassa della valle del Reno sino alla città di Ravenna ed appartiene alla parte anteriore del *Ferrara Trust Front*. Questo sistema di faglie è l'arco esterno con vergenza N - NE al confine NE della catena appenninica e marca il *thrust* più avanzato negli Appennini a NE con potenziale sismogenetico di danno.

Cataloghi storici e strumentali (Boschi *et al.*, 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli *et al.*, 2006; Guidoboni *et al.*, 2007) mostrano un certo numero di terremoti che hanno interessato l'area; a SE (anche se in posizione incerta) vi è il terremoto di 725 A.D. (M_w 5.6, Classe-Ravenna); nel centro della regione, il 18 marzo 1624 (M_w 5.4, Argenta) ed eventi del 30 dicembre 1967 (M_w 5.4, Bassa Padana), del 22 ottobre 1796 (M_w 5.6, Bassa Padana), del 13 gennaio 1909 (M_w 5.5, Bassa Padana).

Questa sorgente è una parte avanzata e poco profonda rispetto al resto dell'*Outer Trust* dell'Appennino

Romagnolo e comprende il lato destro del fronte. Può rappresentare la sismicità della regione, da intermedia ad alta.

Nella tabella seguente sono elencati gli eventi sismici storici riportati dal Catalogo DBMI15 e relativi al Comune di Bondeno (FE).

Seismic history of Cento					
[44.727, 11.289]					
Total number of earthquakes: 52					
Effects	Earthquake occurred:				
Is	Data	Ax	Np	Io	Mw
5	1505 01 03 02	Bolognese	31	8	5.62
5	1561 11 24 01 25	Ferrarese	3	5-6	4.4
6	1570 11 17 19 10	Ferrarese	58	7-8	5.44
NC	1624 03 19	Argenta	18	7-8	5.43
5	1672 04 14 15 45	Riminese	92	8	5.59
5	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6.4
5	1768 10 19 23	Appennino forlivese	45	9	5.99
3	1779 06 01 23 55	Bolognese	8		
5	1779 06 04 07	Bolognese	12	7	5.22
5	1779 06 10 08 35	Bolognese	10		
5	1779 07 14 19 30	Bolognese	17		
F	1779 11 23 18 30	Bolognese	14	5	4.7
5	1780 02 06 04	Bolognese	9	6-7	5.06
5	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51
5	1834 10 04 19	Bolognese	12	6	4.71
4-5	1869 06 25 13 58	Appennino bolognese	18	7-8	5.43
3	1870 10 30 18 34	Forlivese	41	8	5.61
3	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
F	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29
3	1878 03 12 21 36	Bolognese	31	6	4.84
F	1881 01 24 16 14	Bolognese	38	7	5.22
F	1881 01 25 07 06	Bolognese	18	5	4.59
NF	1898 01 16 13 10	Romagna settentrionale	110	6	4.59
NF	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.1
6	1909 01 13 00 45	Emilia R. orientale	867	6-7	5.36
NF	1912 09 12 21 15	Carpi	13	4	3.76
4	1913 11 25 20 55	Appennino parmense	73	4-5	4.65
6	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
F	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5.82
4	1916 08 16 07 06 14.00	Riminese	257	8	5.82
F	1919 06 29 15 06 13.00	Mugello	565	10	6.38
5	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6.53
4	1922 05 24 21 17 25.00	Ferrarese	7	4	3.7
3	1930 10 26 07 14	Appennino tosc-em.	14	4	4.21
NF	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
5	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6.06
3-4	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4.96
4-5	1963 04 05 13 49 42.00	Finale Emilia	6	4-5	3.93
5	1971 07 15 01 33 23.00	Parmense	228	8	5.51
3-4	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5.04
5	1986 12 06 17 07 19.77	Ferrarese	604	6	4.43
4	1987 05 08 11 10 27.88	Bassa modenese	24	6	4.44
5	1987 07 11 01 46 52.02	Bassa Bolognese	15	5	4.2
3	1989 09 13 21 54 01.50	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
2-3	1992 04 17 11 59 07.29	Appennino bolognese	56	4-5	4.11
4-5	1996 10 15 09 55 59.95	Pianura emiliana	135	7	5.38
NF	2000 06 18 07 42 07.68	Pianura emiliana	304	5-6	4.4
4-5	2003 09 14 21 42 53.18	Appennino bolognese	133	6	5.24
4	2011 07 17 18 30 27.31	Pianura lombardoveneta	73	5	4.79
5	2012 05 20 02 03 50.17	Pianura emiliana	53	7	6.09
6	2012 05 29 07 00 02.88	Pianura emiliana	87	7-8	5.9

This file has been downloaded from INGV - DBMI11

Utilizzando i dati ricavati dal sito dell'INGV è stata analizzata la disaggregazione dei dati sismici

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 3 44033 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

relativi al vicino nodo del reticolo in cui è suddiviso il territorio nazionale. Per il nodo del sito il dato medio è di magnitudo 4,98 con una distanza epicentrale media di 9,65 km ed un valore di epsilon di 0,725.

I dati disaggregati mostrano la distribuzione descritta dalla tabella riportata di seguito

Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni											
(Coordinate del punto lat: 44.734, lon: 11.285)											
Distanza in km	Magnitudo										
	3.5 - 4.0	4.0 - 4.5	4.5 - 5.0	5.0 - 5.5	5.5 - 6.0	6.0 - 6.5	6.5 - 7.0	7.0 - 7.5	7.5 - 8.0	8.0 - 8.5	8.5 - 9.0
0-10	0.0000	15.0000	26.3000	13.7000	6.1900	0.6990	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.7800	10.1000	8.8600	6.1900	0.9010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.1980	1.4600	2.3900	2.3300	0.3670	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0326	0.3900	0.6320	0.0955	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0280	0.1810	0.0322	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0260	0.0089	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.0041	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0031	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0024	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

dall'esame della quale si evince che la classe sismica dominante è individuata da terremoti il cui epicentro è nell'intervallo di distanza 0-10 km dal nodo con incidenza percentuale totale, per magnitudo fra 4 e 6, del 61,2%. Nell'intervallo di distanze epicentrali 10-20 km vi è il 29% dei sismi. Nell'intervallo 0-20 km è quindi rappresentato il 90,2% dei sismi con magnitudo comprese fra 4.0 e 6.0.

Nel sito dell'INGV sono anche disponibili gli spettri di risposta a pericolosità uniforme Se(T) con probabilità di eccedenza in 50 anni. I dati relativi al 50° percentile sono riassunti nella tabella seguente.

Prob. di ecc. in 50 aa	Spettri di risposta a pericolosita' uniforme										
	50° percentile (Coordinate del punto lat: 44.734, lon: 11.285)										
	Periodo (in sec)										
	0.00	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00
2%	0.2980	0.6663	0.7101	0.8030	0.6868	0.5778	0.4596	0.2816	0.1836	0.1056	0.0713
5%	0.2099	0.4860	0.5220	0.5890	0.4877	0.4046	0.3101	0.1840	0.1239	0.0708	0.0484
10%	0.1574	0.3695	0.4046	0.4497	0.3714	0.3025	0.2269	0.1331	0.0911	0.0520	0.0346
22%	0.1103	0.2571	0.2879	0.3122	0.2615	0.2086	0.1553	0.0902	0.0613	0.0340	0.0233
30%	0.0936	0.2215	0.2484	0.2603	0.2199	0.1751	0.1300	0.0739	0.0499	0.0287	0.0190
39%	0.0803	0.1903	0.2116	0.2150	0.1849	0.1498	0.1114	0.0596	0.0406	0.0240	0.0159
50%	0.0672	0.1519	0.1764	0.1715	0.1557	0.1286	0.0955	0.0487	0.0331	0.0193	0.0129
63%	0.0565	0.1257	0.1492	0.1466	0.1293	0.1045	0.0779	0.0379	0.0260	0.0156	0.0100
81%	0.0444	0.0990	0.1192	0.1145	0.1032	0.0758	0.0562	0.0246	0.0174	0.0108	0.0051

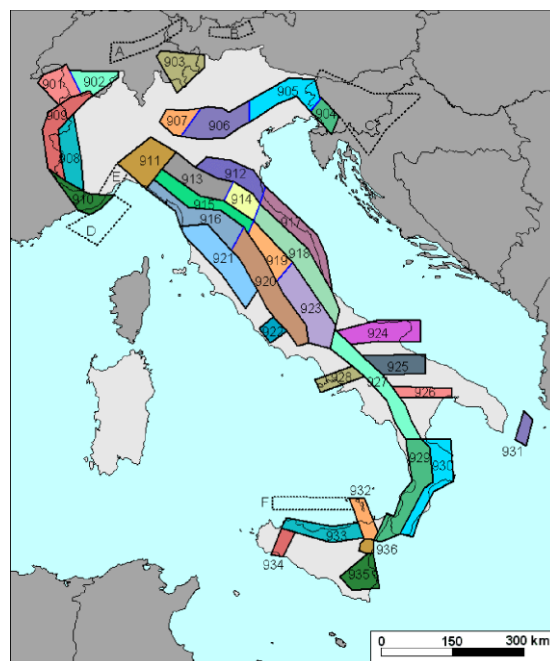
Dopo l'analisi dei dati su elencati il catalogo CPTI04 è stato interrogato per parametri, relativamente all'area d'interesse e con raggio 35 km, per analizzare i sismi (e le relative magnitudo) che formano l'hazard dell'area, ottenendo i risultati compendati nella tabella che segue.

CPTI04 - Risultato dell'interrogazione per parametri																
Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:																
Area circolare con centro C (44.723, 11.272) e raggio 35 km																
N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Imx	Io	Lat	Lon	Maw	Mas	Msp	ZS9
51	1234	3	20				FERRARA	DOM	70	70	44.836	11.618	5.17	4.8	4.99	912
53	1249	9		16	30		Modena	CFTI	75	65	44.65	10.93	5.03	4.6	4.8	912
66	1285	12	13				FERRARA	DOM	70	65	44.836	11.618	5.03	4.6	4.8	912
84	1323	2	25	19			Bologna	CFTI	65	55	44.5	11.33	4.63	4	4.25	913
93	1346	2	22	11			Ferrara	CFTI	75	75	44.92	11.02	5.81	5.75	5.75	912
106	1365	7	25	18			Bologna	CFTI	75	65	44.5	11.33	5.03	4.6	4.8	913
123	1399	7	20	23			Modenese	CFTI	70	70	44.47	11.07	5.4	5.15	5.31	913
131	1410	5	9	22	30		FERRARA	DOM	65	65	44.836	11.618	5.03	4.6	4.8	912
139	1425	8	10	19			FERRARA SUD	POS85		60	44.833	11.667	4.83	4.3	4.53	912
142	1433	5	4	8	5		Bologna	CFTI	70	60	44.5	11.33	5.03	4.6	4.8	913
152	1455	12	20	20	45		Media valle del Reno	CFTI	75	70	44.42	11.27	5.18	4.81	5	913
171	1474	3	11	20	30		MODENA	DOM	60	60	44.647	10.925	4.89	4.39	4.61	912
178	1483	3	3	22			FERRARA	DOM	55	55	44.836	11.618	4.63	4	4.25	912
202	1505	1	3	2			Bologna	CFTI	70	70	44.48	11.25	5.47	5.25	5.41	913
203	1505	5	15				BOLOGNA	DOM	55	55	44.498	11.34	4.63	4	4.25	913
207	1508	10	18	15			FERRARA SUD	POS85		60	44.833	11.667	4.83	4.3	4.53	912
257	1561	11	24	1	25		Ferrara	CFTI	65	55	44.78	11.45	4.63	4	4.25	912
262	1570	11	17	19	10		Ferrara	CFTI	80	75	44.82	11.63	5.48	5.27	5.43	912
266	1574	3	17	3	40		FINALE EMILIA	DOM	70	70	44.833	11.294	5.12	4.73	4.92	912
279	1586	1	12	12			SPILAMBERTO	POS85		60	44.583	11	4.83	4.3	4.53	913
362	1660						MODENA	DOM	55	55	44.647	10.925	4.63	4	4.25	912
368	1666	4	14	18	58		BOLOGNA	POS85		60	44.5	11.333	4.83	4.3	4.53	913
416	1695	2	28				FERRARA	DOM	55	55	44.836	11.618	4.63	4	4.25	912
521	1743	5	29				FERRARA	DOM	65	65	44.836	11.618	5.03	4.6	4.8	912
609	1780	2	6	4			Bolognese	CFTI	65	55	44.62	11.32	4.85	4.32	4.54	912
654	1787	7	16	10			Ferrara	CFTI	65	55	44.83	11.62	4.63	4	4.25	912
683	1796	10	22	4			Emilia orientale	CFTI	70	70	44.62	11.67	5.63	5.48	5.62	912
692	1801	10	8				BOLOGNA	DOM	55	55	44.498	11.34	4.63	4	4.25	913
803	1834	10	4	19			Bologna	CFTI	60	55	44.6	11.37	4.63	4	4.25	912
871	1850	9	18	6	10		MODENA	DOM	60	60	44.614	10.965	4.83	4.3	4.53	912
1144	1889	3	8	2	47		BOLOGNA	DOM	60	60	44.518	11.237	4.83	4.3	4.53	913
1337	1901	1	20	6	30		POGGIO RUSCO	POS85		60	45	11.1	4.83	4.3	4.53	
1482	1908	6	28	3	19	58	FINALE EMILIA SUD	POS85		60	44.8	11.3	4.83	4.3	4.53	912
1729	1922	5	24	21	17		CENTO	DOM	45	35	44.862	11.517	4.5	3.81	4.07	912
1808	1928	6	13	8			CARPI	DOM	70	65	44.797	10.872	4.85	4.32	4.54	912
1821	1929	4	20	1	9	46	Bolognese	CFTI	80	70	44.47	11.13	5.55	5.36	5.51	913
1859	1931	6	10	17	2		MODENESE	DOM	40	40	44.541	11.021	4.84	4.31	4.54	913
1897	1934	9	18	9	37		VIGNOLA	DOM	40	40	44.495	11.012	4.5	3.8	4.06	913
2223	1966	5	26	18	7	14	MONTEVEGLIO	POS85		60	44.5	11.2	4.83	4.3	4.53	913
2237	1967	10	1	22	45	45	FORMIGINE	POS85		50	44.567	10.95	4.52	3.83	4.09	913
2455	1986	12	6	17	7	19	BONDENO	DOM	60	60	44.879	11.334	4.56	4.3	4.53	912

Numero di record estratti: 41

Gli eventi citati in tabella appartengono alla zona sismogenetica 912².

Procedendo dal Tirreno all'Adriatico, le zone-sorgente da 912 a 923, longitudinali rispetto all'asse della catena appenninica, modificano le precedenti zone da 27 a 55 di ZS4 sulla base di vedute aggiornate sulla fagliazione attiva e sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche. In particolare le zone 912 e 917 rappresentano la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale, ottenute tenendo conto delle nuove informazioni sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche e sul regime di stress in atto. Il numero



di terremoti che ricadono nella zona 917 è sicuramente inferiore a quello degli eventi nella zona 912. In quest'ultima, la sismicità sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po). In queste zone si osserva in atto un regime tettonico debolmente compressivo. Strutture compressive (prevalentemente *thrust*) allineate lungo la costa o a breve distanza da essa sono responsabili della sismicità.

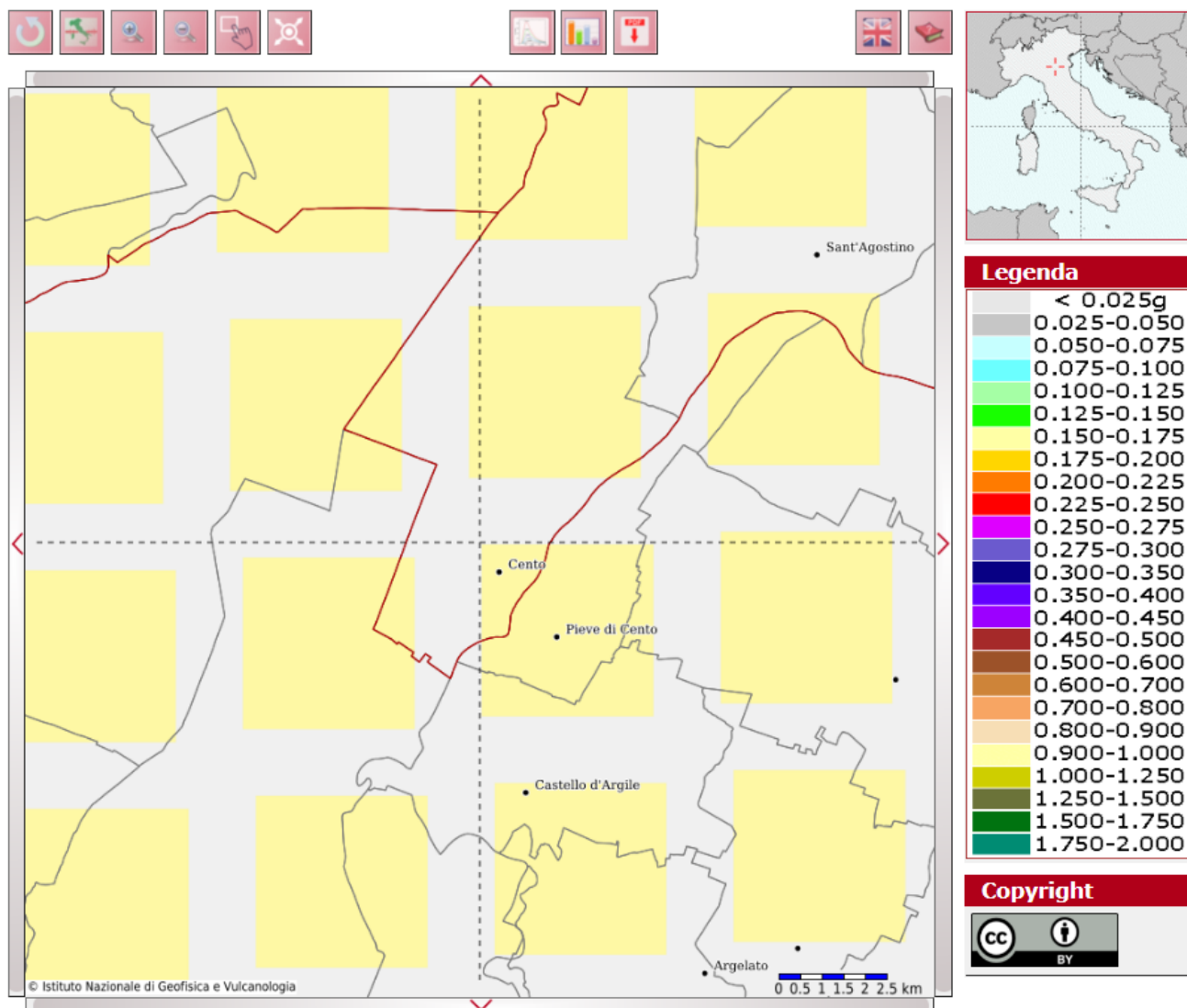
Per la zona sismogenetica 912 la Tab. 6 in Gruppo di Lavoro INGV (2004) indica, dopo le analisi di completezza, un valore di $M_{w\max}$ pari a 6.14 valore affine a quello raggiunto dai sismi del maggio 2012 (Finale Emilia 20/05/2014 – MI 5.9 [Mw 6.1], Mirandola-S. Felice S.P. 29/05/2012 – MI 5.8 [Mw 5.9]³).

Con l'entrata in vigore delle NTC 2018, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento “propria” individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera.

² Gruppo di Lavoro INGV (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'OPCM 3274/2003. Zonazione sismogenetica ZS9. Rapporto conclusivo. INGV, Aprile 2004.

³ Pondrelli S. *et al.*: Quick regional centroid moment tensor solutions for the Emilia 2012 (northern Italy) seismic sequence. *ANNALS OF GEOPHYSICS*, 55, 4, 2012; doi: 10.4401/ag-6146.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi.

L'area in oggetto, nel Comune di Cento rientra nella fascia compresa tra 0.150g e 0.175g, come risulta dalla ricerca effettuata sul sito INGV.

6. PROGRAMMA DELLE INDAGINI

Al fine di caratterizzare il sito in esame secondo i vari aspetti (geotecnico e sismico), le indagini previste dovranno essere commisurate e posizionate in modo da fornire un quadro, il più possibile esaustivo, della zona in esame.

A tale scopo le indagini previste, iniziate e concluse in data 11/03/2022 sono state sviluppate tramite l'esecuzione di:

- n° 1 SCPTU prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono, eseguita fino alla profondità di 30.30 m da piano campagna
- n° 1 CPTU prova penetrometrica statica con punta elettrica, eseguita alla profondità di 30.00 m da piano campagna

Di seguito in figura ubicazione prove in relazione al progetto da realizzare



Figura 9 – Ubicazione Indagini



Figura 9bis – posizionamento prova SCPTU



Figura 9tris – posizionamento prova CPTU

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 3 44033 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

6.1 Prova penetrometrica statica con punta elettrica e con sismocono (SCPTU-CPTU)

L'attrezzatura utilizzata è costituita da un penetrometro statico, modello Pagani TG 63/100, tipo Gouda da 10 ton montato su minicarro cingolato o, in alternativa, da un penetrometro statico, modello Pagani TG 73/200, tipo Gouda da 20 ton montato su Autocarro Mercedes-Unimog 4x4.

Le prove sono state eseguite con il piezocono Tecnopenta CPLSD il quale permette, oltre all'acquisizione dei normali parametri di resistenza alla punta (qc), attrito laterale (fs) e velocità di avanzamento, anche i valori di pressione neutra (U).

Nelle tabelle seguenti si riportano le caratteristiche principali del piezocono sismico utilizzato.

Tabella caratteristiche Piezocono sismico

Caratteristiche meccaniche Piezocono	Piezocono CPL21N-SISMI
Diametro	35.7 mm
Altezza nominale	30.9 mm
Angolo di apertura	60°
Area nominale	1000 mm ²
Altezza: base cilindro-filtro	10 mm
Altezza quad-ring	3.5 mm
Area di punta	10 cm ²
Diametro	35.7 mm
Area netta	6.6 cm ²
Superficie manicotto	150 cm ²
Lunghezza manicotto	133.7 mm
Area superiore manicotto	2.22 cm ²
Lunghezza totale punta elettrica	600 mm
Peso complessivo	3 kg
Caratteristiche elettriche	
Resistenza alla punta (Rp)	
Sensori	8 estensimetri da 350 ohm a ponte completo con bilanciamento di zero
Fondo scala	500 kg
Risoluzione	0.1 kg/cm ²
Precisione	< ± 1% F.S.
Valore minimo misurabile	-13 kg/cm ²
Deriva termica di zero	< 0.05 % F.S. / °C
Resistenza laterale (RI)	
Sensori	8 estensimetri da 350 ohm a ponte completo con bilanciamento di zero
F.S.	5 kg
Risoluzione	0.01 kg/cm ²
Precisione	< ± 2% F.S.
Valore minimo misurabile	- 0.55 kg/cm ²
Deriva termica di zero	< 0.05 % F.S. / °C
Influenza di Rp su RI	> 1.5 % F.S. di RI
Pressione neutrale (Pn)	
Sensore	Trasduttore di pressione piezoresistivo

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 3 44033 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

F.S.	20 bar
Risoluzione	0.01 bar
Precisione	0.02 – 0.05 bar
Deriva termica di zero	< ± 0.05 % F.S. / °C
Valore minimo misurabile	- 2 bar
Filtro	Bronzo poroso (porosità 50 micrometri)
Altezza filtro	6 mm
Diametro	35.7 mm
Inclinazione (I)	
Sensore	In clinometro biassiale magnetoresistivo
F.S.	± 10 gradi / ± 20 gradi
Risoluzione	0.1 grado
Precisione	± 0.25 % della lettura
Deriva termica di zero	< 0.05 % F.S. / °C
Temperatura	
Sensore	Monolitico con condizionatore inserito
Campo di misura	- 50° + 150°
Risoluzione	0.1 °C
Precisione	< ± 2% della scala
Consumo complessivo piezocono	67 mA
Temperatura di esercizio	- 20° + 70 °C
Caratteristiche meccaniche Piezocono	Punta elettrica-piezocono CPL21N
Avanzamento	EST CPL
Sensore	Potenzimetro 10 giri da 10 kohm
Risoluzione	1 mm
Precisione	<+ 1% della lettura
Corsa	120 mm
Geofoni	
Distorsione	Minore di 0.075% tra 0° e 20°
Frequenze spurie	Sopra i 250 Hz
Frequenza	10Hz +/-3. 5%
Smorzamento	68% +/-3. 5%
Sensibilità al 68% di smorzamento	27. 5 V/m/s +/- 3.5%
Resistenza della bobina	395 ohm
Temperatura operativa	-40°/+90°
Caratteristiche meccaniche	Centralina TP PEN 8
<i>Contenitore</i>	
Dimensioni	B=308; L=206; H=106 (mm)
Peso	6 kg
Grado di Protezione	IP 65
Caratteristiche elettriche	
CPU	82 C552 a 22.188 Mhz klok
Convertitore A/D	12 bit (su richiesta 16 bit)
Memoria	RP BASIC - 52 in ROM da 32 k
Ram per programmi e dati	Da 128 K espandibile a 512 k
Orologio datario	
Accuratezza	1 minuto/mese
Risoluzione	1 secondo
Porte seriali	2 RS 232
Baud rates	Da 300 a 38400 programmabile
Temperatura di esercizio	-20°/+70°
Amplificatore	32 mA
totale	256 mA (compreso il piezocono)
Tensione di alimentazione	12 Vdc

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 3 44033 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

Tensione critica di funzionamento	11 Vdc
Autonomia di funzionamento	8h al 50% della capacità nominale della batteria
Batteria alimentazione interna	12 Vdc 4 Ah
Tempo di ricarica	8 ore
Comando avanzamento	
Pulsantiera	A 2 vie con tasti freccia ↑e↓
Cavo piezocono-centralina	
Diametro	9 mm
Schermatura	rame stagnato copertura 80%
Guaina	Poliuretano, ral 1021
Conduttori	7*.34 e + 3*.14 mm ²
Sistema di gestione cono sismico	
Processore	486
Velocità	133 Mhz
Porte seriali	23E8h IRQ e 2E8h IRQ
Porta parallela	LPT1
CERTIFICATO TARATURA PUNTA	Giugno 2020

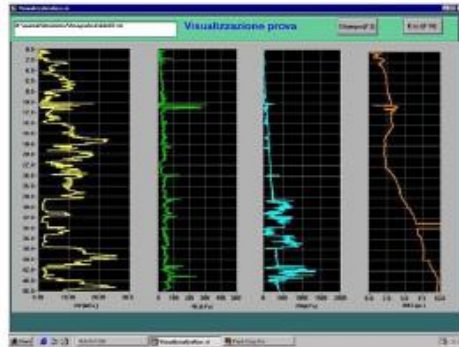
Il sistema di acquisizione ed elaborazione, si compone di alcuni dispositivi fondamentali e di alcuni accessori:

- *piezocono* per la misura dei parametri Rp (Resistenza alla Punta), Rl (Resistenza laterale), Pn (Pressione Neutra), inclinazione e, nel caso di una prova SCPTU, anche la velocità delle onde trasversali;

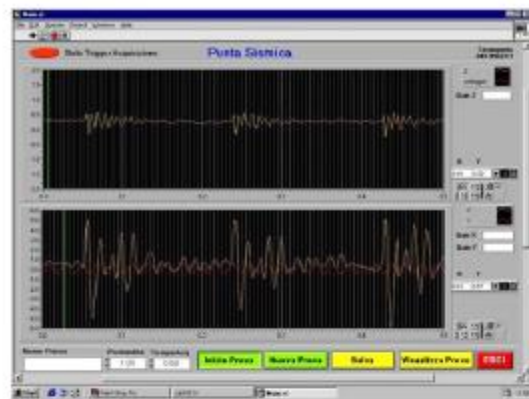
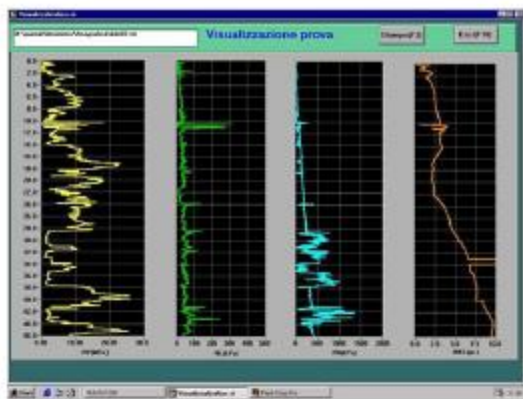


Particolare del piezocono

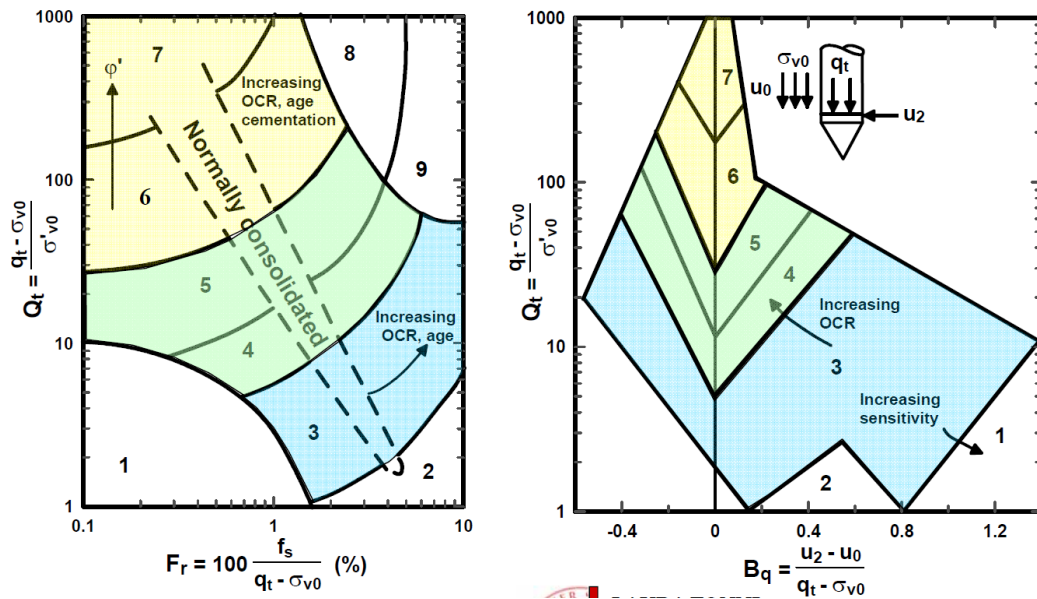
- *computer portatile* per la memorizzazione di tutti i parametri (acquisizione, visualizzazione grafica);



centralina di interfaccia con Personal Computer, per la memorizzazione di tutti i parametri (acquisizione, visualizzazione grafica e registrazione delle onde sismiche (SCPTU);



L'elaborazione delle prove CPTU è visibile in allegato. I grafici sono ottenuti mediante l'elaborazione dei valori salvati che riportano, in funzione della profondità, tutti i parametri sopra menzionati.



Zone	Tipo di comportan
9	Terreni molto duri a grana fine
8	Sabbia molto densa e sabbia argillosa
7	Sabbia ghiaiosa - Sabbia densa
6	Sabbia - Sabbia limosa
5	Sabbia limosa - Limo sabbioso
4	Limo argilloso - Argilla limosa
3	Argilla limosa - Argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Grafici interpretativi prove penetrometriche elettriche con piezocono Robertson, 90

- *software di gestione* del sistema piezocono e del cono sismico: il software EOLO serve per la gestione dei segnali del sistema piezocono e del cono sismico;
- *sistema energizzante* costituito da una pesante traversina in legno, con due piastre in ferro fissate alle estremità della stessa, appoggiata al terreno e resa solidale ad esso tramite uno degli stabilizzatori del penetrometro; il sistema manuale di energizzazione consistente in un maglio del peso di circa 5/7 kg lasciato cadere da un'altezza di circa 2 metri.



Fig.10 - Particolare del sistema di energizzazione

Le prove sono state condotte secondo le normative tecniche standard di una prova penetrometrica statica elettrica con piezocono e, nel caso del piezocono sismico, viene arrestata ad intervalli regolari e prestabiliti di 1.00 metro, per effettuare l'acquisizione al geofono triassiale incorporato nel piezocono, della velocità delle onde sismiche.

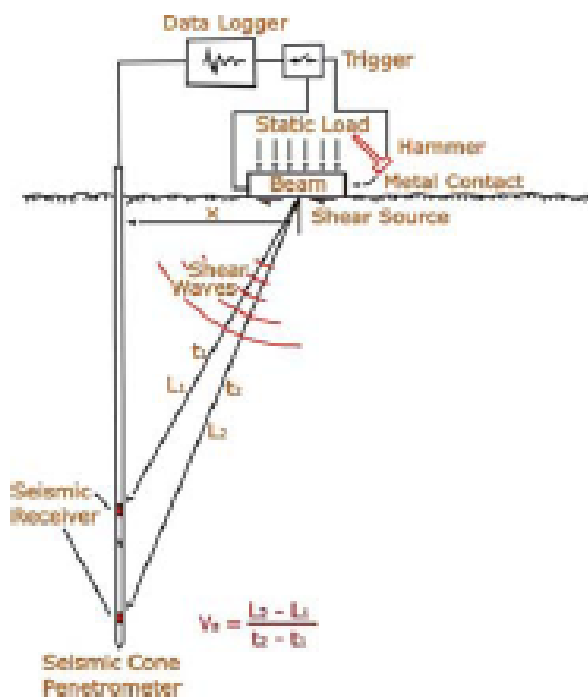
Durante l'energizzazione del terreno, il motore del penetrometro viene arrestato per evitare che le vibrazioni del mezzo possano trasmettersi al geofono triassiale del cono sismico, attraverso le aste di perforazione.

Il programma appositamente realizzato visualizza i segnali ogniqualvolta il supporto a contatto con il terreno è energizzato dal maglio: i sensori coglieranno quindi le onde trasversali con un ritardo dipendente dalla distanza tra la sorgente ed il ricevitore ed in funzione delle caratteristiche del terreno, presente fra il punto di energizzazione ed il punto in cui si trovano i geofoni in quel momento.

L'utente può verificare se il grafico del segnale è sufficientemente definito e registrare i valori, o ripetere l'operazione di energizzazione; la velocità delle onde viene quindi calcolata conoscendo la

distanza a cui si trovano i geofoni, rispetto alla superficie, e l'intervallo di tempo tra il momento dell'energizzazione ed il momento in cui esse sono raccolte dai geofoni.

Esempio grafico prova SCPTU



Per l'esecuzione della prova penetrometrica con punta elettrica e cono sismico, è stato necessario utilizzare il mezzo più pesante, (Pagani TG 73/200 montato su Unimog-Mercedes) che permette di ancorare l'attrezzatura di spinta al terreno, in quanto la zavorra del mezzo risulta insufficiente a raggiungere la profondità stabilita.

Le prove (SCPTU) sono state eseguite fino alla profondità prestabilita (30.00 metri) registrando, per intervalli di 2 cm d'avanzamento i parametri seguenti: Q_c (resistenza alla punta), F_s (resistenza di attrito laterale locale), U (pressione interstiziale), i (inclinazione su due assi a 90°), v (velocità d'avanzamento), t (tempi di arrivo delle onde generate).

Diversamente dalle prove CPT, nelle prove CPTU o SCPTU, viene misurato anche il parametro "u" della pressione interstiziale, che permette una valutazione più accurata delle litologie incontrate e dei parametri geotecnici, utilizzando i grafici di Robertson, 1990. L'elaborazione delle prove SCPTU è visibile in allegato, ottenuti mediante l'elaborazione dei valori salvati che riportano, in funzione della profondità, tutti i parametri precedentemente descritti.

6.2 Modello Geotecnico del Sottosuolo

Dall'elaborazione dei dati penetrometrici di campagna è possibile, tramite correlazioni ampiamente documentate dalla scienza geotecnica, risalire alle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni attraversati.

PARAMETRI MEDI e CARATTERISTICI

SCPTU1

Nr.	Prof.	Tipo	Rp	Fs	Cu	Cuk	Mo	Puv	PuvS	Dr	Fi/φ'	Fi/φ'k
1	0.00 – 0.40	I	32.42	0.43	-	-	64.8	1.9	2.2	78.9	42.0	41.0
2	0.40 – 17.80	C	14.23	0.84	0.9	0.8	71.2	1.9	2.0	-	-	-
3	17.80 – 21.60	I	42.03	0.53	-	-	84.1	1.9	2.2	30.4	30.6	29.6
4	21.60 – 30.30	C	17.81	0.87	1.1	1.0	89.1	1.9	2.0	-	-	-

CPTU2

Nr.	Prof.	Tipo	Rp	Fs	Cu	Cuk	Mo	Puv	PuvS	Dr	Fi/φ'	Fi/φ'k
1	0.00 – 0.60	CI	25.43	0.80	1.8	1.7	63.6	2.0	2.1	67.0	41.5	40.5
2	0.60 – 16.20	C	13.91	0.82	0.9	0.8	69.6	1.9	2.0	-	-	-
3	16.20 – 18.40	CI	26.89	0.74	1.8	1.7	67.2	2.0	2.1	19.4	28.8	27.8
4	18.40 – 19.80	C	16.26	0.68	1.0	0.9	81.3	1.9	2.0	-	-	-
5	19.80 – 21.20	I	41.76	0.65	-	-	83.5	1.9	2.2	29.8	30.4	29.4
6	21.20 – 30.00	C	17.48	0.81	1.1	1.0	87.4	1.9	2.0	-	-	-

LEGENDA Nr: Numero progressivo strato - Prof: Profondità strato (m)/Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente/ CO: Coesivo-Organico /Rp: Resistenza alla punta media dello strato (Kg/cm²) / Fs: Resistenza laterale media dello strato (Kg/cm²). /Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²) – Terzaghi/ Cuk: Coesione non drenata (Kg/cm²) – Parametro Caratteristico/ Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²) - Mitchell & Gardner (1975) / Puv: Peso unità di volume (t/m³) / PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³) / Dr: Densità relativa (%) – Lancellotta (1983)/ Fi: Angolo di resistenza al taglio (°) – Schmertmann /Fik: Angolo di resistenza al taglio (°) – Parametro Caratteristico

Al termine delle prove, tramite freatimetro di precisione, è stato misurato il livello statico della falda freatica, rispetto al piano delle indagini, pari a -3.40/-3.30 (SCPTU1/CPTU2) metri dal piano campagna. I livelli misurati possono essere stati influenzati dall'infissione e risalita delle aste. L'individuazione della falda è legata al tipo d'incarico ricevuto e al periodo di osservazione strettamente connesso con l'incarico.

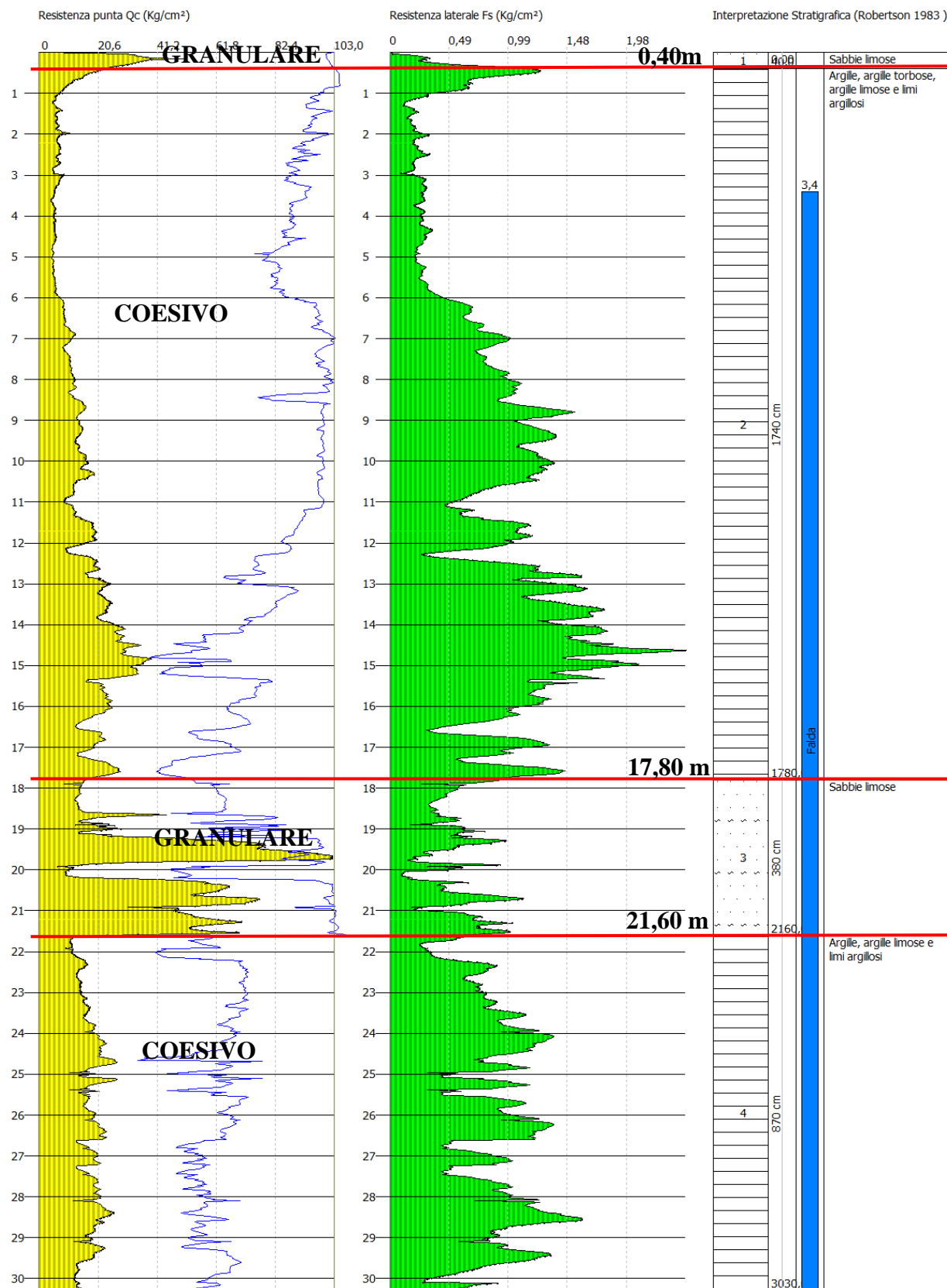


Fig. 13 – Prova SCPTU1

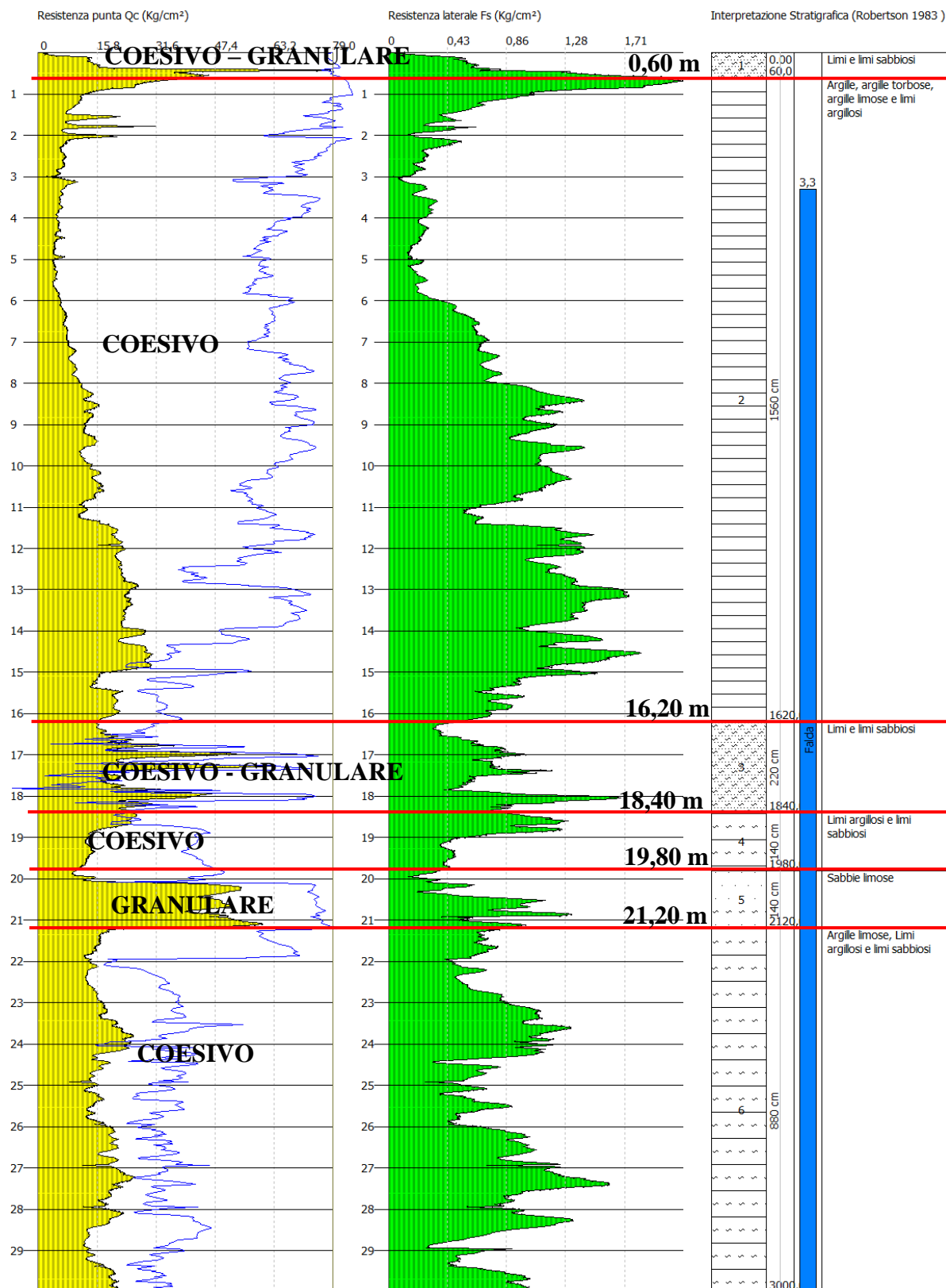


Fig. 13 bis – Prova CPTU2

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 3 44033 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

7. CLASSIFICAZIONE SECONDO L'O.P.C.M. 3274

Il sito in esame, deve essere classificato sulla base del valore di V_{seq}

7.1 Determinazione della categoria di suolo

a) nel corso della prova SCPTU, è stata ricavata la V_{s30} tramite la seguente formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nel caso specifico, risulta un valore di $V_{s30} = 190$ m/s per SCPTU 1

In base alle risultanze di cui sopra il sito esaminato potrebbe rientrare nella categoria di suolo tipo C

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s

Nelle pagine seguenti vengono fornite le tabelle recanti la classificazione del sito (NTC 2018) e le categorie topografiche.

Categorie di suolo di fondazione

		Ss	Cc	S= Ss * St
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	1.00	1.00	1.00
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s	1.20	1.43	1.20
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s	1.46	1.61	1.46
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s	1.79	2.39	1.79
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di	1.55	1.93	1.55

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

	riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s)			
--	---------------------------------------	--	--	--

I parametri a_g , F_0 e T_c^* vengono forniti dalla normativa

Nella tabella seguente vengono riportate le *Categorie Topografiche*, riferite a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, che devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 metri.

St

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione $i \leq 15^\circ$	1	
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2	Valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2	Valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4	Valore della cresta del rilievo

Ai fini della presente normativa (NTC 2018), le forme spettrali 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

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

In allegato alla norma citata (NTC 2018), per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_0 e T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

I valori dello spostamento orizzontale d_g e della velocità orizzontale v_g massimi del terreno sono dati dalle seguenti espressioni:

$$d_g = 0,025 * S * T_c * T_D * a_g$$

$$v_g = 0,16 * S * T_c * a_g$$

dove:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di suolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione $S = S_s * S_T$

F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2.5986

T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$T_C = C_c \cdot T_c^*$, dove C_c è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi tabelle precedenti)

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante $T_B = T_C/3$

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in

secondi mediante la relazione: $T_D = 4,0 \frac{a_g}{g} + 1,6$

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D** ed **E** i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella tabella sottostante, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Riassumendo:

Zona sismica di appartenenza: 3

Sottosuolo categoria: C

Accelerazione massima al suolo: $a_{max}: S \cdot a_{refg} = 1,46 \cdot 0,157g = 0,23 g$

Spostamento e velocità del terreno

I valori dello spostamento e della velocità orizzontali massimi del suolo (d_g) e (v_g), sono dati dalle seguenti espressioni:

$$d_g = 0,025 \cdot S \cdot T_c \cdot T_D \cdot a_g \rightarrow C_c = 1,61 \quad T_c^* = 0,272$$

$$v_g = 0,16 \cdot S \cdot T_c \cdot a_g$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* = 0,44$$

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

$$T_D = 4,0 \frac{a_g}{g} + 1,6 = 2,2$$

per i terreni in esame, risulta:

$$d_g = 0,025 * 1,46 * (1,61 * 0,272) * (4 * 0,157 + 1,6) * 0,157 * 9,81 = \mathbf{0,054 \text{ mt (5.4 cm)}}$$

$$v_g = 0,16 * 1,46 * (1,61 * 0,272) * 0,157 * 9,81 = \mathbf{0,16 \text{ m/s.}}$$

7.2 Spettri di Risposta NTC

Di seguito sono riportate le elaborazioni degli spettri di risposta

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☐ Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE
11,2892
 LATITUDINE
44,7269

☒ Ricerca per comune
 REGIONE
Emilia-Romagna
 PROVINCIA
Ferrara
 COMUNE
Cento

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
☐ Sito esterno al reticolo
☒ Interpolazione su 3 nodi
☐ Interpolazione corretta

Interpolazione
 superficie rigata

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N

 info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U

 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - T_R

 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R

 info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$

Stati limite ultimi - SLU

SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$

Stati limite ultimi - SLU

SLC - $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

☐ Strategia per costruzioni ordinarie
 ☒ Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato

 info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo

 info

Categoria topografica

 info

$S_B = 1,456$
 $C_C = 1,612$
 info

$h/H = 0,000$
 $S_T = 1,000$
 info

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)
 Smorzamento ξ (%)

 $\eta = 1,000$
 info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)
 Fattore q

 Regol. in altezza

 info

Compon. verticale

Spettro di progetto
 Fattore q

 $\eta = 0,667$
 info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

INTRO

FASE 1

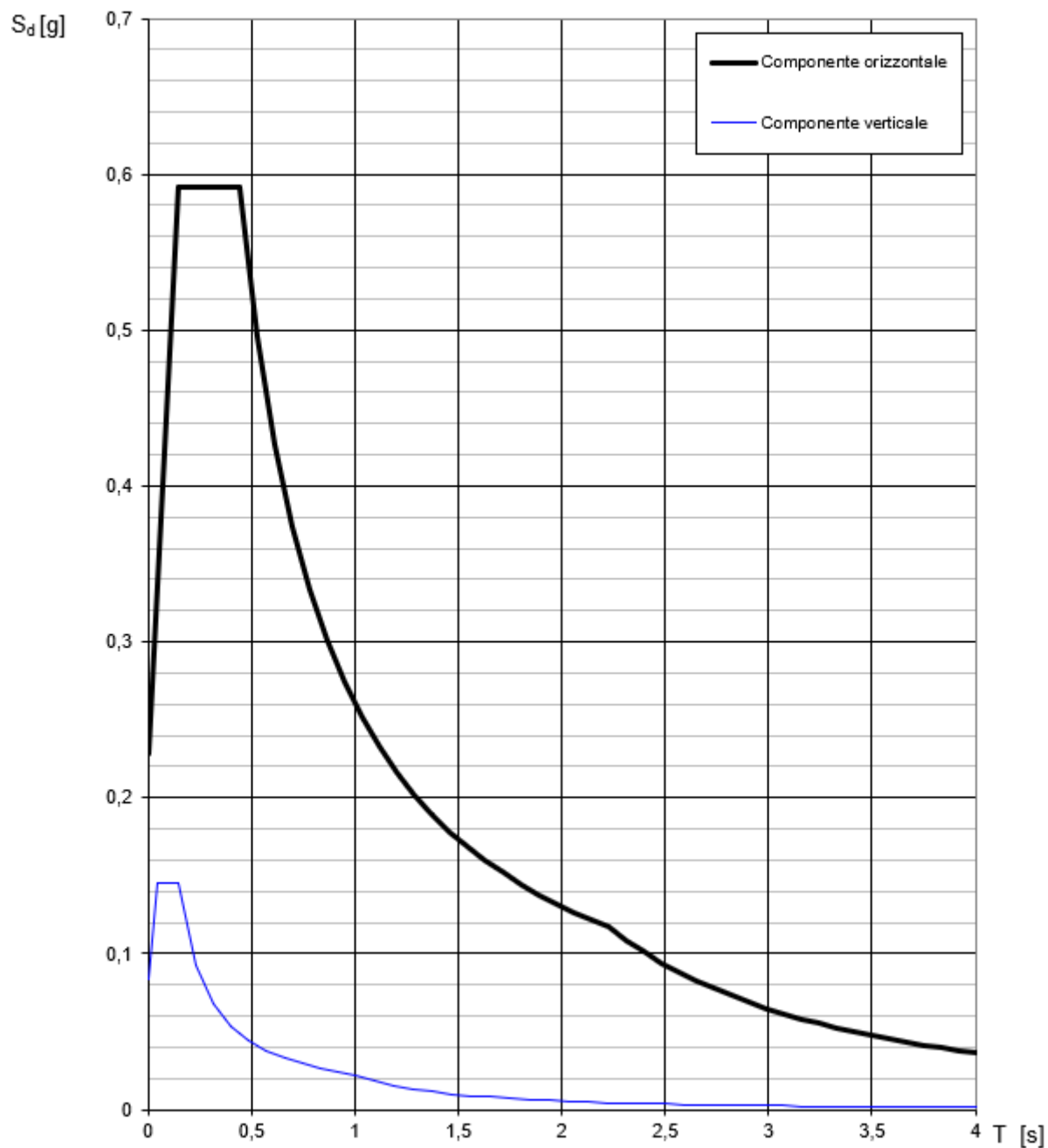
FASE 2

FASE 3

Rel_geologica_acer_Cento_56-22GF

39

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



COMPONENTE ORIZZONTALE

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,157 g
F_{a_1}	2,591
T_C	0,273 s
S_S	1,456
C_C	1,612
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,456
η	1,000
T_B	0,147 s
T_C	0,440 s
T_D	2,228 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,229
$T_B \leftarrow$	0,147	0,532
$T_C \leftarrow$	0,440	0,532
	0,525	0,496
	0,610	0,427
	0,695	0,375
	0,780	0,334
	0,865	0,301
	0,951	0,274
	1,036	0,251
	1,121	0,232
	1,206	0,216
	1,291	0,202
	1,376	0,189
	1,462	0,178
	1,547	0,168
	1,632	0,160
	1,717	0,152
	1,802	0,144
	1,887	0,138
	1,972	0,132
	2,058	0,127
	2,143	0,122
$T_D \leftarrow$	2,228	0,117
	2,312	0,109
	2,397	0,101
	2,481	0,094
	2,565	0,088
	2,650	0,083
	2,734	0,078
	2,819	0,073
	2,903	0,069
	2,987	0,065
	3,072	0,061
	3,156	0,058
	3,240	0,055
	3,325	0,052
	3,409	0,050
	3,494	0,048
	3,578	0,045
	3,662	0,043
	3,747	0,041
	3,831	0,040
	3,916	0,038
	4,000	0,036

COMPONENTE VERTICALE

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limiteSLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,084 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,386
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,084
T_B	0,050	0,145
T_C	0,150	0,145
	0,235	0,093
	0,320	0,068
	0,405	0,054
	0,490	0,044
	0,575	0,038
	0,660	0,033
	0,745	0,029
	0,830	0,026
	0,915	0,024
T_D	1,000	0,022
	1,094	0,018
	1,188	0,015
	1,281	0,013
	1,375	0,012
	1,469	0,010
	1,563	0,009
	1,656	0,008
	1,750	0,007
	1,844	0,006
	1,938	0,006
	2,031	0,005
	2,125	0,005
	2,219	0,004
	2,313	0,004
	2,406	0,004
	2,500	0,003
	2,594	0,003
	2,688	0,003
	2,781	0,003
	2,875	0,003
	2,969	0,002
	3,063	0,002
	3,156	0,002
	3,250	0,002
	3,344	0,002
	3,438	0,002
	3,531	0,002
	3,625	0,002
	3,719	0,002
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

7.3 Parametri sismici (Pericolosità sismica di base e di sito)

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

Tramite programma per PC (**Geostru PS advanced**) dopo aver inserito:

- le coordinate geografiche del sito in oggetto;
- la vita nominale dell'opera;
- la classe d'uso;
- la tipologia (nel nostro caso fondazioni);
- la categoria di suolo (nel nostro caso C);
- la categoria topografica (nel nostro caso T1)

si passa al calcolo dei coefficienti sismici.

Riassumendo

TIPO DI COSTRUZIONE (opere ordinarie.....)	2
VITA NOMINALE V_N	≥ 50 ANNI
CLASSE D'USO (costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi con riferimento a un eventuale collasso della struttura)	II
COEFFICIENTE D'USO C_U	1
PERIODO DI RIFERIMENTO per l'azione sismica $V_R = V_N \cdot C_U$	50 anni



Vita nominale (V_n): 50 [anni]
 Classe d'uso: II

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

Coefficiente d'uso (Cu): 1
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 44,7344360 [°]
 Longitudine (WGS84): 11,2850180 [°]
 Latitudine (ED50): 44,7353706 [°]
 Longitudine (ED50): 11,2860165 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	15841	44,713620	11,239970	4368,39
2	15842	44,714920	11,310240	2972,05
3	15620	44,764900	11,308480	3732,15
4	15619	44,763600	11,238130	4914,67

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,496	0,256
SLD	50	0,057	2,490	0,270
	72	0,068	2,465	0,278
	101	0,080	2,573	0,265
	140	0,094	2,593	0,267
	201	0,110	2,594	0,270
SLV	475	0,157	2,592	0,273
SLC	975	0,210	2,534	0,280
	2475	0,298	2,438	0,295

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,498	0,257
SLD	50	0,056	2,487	0,270
	72	0,067	2,480	0,278
	101	0,080	2,561	0,266
	140	0,094	2,600	0,266
	201	0,110	2,590	0,271
SLV	475	0,157	2,591	0,273
SLC	975	0,210	2,536	0,280
	2475	0,298	2,438	0,295

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,042	2,528	0,256
SLD	50	0,055	2,470	0,268
	72	0,065	2,483	0,275
	101	0,078	2,547	0,267
	140	0,092	2,594	0,262
	201	0,108	2,591	0,268
SLV	475	0,156	2,590	0,271
SLC	975	0,208	2,538	0,278
	2475	0,297	2,436	0,294

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,042	2,526	0,256
SLD	50	0,055	2,478	0,267
	72	0,066	2,485	0,275
	101	0,079	2,546	0,266
	140	0,092	2,597	0,262
	201	0,108	2,587	0,269
SLV	475	0,156	2,591	0,271
SLC	975	0,209	2,538	0,278
	2475	0,297	2,436	0,294

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,043	2,511	0,256
SLD	50	0,056	2,481	0,269

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

SLV	475	0,157	2,591	0,272
SLC	975	0,209	2,536	0,279

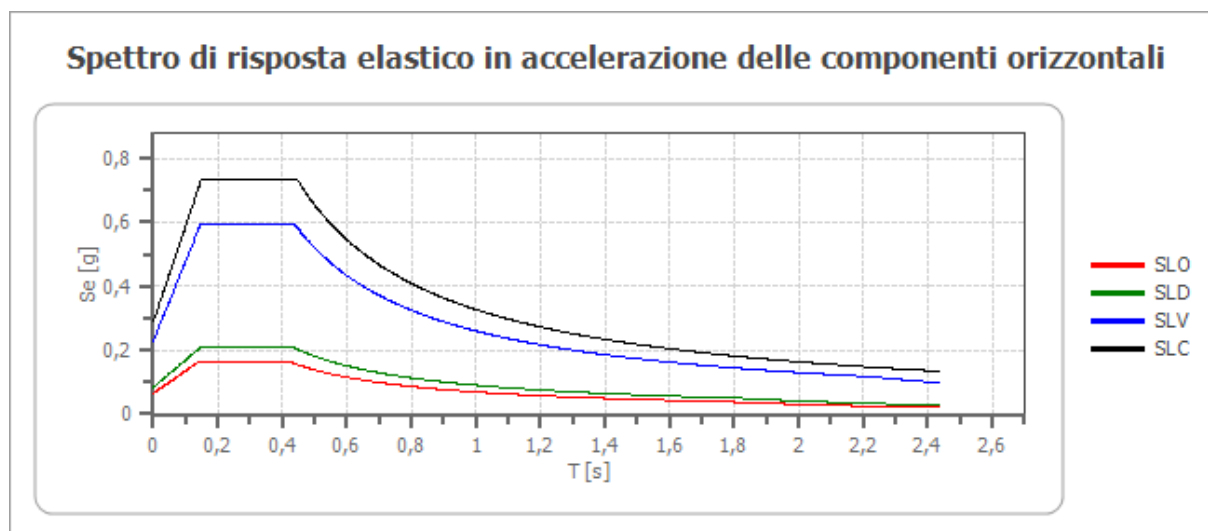
PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000
 Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica:
 T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,017	0,055	0,081
kv	0,007	0,008	0,027	0,040
amax [m/s ²]	0,639	0,821	2,243	2,832
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

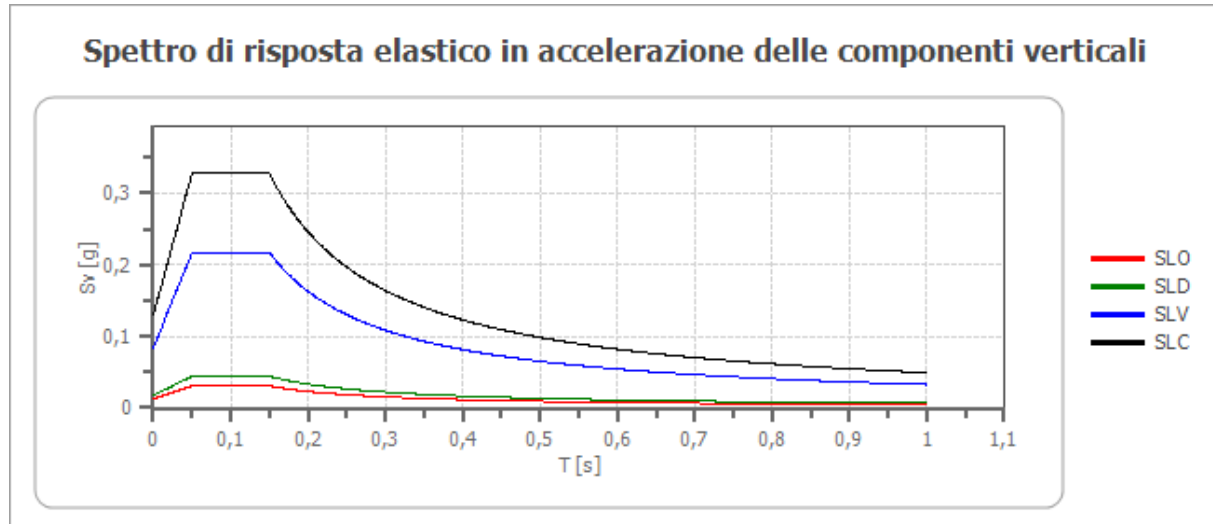


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,043	2,511	0,256	1,500	1,650	1,000	1,500	1,000	0,141	0,423	1,774	0,065	0,163
SLD	1,0	0,056	2,481	0,269	1,500	1,620	1,000	1,500	1,000	0,145	0,435	1,823	0,084	0,208
SLV	1,0	0,157	2,591	0,272	1,460	1,610	1,000	1,460	1,000	0,146	0,439	2,227	0,229	0,593
SLC	1,0	0,209	2,536	0,279	1,380	1,600	1,000	1,380	1,000	0,149	0,446	2,437	0,289	0,732

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,043	2,511	0,256	1	1,650	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
SLD	1,0	0,056	2,481	0,269	1	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,044
SLV	1,0	0,157	2,591	0,272	1	1,610	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,084	0,217
SLC	1,0	0,209	2,536	0,279	1	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,129	0,328

8. LIQUEFAZIONE

Poiché il territorio in oggetto risulta caratterizzato da andamento orizzontale, gli unici problemi che possono verificarsi in occasione di eventi sismici, sono legati unicamente a particolari caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni costituenti il substrato.

Il fenomeno della liquefazione, interessa sedimenti con falda superficiale, costituiti da materiali granulari fini (limi e sabbie fini) saturi, non consolidati, con granulometria uniforme ($U = \frac{D_{60}}{D_{10}} < 5$) e con densità da media a bassa.

Con l'aumentare della profondità, diminuisce la probabilità di liquefazione durante il sisma, poiché vengono richiesti valori di $\langle U \rangle$ sempre più elevati per annullare la pressione litostatica crescente, oltre alla diminuzione dell'intensità delle sollecitazioni indotte dal sisma.

In generale le dimensioni dei granuli di un terreno sabbioso, controllano in maniera determinante il comportamento di questo materiale nei confronti delle sollecitazioni derivanti da vibrazioni.

Le sabbie con granulometrie fini ed uniformi hanno più facilità alla liquefazione, a parità di condizioni, delle sabbie con granulometrie più grossolane e meno uniformemente distribuite.

Il fenomeno si spiega con una maggiore capacità di dissipazione delle tensioni interstiziali che hanno le sabbie con granulometrie più grosse, nei confronti di sabbie con granulometrie più fini.

Poiché dai risultati della prova effettuata, sono stati individuati orizzonti tendenzialmente granulari e potenzialmente liquefacibili nei primi 20 metri, è stata quindi condotta la verifica a liquefazione, per questi livelli.

In corrispondenza della prova SCPTU1 e CPTU2, la verifica è stata condotta per singolo strato, con il metodo di Idriss & Boulanger (2014), e complessivamente fino a 20 metri. L'elaborazione della verifica alla liquefazione è stata realizzata attraverso il programma **Cliq**



In base al valore di IL ottenuto attraverso le prove è possibile fornire un'indicazione del rischio di liquefazione riportato nella seguente tabella e nelle figure di seguito (output del programma):

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

IL	Rischio di liquefazione	SCPTU 1	CPTU2
IL = 0	Molto basso	0,10	0,10
0 <IL ≤ 5	Basso		
5 <IL ≤ 15	Alto		
15 <IL	Molto alto		

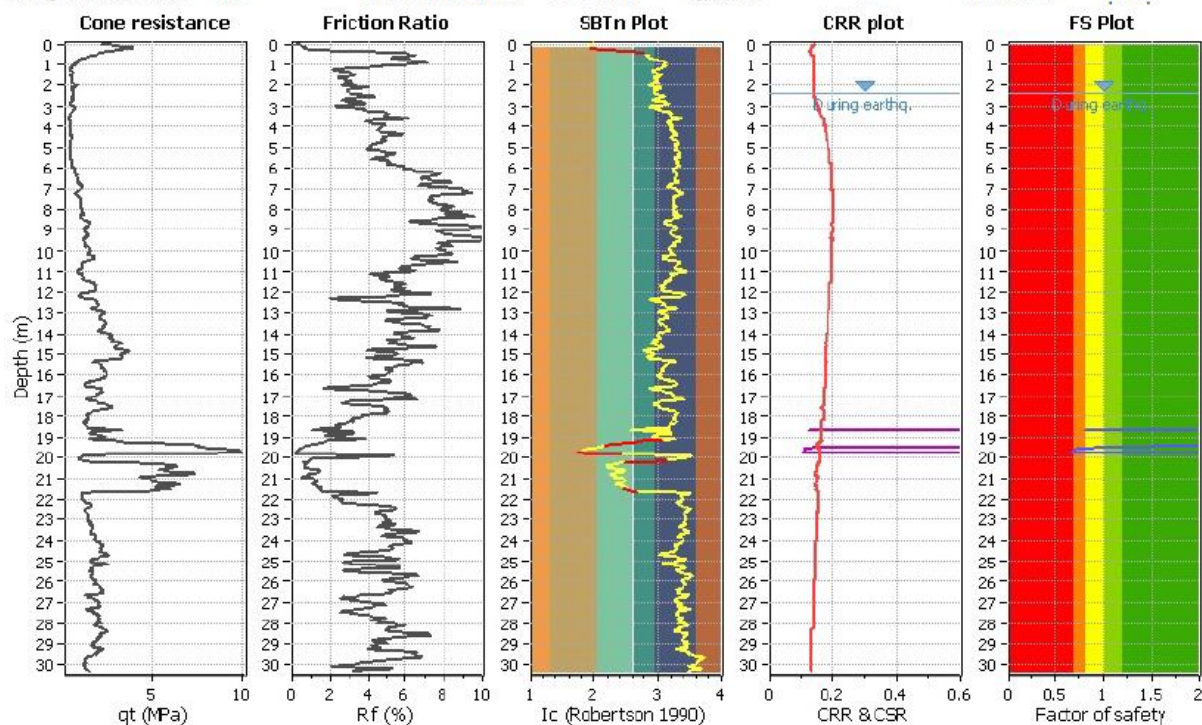
Considerando lo strato complessivo, l'indice di liquefazione (IL) risulta inferiore a 2, il che ci permette di evidenziare il rischio di liquefazione come "MOLTO BASSO", per gli orizzonti riscontrati. Di seguito i diagrammi degli output del programma delle prove effettuate.

CLIQ Parametres	SCPTU1	CPTU2
Livello Statico Falda	3,40 mt da p.c.	3,30 mt da p.c.
Livello Falda durante Terremoto	2,40 mt da p.c.	2,30 mt da p.c.
Magnitudo	6,14	6,14
Teoria Utilizzata:	I&B (2014)	I&B (2014)
Accelerazione Max: $S * a_{refg} = 1,46 * 0,157g = 0,23 g$		

CPT file : SCPTU1

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	3.40 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	2.40 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.23	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method



Liquefaction analysis overall plot

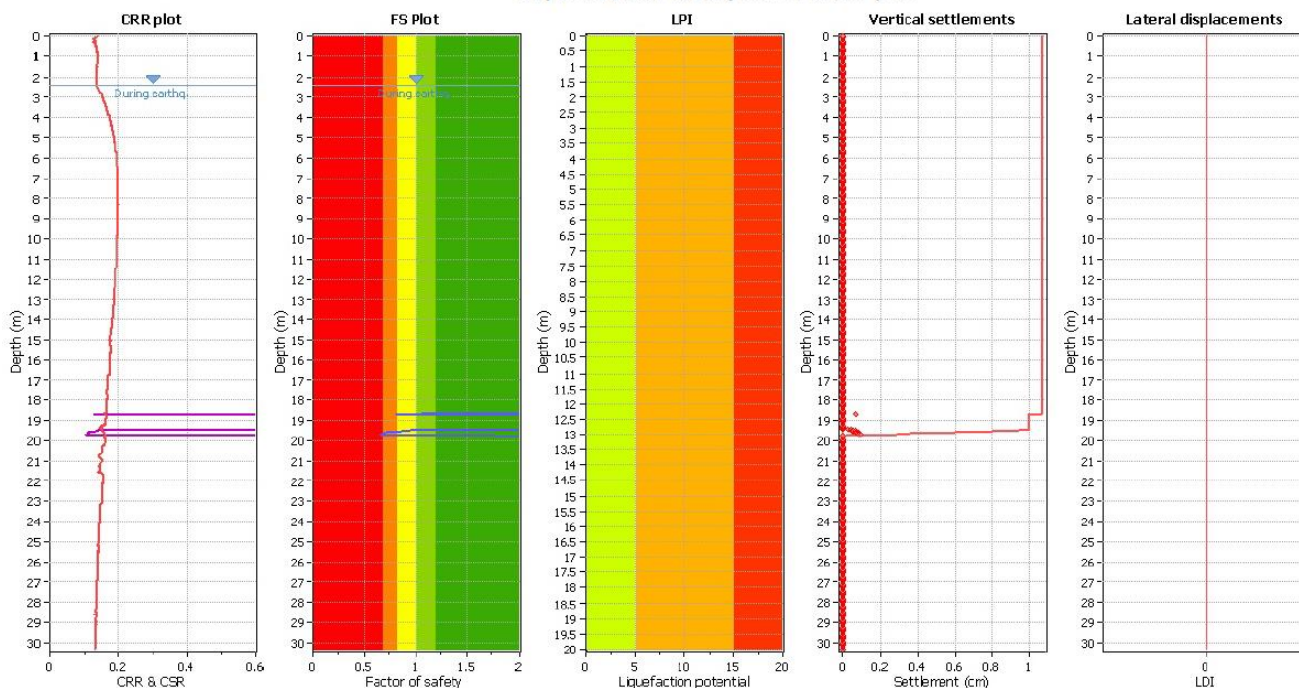
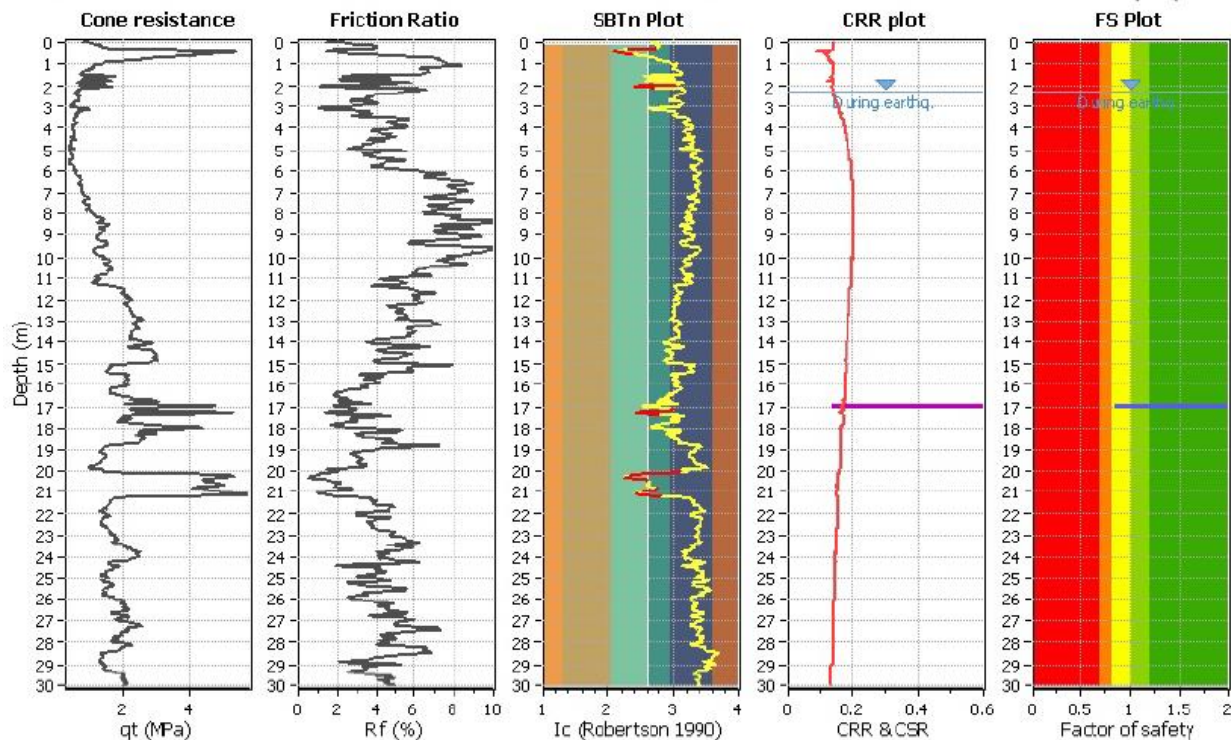


Figura 14: Output del Programma Cliq per il calcolo della liquefazione – SCPTU 1

CPT file : CPTU2

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	3.30 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	2.30 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.23	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_s applied:	Yes	MSF method:	Method



Liquefaction analysis overall plot

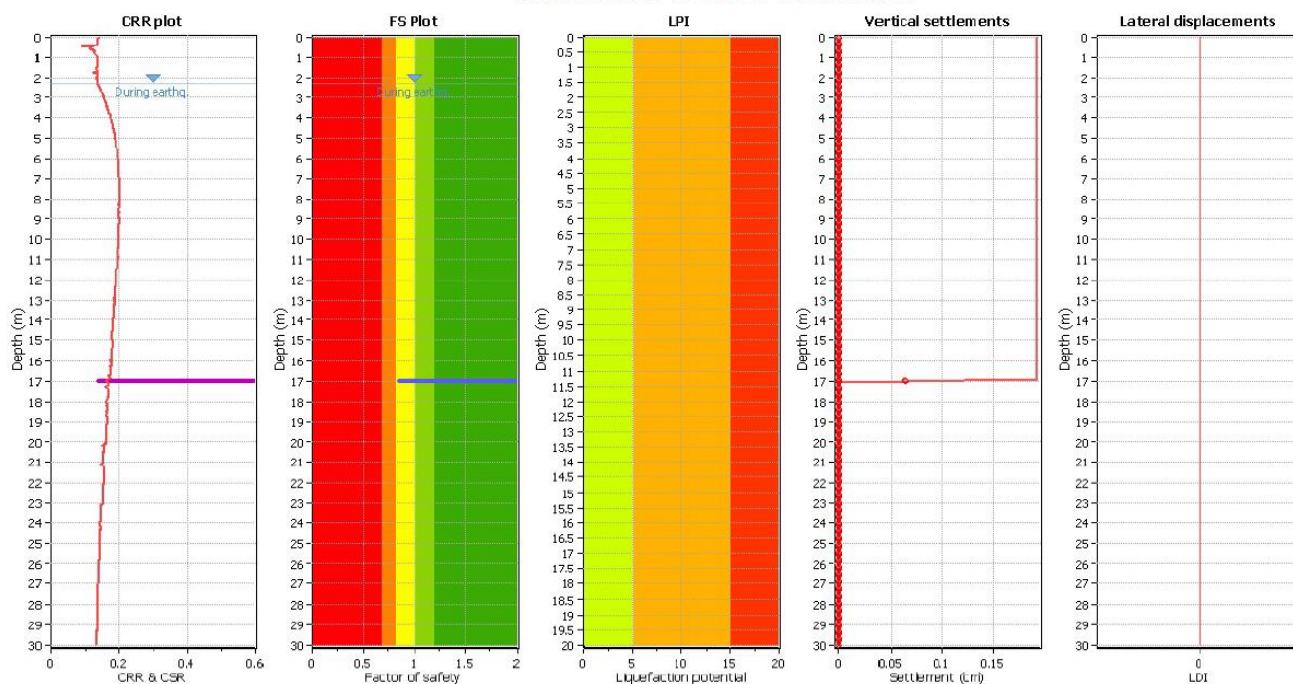


Figura 14bis: Output del Programma Cliq per il calcolo della liquefazione – CPTU 2

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

Considerando i singoli strati, gli orizzonti risultano non liquefacibili quando il Fattore di sicurezza alla liquefazione $FS > 1.00$. Nello specifico è stato utilizzato sempre attraverso il software Cliq, il metodo di Idriss & Boulanger 2014, che permette di correlare la resistenza al taglio mobilitata nel terreno con i risultati delle prove penetrometriche statiche, esprimendo la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un fattore di liquefazione F_s dato dal rapporto tra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico (CSR lim) e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma (CSR max)

Un deposito **non è suscettibile a liquefazione** quando **FL (o F_s) ≥ 1.00**

Di seguito vengono riportare in tabella le risultanze ottenute per gli strati ipotizzati liquefacibili, utilizzando come dato di input di accelerazione 0.23g

Profondità strato	ID. PROVA e STRATO	F. S. (acc.:0,23g)
17,80 – 21,60 m	SCPTU1 (Sabbie limose – Granulare)	1.90
16,20 – 18,40 m	CPTU2 (Limi e limi sabbiosi)	1.96

Come si può vedere nessuno strato ipotizzato liquefacibile risulta in realtà suscettibile a liquefazione

ID PROVA	Cedimenti Post-sismici (cm)
SCPTU1	1,1
CPTU2	0,20

9. PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL TERRITORIO

La pericolosità del lotto è stata effettuata sulla base dell'individuazione di:

- spessori potenzialmente liquefacibili;
- presenza di terreni con caratteristiche portanti scarse;
- condizioni idrogeologiche particolari;
- presenza di rilevati.

Per il terreno in esame, fino alla massima profondità d'indagine (mt. 30.00):

1. sono stati individuati livelli a natura granulare, potenzialmente liquefacibili compresi tra piano campagna e mt 20.00 “ipotizzati in via cautelativa continui”, analizzati nel capitolo 8;
2. non sono stati individuati livelli centimetrici, caratterizzati da bassi valori di resistenza alla punta del penetrometro e bassa coesione nei primi 15,00 metri da piano campagna.
3. per quanto riguarda le condizioni idrogeologiche, si segnala la presenza di terreni superficiali a natura granulare, mentre l'andamento altimetrico presenta una generale debole pendenza verso sud ovest;
4. non sono presenti rilevati in corrispondenza o nei pressi del sedime del fabbricato.

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

9.1 Caratteri idrogeologici e idrologici

Nei fori residuali delle indagini eseguite in data 11/03/2022, è stata rilevata la quota della superficie di saturazione alle seguenti profondità riferita al piano campagna.

Prova CPT effettuata	Profondità del livello di saturazione dal p.c. (mt)
SCPTU1	-3.40
CPTU2	-3.30

Vista la situazione al contorno, l'acqua presente all'interno dei fori residuali delle indagini eseguite, corrisponde in questo caso ad acqua di infiltrazione superficiale o di saturazione, a movimento prevalentemente verticale, regimata principalmente dall'evapotraspirazione e dall'infiltrazione efficace (di fatto la componente granulare presente nello strato non può essere considerata una vera e propria falda). In ogni caso, in virtù di una consuetudine comune acquisita da tempo, nel presente testo tale acqua di infiltrazione potrà essere comunque denominata “falda superficiale” o “falda freatica”.

Per quanto riguarda le acque di superficie, va evidenziata la presenza del fiume Reno a 1,5 Km a est del sito d'indagine, non sono presenti acque di superficie nell'intorno dell'area.

In base alla situazione al contorno è possibile identificare i fenomeni di infiltrazione e di evapotraspirazione come i principali agenti responsabili della fluttuazione del livello della falda più superficiale nei brevi periodi, tuttavia è bene segnalare l'influenza del vicino fiume Po, il quale si trova in regime alimentante nei confronti della falda freatica principale influenzandone direttamente il livello piezometrico, fino al raggiungimento di quote prossime al piano campagna durante i periodi di piena o di elevata portata del fiume..

L'individuazione della falda è legata al tipo d'incarico ricevuto e al periodo di osservazione strettamente connesso con l'incarico.

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

10. TIPO DI FONDAZIONI

Le scelte progettuali per le opere di fondazione, vanno fatte contestualmente e congruentemente con quelle delle strutture in elevato.

La scelta del tipo di fondazioni da adottare dipende:

- dalla disposizione planimetrica dei montanti della costruzione (pilastri, muri continui, ecc.);
- dall'entità dei carichi applicati, in relazione alla capacità portante offerta dai terreni di posa;
- dai cedimenti differenziali ammissibili, e quindi da un'analisi dell'interazione che si sviluppa tra terreno e struttura, nel suo insieme.

Le fondazioni dirette o superficiali, sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato, agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta in relazione alle caratteristiche ed alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni ed alle condizioni idrogeologiche e posto, quindi, al di fuori del campo di variazioni significative del contenuto d'acqua del terreno e a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Per profondità piano di posa e verifiche interazioni struttura terreno bisognerà considerare la misura diretta della falda freatica, effettuata nel corso delle indagini e risultata, nel sito in oggetto, a profondità di -3.40/3.30 (Prova SCPTU1/CPTU2) mt dal piano delle indagini

Per evitare che a causa di eventi meteorici particolarmente intensi, il livello statico della falda possa risalire fino ad interferire con il piano di posa delle fondazioni, sarà utile prevedere opportuni accorgimenti di impermeabilizzazione, utili ad evitare fenomeni di risalita capillare lungo i muri perimetrali.

11. FONDAZIONI SUPERFICIALI

11.1 Calcolo RD

Nelle verifiche (SLU) nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa due diversi approcci progettuali:

APPROCCIO 1 (DA1)		APPROCCIO 2 (DA2)
Combinazione 1	Combinazione 2	Combinazione 1 o unica
(A1+M1+R1)	(A2+M2+R2)	(A1+M1+R3)
(STR)	(GEO)	(STR+GEO)

Le combinazioni sono formate da gruppi di *coefficienti parziali* γ , con

A = Azioni γ_F (Progettista)

M = resistenza dei materiali (terreno) γ_M (parametri del terreno)

R = resistenza globale del sistema γ_R (coefficienti di sicurezza)

- **Approccio 1 (DA1):** si impiegano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le *azioni* (A), per la *resistenza dei materiali* (M) e, eventualmente, per la *resistenza globale del sistema* (R).
- Nella combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della tabella 6.2.I (NTC 2018);
- Nella combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti γ_F riportati nella colonna A2 della tabella 6.2.I (NTC 2018);
- **Approccio 2 (DA2):** si impiega *un'unica combinazione* dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) ed eventualmente per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della tabella 6.2.I (NTC 2018).

Tabella 6.2.I

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi perm.	favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

non struttu.	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi	favorevoli	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
variabili	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.					

In accordo con il Progettista, è stato scelto:

- **Approccio 2 Combinazione unica:** tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I. e 6.2.II per azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 6.8.I per le resistenze globali(NTC 2018).

Tabella 6.2.I Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni					
Tipologia carichi		Coefficiente γ_F	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi perm. non struttu.	favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.					

Tabella 6.2.II <i>Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno</i>				
PARAMETRO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente Parziale γ_M	(M1) STR	(M2) GEO
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_k	γ_γ	1,0	1,0

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

Tabella 6.8.I Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

Coefficiente	R3
γ_R	2,3

Stratigrafia media del terreno: falda a -3.40/3.30 (SCPTU1-CPTU2) metri dal p.c.

Caratteristiche medie del terreno, fino alla profondità interessata dal *bulbo d'influenza* (15.00 metri).

Il valore caratteristico k , rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove.

Il valore caratteristico di c_u è determinabile con la seguente relazione:

$$c_{uk} = c_{um} (1 + X V_{c_u})$$

dove:

c_{uk} = valore caratteristico della coesione

c_{um} = valore medio della coesione

V_{c_u} = coefficiente di variazione (COV) di c_u , definito come rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di c_u

X = parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata.

L'Eurocodice 7 fissa, per i parametri di resistenza, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di X uguale a -1.645.

Frattile %	50	25	10	5
X	0	0,674	1,282	-1,645

Di conseguenza la precedente relazione $c_{uk} = c_{um} (1 + X V_{c_u})$

Diventa

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

$$c_{uk} = c_{um} (1 - 1,645 V_{cu})$$

Dall'analisi delle indagini effettuate, sono stati ricavati i valori della coesione non drenata c_u , considerati nell'ambito del volume significativo;

il valore medio della coesione non drenata risulta $c_{um} = 0.9 \text{ kg/cm}^2$ (9 t/m²).

Il valore caratteristico della c_u diventa:

$$c_{uk} = c_{um} (1 + X V_{cu}), \text{ dove } X \text{ rappresenta il parametro adottato e } V_{cu} = \frac{\sigma}{c_{um}}$$

$$c_{uk} = c_{um} (1 + X V_{cu}) = 0.8 \text{ kg/cm}^2 \text{ (8 t/m}^2\text{)}$$

UTILIZZATO PER IL CALCOLO DEL PARAMETRO CARATTERISTICO A TITOLO CONSERVATIVO LO STRATO COESIVO CHE VA DA 4 a 10 mt in SCPTU 1 e DA 4 a 16 mt in CPTU 2

Per lo stato limite di resistenza del terreno (GEO), nella combinazione 1 si amplificano tutte le azioni in condizioni statiche, mentre in condizioni sismiche $\gamma_F = 1$

Le verifiche della sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi di resistenza (SLU), vengono verificate tramite l'equazione

$$Ed \leq Rd$$

con Ed = valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

Rd = valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico (terreno)

Il calcolo della **resistenza di progetto Rd** (finalizzata al dimensionamento geotecnico delle opere di fondazione) viene effettuata considerando carico verticale centrato, base piana della fondazione e poiché il bulbo d'influenza si sviluppa all'interno di terreni essenzialmente coesivi, si considera $\phi = 0^\circ$. In virtù di quanto sopra esposto, per la posizione della falda coincidente con il piano di posa della fondazione, la formula generale risulta

$$q_{lim} = Rd = (c * N_c * s_c * d_c + \gamma * D * N_q * s_q * d_q) * A'$$

indicando con s_c , s_q , s_γ , i fattori di forma e con d_c , d_q , d_γ , i fattori di profondità.

Il calcolo della **resistenza di progetto R_d** (finalizzata al dimensionamento geotecnico delle opere di fondazione) viene effettuata in condizioni a breve termine (condizioni non drenate) per $c_{uk} = 8,0 \text{ T/m}^2$, (valore medio all'interno del bulbo d'influenza carico verticale centrato, base piana della fondazione e poiché il bulbo d'influenza si sviluppa all'interno di terreni essenzialmente coesivi, si considera cautelativamente $\phi = 0^\circ$).

Come sistema di fondazioni è stata considerata una TRAVE ROVESCIA di larghezza $B = 1\text{m}$, lunghezza $L = 20\text{m}$ e profondità piano di posa = 1 m da p.c. (palazzina a sud)

Nc - Nq - N γ

ϕ	0.01
rad	0.000175
$\tan \phi$	0.000175
$45 + \phi/2$	45.005
rad	0.785485
\tan	1.000175
\tan^2	1.000349
e	2.718282
π	3.141593
$e^{\pi \cdot \tan \phi}$	1.000548
$\cot \phi$	5729.578
Nc	5.14
Nq	1.00
Nγ	0.00

FORMA

B =	1	mt
L =	20	mt
$\phi^\circ =$	0.01	
$\phi^{\text{rad}} =$	0.000175	
$\sin \phi =$	0.000175	
$1 + \sin \phi =$	1.000175	
$1 - \sin \phi =$	0.999825	
B/L =	0.6	
$s_c =$	1.010003	
$s_q =$	1.005002	
$s_\gamma =$	1.005002	

PROFONDITA'

D =	1	mt
B =	1	mt
Nc =	5.14	
$\phi^\circ =$	0.01	°
$\phi^{\text{rad}} =$	0.000175	
$\tan \phi =$	0.000175	
$\sin \phi =$	0.000175	
$(1 - \sin \phi)^2 =$	0.999651	
$d_c =$	1.389318	
$d_q =$	1.000349	
$d_\gamma =$	1	

Rd= 4,2 kg/cm²

Ancora da dividere per R3

4,2/2,3

RD= 1.82 kg/cm²

12. CONSIDERAZIONI SUI CEDIMENTI

Per la valutazione indicativa dei cedimenti, **in condizioni statiche**, sono stati utilizzati i dati ricavati dalla prova penetrometrica statica effettuata, in corrispondenza del sito in oggetto.

Lo spessore dello strato comprimibile, valutato attraverso l'analisi del bulbo d'influenza, è stato considerato cautelativamente pari a 20.00 metri, considerando, secondo i dati del Progettista, fondazioni tipo trave rovescia con larghezza lunghezza pari a 1 x 20 metri (esempio di trave). Il piano di posa è stato valutato a -1 mt di profondità da piano campagna.

Suddiviso l'intero spessore del terreno investigato in strati di 20 cm, è stata valutata per ciascun livello la tensione verticale " σ_v " in corrispondenza del centro della superficie di carico, secondo la teoria dell'elasticità di Boussinesq.

Il relativo valore del modulo edometrico "**Mo**" viene ottenuto, per i vari livelli, in base alla relazione:

$$Mo = \alpha * Rp$$

dove: α = coefficiente tabulato in funzione della litologia.

Rp = resistenza alla punta in corrispondenza del livello considerato

La valutazione, dei cedimenti è stata condotta ipotizzando un carico di esercizio compatibile con quello realmente applicato, e utilizzando i dati di progetto per il tipo di fondazioni.

Il calcolo è stato ottenuto in base all'espressione:

$$S = n * \Sigma (h * \sigma_v / Mo)$$

in cui

S = cedimento esteso alla profondità Hc (metri)

n = coefficiente di riduzione ($n = 0.85$) che tiene conto della flessibilità del piano di posa

Σ = somm. degli strati di 20 cm fino alla profondità Hc

h = spessore degli strati considerati (= 20cm)

σ_v = tensione verticale al centro della superficie di carico

Mo = modulo edometrico

Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella GEOLOGIA FERRARA S.N.C. via dell'artigianato, 2 44030 – Ro Ferrarese (FE) cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it P. IVA: 01926240381	RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID 380040081 NTC 18 – D.M. 17/01/18
---	--

<i>CPT</i>	<i>Tipo di fondazioni TRAVE ROVESCIA Larghezza x Lunghezza (mt)</i>	<i>Piano di posa da p.c. (mt)</i>	<i>Carico (kg/cm²) Ipotizzato</i>	<i>Banco comprimibile (in mt da p.c.)</i>	<i>Cedimento (cm)</i>
<i>SCPTU1</i>	1 x 20	-1.00	0.6	20	2.20
<i>CPTU2</i>	1 x 20	-1.00	0.6	20	2.30

Programma utilizzato per il calcolo: Cpte-it

13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Su incarico della Committenza, è stata effettuata un'indagine geognostica per caratterizzare l'area, sito in via della Quercia 20-24, nel comune di Cento (FE).

Lo scrivente incaricato dalla ditta Geologia Ferrara Snc ha redatto la suddetta relazione di “Modellazione Geologica”, comprensiva dei parametri geotecnici e sismici, ai sensi del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018 (NTC18).

L'indagine, eseguita in data 11/03/2022, è stata sviluppata tramite l'esecuzione di:

- n° 1 SCPTU prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono, eseguita fino alla profondità di 30.30 m da piano campagna
- n° 1 CPTU prova penetrometrica statica con punta elettrica, eseguita alla profondità di 30.00 m da piano campagna

I dati ottenuti dalla prova eseguita hanno permesso di caratterizzare l'area in esame, dal punto di vista geotecnico e stratigrafico e di fornire i parametri e i coefficienti sismici.

Dalle indagini svolte e da quanto emerso nell'analisi dei risultati, raccolti nella presente relazione tecnica, non si registrano, quindi, elementi ostativi, dal punto di vista geologico, idrogeologico e sismico, per la realizzazione dell'opera in progetto.

Ro di Riva del Po, 14/03/2022

Dr. Geol. Fabio Zanella




Geo.Fe. Snc - Dott. Geol. Fabio Zanella
GEOLOGIA FERRARA S.N.C.


via dell'artigianato, 2
44030 – Ro Ferrarese (FE)
cell. +39.3383646278 - info@geofe.it – www.geofe.it
P. IVA: 01926240381


RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PER
CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA, SITO IN VIA
DELLA QUERCIA, NEL COMUNED DI CENTO – ID
380040081
NTC 18 – D.M. 17/01/18


ALLEGATO 1

RAPPORTI DI PROVA SCPTU1 -CPTU2

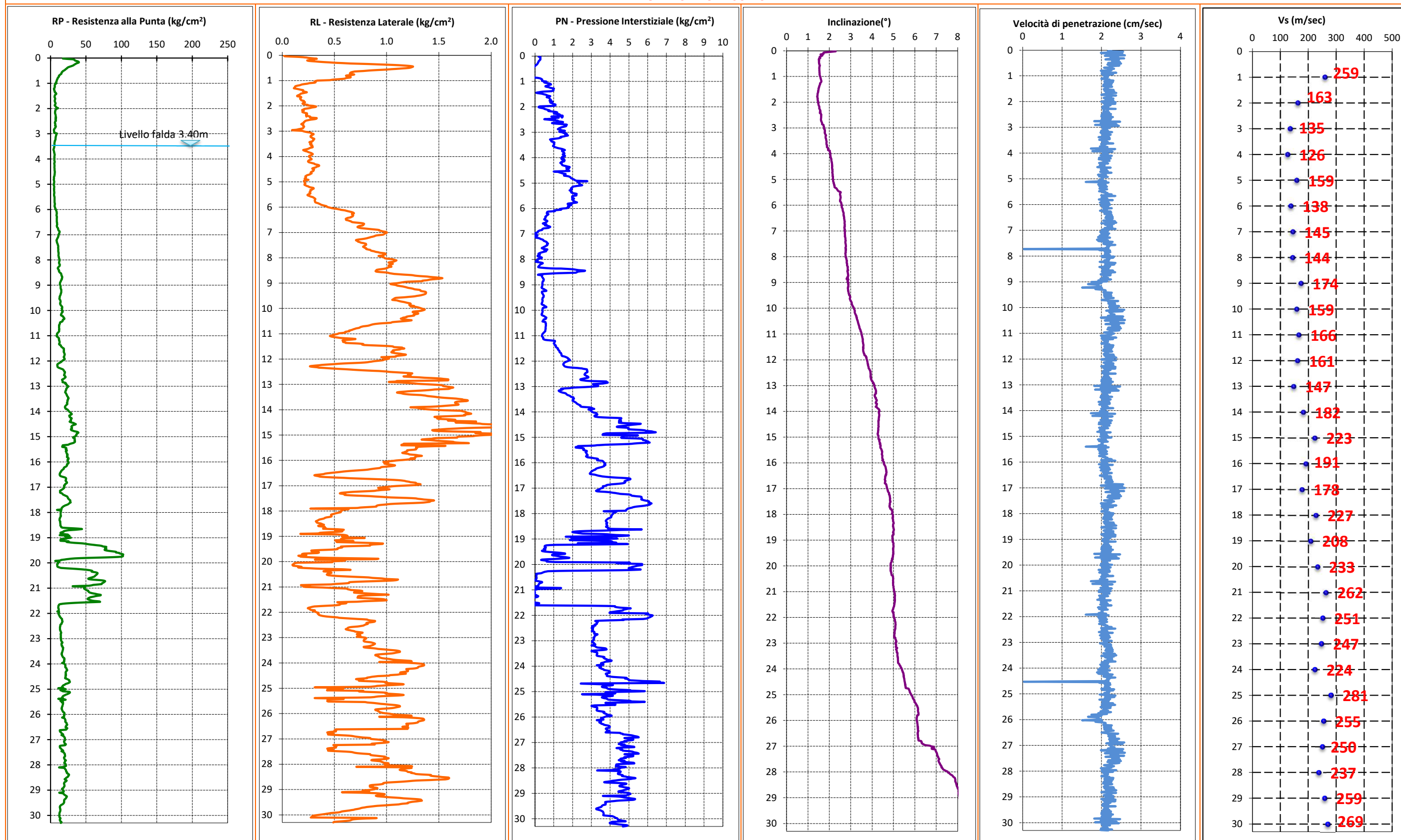
<div><div><div>Geo.Fe.</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div></div>	Committente: ACER FERRARA Cantiere: Cento - via Quercia 20/22/24 (FE) Data: 11/03/2022	ID Prova: SCPTU 1 Profondita falda: a mt 3.40 da p.c. Preforo: -	Profondità massima raggiunta: 30.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 56/22GF	Prova eseguita da: GEO.FE. S.n.c. via dell'Artigianato ,3 44033 - Ro di Riva del Po (FE) tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto																									
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	V.avanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec
0.020	17.234	0.017	18.250	2.297	2.246	1.660	6.055	0.182	0.766	1.448	2.373	3.300	5.974	0.306	0.841	1.835	2.087	4.940	4.858	0.213	2.254	2.169	2.001	6.580	9.326	0.666	0.414	2.703	2.212
0.040	29.227	0.026	27.967	2.070	2.170	1.680	5.913	0.175	0.784	1.445	2.149	3.320	5.793	0.304	0.885	1.824	2.033	4.960	4.751	0.208	2.310	2.160	2.039	6.600	9.286	0.696	0.472	2.703	2.258
0.060	33.190	0.133	28.221	1.834	2.551	1.700	5.770	0.172	0.810	1.452	2.111	3.340	5.646	0.296	0.861	1.820	2.186	4.980	4.716	0.210	2.329	2.164	2.016	6.620	9.001	0.747	0.604	2.720	2.040
0.080	33.970	0.217	27.291	1.722	2.285	1.720	6.049	0.171	0.844	1.443	2.000	3.360	5.571	0.297	0.887	1.820	2.076	5.000	4.505	0.211	2.338	2.172	2.000	6.640	8.749	0.775	0.556	2.716	2.343
0.100	34.643	0.251	26.531	1.722	1.983	1.740	6.293	0.178	0.811	1.447	2.000	3.380	5.424	0.291	0.980	1.823	1.926	5.020	4.468	0.215	2.349	2.173	1.995	6.660	8.884	0.784	0.529	2.711	2.160
0.120	37.262	0.297	28.305	1.725	2.000	1.760	6.431	0.179	0.775	1.435	2.371	3.400	5.416	0.286	1.032	1.831	2.205	5.040	4.537	0.218	2.369	2.177	2.031	6.680	9.054	0.777	0.680	2.709	2.111
0.140	38.923	0.331	26.953	1.593	2.514	1.780	6.885	0.187	0.891	1.429	2.142	3.420	5.516	0.267	1.014	1.844	2.006	5.060	4.852	0.222	2.420	2.176	1.929	6.700	9.296	0.776	0.772	2.710	2.374
0.160	39.983	0.269	24.841	1.598	2.368	1.800	7.092	0.207	0.923	1.441	2.253	3.440	5.546	0.260	0.994	1.843	2.208	5.080	5.096	0.214	2.509	2.181	2.115	6.720	9.853	0.767	0.804	2.710	1.994
0.180	39.346	0.304	22.729	1.675	2.137	1.820	6.738	0.201	0.804	1.441	2.165	3.460	5.397	0.275	1.021	1.853	2.193	5.100	5.130	0.214	2.355	2.196	1.793	6.740	10.481	0.738	0.746	2.720	2.315
0.200	37.294	0.240	18.926	1.620	2.594	1.840	6.313	0.213	0.839	1.453	2.076	3.480	5.356	0.279	1.017	1.854	1.942	5.120	5.093	0.213	2.111	2.194	1.615	6.760	10.548	0.727	0.697	2.723	2.154
0.220	35.915	0.255	18.166	1.591	2.081	1.860	5.887	0.217	0.914	1.453	2.054	3.500	5.244	0.267	0.991	1.861	2.126	5.140	5.020	0.227	1.998	2.209	2.170	6.780	10.684	0.720	0.466	2.715	2.089
0.240	34.750	0.315	16.561	1.543	2.424	1.880	5.919	0.203	0.967	1.459	2.303	3.520	5.168	0.268	0.977	1.865	2.120	5.160	4.878	0.236	1.980	2.205	1.956	6.800	10.856	0.728	0.391	2.720	2.211
0.260	33.620	0.370	15.631	1.543	2.246	1.900	6.653	0.194	1.078	1.451	2.100	3.540	4.986	0.273	0.955	1.872	2.013	5.180	4.699	0.251	1.969	2.221	2.101	6.820	11.168	0.751	0.394	2.707	2.266
0.280	32.492	0.448	14.364	1.575	2.231	1.920	7.282	0.198	1.092	1.458	2.170	3.560	4.839	0.288	1.010	1.859	2.158	5.200	5.048	0.258	1.917	2.229	1.964	6.840	11.656	0.797	0.367	2.721	2.150
0.300	30.938	0.522	12.505	1.521	2.229	1.940	7.946	0.215	1.082	1.459	2.270	3.580	4.515	0.282	1.061	1.862	2.057	5.220	4.940	0.274	1.912	2.221	1.918	6.860	12.530	0.842	0.241	2.695	2.187
0.320	29.101	0.651	10.393	1.523	2.574	1.960	8.260	0.245	0.977	1.470	2.300	3.600	4.369	0.280	1.140	1.863	2.025	5.240	4.937	0.298	1.963	2.245	2.107	6.880	12.773	0.888	0.202	2.705	2.269
0.340	27.088	0.812	7.604	1.500	2.216	1.980	10.560	0.243	0.266	1.475	2.059	3.620	4.117	0.292	1.224	1.870	2.298	5.260	4.864	0.301	1.938	2.243	2.014	6.900	12.557	0.928	0.148	2.705	2.077
0.360	25.252	0.933	4.309	1.524	2.104	2.000	9.223	0.296	0.186	1.478	2.000	3.640	4.145	0.285	1.341	1.865	1.994	5.280	5.108	0.290	1.836	2.237	1.944	6.920	12.557	0.928	0.148	2.720	2.144
0.380	23.840	1.062	1.014	1.505	2.440	2.020	7.956	0.324	0.220	1.474	2.355	3.660	4.456	0.264	1.466	1.887	2.104	5.300	5.139	0.286	1.897	2.250	2.140	6.940	12.020	0.949	0.103	2.725	2.355
0.400	23.347	1.147	-1.267	1.521	2.290	2.040	7.251	0.317	0.341	1.491	2.181	3.680	4.695	0.258	1.551	1.891	2.051	5.320	5.206	0.269	1.923	2.276	2.035	6.960	11.776	0.973	0.007	2.710	2.043
0.420	22.041	1.213	-3.549	1.516	2.268	2.060	6.967	0.286	0.472	1.484	2.045	3.700	4.865	0.241	1.585	1.883	2.000	5.340	5.302	0.271	1.929	2.326	2.079	6.980	11.600	0.997	-0.034	2.717	2.000
0.440	21.300	1.252	-6.590	1.507	2.273	2.080	6.614	0.268	0.500	1.489	2.352	3.720	4.894	0.221	1.436	1.891	2.040	5.360	5.126	0.271	1.923	2.345	1.952	7.000	11.494	1.002	-0.029	2.721	2.170
0.460	20.485	1.243	-9.125	1.519	2.468	2.100	6.507	0.242	0.592	1.494	2.082	3.740	5.062	0.201	1.448	1.886	1.960	5.380	4.914	0.270	1.983	2.358	1.950	7.020	11.141	0.994	0.069	2.722	2.031
0.480	19.670	1.231	-11.238	1.526	2.333	2.120	6.293	0.212	0.711	1.501	2.115	3.760	5.267	0.208	1.467	1.916	2.152	5.400	4.878	0.262	2.083	2.379	2.142	7.040	11.033	0.982	0.117	2.729	2.161
0.500	18.498	1.208	-13.603	1.515	2.168	2.140	6.431	0.204	0.785	1.514	2.227	3.780	5.367	0.218	1.513	1.935	1.972	5.420	4.877	0.266	2.211	2.383	2.006	7.060	10.889	0.976	0.125	2.725	1.964
0.520	17.254	1.147	-15.969	1.524	2.492	2.160	6.252	0.190	0.709	1.521	2.156	3.800	5.607	0.237	1.548	1.953	1.980	5.440	5.016	0.265	2.191	2.411	2.059	7.080	10.710	0.965	0.073	2.724	2.089
0.540	16.647	1.084	-16.138	1.540	2.325	2.180	6.179	0.206	0.913	1.530	2.035	3.820	5.741	0.249	1.544	1.945	1.739	5.460	5.050	0.269	2.141	2.455	2.026	7.100	10.389	0.926	-0.003	2.722	1.988
0.560	15.825	1.001	-15.547	1.541	2.147	2.200	6.492	0.200	1.107	1.533	2.172	3.840	5.773	0.263	1.561	1.932	2.347	5.480	5.224	0.258	2.195	2.512	1.935	7.120	9.928	0.894	0.019	2.731	2.198
0.580	15.536	0.906	-15.293	1.550	2.294	2.220	6.630	0.195	1.179	1.525	2.117	3.860	5.555	0.278	1.477	1.941	1.872	5.500	5.539	0.245	2.006	2.533	2.098	7.140	9.711	0.885	0.053	2.726	1.999
0.600	15.281	0.831	-14.955	1.541	2.453	2.240	6.943	0.193	1.032	1.527	2.018	3.880	5.479	0.284	1.486	2.020	2.080	5.520	5.608	0.241	1.973	2.516	2.030	7.160	9.144	0.871	0.203	2.728	2.003
0.620	15.205	0.775	-14.955	1.535	2.292	2.260	7.185	0.207	1.004	1.540	2.027	3.900	5.367	0.293	1.538	2.009	2.133	5.540	5.536	0.250	1.984	2.497	2.149	7.180	9.070	0.849	0.260	2.733	2.163
0.640	14.349	0.694	-15.293	1.534	2.200	2.280	7.215	0.225	1.208	1.551	2.358	3.920	5.290	0.287	1.589	2.018	1.766	5.560	5.639	0.262	2.000	2.497	2.132	7.200	8.537	0.828	0.316	2.721	1.954
0.660	13.394	0.672	-15.969	1.534	2.256	2.300	7.106	0.238	1.311	1.566	2.065	3.940	5.706	0.280	1.586	2.026	2.269	5.580	5.672	0.273	1.972	2.497	2.103	7.220	8.321	0.813	0.396	2.730	2.142
0.680	12.265	0.655	-16.561	1.522	2.065	2.320	7.419	0.231	1.432	1.557	2.098	3.960	5.252	0.262	1.452	2.036	2.110	5.600	5.634	0.290	2.078	2.506	2.256	7.240	8.599	0.792	0.441	2.744	2.030
0.700	11.664	0.650	-16.814	1.532	2.125	2.340	7.590	0.228	1.455	1.577	2.162	3.980	5.180	0.257	1.431	2.043	2.036	5.620	5.597	0.300	2.030	2.513	2.173	7.260	8.699	0.763	0.455	2.741	1.914
0.720	11.908	0.648	-16.645	1.529	2.317	2.360	7.585	0.231	1.190	1.580	2.158	4.000	5.320	0.255	1.473	2.043	2.036	5.640	5.699	0.308	1.974	2.520	1.987	7.280	8.870	0.726	0.514	2.749	2.217
0.740	11.521	0.666	-16.899	1.533	2.180	2.380	6.982	0.233	0.871	1.579	2.102	4.020	5.317	0.262	1.392	2.043	2.156	5.660	5.626	0.313	2.005	2.520	2.351	7.300	8.935	0.707	0.585	2.749	1.997
0.760	11.027	0.689	-17.237	1.534	2.176	2.400	6.978	0.250	1.082	1.584	2.049	4.040	5.24																

<div><div><div>Geo.Fe.</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div></div>						Committente: ACER FERRARA Cantiere: Cento - via Quercia 20/22/24 (FE) Data: 11/03/2022						ID Prova: SCPTU 1 Profondita falda: a mt 3.40 da p.c. Preforo: -						Profondità massima raggiunta: 30.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 56/22GF						Prova eseguita da: GEO.FE. S.n.c. via dell'Artigianato ,3 44033 - Ro di Riva del Po (FE) tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto					
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec
8.220	12.815	1.055	0.256	2.814	1.953	9.860	16.402	1.216	0.598	3.059	2.344	11.500	18.363	1.060	1.217	3.576	2.073	13.140	22.088	1.614	1.346	4.161	2.003	14.780	33.620	1.495	6.303	4.277	2.074
8.240	12.492	1.059	0.228	2.811	2.104	9.880	16.436	1.225	0.593	3.074	2.322	11.520	18.821	1.068	1.206	3.576	2.288	13.160	21.691	1.606	1.261	4.162	2.385	14.800	36.796	1.437	6.415	4.275	2.043
8.260	11.782	1.038	0.195	2.824	2.353	9.900	16.400	1.264	0.451	3.084	2.207	11.540	18.608	1.147	1.239	3.592	2.134	13.180	21.151	1.579	1.286	4.172	1.834	14.820	38.664	1.443	5.821	4.277	1.896
8.280	11.109	1.030	0.189	2.831	2.105	9.920	15.552	1.229	0.405	3.100	2.206	11.560	18.607	1.147	1.239	3.584	2.081	13.200	21.070	1.460	1.333	4.177	2.343	14.840	39.224	1.487	3.832	4.266	2.234
8.300	10.578	1.018	0.166	2.828	2.094	9.940	16.264	1.280	0.407	3.109	2.448	11.580	18.782	1.168	1.257	3.581	2.257	13.220	20.635	1.400	1.398	4.189	2.436	14.860	37.875	1.676	3.644	4.257	1.976
8.320	10.222	1.038	0.290	2.826	2.328	9.960	16.233	1.306	0.397	3.127	2.197	11.600	18.916	1.129	1.303	3.574	2.230	13.240	20.557	1.329	1.483	4.172	2.059	14.880	36.951	1.899	3.599	4.263	2.122
8.340	10.463	1.045	0.837	2.830	2.121	9.980	16.200	1.322	0.390	3.145	2.237	11.620	18.559	1.124	1.304	3.581	2.047	13.260	21.181	1.237	1.598	4.164	2.000	14.900	36.951	1.899	3.599	4.260	2.095
8.360	10.809	1.030	1.378	2.845	2.081	10.000	15.920	1.336	0.380	3.151	2.356	11.640	18.479	1.075	1.304	3.583	2.245	13.280	21.737	1.180	1.649	4.181	2.094	14.920	36.098	1.854	5.454	4.269	1.980
8.380	11.332	1.015	1.938	2.860	2.160	10.020	16.768	1.350	0.394	3.153	2.394	11.660	19.005	1.056	1.331	3.584	2.134	13.300	22.045	1.118	1.679	4.179	2.215	14.940	36.244	2.030	4.689	4.292	2.135
8.400	11.539	1.002	2.156	2.859	2.212	10.040	17.226	1.364	0.404	3.161	2.213	11.680	19.176	1.067	1.375	3.589	2.040	13.320	22.427	1.097	1.711	4.151	2.036	14.960	36.319	2.067	4.676	4.295	2.001
8.420	12.097	0.987	2.328	2.859	1.943	10.060	16.941	1.357	0.398	3.177	2.228	11.700	19.559	1.059	1.386	3.600	2.270	13.340	22.913	1.135	1.765	4.147	2.133	14.980	34.691	2.060	4.671	4.291	2.158
8.440	11.634	0.957	2.658	2.854	2.186	10.080	16.124	1.337	0.390	3.184	2.578	11.720	19.802	1.044	1.400	3.602	2.145	13.360	23.082	1.153	1.837	4.121	2.121	15.000	33.135	1.943	4.580	4.291	1.968
8.460	12.124	0.922	2.585	2.854	2.135	10.100	15.661	1.308	0.383	3.190	2.276	11.740	19.973	1.050	1.407	3.612	2.089	13.380	23.360	1.184	1.880	4.110	2.035	15.020	32.318	1.857	4.610	4.290	2.000
8.480	12.650	0.902	2.249	2.861	2.025	10.120	15.374	1.257	0.369	3.188	2.127	11.760	19.650	1.081	1.407	3.618	2.158	13.400	23.602	1.236	1.911	4.120	2.161	15.040	31.818	1.824	5.390	4.297	2.251
8.500	13.318	0.904	2.226	2.855	2.176	10.140	14.946	1.248	0.358	3.185	2.538	11.780	19.610	1.125	1.423	3.643	2.136	13.420	24.269	1.330	2.030	4.131	1.989	15.060	33.899	1.687	5.731	4.295	2.054
8.520	14.342	0.894	2.143	2.875	2.102	10.160	14.802	1.262	0.350	3.186	2.258	11.800	19.321	1.152	1.444	3.637	2.059	13.440	24.831	1.369	2.042	4.145	2.058	15.080	33.969	1.675	5.741	4.312	2.108
8.540	14.870	0.899	1.253	2.851	2.031	10.180	14.587	1.293	0.354	3.193	2.195	11.820	18.964	1.183	1.567	3.638	2.307	13.460	24.862	1.405	2.061	4.143	2.271	15.100	33.969	1.675	5.741	4.353	2.078
8.560	15.151	0.939	0.756	2.837	2.294	10.200	15.219	1.302	0.390	3.206	2.250	11.840	18.535	1.171	1.651	3.686	2.158	13.480	25.389	1.452	2.071	4.181	1.973	15.120	34.344	1.675	5.893	4.331	1.907
8.580	15.078	1.001	0.349	2.856	2.073	10.220	16.771	1.280	0.456	3.214	2.229	11.860	18.849	1.125	1.706	3.708	2.079	13.500	24.571	1.486	2.010	4.169	2.173	15.140	33.880	1.433	5.902	4.332	2.112
8.600	15.466	1.022	0.152	2.854	2.015	10.240	17.757	1.258	0.504	3.219	2.239	11.880	19.411	1.086	1.749	3.710	2.322	13.520	24.602	1.531	2.030	4.176	2.082	15.160	34.120	1.363	6.019	4.337	2.076
8.620	15.430	1.046	0.374	2.865	2.345	10.260	18.070	1.266	0.538	3.244	2.332	11.900	19.411	1.086	1.749	3.741	2.107	13.540	24.491	1.594	2.005	4.195	2.013	15.180	34.152	1.336	5.927	4.340	1.938
8.640	15.994	1.102	0.368	2.873	2.032	10.280	18.773	1.260	0.598	3.257	2.237	11.920	20.024	0.952	1.812	3.722	2.142	13.560	23.708	1.664	2.001	4.218	2.234	15.200	34.535	1.420	6.098	4.353	2.159
8.660	16.453	1.165	0.366	2.864	2.083	10.300	19.299	1.227	0.593	3.258	2.246	11.940	19.459	0.970	1.807	3.733	2.373	13.580	23.916	1.717	2.055	4.216	2.087	15.220	33.754	1.472	5.626	4.364	2.001
8.680	16.238	1.241	0.371	2.873	2.237	10.320	19.257	1.189	0.569	3.254	2.170	11.960	17.940	1.005	1.860	3.742	2.149	13.600	23.981	1.734	2.106	4.205	2.033	15.240	32.194	1.542	5.262	4.379	2.039
8.700	16.411	1.269	0.390	2.882	1.979	10.340	19.257	1.189	0.569	3.284	2.551	11.980	16.986	1.023	1.791	3.745	2.111	13.620	23.551	1.772	2.155	4.187	2.186	15.260	29.963	1.636	4.977	4.352	2.016
8.720	16.090	1.316	0.416	2.878	1.998	10.360	17.628	1.159	0.465	3.265	2.285	12.000	16.350	0.999	1.734	3.761	2.000	13.640	23.441	1.777	2.199	4.174	2.076	15.280	27.589	1.645	4.148	4.372	2.000
8.740	15.836	1.388	0.426	2.886	2.229	10.380	17.314	1.154	0.445	3.282	1.983	12.020	15.573	0.972	1.669	3.760	2.000	13.660	23.080	1.752	2.209	4.169	1.926	15.300	25.995	1.703	3.404	4.391	1.995
8.760	15.938	1.445	0.437	2.862	2.049	10.400	16.927	1.135	0.433	3.292	2.000	12.040	14.617	0.965	1.607	3.768	2.371	13.680	23.462	1.676	2.244	4.170	2.205	15.320	24.152	1.777	3.096	4.383	2.031
8.780	15.368	1.496	0.465	2.848	2.122	10.420	16.857	1.149	0.421	3.290	2.514	12.060	13.377	0.927	1.560	3.773	2.142	13.700	23.668	1.657	2.294	4.221	2.006	15.340	17.151	1.164	2.290	4.401	1.929
8.800	15.080	1.533	0.460	2.862	2.059	10.440	16.009	1.188	0.401	3.299	2.368	12.080	12.174	0.880	1.527	3.786	2.253	13.720	23.095	1.654	2.341	4.217	2.208	15.360	17.151	1.164	2.290	4.381	2.115
8.820	14.580	1.512	0.457	2.819	2.039	10.460	14.029	1.238	0.546	3.316	2.137	12.100	11.012	0.853	1.513	3.784	2.165	13.740	22.311	1.661	2.418	4.216	2.193	15.380	16.500	1.142	2.165	4.381	1.793
8.840	14.467	1.462	0.451	2.870	2.165	10.480	13.214	1.214	0.544	3.315	2.594	12.120	10.095	0.811	1.507	3.783	2.076	13.760	21.596	1.667	2.407	4.211	1.942	15.400	16.500	1.142	2.165	4.382	1.615
8.860	13.892	1.414	0.405	2.803	2.110	10.500	13.211	1.163	0.570	3.325	2.081	12.140	9.530	0.747	1.499	3.789	2.054	13.780	21.059	1.687	2.426	4.200	2.126	15.420	20.376	1.553	2.537	4.392	2.170
8.880	13.642	1.386	0.407	2.891	1.971	10.520	12.959	1.106	0.573	3.333	2.424	12.160	9.527	0.636	1.535	3.793	2.303	13.800	20.487	1.687	2.525	4.195	2.120	15.440	21.643	1.426	2.597	4.411	1.956
8.900	13.317	1.342	0.397	2.872	2.239	10.540	12.816	1.055	0.566	3.337	2.246	12.180	9.562	0.544	1.548	3.811	2.100	13.820	20.302	1.626	2.906	4.165	2.013	15.460	22.414	1.301	2.604	4.421	2.101
8.920	13.317	1.342	0.390	2.847	2.085	10.560	12.215	1.037	0.572	3.341	2.231	12.200	9.770	0.485	1.571	3.803	2.170	13.840	20.298	1.562	3.018	4.213	2.158	15.480	21.697	1.280	2.567	4.431	1.964

<div><div><div><div>Geo.Fe.</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div></div></div>	Committente: ACER FERRARA Cantiere: Cento - via Quercia 20/22/24 (FE) Data: 11/03/2022	ID Prova: SCPTU 1 Profondita falda: a mt 3.40 da p.c. Preforo: -	Profondità massima raggiunta: 30.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 56/22GF	Prova eseguita da: GEO.FE. S.n.c. via dell'Artigianato ,3 44033 - Ro di Riva del Po (FE) tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto																									
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec
16.420	13.739	0.635	2.916	4.653	2.261	18.060	14.164	0.541	4.087	4.973	2.134	19.700	101.712	0.190	1.521	4.940	1.834	21.340	59.634	0.767	-0.091	5.058	1.896	22.980	14.653	0.764	3.103	5.095	2.055
16.440	13.243	0.586	2.942	4.659	2.095	18.080	14.235	0.520	4.082	4.967	2.081	19.720	102.263	0.209	1.709	4.927	2.343	21.360	56.112	0.729	-0.120	5.052	2.234	23.000	14.867	0.797	3.077	5.097	2.137
16.460	13.032	0.536	3.146	4.656	2.055	18.100	14.202	0.502	4.044	4.981	2.257	19.740	101.487	0.229	1.820	4.930	2.436	21.380	54.126	0.724	-0.123	5.061	1.976	23.020	14.796	0.804	3.031	5.096	2.084
16.480	12.927	0.487	3.249	4.623	2.137	18.120	14.239	0.487	4.046	4.954	2.230	19.760	95.223	0.155	1.530	4.931	2.059	21.400	53.096	0.746	-0.124	5.057	2.122	23.040	14.654	0.801	3.044	5.098	1.960
16.500	12.787	0.448	3.344	4.639	2.084	18.140	14.558	0.467	4.054	4.953	2.047	19.780	77.090	0.170	0.966	4.917	2.000	21.420	52.370	0.721	-0.132	5.053	2.095	23.060	14.794	0.793	3.053	5.123	2.234
16.520	12.966	0.410	3.470	4.613	1.960	18.160	14.171	0.468	3.992	4.957	2.245	19.800	52.110	0.177	0.429	4.909	2.094	21.440	52.775	0.794	-0.119	5.045	1.980	23.080	15.040	0.783	3.118	5.121	2.038
16.540	13.463	0.397	3.701	4.608	2.234	18.180	13.783	0.470	3.932	4.968	2.134	19.820	34.411	0.247	0.318	4.920	2.215	21.460	54.651	0.898	-0.083	5.044	2.135	23.100	15.392	0.781	3.151	5.115	2.242
16.560	14.281	0.356	3.950	4.607	2.038	18.200	13.396	0.473	3.877	4.979	2.040	19.840	24.990	0.395	0.530	4.907	2.036	21.480	56.836	0.968	-0.045	5.039	2.001	23.120	15.848	0.779	3.143	5.118	2.212
16.580	16.372	0.309	4.326	4.616	2.242	18.220	13.151	0.465	3.838	4.970	2.270	19.860	19.993	0.641	0.664	4.890	2.133	21.500	61.034	0.988	0.060	5.041	2.158	23.140	16.589	0.782	3.213	5.102	2.125
16.600	18.783	0.320	4.822	4.604	2.212	18.240	12.870	0.443	3.804	4.981	2.145	19.880	14.960	0.919	0.623	4.880	2.121	21.520	68.888	0.998	0.222	5.031	1.968	23.160	16.621	0.797	3.121	5.127	2.080
16.620	20.699	0.346	5.053	4.602	2.125	18.260	12.731	0.411	3.783	4.976	2.089	19.900	13.674	0.884	1.070	4.867	2.035	21.540	69.738	0.910	0.160	5.022	2.000	23.180	15.627	0.837	3.006	5.166	2.254
16.640	21.836	0.362	5.080	4.593	2.080	18.280	12.523	0.405	3.768	4.991	2.158	19.920	6.444	0.312	4.981	4.865	2.161	21.560	49.887	0.781	-0.242	5.028	2.251	23.200	15.411	0.865	3.149	5.159	2.134
16.660	21.914	0.425	5.006	4.593	2.254	18.300	12.561	0.391	3.774	4.993	2.136	19.940	11.971	0.602	4.332	4.866	1.989	21.580	34.521	0.713	-0.392	5.019	2.054	23.220	15.443	0.880	3.206	5.129	2.264
16.680	21.886	0.529	4.936	4.617	2.134	18.320	12.916	0.370	3.800	5.006	2.059	19.960	11.764	0.592	4.681	4.879	2.058	21.600	23.761	0.526	-0.416	5.005	2.108	23.240	15.369	0.889	3.250	5.115	2.198
16.700	21.611	0.653	4.843	4.609	2.264	18.340	13.344	0.352	3.832	5.012	2.307	19.980	10.501	0.493	5.698	4.857	2.271	21.620	15.302	0.614	3.020	4.993	2.078	23.260	15.861	0.879	3.312	5.133	2.112
16.720	21.300	0.783	4.774	4.610	2.198	18.360	13.630	0.347	3.844	4.997	2.158	20.000	10.466	0.479	5.696	4.868	1.973	21.640	12.291	0.612	4.254	4.992	1.907	23.280	15.857	0.873	3.569	5.143	2.287
16.740	21.165	0.911	4.762	4.609	2.112	18.380	13.527	0.333	3.807	4.980	2.079	20.020	10.466	0.479	5.696	4.864	2.173	21.660	11.899	0.567	4.249	4.985	2.112	23.300	16.807	0.860	3.764	5.150	2.121
16.760	21.596	1.026	4.806	4.603	2.287	18.400	13.460	0.321	3.792	4.981	2.322	20.040	9.347	0.152	5.505	4.872	2.082	21.680	11.580	0.550	4.392	4.977	2.076	23.320	16.660	0.843	3.751	5.151	2.098
16.780	22.592	1.111	4.770	4.594	2.121	18.420	13.641	0.326	3.820	4.979	2.107	20.060	9.243	0.117	5.381	4.882	2.013	21.700	10.972	0.550	4.651	4.967	1.938	23.340	17.151	0.821	3.802	5.153	2.286
16.800	22.809	1.157	4.693	4.603	2.098	18.440	13.679	0.329	3.814	4.979	2.142	20.080	9.456	0.114	5.274	4.862	2.234	21.720	11.035	0.514	5.085	4.958	2.159	23.360	17.889	0.780	3.743	5.154	2.149
16.820	23.238	1.185	4.483	4.648	2.246	18.460	13.753	0.334	3.832	4.970	2.373	20.100	9.353	0.103	5.163	4.858	2.087	21.740	11.029	0.430	4.940	4.944	2.001	23.380	17.672	0.783	3.169	5.187	2.212
16.840	22.496	1.215	4.194	4.651	2.170	18.480	14.003	0.353	3.854	4.990	2.149	20.120	9.390	0.098	5.066	4.872	2.033	21.760	10.848	0.322	4.821	4.953	2.039	23.400	17.279	0.818	3.005	5.184	2.258
16.860	21.648	1.228	3.894	4.669	2.551	18.500	13.867	0.378	3.801	4.991	2.111	20.140	9.676	0.099	4.983	4.860	2.186	21.780	10.808	0.287	4.705	4.953	2.016	23.420	17.486	0.877	3.086	5.181	2.040
16.880	20.409	1.277	3.791	4.674	2.285	18.520	13.763	0.384	3.783	4.994	2.000	20.160	10.488	0.109	5.029	4.862	2.076	21.800	11.156	0.269	4.676	5.004	2.000	23.440	17.450	0.915	3.188	5.181	2.343
16.900	20.409	1.277	3.791	4.671	1.983	18.540	14.440	0.399	3.855	4.998	2.000	20.180	12.815	0.151	5.289	4.879	1.926	21.820	11.471	0.252	4.534	4.989	1.995	23.460	17.091	0.977	3.296	5.184	2.160
16.920	19.254	1.286	3.613	4.682	2.000	18.560	14.975	0.369	3.905	5.008	2.371	20.200	15.436	0.185	5.603	4.871	2.205	21.840	11.434	0.245	4.343	4.985	2.031	23.480	16.948	1.021	3.310	5.179	2.111
16.940	19.610	1.325	3.612	4.690	2.514	18.580	15.048	0.344	3.882	5.015	2.142	20.220	29.772	0.152	4.618	4.874	2.006	21.860	11.575	0.260	4.182	5.000	1.929	23.500	16.764	1.079	3.311	5.179	2.374
16.960	19.152	1.304	3.618	4.688	2.368	18.600	16.749	0.353	4.192	5.012	2.253	20.240	39.754	0.181	2.111	4.891	2.208	21.880	11.505	0.265	3.989	4.996	2.115	23.520	16.582	1.110	3.307	5.196	1.994
16.980	19.047	1.241	3.617	4.692	2.137	18.620	27.329	0.404	5.683	5.014	2.165	20.260	47.804	0.272	0.748	4.896	2.193	21.900	11.436	0.272	3.967	5.008	1.793	23.540	16.293	1.126	3.289	5.190	2.315
17.000	19.293	1.134	3.520	4.708	2.594	18.640	39.502	0.408	4.589	5.002	2.076	20.280	53.412	0.374	0.556	4.893	1.942	21.920	9.411	0.312	6.019	5.007	1.615	23.560	15.794	1.126	3.279	5.203	2.154
17.020	19.150	1.060	3.460	4.719	2.081	18.660	44.248	0.395	3.723	4.991	2.054	20.300	57.247	0.573	0.465	4.901	2.126	21.940	11.838	0.293	5.876	4.993	2.170	23.580	16.001	1.100	3.289	5.201	2.089
17.040	18.509	1.019	3.429	4.716	2.424	18.680	35.158	0.419	2.676	4.995	2.303	20.320	58.857	0.650	0.403	4.909	2.120	21.960	11.805	0.301	5.997	5.009	1.956	23.600	15.573	1.078	3.382	5.206	2.211
17.060	17.833	0.961	3.352	4.735	2.246	18.700	25.573	0.393	2.165	4.976	2.100	20.340	57.975	0.435	0.315	4.909	2.013	21.980	11.558	0.316	6.076	5.005	2.101	23.620	15.426	1.051	3.556	5.208	2.266
17.080	16.697	0.919	3.294	4.735	2.231	18.720	21.472	0.528	1.989	4.995	2.170	20.360	62.144	0.423	0.075	4.915	2.158	22.000	11.313	0.333	6.252	5.028	1.964	23.640	15.951	0.989	3.690	5.207	2.150
17.100	15.810	0.927	3.248	4.732	2.229	18.740	18.538	0.589	2.074	5.001	2.270	20.380	64.979	0.395	0.056	4.965	2.057	22.020	11.348	0.349	6.240	5.033	1.918	23.660	16.264	0.927	3.640	5.204	2.187
17.120	14.709	0.981	3.315	4.752	2.574	18.760	18.398	0.506	2.322	4.991	2.300	20.400	66.243	0.450	0.084	4.968	2.025	22.040	11.524	0.339	6.181	5.038	2.107	23.680	16.542	0.891	3.677	5.212	2.269
17.140	13.291	1.028	3.737	4.761	2.216	18.780	16.172	0.557	2.534	5.004	2.059	20.420	66.210	0.464	0.073	4.978	2.298	22.060											

<div><div>Geo.Fe. INDAGINI GEOLOGICHE</div></div>						Committente: ACER FERRARA Cantiere: Cento - via Quercia 20/22/24 (FE) Data: 11/03/2022						ID Prova: SCPTU 1 Profondita falda: a mt 3.40 da p.c. Preforo: -						Profondità massima raggiunta: 30.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 56/22GF						Prova eseguita da: GEO.FE. S.n.c. via dell'Artigianato ,3 44033 - Ro di Riva del Po (FE) tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto					
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec
24.620	24.944	0.750	6.521	5.545	2.081	26.260	20.637	1.355	3.536	6.138	2.067	27.900	19.918	0.952	4.434	7.319	2.201	29.540	17.626	1.203	3.491	8.191	2.025						
24.640	26.253	0.706	6.620	5.552	2.225	26.280	20.740	1.336	3.639	6.135	2.239	27.920	19.204	0.964	4.309	7.369	2.085	29.560	16.591	1.151	3.402	8.197	2.239						
24.660	26.394	0.775	6.849	5.552	2.117	26.300	20.984	1.313	3.660	6.148	2.107	27.940	19.940	0.977	4.303	7.415	2.017	29.580	15.172	1.115	3.340	8.204	2.108						
24.680	26.431	0.774	2.518	5.569	2.093	26.320	21.970	1.300	3.781	6.135	2.068	27.960	20.996	1.017	4.809	7.456	2.373	29.600	14.460	1.046	3.260	8.125	2.001						
24.700	27.281	0.734	3.258	5.565	2.179	26.340	22.600	1.299	3.913	6.143	2.246	27.980	21.416	1.003	4.694	7.514	2.095	29.620	13.781	0.986	3.263	8.161	2.237						
24.720	27.036	0.828	3.958	5.566	2.082	26.360	22.561	1.284	3.945	6.139	2.177	28.000	21.127	0.979	4.510	7.545	2.007	29.640	13.211	0.912	3.344	8.155	2.078						
24.740	26.119	0.956	4.149	5.576	2.089	26.380	22.799	1.251	3.983	6.143	2.070	28.020	21.333	1.001	4.520	7.545	2.293	29.660	13.174	0.870	3.444	8.164	2.001						
24.760	24.849	1.002	3.932	5.694	2.213	26.400	23.499	1.188	3.964	6.162	2.138	28.040	21.646	1.010	4.464	7.601	2.115	29.680	13.031	0.829	3.516	8.160	2.288						
24.780	22.693	0.988	3.658	5.711	2.107	26.420	23.137	1.207	3.944	6.150	2.310	28.060	19.059	1.210	4.169	7.621	2.036	29.700	13.310	0.789	3.561	8.164	2.020						
24.800	20.962	1.040	3.558	5.722	2.000	26.440	22.597	1.194	3.798	6.143	2.166	28.080	19.022	1.239	4.216	7.642	2.163	29.720	13.557	0.759	3.619	8.163	2.142						
24.820	19.761	1.119	3.590	5.731	2.324	26.460	21.742	1.200	3.763	6.139	2.117	28.100	11.972	0.709	3.300	7.684	2.076	29.740	13.486	0.746	3.625	8.159	2.237						
24.840	18.348	1.163	3.739	5.745	2.018	26.480	21.348	1.203	3.800	6.127	2.092	28.120	19.148	1.163	4.457	7.724	2.161	29.760	13.555	0.726	3.638	8.167	2.001						
24.860	17.357	1.117	3.840	5.756	2.297	26.500	21.164	1.185	3.838	6.131	2.000	28.140	20.002	1.240	4.552	7.755	2.150	29.780	13.978	0.697	3.649	8.165	2.140						
24.880	17.004	1.008	3.860	5.760	2.139	26.520	21.441	1.151	3.838	6.127	2.154	28.160	20.641	1.183	4.547	7.769	2.062	29.800	13.694	0.683	3.643	8.173	2.225						
24.900	16.472	0.919	3.964	5.760	2.142	26.540	23.499	1.188	3.964	6.137	2.425	28.180	20.924	1.158	4.494	7.791	1.998	29.820	13.657	0.643	3.653	8.178	2.082						
24.920	16.081	0.886	4.500	5.776	2.196	26.560	23.137	1.207	3.944	6.135	2.171	28.200	21.596	1.136	4.417	7.824	2.000	29.840	13.479	0.608	3.634	8.177	1.822						
24.940	17.460	0.820	5.076	5.792	2.189	26.580	22.597	1.194	3.798	6.144	2.231	28.220	21.876	1.124	4.420	7.850	2.195	29.860	13.195	0.572	3.636	8.191	2.472						
24.960	10.898	0.318	5.072	5.811	2.070	26.600	21.742	1.200	3.763	6.143	2.336	28.240	21.872	1.143	4.418	7.874	2.152	29.880	12.842	0.558	3.841	8.192	2.003						
24.980	18.530	0.502	5.840	5.815	2.180	26.620	13.105	0.512	4.530	6.141	2.331	28.260	22.151	1.189	4.521	7.879	2.302	29.900	12.666	0.540	4.131	8.209	2.048						
25.000	21.081	0.588	5.060	5.827	2.161	26.640	12.999	0.521	4.551	6.142	2.171	28.280	23.031	1.196	4.657	7.887	2.130	29.920	12.596	0.488	4.178	8.216	1.977						
25.020	14.078	0.434	3.778	5.841	1.953	26.660	13.175	0.501	4.668	6.143	2.344	28.300	23.310	1.203	4.670	7.892	2.073	29.940	12.457	0.440	4.253	8.220	2.003						
25.040	13.876	0.434	4.056	5.855	2.104	26.680	13.351	0.500	4.679	6.163	2.322	28.320	22.952	1.239	4.631	7.893	2.288	29.960	12.423	0.411	4.282	8.219	2.385						
25.060	15.653	0.444	4.273	5.878	2.353	26.700	14.130	0.512	4.992	6.158	2.207	28.340	24.009	1.233	4.824	7.881	2.134	29.980	12.602	0.380	4.373	8.234	1.834						
25.080	17.480	0.430	4.168	5.883	2.105	26.720	14.945	0.461	5.177	6.154	2.206	28.360	24.922	1.264	4.912	7.886	2.081	30.000	12.466	0.346	4.385	8.241	2.343						
25.100	26.431	0.774	2.518	5.900	2.094	26.740	15.618	0.432	5.263	6.167	2.448	28.380	25.978	1.279	5.191	7.904	2.257	30.020	12.332	0.311	4.403	8.250	2.436						
25.120	27.281	0.734	3.258	5.903	2.328	26.760	16.398	0.436	5.395	6.164	2.197	28.400	25.972	1.341	5.346	7.903	2.230	30.040	12.336	0.289	4.432	8.256	2.059						
25.140	27.036	0.828	3.958	5.906	2.121	26.780	17.319	0.452	5.488	6.176	2.237	28.420	25.115	1.423	5.187	7.922	2.047	30.060	12.556	0.288	4.563	8.266	2.000						
25.160	26.119	0.956	4.149	5.921	2.081	26.800	17.604	0.491	5.514	6.289	2.356	28.440	24.930	1.417	5.030	7.926	2.245	30.080	12.914	0.293	4.688	8.278	2.094						
25.180	24.849	1.002	3.932	5.937	2.160	26.820	15.252	0.437	4.778	6.300	2.394	28.460	24.567	1.431	4.675	7.941	2.134	30.100	13.697	0.275	4.809	8.280	2.215						
25.200	22.693	0.988	3.658	5.958	2.212	26.840	17.943	0.513	4.938	6.322	2.213	28.480	23.921	1.476	4.429	7.936	2.040	30.120	14.024	0.894	4.109	8.299	2.036						
25.220	20.962	1.040	3.558	5.968	1.943	26.860	18.122	0.609	5.042	6.316	2.228	28.500	22.567	1.528	4.160	7.952	2.270	30.140	13.454	0.808	4.050	8.303	2.133						
25.240	19.761	1.119	3.590	5.984	2.186	26.880	19.256	0.666	5.227	6.321	2.578	28.520	21.711	1.588	4.018	7.948	2.145	30.160	13.027	0.718	3.979	8.311	2.121						
25.260	18.348	1.163	3.739	5.985	2.135	26.900	19.505	0.691	5.215	6.344	2.276	28.540	21.315	1.598	3.867	7.959	2.089	30.180	13.021	0.676	3.994	8.318	2.035						
25.280	17.357	1.117	3.840	5.979	2.025	26.920	20.001	0.723	5.018	6.402	2.127	28.560	19.928	1.594	3.675	7.967	2.158	30.200											

GRAFICI PROVA SCPTU 1





Committente: ACER FERRARA
Cantiere: Cento - via Quercia 20/22/24 (FE)
Data: 11/03/2022

ID Prova: SCPTU 1
Profondità falda: a mt 3.40 da p.c.
Preforo: -

Profondità massima raggiunta: 30.30 mt
Punta sismica: Tecnopenta CPLSD
RIF. 56/22GF

Prova eseguita da:
GEO.FE. S.n.c.
via dell'Artigianato ,3 44033 - Ro di Riva del Po (FE)
[tel 3383646278 - info@geofe.it](mailto:info@geofe.it) - www.geofe.it
Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio
Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto

Vs 30 e ANAGRAFICA PROVA SCPTU 1

prof. (p)	prof.(cs)	Dist (L)	Tempo (t)	VsP	L2-L1	t2-t1	VsL		
m	m	m	sec	m/sec	m	sec	m/sec		
0.00	0.00	0.00	0.0000						
1.30	1.00	1.8028	0.0070	259	1.80	0.0070	259	1.00	0.00386
2.30	2.00	2.5000	0.0112	222	0.70	0.0043	163	1.00	0.00615
3.30	3.00	3.3541	0.0176	191	0.85	0.0063	135	1.00	0.00739
4.30	4.00	4.2720	0.0248	172	0.92	0.0073	126	1.00	0.00792
5.30	5.00	5.2202	0.0308	169	0.95	0.0060	159	1.00	0.00631
6.30	6.00	6.1847	0.0378	164	0.96	0.0070	138	1.00	0.00727
7.30	7.00	7.1589	0.0446	161	0.97	0.0067	145	1.00	0.00691
8.30	8.00	8.1394	0.0514	158	0.98	0.0068	144	1.00	0.00695
9.30	9.00	9.1241	0.0570	160	0.98	0.0057	174	1.00	0.00576
10.30	10.00	10.1119	0.0633	160	0.99	0.0062	159	1.00	0.00630
11.30	11.00	11.1018	0.0692	160	0.99	0.0060	166	1.00	0.00602
12.30	12.00	12.0934	0.0754	160	0.99	0.0061	161	1.00	0.00620
13.30	13.00	13.0863	0.0821	159	0.99	0.0067	147	1.00	0.00678
14.30	14.00	14.0801	0.0876	161	0.99	0.0055	182	1.00	0.00549
15.30	15.00	15.0748	0.0920	164	0.99	0.0045	223	1.00	0.00448
16.30	16.00	16.0702	0.0972	165	1.00	0.0052	191	1.00	0.00523
17.30	17.00	17.0660	0.1028	166	1.00	0.0056	178	1.00	0.00563
18.30	18.00	18.0624	0.1072	168	1.00	0.0044	227	1.00	0.00441
19.30	19.00	19.0591	0.1120	170	1.00	0.0048	208	1.00	0.00480
20.30	20.00	20.0562	0.1163	172	1.00	0.0043	233	1.00	0.00429
21.30	21.00	21.0535	0.1201	175	1.00	0.0038	262	1.00	0.00381
22.30	22.00	22.0511	0.1241	178	1.00	0.0040	251	1.00	0.00398
23.30	23.00	23.0489	0.1281	180	1.00	0.0040	247	1.00	0.00405
24.30	24.00	24.0468	0.1326	181	1.00	0.0045	224	1.00	0.00447
25.30	25.00	25.0450	0.1361	184	1.00	0.0036	281	1.00	0.00356
26.30	26.00	26.0432	0.1400	186	1.00	0.0039	255	1.00	0.00393
27.30	27.00	27.0416	0.1440	188	1.00	0.0040	250	1.00	0.00400
28.30	28.00	28.0401	0.1482	189	1.00	0.0042	237	1.00	0.00421
29.30	29.00	29.0388	0.1521	191	1.00	0.0039	259	1.00	0.00387
30.30	30.00	30.0375	0.1558	193	1.00	0.0037	269	1.00	0.00371

30.00 0.15774

190.2

prof.(cs): profondità cono sismico
prof. (p): profondità piezocono
prof. (p): profondità piezocono
D1: distanza fra la sorgente del rumore S - geofono triassiale (L)
Tempo (t): tempo d'arrivo dell'onda a S
VsP: velocità del suono nel percorso fra S ed L - Vs puntuale alla profondità
VsL: Vs per ogni livello (L2 - L1)/(t2 - t1)

Nel calcolo delle Vs30 è da intendersi un possibile valore di indeterminatezza del +/- 20% del valore ricavato

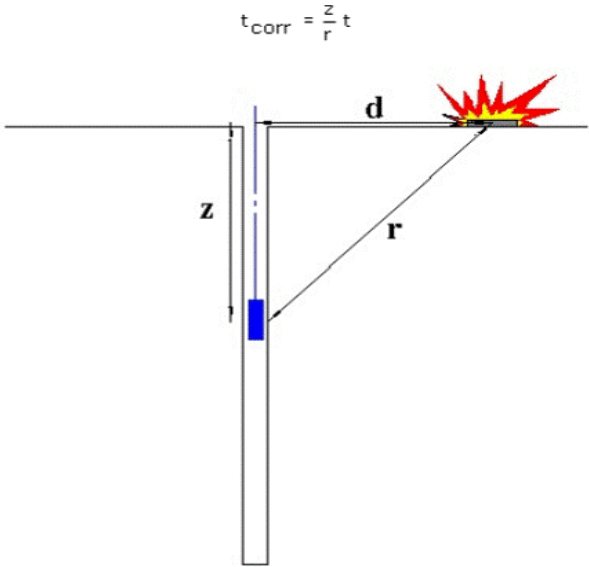





Figura 1 – Schema di down hole con metodo diretto



<div><div><div>Geo.Fe.</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div></div>						Committente: ACER FERRARA Cantiere: Cento - via Quercia 20/22/24 (FE) Data: 11/03/2022						ID Prova: CPTU 2 Profondita falda: a mt 3.30 da p.c. Preforo: -						Profondità massima raggiunta: 30.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 56/22GF						Prova eseguita da: GEO.FE. S.n.c. via dell'Artigianato ,3 44033 - Ro di Riva del Po (FE) tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto					
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	V.avanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec
0.020	7.199	0.083	0.119	1.498	1.710	1.660	7.386	0.436	-0.049	1.372	2.270	3.300	6.695	0.275	1.650	1.330	2.270	4.940	7.019	0.165	2.013	1.182	2.100	6.580	6.811	0.650	1.802	1.086	2.450
0.040	10.719	0.160	0.170	1.498	2.120	1.680	7.459	0.351	0.109	1.403	2.250	3.320	6.269	0.254	1.592	1.338	2.320	4.960	6.452	0.169	1.732	1.199	2.130	6.600	6.877	0.626	1.821	1.083	2.360
0.060	10.652	0.223	0.157	1.524	2.310	1.700	7.463	0.318	0.158	1.390	2.280	3.340	6.054	0.237	1.636	1.338	2.250	4.980	4.480	0.147	1.672	1.203	2.200	6.620	7.187	0.607	1.728	1.094	2.330
0.080	11.110	0.310	0.153	1.503	2.330	1.720	8.486	0.281	0.307	1.396	2.420	3.360	6.156	0.221	1.782	1.322	2.190	5.000	5.050	0.204	1.714	1.184	2.280	6.640	7.567	0.612	1.789	1.087	2.360
0.100	11.886	0.445	0.153	1.495	2.220	1.740	9.436	0.266	0.321	1.391	2.320	3.380	6.396	0.200	1.822	1.354	2.320	5.020	3.923	0.254	1.834	1.184	2.240	6.660	7.774	0.618	1.839	1.080	2.430
0.120	14.426	0.517	0.173	1.504	2.290	1.760	11.163	0.259	0.360	1.384	2.320	3.400	6.604	0.189	1.868	1.338	2.230	5.040	3.887	0.256	1.924	1.179	2.290	6.680	7.735	0.622	1.816	1.087	2.390
0.140	13.260	0.557	0.121	1.498	2.290	1.780	31.379	0.322	0.350	1.388	2.250	3.420	6.635	0.176	1.619	1.354	2.230	5.060	4.061	0.249	1.943	1.179	2.270	6.700	7.798	0.625	1.720	1.094	2.360
0.160	13.507	0.473	0.097	1.504	2.290	1.800	19.921	0.629	-0.252	1.388	2.400	3.440	6.559	0.171	1.119	1.354	2.240	5.080	4.164	0.241	1.947	1.179	2.240	6.720	7.864	0.629	1.744	1.105	2.250
0.180	13.897	0.541	0.088	1.480	2.310	1.820	14.085	0.526	0.055	1.386	2.940	3.460	6.131	0.196	0.763	1.338	2.270	5.100	4.059	0.235	1.972	1.191	2.250	6.740	7.860	0.636	1.772	1.066	2.420
0.200	13.263	0.566	0.037	1.464	2.310	1.840	7.546	0.424	0.502	1.378	2.240	3.480	5.845	0.227	0.621	1.354	2.320	5.120	4.303	0.205	1.974	1.175	2.220	6.760	7.819	0.641	1.701	1.102	2.210
0.220	13.338	0.543	0.003	1.511	2.310	1.860	6.668	0.486	0.706	1.363	2.290	3.500	5.700	0.257	0.458	1.338	2.180	5.140	4.371	0.172	2.006	1.175	2.270	6.780	7.778	0.635	1.742	1.109	2.270
0.240	14.512	0.574	0.011	1.479	2.180	1.880	6.346	0.428	0.888	1.380	2.400	3.520	5.835	0.293	0.363	1.331	2.220	5.160	4.368	0.143	1.927	1.185	2.220	6.800	7.772	0.636	1.854	1.099	2.290
0.260	14.767	0.565	-0.040	1.507	2.330	1.900	6.457	0.359	1.090	1.378	2.330	3.540	5.902	0.308	0.364	1.354	2.310	5.180	4.610	0.156	1.733	1.208	2.180	6.820	7.772	0.636	1.854	1.113	2.430
0.280	14.883	0.623	-0.071	1.480	2.360	1.920	6.740	0.310	1.250	1.361	2.310	3.560	5.932	0.335	0.377	1.340	2.200	5.200	4.713	0.163	1.898	1.183	2.200	6.840	7.730	0.668	1.729	1.106	2.380
0.300	16.596	0.652	-0.108	1.462	2.220	1.940	7.653	0.186	1.338	1.333	2.360	3.580	5.821	0.349	0.397	1.363	2.240	5.220	4.429	0.172	1.893	1.172	2.270	6.860	7.726	0.692	1.744	1.139	2.390
0.320	15.980	0.639	-0.141	1.463	2.310	1.960	8.175	0.190	1.290	1.347	2.350	3.600	6.063	0.353	0.444	1.356	2.220	5.240	4.391	0.175	1.960	1.175	2.190	6.880	7.617	0.692	1.881	1.115	2.360
0.340	16.247	0.604	-0.153	1.498	2.250	1.980	11.935	0.144	1.602	1.353	2.280	3.620	6.021	0.338	0.551	1.332	2.310	5.260	4.599	0.180	1.966	1.175	2.240	6.900	7.753	0.699	1.961	1.130	2.390
0.360	16.589	0.597	-0.185	1.498	2.160	2.000	19.206	0.184	1.845	1.353	2.330	3.640	5.770	0.333	0.687	1.341	2.240	5.280	5.123	0.194	1.974	1.177	2.240	6.920	7.678	0.711	2.008	1.148	2.280
0.380	20.400	0.652	-0.166	1.524	2.010	2.020	19.206	0.184	1.845	1.347	2.430	3.660	5.693	0.326	0.732	1.340	2.190	5.300	5.156	0.204	1.930	1.179	2.220	6.940	7.711	0.713	2.034	1.138	2.230
0.400	39.562	0.807	0.145	1.503	2.100	2.040	21.010	0.197	1.639	1.350	2.310	3.680	5.862	0.315	0.790	1.324	2.270	5.320	5.083	0.194	1.800	1.154	2.160	6.960	7.847	0.724	2.067	1.152	2.270
0.420	78.141	0.676	0.322	1.495	2.130	2.060	13.554	0.251	-0.157	1.341	2.270	3.700	6.138	0.304	0.828	1.324	2.270	5.340	4.834	0.203	1.833	1.123	2.200	6.980	8.116	0.695	2.290	1.132	2.180
0.440	74.692	0.664	0.284	1.504	2.120	2.080	10.601	0.382	-0.493	1.316	2.360	3.720	6.376	0.293	0.860	1.340	2.270	5.360	4.901	0.210	1.747	1.131	2.250	7.000	7.976	0.700	2.274	1.145	2.350
0.460	44.178	1.312	-0.022	1.498	2.070	2.100	8.703	0.429	-0.416	1.349	2.360	3.740	6.652	0.289	0.810	1.332	2.270	5.380	4.899	0.209	1.642	1.133	2.200	7.020	8.118	0.686	2.263	1.165	2.390
0.480	36.602	1.254	-0.014	1.504	2.270	2.120	8.351	0.462	-0.318	1.350	2.310	3.760	6.538	0.292	0.639	1.340	2.230	5.400	4.791	0.223	1.605	1.133	2.180	7.040	8.294	0.669	2.280	1.145	2.290
0.500	40.771	1.396	0.080	1.480	2.400	2.140	7.612	0.527	-0.111	1.371	2.360	3.780	6.143	0.305	0.606	1.324	2.250	5.420	4.752	0.241	1.671	1.125	2.200	7.060	8.118	0.660	2.269	1.169	2.380
0.520	42.602	1.492	0.017	1.464	2.310	2.160	7.398	0.526	-0.059	1.382	2.330	3.800	5.572	0.326	0.703	1.333	2.230	5.440	4.502	0.257	1.798	1.092	2.240	7.080	8.118	0.668	2.256	1.174	2.390
0.540	45.697	1.591	-0.031	1.511	2.220	2.180	7.820	0.478	-0.063	1.371	2.330	3.820	5.496	0.313	0.701	1.324	2.230	5.460	4.850	0.260	1.967	1.100	2.180	7.100	8.257	0.665	2.230	1.161	2.330
0.560	43.365	1.770	-0.159	1.479	2.180	2.200	7.430	0.440	-0.030	1.387	2.230	3.840	5.489	0.299	0.621	1.333	2.270	5.480	5.233	0.272	2.098	1.108	2.100	7.120	8.467	0.659	2.249	1.156	2.330
0.580	41.197	1.973	-0.211	1.507	2.400	2.220	6.900	0.463	0.061	1.347	2.310	3.860	5.517	0.307	0.660	1.325	2.250	5.500	4.386	0.280	2.048	1.098	2.250	7.140	8.851	0.656	2.286	1.161	2.330
0.600	39.445	1.910	-0.241	1.480	2.330	2.240	6.793	0.443	0.091	1.355	2.400	3.880	5.263	0.316	0.768	1.325	2.320	5.520	4.418	0.275	2.108	1.067	2.240	7.160	9.202	0.655	2.302	1.183	2.310
0.620	38.479	2.005	-0.261	1.462	2.290	2.260	6.647	0.397	0.073	1.371	2.330	3.900	5.009	0.305	0.784	1.324	2.350	5.540	4.026	0.265	2.123	1.098	2.170	7.180	9.621	0.655	2.193	1.190	2.350
0.640	36.240	2.031	-0.313	1.463	2.290	2.280	6.326	0.369	0.091	1.346	2.310	3.920	4.896	0.286	0.811	1.325	2.270	5.560	4.129	0.242	2.139	1.087	2.170	7.200	9.971	0.645	2.035	1.161	2.360
0.660	33.571	2.093	-0.346	1.514	2.240	2.300	5.933	0.350	0.126	1.343	2.310	3.940	5.065	0.285	0.840	1.333	2.230	5.580	4.054	0.215	2.141	1.069	2.160	7.220	10.074	0.658	1.822	1.181	2.310
0.680	31.603	2.127	-0.366	1.516	2.380	2.320	6.070	0.310	0.179	1.342	2.330	3.960	5.374	0.283	0.833	1.327	2.320	5.600	4.050	0.200	2.070	1.054	2.230	7.240	9.930	0.693	1.740	1.174	2.360
0.700	30.059	2.059	-0.385	1.516	2.280	2.340	6.241	0.274	0.182	1.367	2.310	3.980	5.156	0.265	0.835	1.328	2.290	5.620	4.046	0.195	2.142	1.064	2.110	7.260	9.822	0.717	1.448	1.187	2.350
0.720	28.476	2.041	-0.403	1.498	2.510	2.360	6.164	0.256	0.166	1.312	2.240	4.000	4.944	0.262	1.309	1.319	2.280	5.640	4.183	0.202	2.217	1.061	2.170	7.280	9.502	0.740	1.316	1.210	2.330
0.740	27.952	2.007	-0.407	1.498	2.390	2.380	6.196	0.243	0.166	1.307	2.330	4.020	5.015	0.236	1.135	1.320	2.200	5.660	4.179	0.210	2.268	1.069	2.190	7.300	9.183	0.772			

<div><div>Geo.Fe. INDAGINI GEOLOGICHE</div></div>						Committente: ACER FERRARA Cantiere: Cento - via Quercia 20/22/24 (FE) Data: 11/03/2022						ID Prova: CPTU 2 Profondita falda: a mt 3.30 da p.c. Preforo: -						Profondità massima raggiunta: 30.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 56/22GF						Prova eseguita da: GEO.FE. S.n.c. via dell'Artigianato ,3 44033 - Ro di Riva del Po (FE) tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto					
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec
8.220	13.966	1.105	1.583	1.293	2.330	9.860	12.363	1.096	1.163	1.477	2.270	11.500	20.135	1.253	1.683	1.589	2.220	13.140	23.226	1.736	0.926	1.796	2.160	14.780	29.407	1.412	5.413	1.993	2.110
8.240	14.314	1.131	1.424	1.305	2.310	9.880	12.538	1.102	1.237	1.468	2.500	11.520	20.911	1.244	1.470	1.596	2.180	13.160	23.214	1.740	1.479	1.807	2.130	14.800	30.000	1.291	5.464	2.010	2.080
8.260	14.806	1.158	1.336	1.299	2.360	9.900	12.678	1.099	1.320	1.461	2.240	11.540	21.366	1.204	1.199	1.605	2.270	13.180	23.487	1.709	1.716	1.807	2.130	14.820	30.310	1.219	5.519	2.009	2.010
8.280	14.659	1.178	1.108	1.298	2.310	9.920	13.134	1.086	1.543	1.477	2.310	11.560	21.326	1.214	1.006	1.619	2.240	13.200	24.148	1.652	1.486	1.814	2.100	14.840	30.127	1.183	5.537	1.991	1.990
8.300	14.263	1.220	0.999	1.292	2.290	9.940	13.134	1.086	1.543	1.461	2.380	11.580	21.107	1.270	0.845	1.616	2.240	13.220	24.737	1.574	1.329	1.807	2.130	14.860	30.122	1.152	5.546	1.993	2.030
8.320	14.185	1.255	0.941	1.287	2.360	9.960	14.434	1.063	1.582	1.473	2.350	11.600	20.923	1.315	0.657	1.616	2.200	13.240	24.655	1.522	1.287	1.814	2.160	14.880	29.726	1.180	5.538	1.981	2.030
8.340	13.543	1.301	0.935	1.298	2.360	9.980	14.366	1.093	1.543	1.475	2.320	11.620	21.095	1.332	0.714	1.619	2.200	13.260	24.538	1.466	1.145	1.811	2.090	14.900	26.360	1.077	4.882	1.991	2.040
8.360	13.005	1.322	1.035	1.298	2.320	10.000	14.580	1.105	1.505	1.486	2.350	11.640	20.097	1.411	0.551	1.616	2.280	13.280	23.819	1.468	1.092	1.824	2.150	14.920	26.360	1.077	4.882	1.985	2.050
8.380	12.261	1.362	1.015	1.287	2.270	10.020	14.299	1.145	1.480	1.486	2.350	11.660	19.666	1.482	0.485	1.608	2.170	13.300	24.376	1.426	1.174	1.812	2.130	14.940	23.666	1.249	2.524	2.005	2.150
8.400	12.323	1.397	1.028	1.304	2.320	10.040	13.947	1.163	1.480	1.482	2.320	11.680	19.978	1.469	0.599	1.613	2.190	13.320	24.859	1.406	1.178	1.814	2.170	14.960	22.219	1.287	2.301	2.004	2.360
8.420	12.704	1.414	1.212	1.304	2.320	10.060	13.949	1.171	1.571	1.504	2.320	11.700	20.675	1.388	0.657	1.616	2.230	13.340	24.921	1.424	1.110	1.827	2.100	14.980	20.559	1.359	2.199	2.006	2.320
8.440	13.615	1.398	1.339	1.287	2.380	10.080	13.949	1.182	1.688	1.500	2.310	11.720	20.491	1.350	0.585	1.616	2.310	13.360	25.267	1.414	1.137	1.843	2.080	15.000	19.287	1.416	2.379	1.989	2.310
8.460	14.493	1.340	1.684	1.281	2.270	10.100	15.188	1.174	1.748	1.502	2.310	11.740	20.586	1.306	0.720	1.625	2.220	13.380	24.903	1.416	1.016	1.830	2.180	15.020	17.060	1.508	2.766	1.993	2.200
8.480	15.087	1.310	1.701	1.293	2.270	10.120	15.859	1.175	1.762	1.502	2.310	11.760	21.071	1.260	0.767	1.631	2.240	13.400	24.224	1.408	0.946	1.843	2.120	15.040	16.564	1.490	3.050	1.969	2.240
8.500	15.680	1.261	1.631	1.287	2.430	10.140	16.494	1.189	1.761	1.498	2.290	11.780	21.381	1.242	0.732	1.625	2.160	13.420	23.899	1.404	0.902	1.830	2.100	15.060	16.314	1.394	3.166	1.972	2.220
8.520	16.203	1.210	1.648	1.293	2.310	10.160	16.669	1.190	1.745	1.502	2.320	11.800	21.444	1.293	1.066	1.619	2.290	13.440	23.611	1.419	0.845	1.843	2.090	15.080	16.414	1.180	3.487	1.982	2.240
8.540	16.160	1.163	1.517	1.311	2.310	10.180	16.702	1.214	1.767	1.516	2.270	11.820	22.036	1.340	1.531	1.628	2.140	13.460	23.782	1.413	0.813	1.838	2.180	15.100	16.445	1.030	4.085	1.991	2.250
8.560	16.327	1.098	0.997	1.293	2.350	10.200	16.701	1.242	1.734	1.512	2.320	11.840	22.594	1.341	1.611	1.619	2.160	13.480	23.494	1.415	0.758	1.836	2.120	15.120	15.911	0.986	4.607	2.006	2.200
8.580	15.788	1.116	0.904	1.305	2.240	10.220	16.273	1.249	1.696	1.499	2.270	11.860	22.515	1.391	1.581	1.626	2.320	13.500	23.066	1.433	0.716	1.853	2.060	15.140	15.944	0.945	4.864	1.991	2.200
8.600	15.109	1.131	0.818	1.323	2.360	10.240	15.386	1.279	1.651	1.512	2.280	11.880	22.195	1.397	1.561	1.648	2.200	13.520	22.990	1.423	0.786	1.848	2.120	15.160	15.942	0.924	4.969	2.007	2.220
8.620	14.993	1.068	0.547	1.328	2.350	10.260	14.783	1.298	1.629	1.499	2.320	11.900	21.829	1.388	1.612	1.648	2.190	13.540	23.091	1.379	0.927	1.858	2.180	15.180	15.836	0.936	4.979	2.009	2.180
8.640	14.066	1.086	0.460	1.323	2.330	10.280	14.460	1.296	1.635	1.489	2.270	11.920	16.214	1.078	2.014	1.626	2.240	13.560	23.477	1.324	1.126	1.846	2.110	15.200	15.517	0.943	4.875	2.007	2.220
8.660	13.246	1.153	0.460	1.334	2.390	10.300	14.352	1.302	1.676	1.495	2.310	11.940	22.585	1.379	2.077	1.642	2.250	13.580	23.294	1.325	1.077	1.858	2.090	15.220	14.846	0.952	4.563	1.991	2.240
8.680	12.465	1.230	0.632	1.335	2.310	10.320	14.737	1.322	1.822	1.517	2.280	11.960	22.622	1.412	2.403	1.639	2.250	13.600	23.327	1.322	1.004	1.846	2.100	15.240	15.942	0.908	4.338	2.025	2.180
8.700	12.530	1.256	0.969	1.351	2.280	10.340	15.086	1.306	2.116	1.480	2.320	11.980	22.659	1.419	2.329	1.649	2.250	13.620	22.934	1.342	0.935	1.850	2.190	15.260	15.835	0.920	4.156	2.017	2.220
8.720	13.829	1.204	1.010	1.340	2.360	10.360	15.327	1.257	2.291	1.509	2.270	12.000	23.083	1.410	2.237	1.639	2.230	13.640	22.824	1.334	0.914	1.854	2.100	15.280	14.737	0.958	3.948	2.023	2.220
8.740	14.532	1.190	0.995	1.324	2.420	10.380	15.430	1.241	2.336	1.520	2.250	12.020	23.365	1.366	2.056	1.648	2.250	13.660	23.352	1.312	0.908	1.851	2.080	15.300	14.559	0.943	3.855	2.021	2.220
8.760	14.811	1.160	0.972	1.347	2.320	10.400	15.883	1.209	2.359	1.512	2.360	12.040	23.079	1.362	1.649	1.657	2.200	13.680	23.102	1.363	0.896	1.841	2.110	15.320	14.521	0.885	3.771	2.030	2.150
8.780	14.592	1.103	1.030	1.352	2.390	10.420	16.479	1.201	2.415	1.501	2.270	12.060	22.049	1.405	1.757	1.646	2.200	13.700	23.065	1.368	0.891	1.847	2.190	15.340	13.883	0.825	3.715	2.030	2.170
8.800	14.728	1.036	1.010	1.359	2.240	10.440	16.899	1.193	2.499	1.512	2.270	12.080	21.939	1.406	1.569	1.651	2.200	13.720	23.345	1.330	0.947	1.841	2.150	15.360	14.164	0.788	3.819	2.030	2.200
8.820	14.510	0.991	0.924	1.353	2.330	10.460	16.823	1.163	2.480	1.501	2.250	12.100	21.581	1.406	1.381	1.651	2.270	13.740	22.848	1.314	0.975	1.838	2.120	15.380	15.614	0.733	4.174	2.031	2.170
8.840	13.939	0.982	0.854	1.359	2.150	10.480	17.350	1.129	2.495	1.519	2.330	12.120	21.046	1.385	1.730	1.654	2.180	13.760	22.315	1.287	1.160	1.829	2.120	15.400	18.160	0.746	4.907	2.029	2.160
8.860	13.757	0.969	0.734	1.354	2.560	10.500	17.063	1.130	2.354	1.512	2.290	12.140	21.183	1.367	1.961	1.662	2.220	13.780	22.313	1.231	1.183	1.824	2.560	15.420	19.257	0.761	5.180	2.038	2.180
8.880	13.577	0.980	0.622	1.354	2.420	10.520	16.563	1.133	2.266	1.526	2.220	12.160	20.681	1.313	2.126	1.657	2.180	13.800	22.417	1.175	1.265	1.801	2.100	15.440	20.744	0.736	5.234	2.037	2.190
8.900	13.360	1.023	0.587	1.365	2.420	10.540	15.993	1.105	2.174	1.501	2.270	12.180	20.641	1.239	2.233	1.651	2.220	13.820	22.310	1.121	1.280	1.844	2.120	15.460	22.585	0.626	5.221	2.039	2.180
8.920	13.145	1.064	0.505	1.359	2.220	10.560	16.237	1.092	2.245	1.519	2.360	12.200	20.811	1.145	2.353	1.666	2.160	13.840	22.485	1.071	1.319	1.832	2.190	15.480	21.879	0.660	5.050	2.0	

<div><div><div>Geo.Fe.</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div></div>	Committente: ACER FERRARA Cantiere: Cento - via Quercia 20/22/24 (FE) Data: 11/03/2022	ID Prova: CPTU 2 Profondita falda: a mt 3.30 da p.c. Preforo: -	Profondità massima raggiunta: 30.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 56/22GF	Prova eseguita da: GEO.FE. S.n.c. via dell'Artigianato ,3 44033 - Ro di Riva del Po (FE) tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto																									
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec
16.420	18.254	0.377	5.299	2.250	2.150	18.060	33.967	1.631	0.716	2.558	2.100	19.700	11.668	0.438	3.272	2.899	2.080	21.340	16.831	0.660	1.860	3.176	2.020	22.980	17.086	0.858	4.197	3.431	2.110
16.440	18.187	0.365	5.241	2.250	2.150	18.080	25.650	1.519	0.798	2.566	2.100	19.720	11.424	0.440	3.234	2.898	2.110	21.360	16.578	0.691	1.943	3.169	2.000	23.000	17.546	0.842	4.188	3.407	2.010
16.460	16.847	0.397	5.043	2.266	2.100	18.100	21.825	1.390	1.606	2.566	2.110	19.740	11.180	0.425	3.188	2.910	2.010	21.380	16.393	0.669	1.971	3.172	1.970	23.020	17.474	0.856	4.140	3.423	2.180
16.480	16.745	0.370	5.037	2.266	2.090	18.120	21.677	1.209	4.701	2.566	2.080	19.760	10.726	0.399	3.131	2.915	2.180	21.400	16.635	0.654	1.940	3.184	1.940	23.040	17.470	0.879	4.133	3.426	2.080
16.500	18.694	0.372	5.738	2.275	2.130	18.140	25.243	1.190	6.240	2.559	2.100	19.780	10.515	0.385	3.067	2.934	2.080	21.420	16.666	0.670	1.886	3.182	1.920	23.060	17.715	0.894	4.076	3.438	2.660
16.520	20.324	0.385	6.107	2.274	2.160	18.160	28.667	1.199	6.890	2.566	2.080	19.800	10.096	0.366	2.988	2.915	2.660	21.440	16.659	0.719	1.811	3.184	1.970	23.080	17.711	0.927	4.044	3.433	2.240
16.540	22.593	0.366	5.382	2.274	2.120	18.180	30.602	1.030	5.802	2.592	2.080	19.820	9.675	0.342	2.908	2.912	2.240	21.460	16.408	0.715	1.759	3.182	1.900	23.100	17.742	0.964	4.021	3.441	2.220
16.560	20.334	0.486	4.689	2.272	2.120	18.200	30.205	0.784	4.419	2.584	2.110	19.840	9.360	0.340	2.906	2.935	2.220	21.480	16.473	0.696	1.746	3.192	1.880	23.120	17.597	1.020	4.146	3.449	2.180
16.580	19.064	0.526	4.952	2.273	2.110	18.220	31.399	0.886	5.575	2.583	2.180	19.860	9.185	0.306	2.938	2.935	2.180	21.500	16.681	0.654	1.679	3.191	1.920	23.140	17.838	1.036	4.257	3.441	2.130
16.600	21.685	0.522	6.202	2.272	2.170	18.240	26.723	0.894	3.701	2.599	2.190	19.880	9.257	0.245	3.010	2.920	2.130	21.520	16.429	0.640	1.607	3.196	1.930	23.160	18.469	1.049	4.299	3.431	2.180
16.620	24.662	0.527	6.628	2.288	2.080	18.260	25.406	0.739	3.638	2.608	2.200	19.900	9.892	0.219	3.209	2.935	2.180	21.540	16.603	0.620	1.554	3.188	1.890	23.180	18.461	1.079	4.324	3.436	2.160
16.640	25.407	0.532	6.220	2.312	2.090	18.280	22.003	0.878	4.607	2.634	2.220	19.920	9.892	0.219	3.209	2.943	2.160	21.560	16.704	0.658	1.463	3.192	1.870	23.200	18.490	1.098	4.337	3.436	2.130
16.660	22.403	0.644	5.714	2.312	2.110	18.300	21.574	0.863	4.914	2.625	2.200	19.940	14.556	0.144	3.754	2.938	2.130	21.580	16.527	0.671	1.445	3.198	1.860	23.220	18.413	1.075	4.288	3.441	2.160
16.680	19.753	0.638	5.480	2.312	2.190	18.320	22.699	0.779	5.188	2.642	2.150	19.960	15.408	0.193	3.873	2.936	2.160	21.600	16.240	0.698	1.311	3.198	1.920	23.240	18.228	1.067	4.227	3.443	2.120
16.700	18.872	0.605	5.514	2.320	2.120	18.340	24.462	0.739	5.398	2.634	2.200	19.980	14.843	0.246	3.813	2.946	2.120	21.620	15.744	0.744	1.213	3.192	1.820	23.260	17.797	1.059	4.161	3.451	2.120
16.720	21.669	0.602	6.283	2.329	2.100	18.360	25.056	0.747	5.532	2.634	2.190	20.000	13.713	0.313	3.635	2.946	2.120	21.640	15.319	0.790	1.150	3.202	1.800	23.280	16.903	1.069	4.030	3.456	2.070
16.740	28.358	0.644	7.556	2.320	2.050	18.380	25.404	0.778	5.568	2.642	2.180	20.020	12.202	0.370	3.424	2.939	2.070	21.660	15.354	0.784	1.104	3.216	1.800	23.300	16.471	1.087	3.994	3.464	2.120
16.760	36.461	0.685	4.732	2.313	2.190	18.400	25.435	0.808	5.546	2.634	2.170	20.040	12.308	0.348	3.795	2.958	2.120	21.680	15.107	0.779	1.095	3.216	1.880	23.320	16.712	1.085	3.987	3.487	2.070
16.780	36.284	0.603	3.300	2.320	2.080	18.420	25.501	0.867	5.610	2.642	2.180	20.060	16.054	0.273	4.551	2.968	2.070	21.700	15.461	0.729	1.055	3.226	2.220	23.340	16.883	1.088	3.944	3.469	2.050
16.800	27.795	0.763	2.369	2.329	2.540	18.440	26.452	0.916	5.805	2.651	2.220	20.080	25.254	0.288	6.043	2.966	2.050	21.720	15.532	0.717	1.041	3.218	2.180	23.360	16.980	1.090	3.943	3.498	2.090
16.820	23.585	0.815	2.399	2.320	2.160	18.460	26.272	0.974	5.861	2.659	2.180	20.100	35.939	0.351	1.746	2.968	2.090	21.740	15.532	0.717	1.041	3.230	2.160	23.380	16.828	1.108	4.106	3.469	2.030
16.840	21.251	0.829	3.803	2.329	2.180	18.480	26.445	0.986	5.748	2.652	2.160	20.120	43.866	0.522	0.635	2.989	2.030	21.760	14.613	0.719	0.945	3.222	2.230	23.400	17.916	1.074	4.362	3.485	2.010
16.860	18.634	0.844	5.383	2.336	2.160	18.500	26.230	1.063	5.627	2.652	2.230	20.140	47.293	0.619	0.512	2.968	2.010	21.780	14.790	0.694	1.047	3.222	2.200	23.420	19.747	1.028	4.685	3.487	2.010
16.880	19.165	0.772	6.099	2.328	2.130	18.520	25.376	1.168	5.470	2.644	2.200	20.160	50.472	0.590	0.475	2.986	2.010	21.800	14.720	0.672	1.054	3.218	2.200	23.440	20.730	0.978	4.827	3.495	2.000
16.900	19.165	0.772	6.099	2.353	2.160	18.540	25.123	1.181	5.217	2.661	2.200	20.180	53.103	0.584	0.517	2.993	2.000	21.820	14.227	0.649	1.002	3.224	2.160	23.460	21.183	0.973	4.734	3.490	1.990
16.920	34.193	0.865	5.740	2.353	2.160	18.560	24.907	1.140	5.146	2.676	2.160	20.200	54.367	0.546	0.502	2.998	1.990	21.840	13.344	0.631	0.900	3.230	2.180	23.480	21.072	0.974	4.114	3.485	1.990
16.940	41.624	0.807	3.025	2.361	2.160	18.580	23.912	1.227	5.149	2.686	2.180	20.220	54.332	0.419	0.528	3.005	1.990	21.860	12.466	0.622	0.908	3.238	2.230	23.500	21.242	0.976	3.006	3.495	1.970
16.960	50.417	0.858	1.705	2.353	2.160	18.600	24.370	1.302	5.450	2.679	2.230	20.240	54.230	0.390	0.552	3.005	1.970	21.880	12.433	0.585	1.580	3.242	2.160	23.520	20.810	1.052	2.413	3.487	1.970
16.980	52.979	0.974	1.131	2.361	2.130	18.620	24.824	1.251	5.906	2.662	2.160	20.260	54.230	0.390	0.552	3.005	1.970	21.900	12.752	0.594	2.325	3.252	2.160	23.540	19.813	1.188	2.931	3.485	2.010
17.000	51.134	0.995	0.814	2.353	2.160	18.640	24.894	1.234	5.938	2.695	2.160	20.280	54.127	0.377	0.542	3.023	2.010	21.920	12.752	0.594	2.325	3.242	2.180	23.560	19.985	1.252	3.303	3.503	1.940
17.020	45.257	0.918	0.670	2.361	2.100	18.660	24.894	1.234	5.938	2.694	2.180	20.300	51.391	0.222	0.638	3.016	1.940	21.940	14.224	0.409	6.013	3.242	2.270	23.580	21.044	1.307	3.569	3.511	1.900
17.040	38.862	0.833	0.406	2.364	2.160	18.680	25.142	1.210	5.962	2.694	2.270	20.320	51.013	0.209	0.679	3.025	1.900	21.960	14.120	0.426	5.793	3.212	2.160	23.600	21.853	1.315	3.709	3.505	1.980
17.060	31.254	0.791	0.971	2.372	2.120	18.700	23.034	0.935	4.782	2.729	2.160	20.340	50.055	0.288	0.590	3.016	1.980	21.980	13.485	0.457	5.808	3.236	2.180	23.620	22.308	1.319	3.813	3.511	1.940
17.080	26.335	0.816	2.684	2.362	2.120	18.720	22.867	0.884	4.430	2.747	2.180	20.360	48.652	0.395	0.547	3.025	1.940	22.000	13.736	0.473	5.817	3.246	2.120	23.640	22.654	1.268	3.859	3.508	1.940
17.100	22.865	0.709	3.172	2.362	2.160	18.740	20.867	0.949	4.121	2.755	2.120	20.380	46.872	0.446	0.519	3.027	1.940	22.020	14.091	0.462	6.021	3.250	2.220	23.660	22.503	1.236	3.855	3.518	1.880
17.120	21.058	0.613	3.462	2.370	2.110	18.760	19.379	1.072	3.937	2.738	2.220	20.400	45.605	0.469	0.473	3.043	1.880	22.040	14.057	0.483	6.067	3.250	2.130	23.680	22.247	1.205	3.873	3.518	2.220
17.140	21.058	0.613	3.462	2.380	2.120	18.780	17.677	1.226	3.694	2.746	2.130	20.420	43.424	0.556	0.394	3.032	1.890	22.060	14										

Geo.Fe.

INDAGINI GEOLOGICHE

Committente: ACER FERRARA
Cantiere: Cento - via Quercia 20/22/24 (FE)
Data: 11/03/2022

ID Prova: CPTU 2
Profondita falda: a mt 3.30 da p.c.
Preforo: -

Profondità massima raggiunta: 30.30 mt
Punta sismica: Tecnopenta CPLSD
RIF. 56/22GF

Prova eseguita da:
GEO.FE. S.n.c.
via dell'Artigianato ,3 44033 - Ro di Riva del Po (FE)
tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it
Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio
Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec
24.620	16.738	0.660	4.445	3.649	2.120	26.260	19.818	1.002	4.957	3.854	2.240	27.900	17.981	0.808	4.913	4.079	2.360	29.540	20.386	0.843	4.669	4.352	2.320	29.540	20.386	0.843	4.669	4.352	2.320
24.640	15.891	0.634	4.238	3.646	2.060	26.280	20.590	0.951	5.255	3.854	2.130	27.920	17.877	0.830	4.864	4.090	2.310	29.560	20.596	0.850	4.547	4.367	2.390	29.560	20.596	0.850	4.547	4.367	2.390
24.660	14.902	0.647	4.080	3.632	2.110	26.300	21.644	0.866	5.281	3.854	2.180	27.940	12.158	0.571	3.612	4.094	2.290	29.580	20.309	0.903	4.588	4.374	2.380	29.580	20.309	0.903	4.588	4.374	2.380
24.680	14.619	0.668	3.990	3.646	2.120	26.320	20.964	0.853	4.649	3.857	2.290	27.960	16.332	0.750	4.294	4.083	2.430	29.600	19.634	0.947	4.537	4.380	2.320	29.600	19.634	0.947	4.537	4.380	2.320
24.700	14.090	0.710	3.941	3.658	2.080	26.340	20.358	0.885	4.334	3.872	2.380	27.980	18.070	0.898	4.580	4.087	2.380	29.620	19.098	0.985	4.465	4.384	2.290	29.620	19.098	0.985	4.465	4.384	2.290
24.720	14.092	0.704	3.937	3.666	2.080	26.360	20.068	0.935	4.322	3.868	2.060	28.000	18.851	0.943	4.740	4.090	2.270	29.640	18.987	0.983	4.770	4.395	2.360	29.640	18.987	0.983	4.770	4.395	2.360
24.740	14.446	0.690	4.014	3.663	2.150	26.380	19.918	0.952	4.434	3.868	2.330	28.020	19.701	0.981	4.964	4.098	2.390	29.660	19.228	0.977	4.571	4.391	2.330	29.660	19.228	0.977	4.571	4.391	2.330
24.760	14.943	0.663	4.126	3.669	2.130	26.400	19.204	0.964	4.309	3.868	2.230	28.040	20.622	0.972	5.151	4.091	2.430	29.680	19.647	1.019	4.758	4.380	2.280	29.680	19.647	1.019	4.758	4.380	2.280
24.780	15.085	0.639	4.182	3.679	2.110	26.420	19.940	0.977	4.303	3.857	2.180	28.060	21.683	0.924	5.325	4.094	2.310	29.700	19.818	1.002	4.957	4.416	2.310	29.700	19.818	1.002	4.957	4.416	2.310
24.800	14.837	0.606	4.108	3.681	2.070	26.440	20.996	1.017	4.809	3.850	2.110	28.080	22.675	0.896	5.302	4.108	2.310	29.720	20.590	0.951	5.255	4.402	2.330	29.720	20.590	0.951	5.255	4.402	2.330
24.820	14.024	0.586	4.034	3.681	2.100	26.460	21.416	1.003	4.694	3.850	2.190	28.100	22.958	0.910	5.174	4.094	2.360	29.740	21.644	0.866	5.281	4.402	2.320	29.740	21.644	0.866	5.281	4.402	2.320
24.840	13.777	0.575	4.074	3.687	2.170	26.480	21.127	0.979	4.510	3.842	2.100	28.120	22.319	0.965	4.498	4.109	2.450	29.760	20.964	0.853	4.649	4.416	2.330	29.760	20.964	0.853	4.649	4.416	2.330
24.860	13.849	0.565	4.192	3.679	2.080	26.500	21.333	1.001	4.520	3.846	2.130	28.140	21.893	1.017	4.231	4.127	2.360	29.780	20.358	0.885	4.334	4.416	2.310	29.780	20.358	0.885	4.334	4.416	2.310
24.880	14.097	0.542	4.419	3.685	2.100	26.520	21.646	1.010	4.464	3.831	2.200	28.160	21.642	1.090	3.954	4.128	2.330	29.800	20.068	0.935	4.322	4.410	2.360	29.800	20.068	0.935	4.322	4.410	2.360
24.900	14.310	0.545	4.666	3.688	2.100	26.540	20.578	1.044	4.496	3.831	2.280	28.180	21.003	1.161	3.737	4.120	2.360	29.820	19.918	0.952	4.434	4.424	2.310	29.820	19.918	0.952	4.434	4.424	2.310
24.920	8.423	0.271	3.884	3.688	2.190	26.560	19.792	1.068	4.608	3.842	2.240	28.200	20.009	1.235	3.736	4.135	2.430	29.840	19.204	0.964	4.309	4.419	2.290	29.840	19.204	0.964	4.309	4.419	2.290
24.940	14.695	0.450	4.776	3.678	2.080	26.580	19.292	1.047	4.418	3.831	2.290	28.220	19.335	1.304	3.769	4.128	2.390	29.860	19.940	0.977	4.303	4.433	2.360	29.860	19.940	0.977	4.303	4.433	2.360
24.960	15.830	0.492	4.939	3.688	2.110	26.600	18.155	1.039	4.240	3.838	2.270	28.240	19.263	1.330	3.748	4.135	2.360	29.880	20.996	1.017	4.809	4.437	2.360	29.880	20.996	1.017	4.809	4.437	2.360
24.980	16.081	0.514	4.939	3.687	2.010	26.620	16.700	1.026	4.128	3.817	2.240	28.260	19.154	1.325	3.736	4.142	2.250	29.900	21.416	1.003	4.694	4.437	2.320	29.900	21.416	1.003	4.694	4.437	2.320
25.000	15.799	0.527	4.754	3.698	2.180	26.640	16.344	0.990	4.126	3.801	2.250	28.280	18.935	1.336	3.756	4.131	2.420	29.920	21.127	0.979	4.510	4.437	2.270	29.920	21.127	0.979	4.510	4.437	2.270
25.020	14.987	0.576	4.549	3.691	2.080	26.660	16.162	0.956	4.233	3.816	2.220	28.300	19.104	1.289	3.636	4.142	2.210	29.940	21.333	1.001	4.520	4.444	2.320	29.940	21.333	1.001	4.520	4.444	2.320
25.040	14.460	0.619	4.414	3.698	2.660	26.680	16.230	0.940	4.342	3.823	2.270	28.320	19.202	1.244	3.587	4.139	2.270	29.960	21.646	1.010	4.464	4.444	2.320	29.960	21.646	1.010	4.464	4.444	2.320
25.060	13.718	0.681	4.308	3.687	2.240	26.700	17.323	0.877	4.599	3.823	2.220	28.340	18.807	1.220	3.547	4.142	2.290	29.980	20.578	1.044	4.496	4.461	2.380	29.980	20.578	1.044	4.496	4.461	2.380
25.080	13.083	0.706	4.256	3.687	2.220	26.720	17.604	0.869	4.720	3.831	2.180	28.360	18.375	1.202	3.543	4.147	2.430	30.000	19.792	1.068	4.608	4.448	2.270	30.000	19.792	1.068	4.608	4.448	2.270

GRAFICI PROVA CPTU 2

