




COMUNE di POGGIO RENATICO



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

Via Pietro Nenni n. 41 - COMUNE di POGGIO RENATICO

ID: FE_17

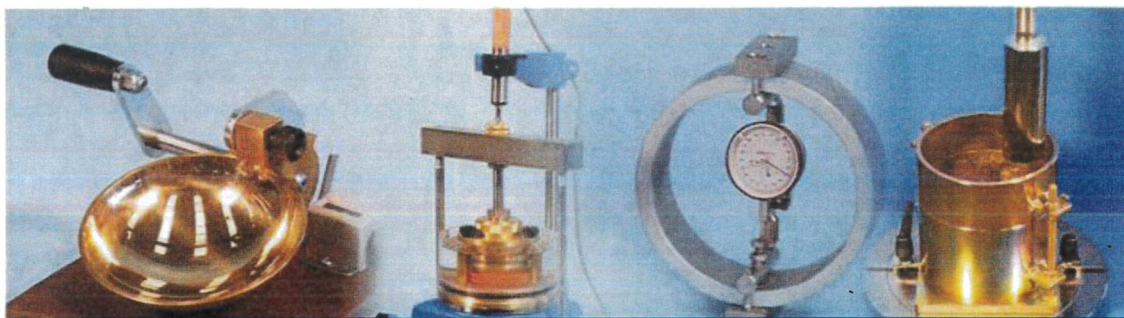
Titolare della progettazione	Responsabile unico del procedimento
 <p>ACER FERRARA C.so V.Veneto, 7 - 44121 Ferrara Servizio Tecnico Dirigente: arch. M.Cenacchi</p> <p>Azienda con sistema qualità certificato in conformità alla normativa ISO 9001:2015</p>	ACER FERRARA Servizio tecnico: arch. M. Cenacchi
	Coordinamento generale programma
	ACER FERRARA Servizio tecnico: ing. G. Adesso
	Progetto architettonico
	Ing. Davide Grablovitz
	Progetto strutture
	Ing. Davide Grablovitz
Progetto impianti elettrici	
Ing. Davide Grablovitz	
Relazione legge 10	
Ing. Davide Grablovitz	
Collaboratori	
Ing. Linda Cremon, Arch. Pietro Pigozzi, Ing. Giovanni Bono, Ing. Fabrizio Manenti	

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

titolo elaborato	cod. commessa	codice elaborato
RELAZIONE GEOLOGICA	2105	ST-P-D04-0
	scade	
	-	

REV 0	Emissione	Marzo	2022

LABORATORIO GOTECNICO Dr. ANTONIO MUCCHI
mucchilab@tin.it - www.mucchilab.it
Autorizzazione del Ministero Infrastrutture e Trasporti
Per prove di laboratorio sui terreni – ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/01
 Via Alberto Ascari, 8 – 44019 Gualdo di Voghiera (FE)
 Tel. 0532/ 815681





LABORATORIO PROVE MATERIALI
 Aut. Min. ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01
Terre - Inerti - Riciclati - Asfalti
www.mucchilab.it - Tel. 0532.815681 Gualdo (FE)

COMMITTENTE: Acer Ferrara

CANTIERE: Via Pietro Nenni, 41 - Poggio Renatico (FE)

PROGETTO: Intervento strutturale di miglioramento sismico

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

Dott. Geol. Antonio Mucchi	Dott. Ing. Valentina Mucchi
	 Ferrara, 04/03/2022 Prot. 956 / 2022

SOMMARIO

Ferrara, 04/03/2022	1
1 PREMESSA.....	2
2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA D'ESAME.....	4
2.1 SCHEMA GEOLOGICO REGIONALE.....	4
2.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	8
2.3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO	10
2.4 SUBSIDENZA.....	11
2.5 SISMICITA'	12
3 INDAGINE SISMICA.....	15
3.1 RESTITUZIONE DELLA MISURA SCPTU	15
3.2 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE E PERICOLOSITÀ SISMICA	18
3.3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA	19
4 MODELLO LITOSTRATIGRAFICO/GEOTECNICO DEI TERRENI INDAGATI	30
5 VALORE DI PROGETTO DELLA RESISTENZA DEL SISTEMA GEOTECNICO	33
6 SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE DEGLI ORIZZONTI GRANULARI SATURI	36

ALLEGATO A – Rapporti di prova SCPTU

1 PREMESSA

La presente relazione geologica/geotecnica è stata eseguita per definire le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche dei terreni di fondazione interessati da intervento di miglioramento sismico di un fabbricato a uso civile abitazione in Via Pietro Nenni, 41 – Poggio Renatico (FE).

La relazione è stata redatta osservando NTC/2018 (norme tecniche per le costruzioni) e successiva circolare applicativa del 11/02/2019.

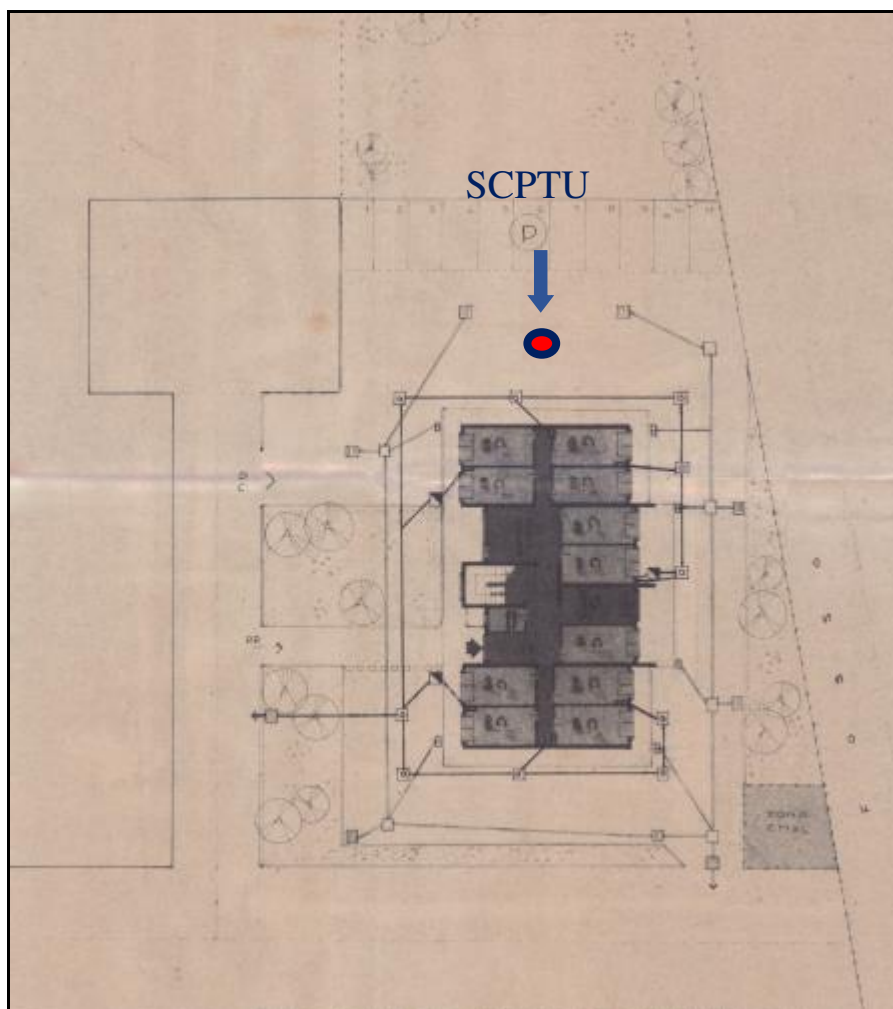
A tal proposito lo studio è stato così articolato:

- Ricerca bibliografica
- Esecuzione di n° 1 prova penetrometrica SCPTU spinta fino alla prof. massima di mt. 30 dal p.c. con rilievo falda e onde sismiche Vs30.
- Elaborazione dati e relazione geologica

Nella planimetria di seguito riportata è indicata l'ubicazione del sito indagato.



Vista satellitare area interessata dall'intervento



Ubicazione catastale area oggetto di intervento



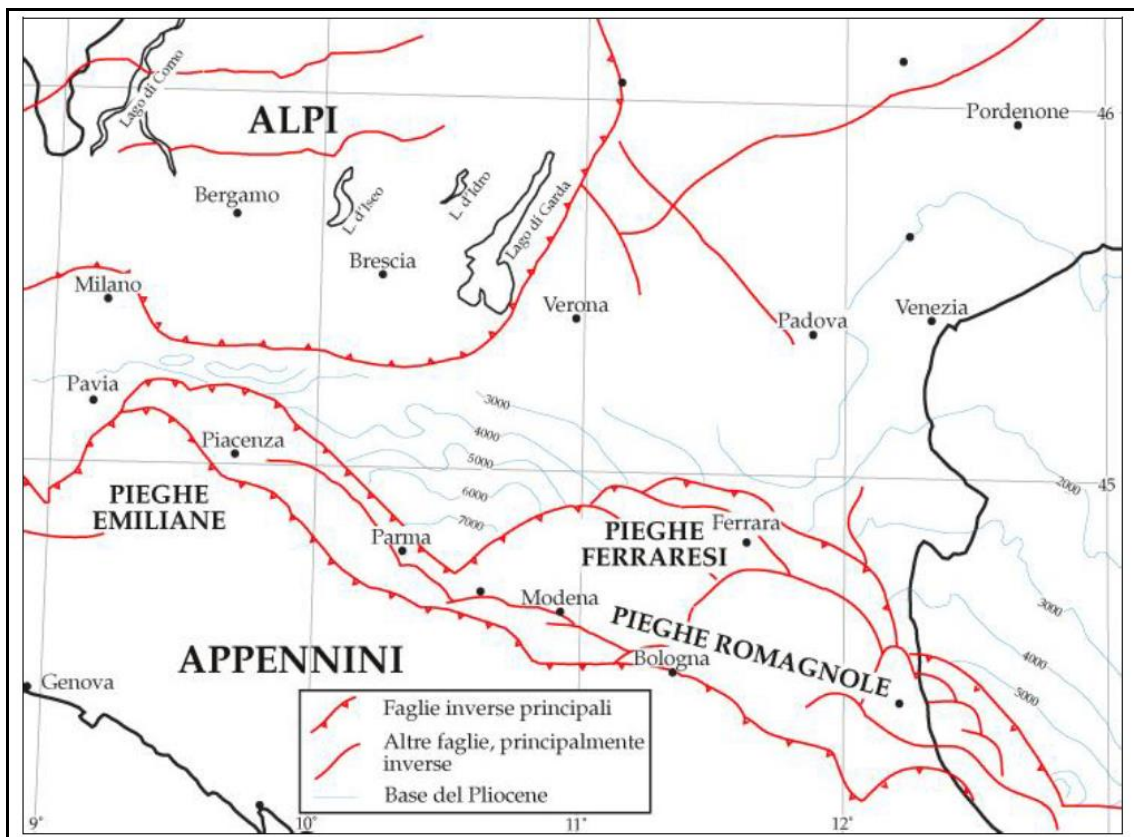
Posizionamento prova SCPTU

2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA D'ESAME

2.1 SCHEMA GEOLOGICO REGIONALE

Verso la fine dell'era terziaria, nel Pliocene, l'insorgere della catena alpina da un lato e di quella appenninica dall'altro ha determinato il formarsi di un'ampia fossa subsidente più volte invasa e abbandonata dal mare nel corso della sua storia geologica.

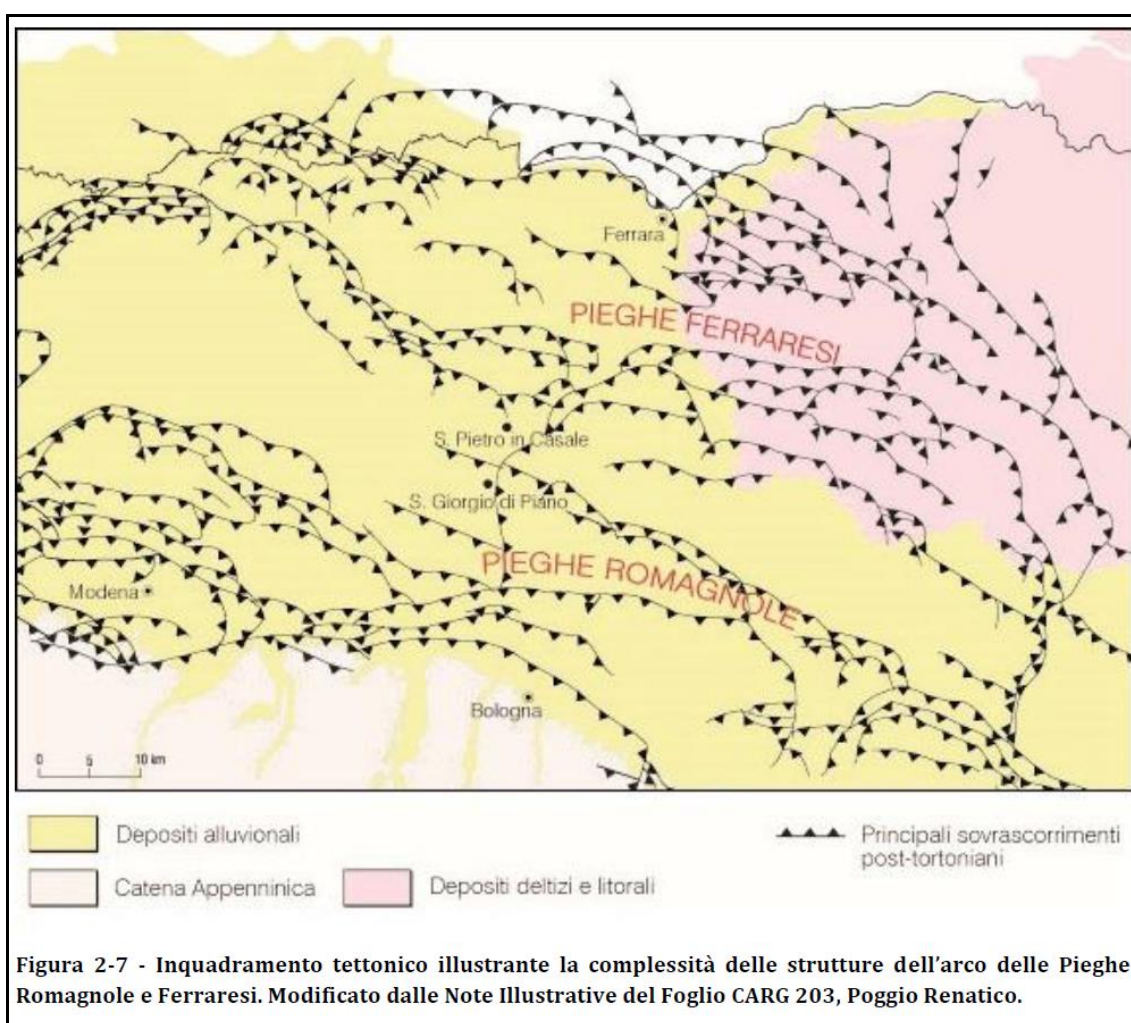
Si è avuto quindi alternanza di emersioni e invasioni marine, totali o parziali dell'area, con erosione più accentuata nelle zone di alto strutturale e con deposizioni nelle zone di basso strutturale dei materiali detritici derivanti dallo smantellamento delle insorgenti catene montuose. Il fondo di questa fossa strutturale non è regolare ma articolato da dorsali longitudinali, che in determinati periodi del ciclo evolutivo emergevano dal mare, formando isole e arcipelaghi. Queste dorsali traggono le loro origini da un complesso meccanismo di spinte tangenziali unitamente a fenomeni di subsidenza differenziale, cioè di sprofondamento irregolare.



Carta strutturale semplificata della Pianura Padana (Pieri e Groppi, 1975). Le isobate si riferiscono alla profondità della base dei sedimenti pliocenici. Modificata da Burrato et al., 2003.

In conseguenza dell'assetto strutturale varia la natura e lo spessore dei sedimenti che si accumulano nei diversi settori del bacino sedimentario. Si attua così un riempimento delle depressioni con materiali sabbiosi di rilevanti potenze, mentre sulle dorsali sedimentano le granulometrie più fini con progressive diminuzioni delle potenze.

Uno degli elementi strutturali più importanti del sottosuolo padano è la così detta dorsale ferrarese, che si localizza tra Ferrara e le Valli di Comacchio con direzione NW-SE, ai lati delle quali si sono impostate due zone a forte subsidenza, a nord nella regione del Delta e nel Ravennate a sud.



Inquadramento tettonico illustrante la complessità delle strutture dell'arco delle Pieghe Romagnole e Ferraresi. Modificato dalle Note Illustrative del Foglio CARG 203, Poggio Renatico.

La storia delle alterne vicende geologiche in questo settore della Pianura Padana può essere schematizzato come segue: Il Pliocene inf. è caratterizzato da una forte subsidenza, particolarmente attiva nelle strutture negative del

bacino, che viene in parte compensata dalla deposizione di sedimenti grossolani.

Con la fine del Pliocene inf. inizia una nuova fase di sollevamento, si accentuano le vecchie pieghe e se ne creano di nuove, conseguentemente l'erosione intacca le strutture più elevate.

Nel Pliocene medio-superiore si avvia un nuovo ciclo di subsidenza e sedimentazione che prosegue fino al Quaternario, con la stessa modalità del precedente, cioè sedimenti con termini grossolani nelle strutture negative ed argillose su quelle positive.

Anche all'inizio del Quaternario la subsidenza continua e si accentua ed il dominio del mare raggiunge la sua massima espansione. Tuttavia con il passare del tempo la subsidenza generale del bacino prende il sopravvento su quella differenziata tra gli alti e bassi strutturali. Ne consegue che i sedimenti di questo periodo sono caratterizzati da frequenti variazioni litologiche; i depositi a granulometria maggiore perdono in continuità e si formano corpi sabbiosi isolati. Parallelamente si instaurano radicali mutamenti nei rapporti relativi intercorrenti fra le varie strutture, infatti le pieghe al margine appenninico in origine più basse di quelle a nord, risultano ora più elevate in conseguenza dello sprofondamento della parte centrale del bacino e dell'innalzamento dell'Appennino; così come si ha un abbassamento della zona di foce del Po rispetto alle pieghe ferraresi.

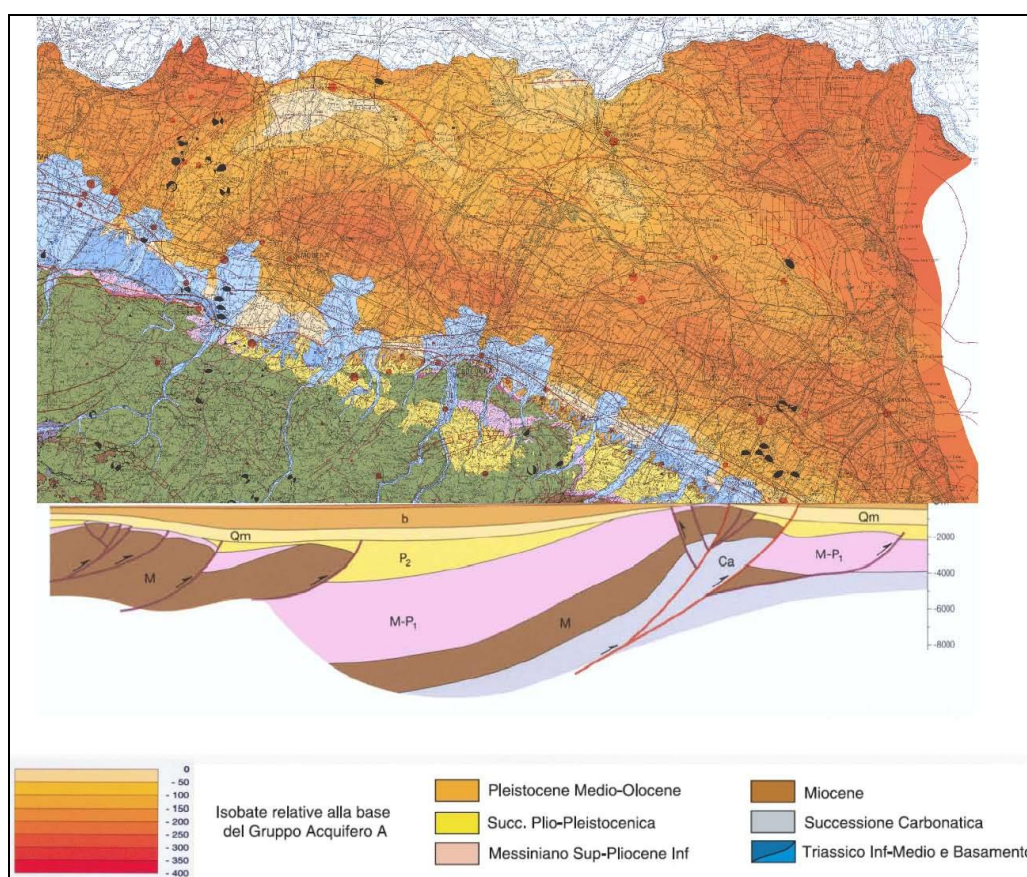
Con il Quaternario continentale invece, predominano le sedimentazioni sulla subsidenza, si ha un progressivo ritiro del mare dalla Pianura Padana con deposito di alluvioni sui sedimenti marini.

Al margine orientale della pianura lo stabilizzarsi della linea di costa è complicato da variazioni eustatiche del livello marino in corrispondenza di glaciazioni, la più importante delle quali fu quella wurmiana, che abbassò il livello di un centinaio di metri.

Poi 17.000 anni fa inizia la grande trasgressione postglaciale, quella Flandriana in cui l'ingressione marina ha probabilmente raggiunto i 40 Km per il Delta Padano e i 20 Km per il ravennate.

A partire dal I - II secolo d.C. ha avuto inizio un lento ma graduale ritiro del mare con migrazione verso est della linea di costa sino all'interno della sua posizione attuale.

I diversi litotipi, depositati in ambiente subacqueo, malgrado il costipamento derivante dall'incremento della pressione geostatica tenderanno a trattenere nei pori residui l'originaria acqua del bacino di sedimentazione; ne deriva per quanto sopra esposto, che si avrà in zona coesistenza di livelli con acqua di strato salata o salmastra o dolce in relazione all'ambiente deposizionale originario.



Schema geologico di sottosuolo nel settore delle Pieghe Ferraresi. Sono riportate le tracce dei principali sovrascorrimenti sepolti e la sezione geologica attraverso la pianura modenese (Sezione geologica senza esagerazione verticale). Estratto dalla Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna in scala 1:250.000 (Regione Emilia-Romagna-CNR, 2004). L'insieme di queste pieghe sepolte (Pieghe Emiliane-Ferraresi-Adriatiche) costituisce il vero fronte della catena appenninica; infatti le unità e le strutture che costituiscono la catena appenninica proseguono nel sottosuolo ben oltre il limite morfologico tra catena e pianura (margine appenninico-padano) e sono attualmente sepolte dai sedimenti quaternary padani. I fronti di queste strutture sepolte hanno vergenza verso nord e si accavallano sulla piattaforma padano-veneta.

2.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

L'assetto geomorfologico del territorio ferrarese è il risultato delle vicissitudini del Fiume Po e Fiume Reno.

In particolare, dalla rotta di Ficarolo del 1150 circa il fiume ha abbandonato l'antico corso per spostarsi più a nord, dove, in linea generale, è posizionato il tracciato attuale.

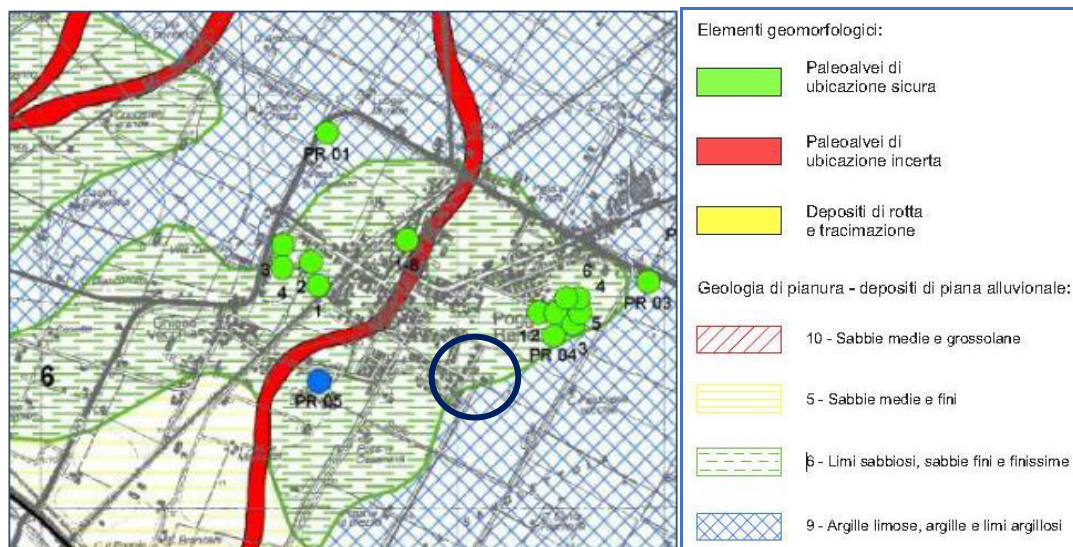
Questa situazione morfologica complessa ha condizionato e regolato la deposizione dei sedimenti trasportati dal fiume con il risultato di ottenere, sulla morfologia di pianura aree di alto strutturale definite dossi, costituiti da terreni sabbiosi indicanti paleo alvei, barre e sponde naturali relitti o sepolte e zone depresse formate da argille e limi denominate catini.

L'intervento dell'uomo nel controllare il regime naturale del fiume, per difendersi dalle esondazioni, ha provocato il crescente aumento del livello del fiume accentuando le differenze altimetriche con le circostanti campagne per marcato apporto di nuovi sedimenti, provocando modificazioni nel deflusso naturale delle acque superficiali a causa anche di fenomeni di subsidenza naturali tipici di questa area geografica.

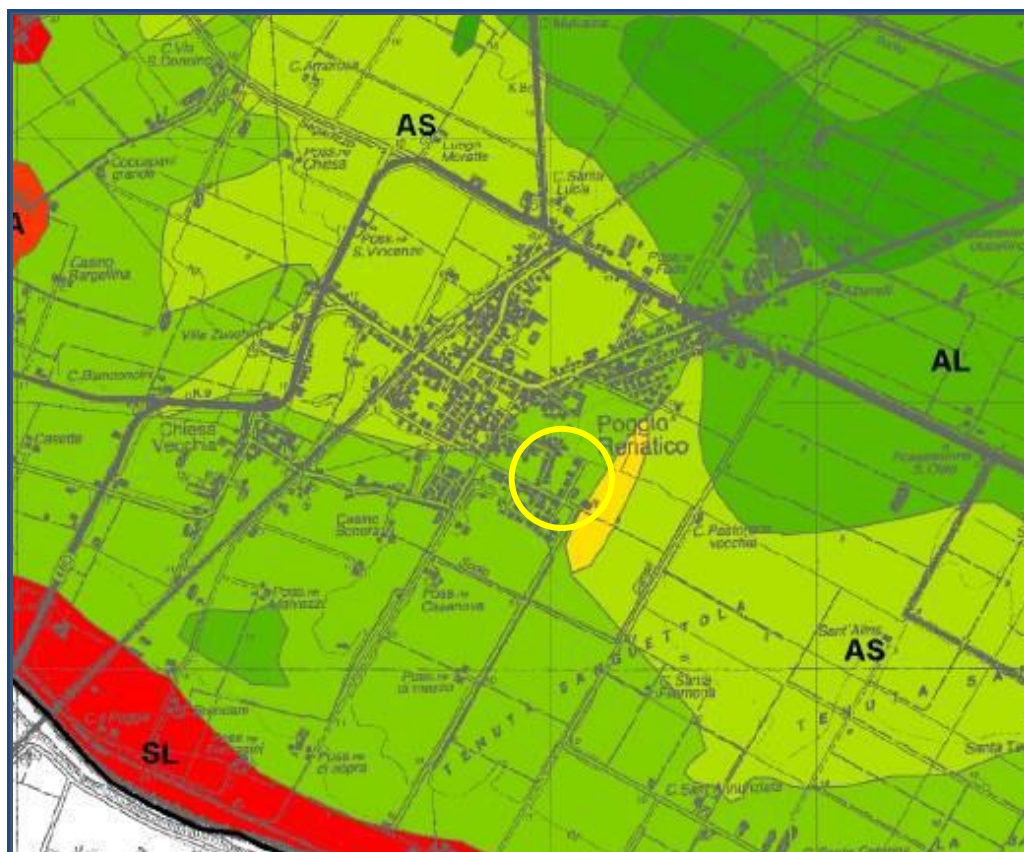
Il territorio comunale risulta pertanto caratterizzato geomorfologicamente dalla presenza di fasce rilevate a forma generalmente allungata e sinuosa corrispondenti a alvei antichi od attuali pensili sulla pianura circostante e da zone morfologicamente depresse, dette "valli", all'interno delle quali l'acqua tenderebbe a ristagnare, se non allontanata dai canali di bonifica.

L'assetto altimetrico che ne deriva è quindi pressoché sub-pianeggiante, con valori altimetrici che si attestano fra 9 e 10 metri s.l.m., con dislivelli generalmente poco accentuati.

Dall'analisi della Carta geomorfologica a corredo del PSC, l'area in esame non è interessata da strutture geomorfologiche superficiali (paleoalvei)



Sulla base della cartografia della litologia superficiale a corredo del PSC, elaborata sulla base del diagramma ternario di Shepard, l'area risulta inserita in un ampio contesto a litologia fine a prevalenza argillo-sabbiosa.



2.3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO

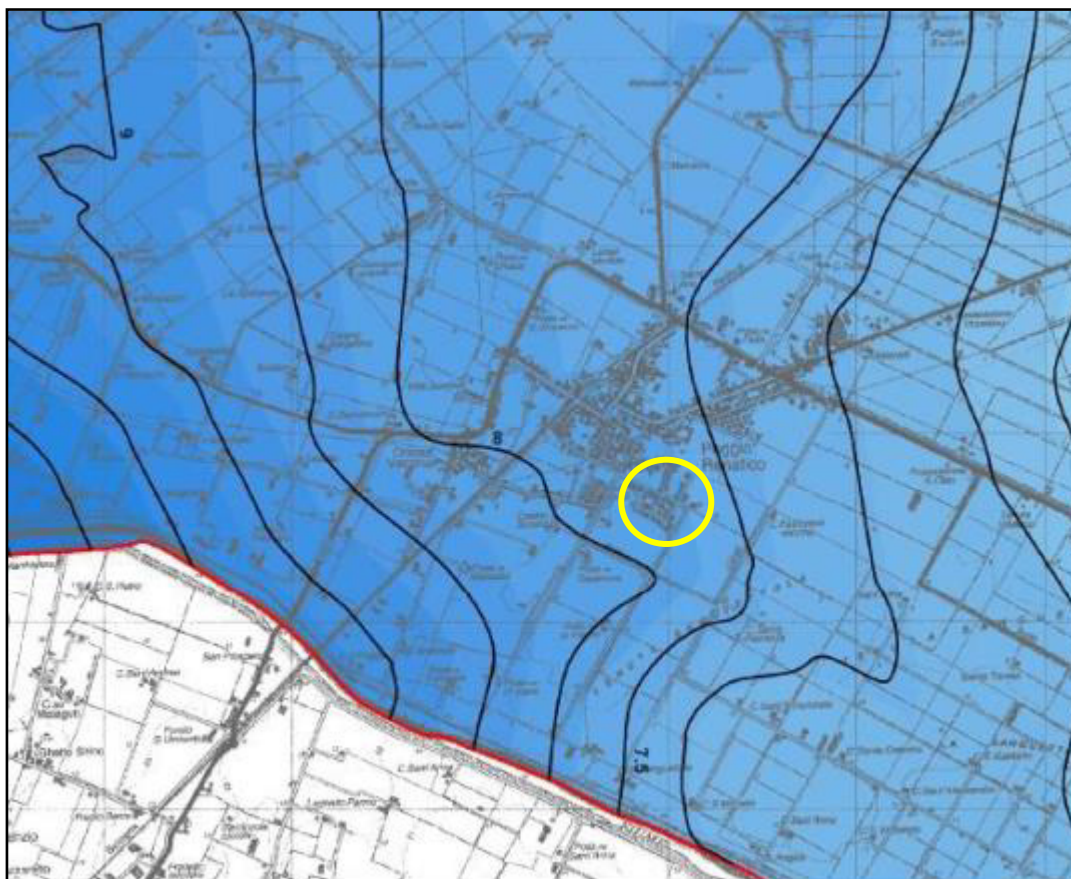
Le condizioni di drenaggio dei terreni che costituiscono l'ossatura della pianura di Ferrara sono condizionate dall'assetto morfologico ed in particolare dal micro rilievo. Le linee di drenaggio preferenziali hanno direzione ovest-est.

Il territorio comunale è solcato da numerosi corsi d'acqua di vario grado di importanza.

In particolare i principali sono rappresentati dai fiumi Po e Reno che non svolgono nessuna funzione scolante data la quota dei rispettivi alvei, anzi costituiscono delle linee di spartiacque al normale deflusso. A questi si possono aggiungere il Po di Ferrara - Primaro e di Volano, il Boicelli e il Riazzo del Gallo che svolgono la funzione di collettori nel raccogliere la maggior parte delle acque superficiali e meteoriche ricadenti sul territorio e convogliate per semplice gravità o attraverso impianti di idrovora da collettori minor, quali fossi e canali di bonifica che costituiscono la rete scolante ferrarese. L'inquadramento idrogeologico della zona in esame evidenzia, l'esistenza di un acquifero libero freatico, costituito prevalentemente da limi e limi sabbiosi, riconducibili a sedimenti di ambiente fluviale.

La falda freatica viene alimentata esclusivamente da apporto meteorico e quindi fortemente influenzata da condizioni climatiche che ne favoriscono forti escursioni, prossima al piano campagna in periodi molto piovosi e forte riduzione in periodi siccitosi. Al momento dell'indagine, preceduta da un periodo non molto piovoso è stata rilevata alla prof. media di circa mt. 2.0 dal p.c. attuale. Non si esclude che in periodi piovosi possa trovarsi a profondità prossime al p.c.

Dal punto di vista idrogeologico, nella porzione di territorio in esame, la falda freatica presenta un flusso generale con direzione da Nord/ovest a Sud/est con quota piezometrica di circa 7.5-8.0 m.s.l.m.



Stralcio Carta della Superficie Freatica del PSC associato

2.4 SUBSIDENZA

L'area in esame, come in generale tutto il territorio della Provincia di Ferrara è soggetta a subsidenza.

La componente naturale del fenomeno è prevalentemente ascrivibile al costipamento dei sedimenti più recenti non ancora litificati. Il condizionamento del substrato è rappresentato dal suo stesso carattere di orogene recente, capace di dar luogo a movimenti verticali residui, nonché alla sua forma corrugata che determina variazioni locali dei tassi di costipamento dei terreni sovrapposti, producendo una loro attenuazione nelle zone corrispondenti agli alti strutturali sepolti.

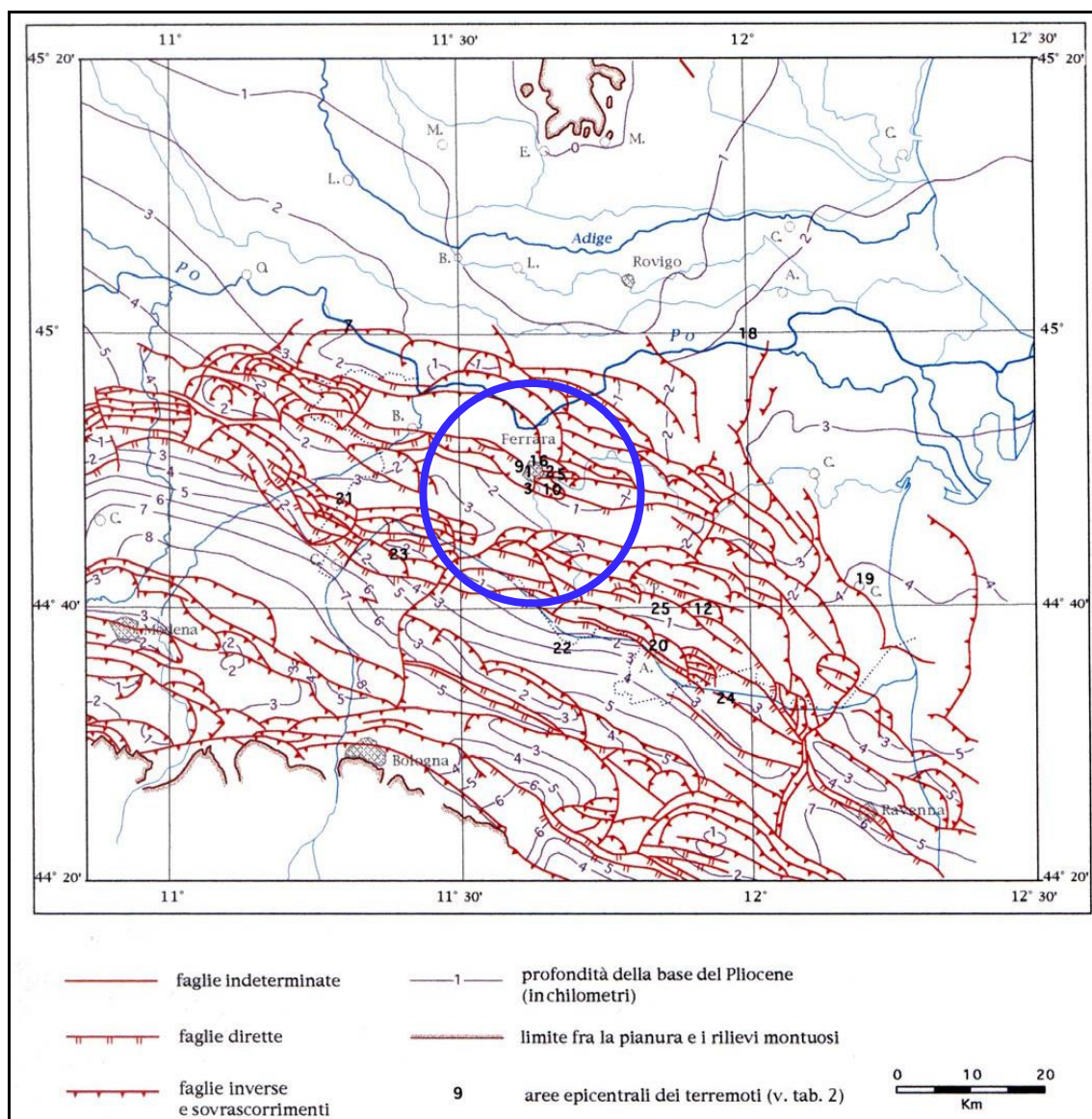
I fenomeni di subsidenza registrati con metodi strumentali sono però principalmente di carattere artificiale, denotano variabilità sia nello spazio che nel tempo e sono attribuibili alla sottrazione di acqua dagli acquiferi (superficiali e profondi). Sono causa di subsidenza anche forti escursioni del livello della falda freatica dovuto a variazioni climatiche (periodi siccitosi prolungati) e a

sistemazioni idrauliche del territorio (il territorio ferrarese è stato in passato interessato da importanti bonifiche, ultima la bonifica Sammartina).

Anche variazioni del chimismo delle acque sono considerate capaci di determinare abbassamenti del suolo, sia pur limitati, quando sono in grado di indurre per fenomeni elettrochimici riduzione di volume dei minerali argillosi (terreni argillosi sono molto abbondanti nel territorio ferrarese).

2.5 SISMICITA'

Le strutture appenniniche sepolte sono ancora soggette a movimenti, che spesso si traducono in sismi capaci di superare la soglia del danno (vedi sisma del 20 e 29 Maggio 2012).



Carta strutturale della Pianura Padana orientale, con le pieghe dell'Appennino sepolto (CNR, 1922) e zone epicentrali dei terremoti che hanno colpito il territorio ferrarese.

Si ha inoltre notizia di 15 terremoti verificatisi a Ferrara e nelle aree circostanti nel periodo compreso fra il 1234 e 1787, di cui 9 superiori al sesto grado della scala Percalli; solo il terremoto del 1570 ha raggiunto l'ottavo grado (CNR 1980; Ardizzoni et al. 1991; Boschi et al. 1995, 1997; Camassi e Stucchi 1998; Bondesan 2002).

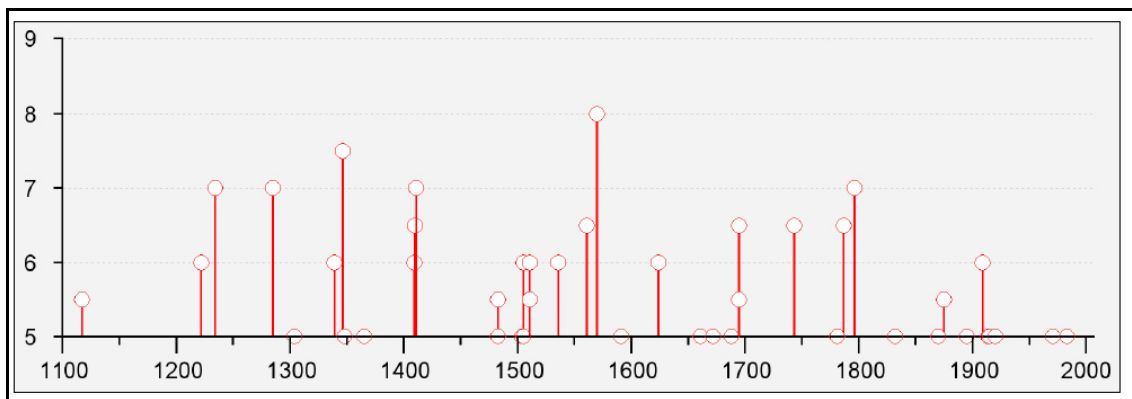


Grafico - Valori di intensità macrosismica $Imcs \geq 5$ attribuiti al Comune di Ferrara, dall'anno 1000 al 2006 e legati essenzialmente ad eventi prodotti dalle strutture tettoniche ferraresi. Tratto dal database DBMI11 (locati et al. 2011).

I dati disponibili mostrano come il terremoto di Ferrara a più elevata intensità sia avvenuto il 17 novembre 1570, con intensità epicentrale pari al VIII grado (MCS) e magnitudo equivalente pari a 5.46.

Questo sisma è riportato anche nel catalogo CFTI4med, nel quale sono inoltre inserite le fonti storiche.

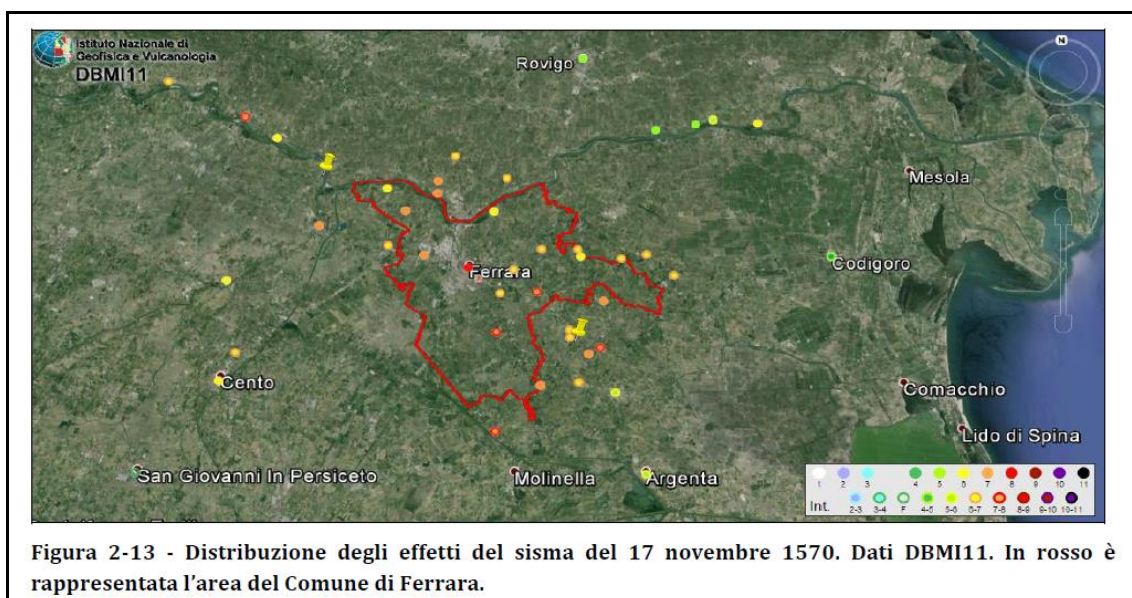
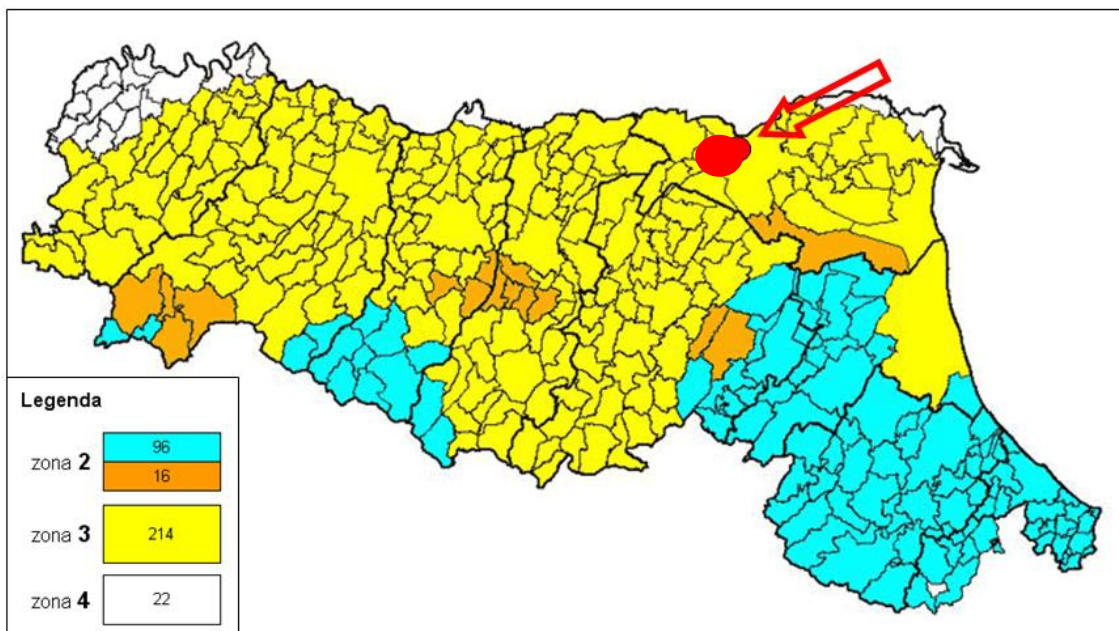


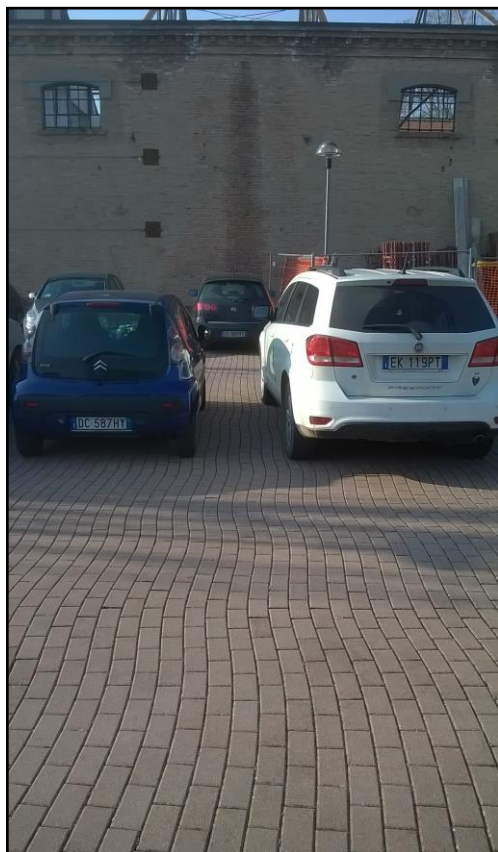
Figura 2-13 - Distribuzione degli effetti del sisma del 17 novembre 1570. Dati DBMI11. In rosso è rappresentata l'area del Comune di Ferrara.

Distribuzione degli effetti del sisma del 17 Novembre 1570. Dati DBMI11. In rosso è rappresentata l'area del Comune di Ferrara

Sulla base di questi eventi, il Servizio Sismico Nazionale, nella nuova mappa della pericolosità sismica messa a punto nel 1998, ha incluso il Comune di Poggio Renatico nella Categoria 3 (territori suscettibili di terremoto fino al 7° grado della scala Mercalli).



Mappa riferimenti pericolosità sismica



Esempio di deformazione di una pavimentazione dovuta al passaggio delle onde sismiche (MAGGIO 2012)

3 INDAGINE SISMICA

3.1 *RESTITUZIONE DELLA MISURA SCPTU*

L'indagine sismica è stata realizzata nel corso della prova penetrometrica SCPTU attraverso l'uso del cono sismico collegato.

Lo standard di riferimento per l'esecuzione della prova è l'ASTM D 7400 "Standard Test Methods for Downhole Seismic Testing".

La prova SCPTU (S = Seismic; CPT = Cone Penetration Test; U = con misura della pressione neutra U) consiste, come per le prove CPTU standard, nell'infissione nel terreno del piezocono per la misura, ogni 2 cm, dei classici parametri qc (resistenza di punta), fs (resistenza laterale) ed U (pressione neutra).

Ad ogni metro di profondità (od eventualmente a profondità prestabilite a seconda delle necessità progettuali) viene sospesa l'infissione del piezocono ed a piano campagna, tramite adeguato sistema di energizzazione, vengono generate delle vibrazioni artificiali nel terreno.

Tramite i sensori sismici (geofoni) presenti all'interno del piezocono ed adeguato acquisitore sismico è possibile quindi rilevare e registrare tali segnali sismici e di conseguenza determinare i tempi necessari alle onde sismiche per percorrere il tratto da piano campagna fino alla profondità a cui si trova il piezocono (tempi di arrivo).

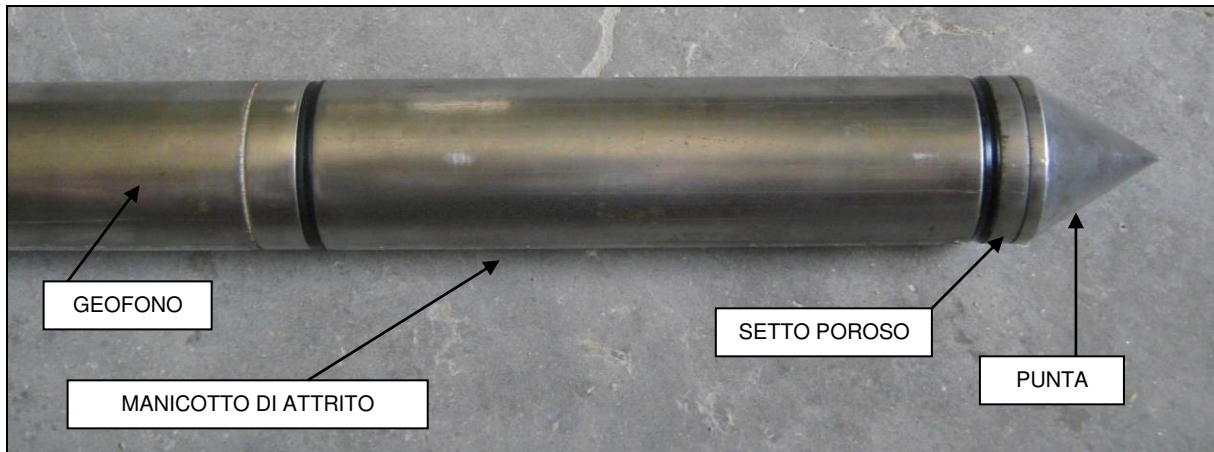
Grazie alla presenza di tre geofoni o accelerometri disposti all'intero del piezocono lungo le tre direzioni X, Y e Z ed al tipo di sistema di energizzazione utilizzato è possibile discriminare nei sismogrammi i segnali generati dalle onde di taglio S e dalle onde di compressione P.

Ottenuti i tempi di arrivo è possibile quindi calcolare la velocità di propagazione delle onde S e P. La prova penetrometrica statica SCPTU consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta elettrica dotata di piezocono, di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($V = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$).

La punta sismica è una punta penetrometrica elettrica dotata, oltre che dei geofoni succitati, di un trasduttore di pressione per la misura della pressione interstiziale dei pori, cioè il carico idraulico istantaneo presente nell'intorno della punta. La pressione dell'acqua interstiziale del terreno viene trasmessa al

trasduttore attraverso un filtro, che è posto tra la base dell'estremità conica della punta ed il manicotto di attrito.

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta, che agisce su una batteria di aste (aste cave con il cavo di trasmissione dati all'interno), alla cui estremità inferiore è collegata la punta con piezocono.



Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura estensimetrico collegato alla punta ed al manicotto dell'attrito laterale, e da un trasduttore di pressione che registra le pressioni dell'acqua di falda durante l'infissione della punta, attraverso un setto poroso opportunamente saturato e disareato.

I dati delle resistenze alla punta, al manicotto laterale, della pressione dei pori e dell'inclinazione della punta vengono registrate su supporti magnetici e successivamente elaborati.

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

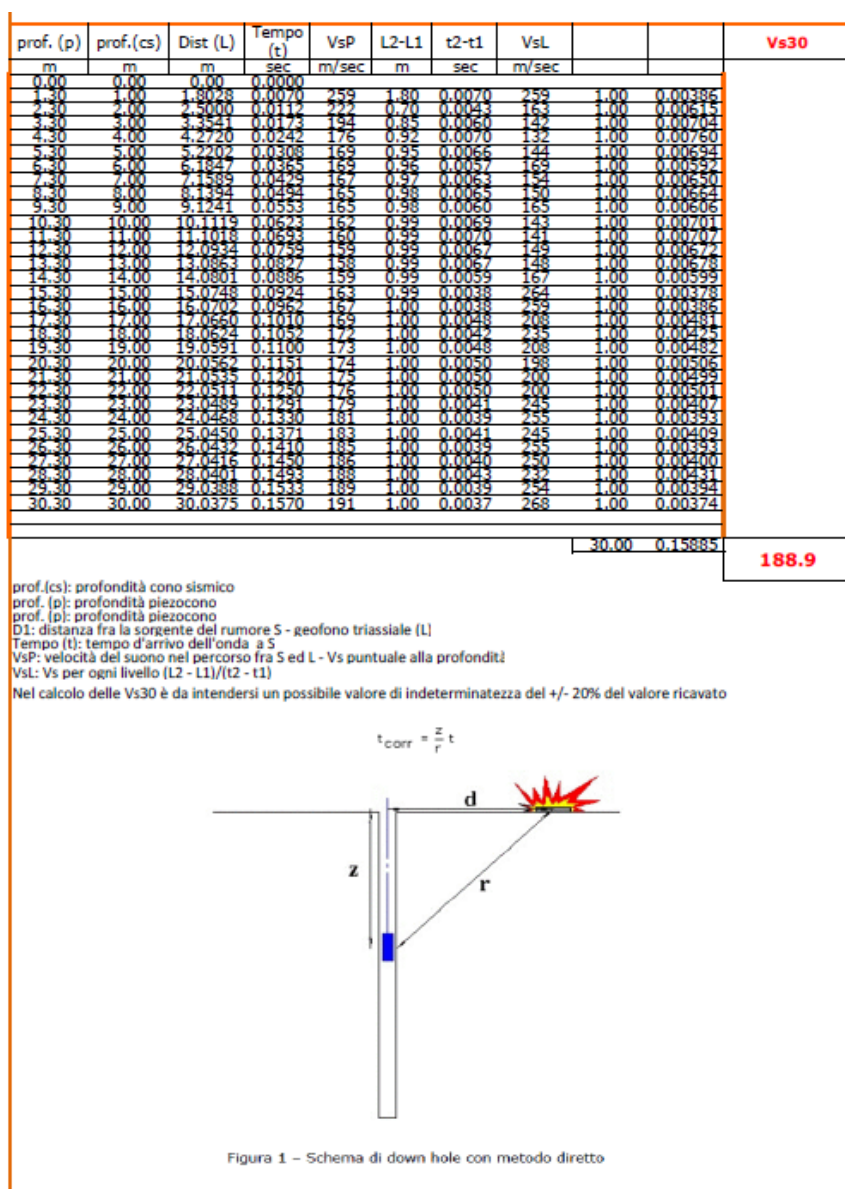
- diametro di base del cono $f = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono $B = 60^\circ$
- superficie laterale manicotto $A_m = 150 \text{ cm}^2$

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

- $q_c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \text{resistenza alla punta (conica);}$
- $f_s \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \text{resistenza laterale (manicotto);}$
- $U \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \text{pressione dei pori (setto poroso);}$
- $f_s/q_c \text{ (\%)} = \text{rapporto attrito laterale / resistenza alla punta;}$

- $\Delta U/qc$ = variazione pressione dei pori in funzione della resistenza alla punta.

Oltre all'elaborazione dei valori di resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati (stratigrafia), in base al rapporto qc/fs fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro, ovvero in base ai valori di qc e del rapporto $FR = (fs/qc) \%$. Sempre con riferimento alle prove penetrometriche statiche con piezocono CPTU, nelle tavole allegate sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata C_u , angolo di attrito interno efficace, densità relativa D_r , peso di volume Y , ecc). Di seguito si riporta l'andamento delle onde V_s misurate durante la prova SCPTU:



Vs30 = 189 m/s -SCPTU

3.2 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE E PERICOLOSITÀ SISMICA

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto si è proceduto alla determinazione della categoria di suolo di fondazione secondo quanto previsto nelle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 (Capitolo 3 - Azioni Sulle Costruzioni).

Prendendo come riferimento i parametri medi di $V_{s30} = 189 \text{ m/s}$ ottenuti dall'indagine sismica il sito in esame risulta rispondere alle caratteristiche di **“Categoria di suolo di fondazione di tipo C”**

A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio $V_{s30} > 800 \text{ m/s}$, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine di media consistenza, con profondità del substrato superiore a 30 m., caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti V compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m., caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

3.3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Premessa

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli stati limite, che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire: in primo luogo la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare il periodo di riferimento; una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative probabilità di superamento è possibile stabilire il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite; a questo punto è possibile definire la pericolosità sismica di base per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

Vita Nominale, Classi D'uso e Periodo Di Riferimento

Nel DM 17 gennaio 2018-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza

dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità. I valori minimi di VN da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. di seguito. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di VN (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella - Valori minimi della Vita nominale VN di progetto per i diversi tipi di costruzioni

Nel caso specifico $VN = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
 $CU = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $CU = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $CU = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie

con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0.

Stati Limite, Probabilità di Superamento e Periodo Di Ritorno

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU). Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento PVR (Tabella di seguito), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento VR, si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/TR$ (TR = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	PVR = 81%
Stato limite di esercizio: danno	SLD	PVR = 63%
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	PVR = 10%
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	PVR = 5%

Tabella - Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento VR

Fissati VR e PVR associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Tale relazione tra PVR (probabilità) e TR (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è VR = 100 anni, il tempo di ritorno TR sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	TR = 60
Stato limite di esercizio: danno	SLD	TR = 101
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	TR = 949
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	TR = 1950

Tabella - Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR

Pericolosità Sismica di Sito

Di seguito vengono riportati i parametri e punti degli spettri di risposta per lo stato limite SLV ottenuti attraverso le seguenti fasi di studio:

Fase 1 – Individuazione della pericolosità del sito

Fase 2 - Scelta della strategia di progettazione

Fase 3 – Determinazione dell'azione di progetto

Attraverso l'utilizzo del software "Spettri di risposta NTC-08 versione 1.0.3" si è proceduto alla determinazione della pericolosità sismica di base e di sito dell'area oggetto di studio:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

☐ Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

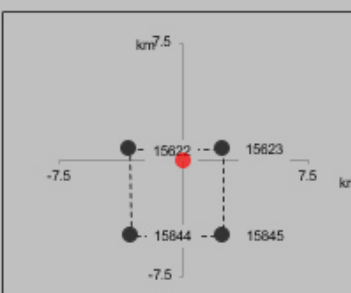
Grafici spettri di risposta ➡

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

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Per la definizione degli spettri di risposta si è fatto riferimento a una classe di uso 2 (coeff. d'uso 1) e vita nominale delle costruzioni 50 anni.

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) - V_R info

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

Stati limite di esercizio - SLE {

- SLO - $P_{VR} = 81\%$
- SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU {

- SLV - $P_{VR} = 10\%$
- SLC - $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

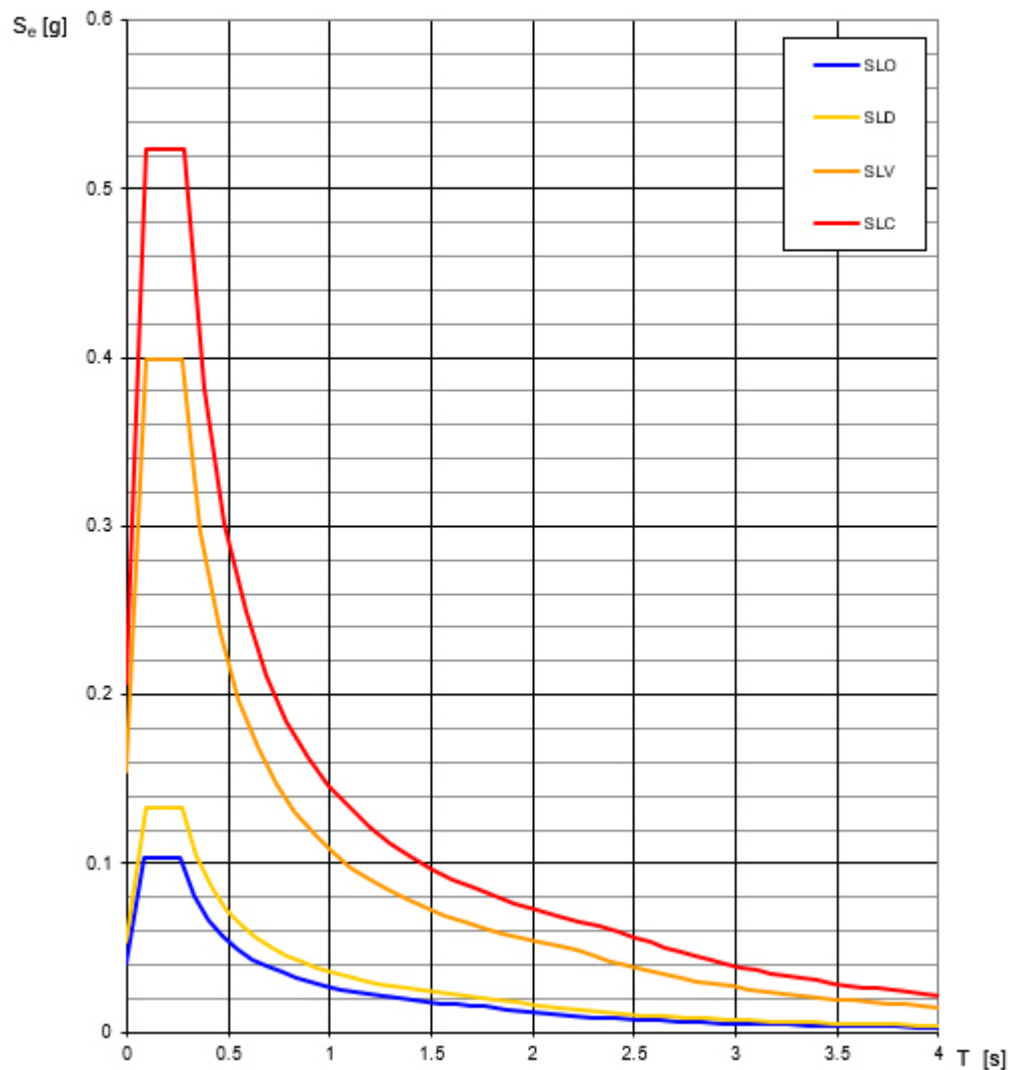
Strategia di progettazione

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.041	2.533	0.258
SLD	50	0.054	2.465	0.269
SLV	475	0.154	2.589	0.272
SLC	975	0.206	2.537	0.278

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Per la definizione della pericolosità sismica di sito si è inoltre tenuto conto di:

- Coefficiente di smorzamento viscoso ξ 5%
- Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=1.000$
- Categoria sottosuolo C
- Categoria topografica T1

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info $S_S = 1.461$ $C_C = 1.614$ info

Categoria topografica **T1** info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1.000$ info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o **1** Regol. in altezza **sì** info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q **1** $\eta = 1/q = 1.000$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta →

Parametri e punti spettri di risposta →

Spettri di risposta

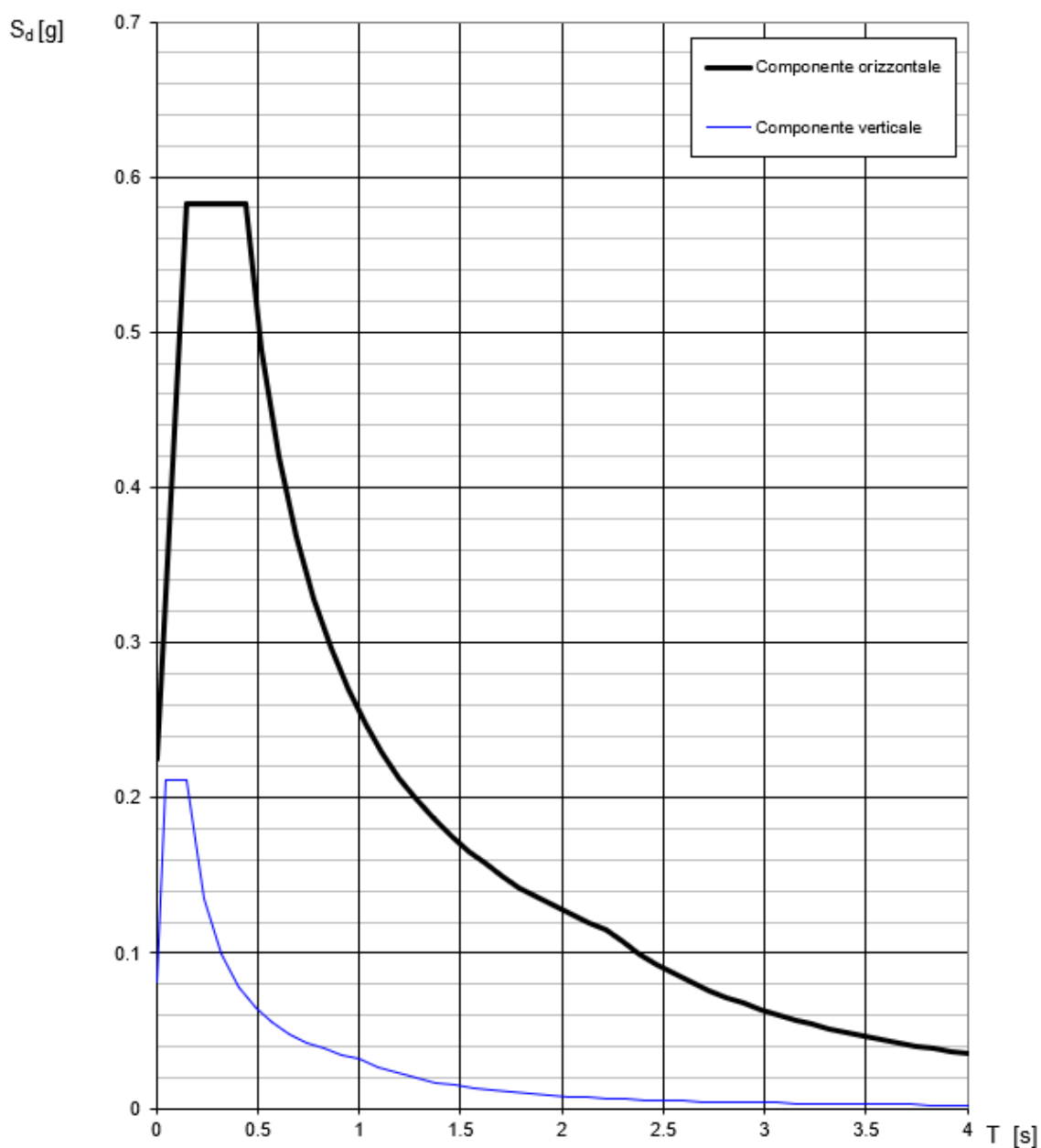
$S_{d,o}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO **FASE 1** **FASE 2** **FASE 3**

Da cui derivano i seguenti spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticale:

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



In particolare si riportano di seguito i parametri e i punti dello spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali:

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.154 g
F_0	2.589
T_C	0.272 s
S_S	1.461
C_C	1.614
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.461
η	1.000
T_B	0.146 s
T_C	0.439 s
T_D	2.216 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / \xi + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.225
T_B	0.146	0.582
T_C	0.439	0.582
	0.523	0.488
	0.608	0.420
	0.692	0.369
	0.777	0.329
	0.862	0.296
	0.946	0.270
	1.031	0.248
	1.116	0.229
	1.200	0.213
	1.285	0.199
	1.369	0.186
	1.454	0.176
	1.539	0.166
	1.623	0.157
	1.708	0.149
	1.793	0.142
	1.877	0.136
	1.962	0.130
	2.047	0.125
	2.131	0.120
T_D	2.216	0.115
	2.301	0.107
	2.386	0.099
	2.471	0.093
	2.556	0.087
	2.641	0.081
	2.726	0.076
	2.811	0.072
	2.895	0.067
	2.980	0.064
	3.065	0.060
	3.150	0.057
	3.235	0.054
	3.320	0.051
	3.405	0.049
	3.490	0.046
	3.575	0.044
	3.660	0.042
	3.745	0.040
	3.830	0.039
	3.915	0.037
	4.000	0.035

L'accelerazione massima al suolo attesa sarà uguale a:

- **$a_{max} = S \cdot a_g = 0.225 \text{ g}$**
- S = coeff. di amplificazione (azione orizzontale) = 1.461
- a_g = accelerazione al suolo = 0.154 g
- F_0 = fattore di amplificazione spettrale massima = 2.589
- $T_C^* = 0.272 \text{ s}$

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	
a_{gv}	0.082 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.371
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.1f})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.082
$T_B \leftarrow$	0.050	0.211
$T_C \leftarrow$	0.150	0.211
	0.235	0.135
	0.320	0.099
	0.405	0.078
	0.490	0.065
	0.575	0.055
	0.660	0.048
	0.745	0.043
	0.830	0.038
	0.915	0.035
$T_D \leftarrow$	1.000	0.032
	1.094	0.026
	1.188	0.022
	1.281	0.019
	1.375	0.017
	1.469	0.015
	1.563	0.013
	1.656	0.012
	1.750	0.010
	1.844	0.009
	1.938	0.008
	2.031	0.008
	2.125	0.007
	2.219	0.006
	2.313	0.006
	2.406	0.005
	2.500	0.005
	2.594	0.005
	2.688	0.004
	2.781	0.004
	2.875	0.004
	2.969	0.004
	3.063	0.003
	3.156	0.003
	3.250	0.003
	3.344	0.003
	3.438	0.003
	3.531	0.003
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.002
	3.906	0.002
	4.000	0.002

4 MODELLO LITOSTRATIGRAFICO/GEOTECNICO DEI TERRENI INDAGATI

L'elaborazione della prova SCPTU ha permesso la ricostruzione di un modello geologico/geotecnico omogeneo di massima così costituito:

- da p.c. fino a circa mt. 0.8 terreno di riporto essiccato di natura prevalentemente coesiva con ghiaia.

- da mt. 0.8 fino alla prof. di circa mt. 14.5 da p.c. terreni coesivo costituiti da argille e argille organiche poco compressibili. Si tratta di terreni a modeste caratteristiche geomeccaniche

Peso volume (t/m³)	Coesione Cu (Kg/cmq)	Modulo Mo (Kg/cmq)	Resistenza alla punta qc media (Kg/cmq)
1.75-1.85	0.35 – 0.55	30-40	10

- da mt. 14.5 fino a circa mt.15.5 lente limo-sabbiosa poco consistente

Peso volume (t/m³)	Dr (%)	Angolo di attrito φ'	Modulo edometrico Mo (Kg/cmq)	Resistenza alla punta qc media (Kg/cmq)
1.85	30	30	70	45

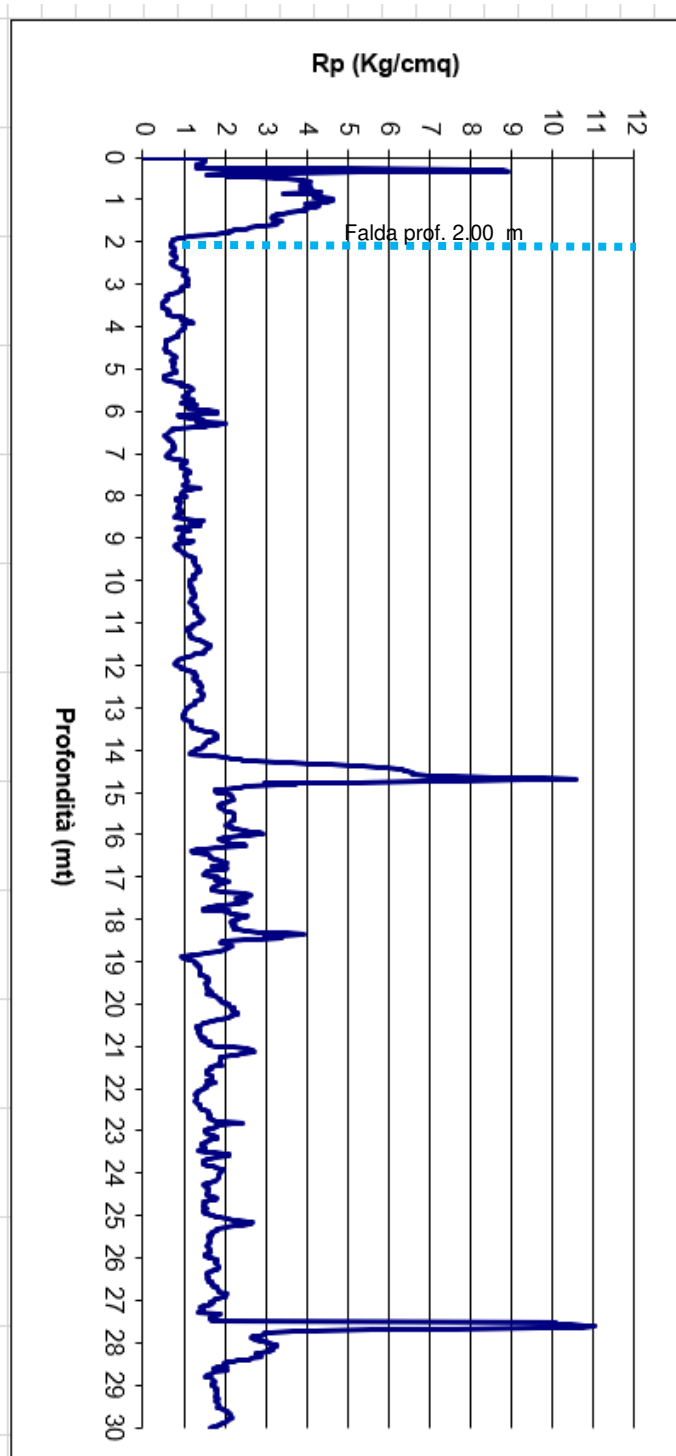
- da mt. 15.5 fino alla profondità indagata di mt. 30.0 da p.c. si registra un banco coesivo costituito da argille e argille limose mediamente compatte con alcune lenti limo sabbiose. Siamo in presenza di terreni aventi caratteristiche geomeccaniche leggermente migliori rispetto a quelle riscontrate superficialmente.

Peso volume (t/m³)	Coesione Cu (Kg/cmq)	Modulo Mo (Kg/cmq)	Resistenza alla punta qc media (Kg/cmq)
1.90	0.6-0.8	50-60	15

La falda freatica al momento dell'indagine è stata rilevata ad una profondità di circa mt. 2.00 dal p.c. attuale.

Prova penetrometriche CPTU

MODELLO GEOTECNICO



Terreno di riporto

Argilla poco consistente con frequenti episodi organici

Yu	1.75-1.85	t/m ³
Cu	0.35- 0.55	Kg/cmq
Mo	30-40	Kg/cmq
qc media	10	Kg/cmq

Limi sabbiosi

Yu 1.85 t/m³ Ø 30° qc 45 Kg/cmq

Argilla con intercalazioni argillo limose mediamente compatta e lenti limose

Yu	1.90	t/m ³
Cu	0.6-0.8	Kg/cmq
Mo	50-60	Kg/cmq
qc media	15	Kg/cmq

5 VALORE DI PROGETTO DELLA RESISTENZA DEL SISTEMA GEOTECNICO

Sulla base dei risultati delle indagini geognostiche, in allegato sono state riprodotte le “Tabelle Parametri Geotecnici” sopra riportate che rappresentano in termini analitici l'andamento complessivo dei parametri geomeccanici della serie investigata, si è proceduto alla verifica della resistenza di progetto R_d per un' ipotesi di fondazioni superficiali nastriforme.

La resistenza di progetto R_d è calcolata sulla base dei parametri geotecnici significativi del terreno a cui sono stati applicati i coeff. parziali γ_M e γ_R (tab. 6.2.II e 6.4.I delle NTC/2018)

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	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_Y	γ_Y	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Per tale verifica (stati limiti ultimi SLU) si è scelto:

Approccio 2 – Combinazione Unica (A1+M1+R3)

Combinazione riferita alla sola verifica di tipo geotecnico GEO.

A tale scopo si è fatto riferimento alla fascia di terreno direttamente interessata dalle tensioni indotte dalle fondazioni, caratterizzata prevalentemente da terreni coesivi compressibili. In questo caso si è fatto riferimento a condizioni non drenate ($\varphi = 0$) che sono le più svantaggiose per la stabilità, in quanto la

velocità di applicazione dei carichi è verosimilmente superiore alla velocità di consolidamento delle argille.

Durante la fase di esercizio la situazione dei terreni di sottofondazione varierà negli anni verso condizioni consolidate drenate ($\varphi \neq 0$), cioè, verso situazioni meno critiche.

Il valore caratteristico Più CAUTELATIVO della coesione non drenata, negli intervalli normal consolidati presenti al di sotto del piano di fondazione, risulta:

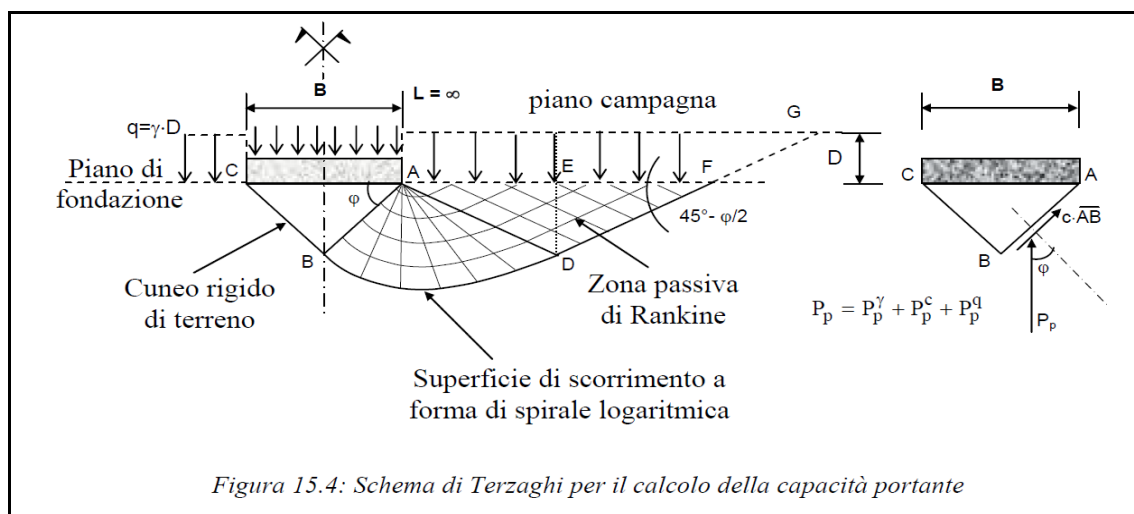
$$C_u = 0.35 \text{ Kg/cm}^2$$

Su tale riconoscimento, utilizzando la relazione di TERZAGHI per fondazioni nastriformi (rinterrate e ipotizzate di seguito) a carico centrato è possibile ricavare il valore del *carico limite critico*:

$$P_c = c \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

dove:

- N_q, N_c, N_γ = fattori di capacità portanti (per $\varphi = 0$ si ha $N_q = 1, N_c = 5,14$ e $N_\gamma = 0$)
- γ = peso di volume (1.80 t/m³);
- D = profondità di imposta della fondazione (1,0 m ipotizzato)
- B = larghezza della fondazione (1,0 m ipotizzato);



Da cui risulta

$$P_c = 1.979 \text{ Kg/cm}^2$$

Il valore della *resistenza di progetto* **Rd** si ottiene dividendo la pressione critica per un coefficiente di riduzione parziale γ_R pari a 2.3.

Pertanto la resistenza di progetto sarà:

$$R_d = 0.860 \text{ Kg/cm}^2.$$

Si rende necessario verificare che il valore di progetto dell'azione Ed (carico di progetto) sia minore o uguale della resistenza del sistema geotecnica Rd esistente. Si dovrà procedere alla verifica agli stati limite di Esercizio (SLE), calcolare i cedimenti e distorsioni per accertare la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione.

Si è inoltre proceduto alla determinazione della **costante di Winkler** dei terreni superficiali (modulo reazione del sottofondo) attraverso la seguente formula di Bowles.

$$K = P_c / DH = 0.78 \text{ Kg/cm}^3$$

dove: P_c carico limite critico e DH assunto pari a 2.54 cm

Da segnalare che l'indagine è stata eseguita a una distanza di circa mt. 10.0 dal fabbricato causa la presenza di sottoservizi nell'immediata vicinanza e quindi su terreni non consolidati che non hanno risentito dei carichi indotti dalle fondazioni e quindi in condizioni non drenate rispetto ai terreni sottostanti le fondazioni del fabbricato che hanno già subito un processo di consolidazione. Si è quindi virati verso condizioni drenate che hanno inevitabilmente migliorato lo stato di addensamento e le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di sottofondazione

6 SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE DEGLI ORIZZONTI GRANULARI SATURI

Il fenomeno della liquefazione determina una diminuzione della resistenza al taglio e/o della rigidezza, nei litotipi granulari, causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico e tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Le Norme Tecniche annesse alla vigente Normativa Sismica (l'Ordinanza 3274, 3316 e ss.,) impongono detta verifica quando “la falda freatica si trovi in prossimità della superficie (p.c.) ed il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo- argillosa”

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

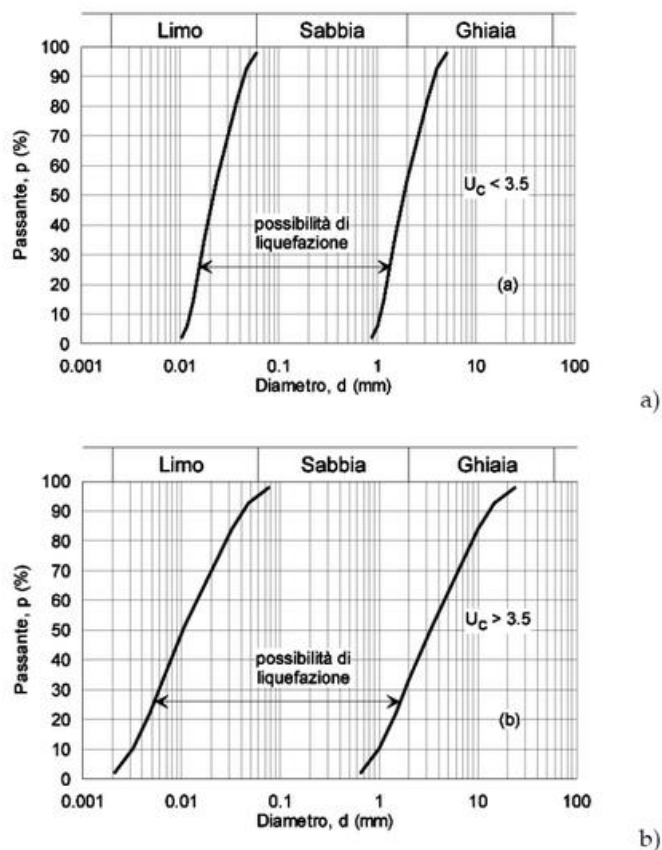


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

La normativa impone che quando nessuna delle precedenti condizioni risulti soddisfatta si debba procedere alla verifica mediante i metodi generalmente accettati dalla Ingegneria Geotecnica.

In base ai dati delle indagini geognostiche non si rileva, fino alle profondità di circa mt. 20.0 da p.c., la presenza di significativi orizzonti granulari saturi di spessore ed estensione tali da poter destare preoccupazioni circa la possibilità di liquefazione.

Come evidenziato anche dalla “Procedura semplificata per la verifica a liquefazione di Sherif e Ishibashi (1978)” si ritiene l’area non soggetta a fenomeni di liquefazione:

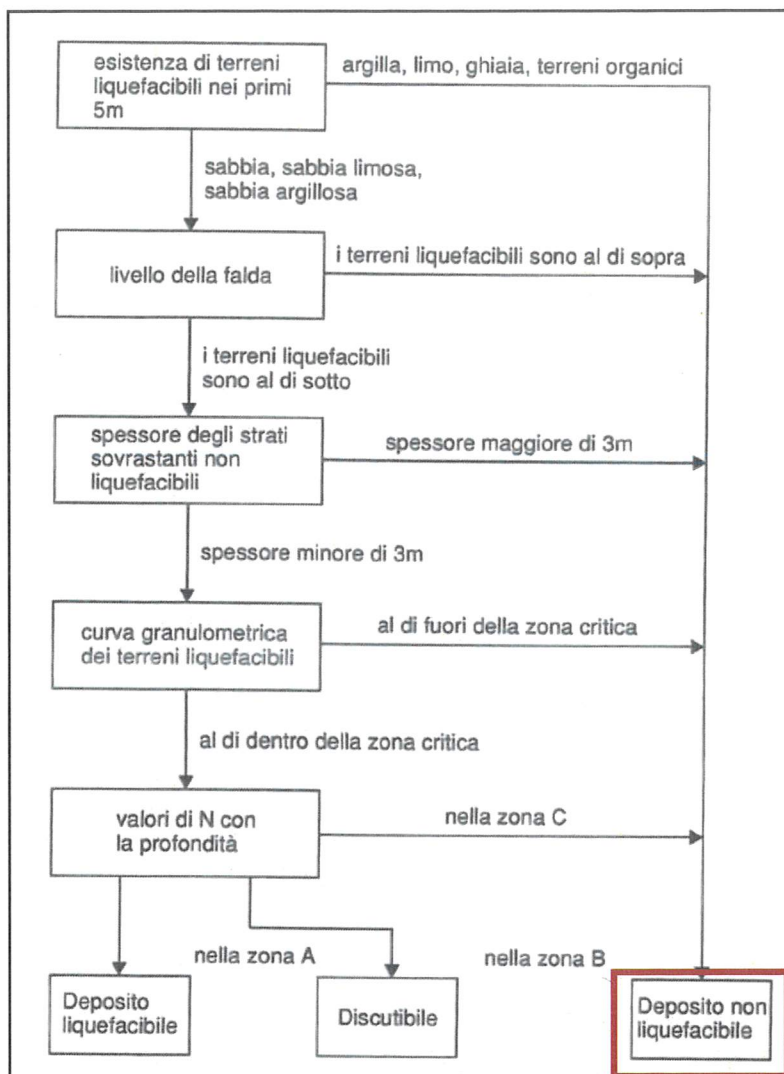


Figura -Procedura semplificata per l'avalutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un deposito (Sherif e Ishibashi, 1978)

Per la fascia di terreno superficiale pur non esistendo rischio concreto di potenziale liquefazione, non è invece da escludere un pericolo di perdita di carico dei terreni di sottofondazione, per la loro compressibilità e poca consistenza, a seguito di eventi sismici di forte entità.


Dott. Geol. Antonio Mucchi


Ing. Valentina Mucchi





ALLEGATO A

Rapporti di prova SCPTU

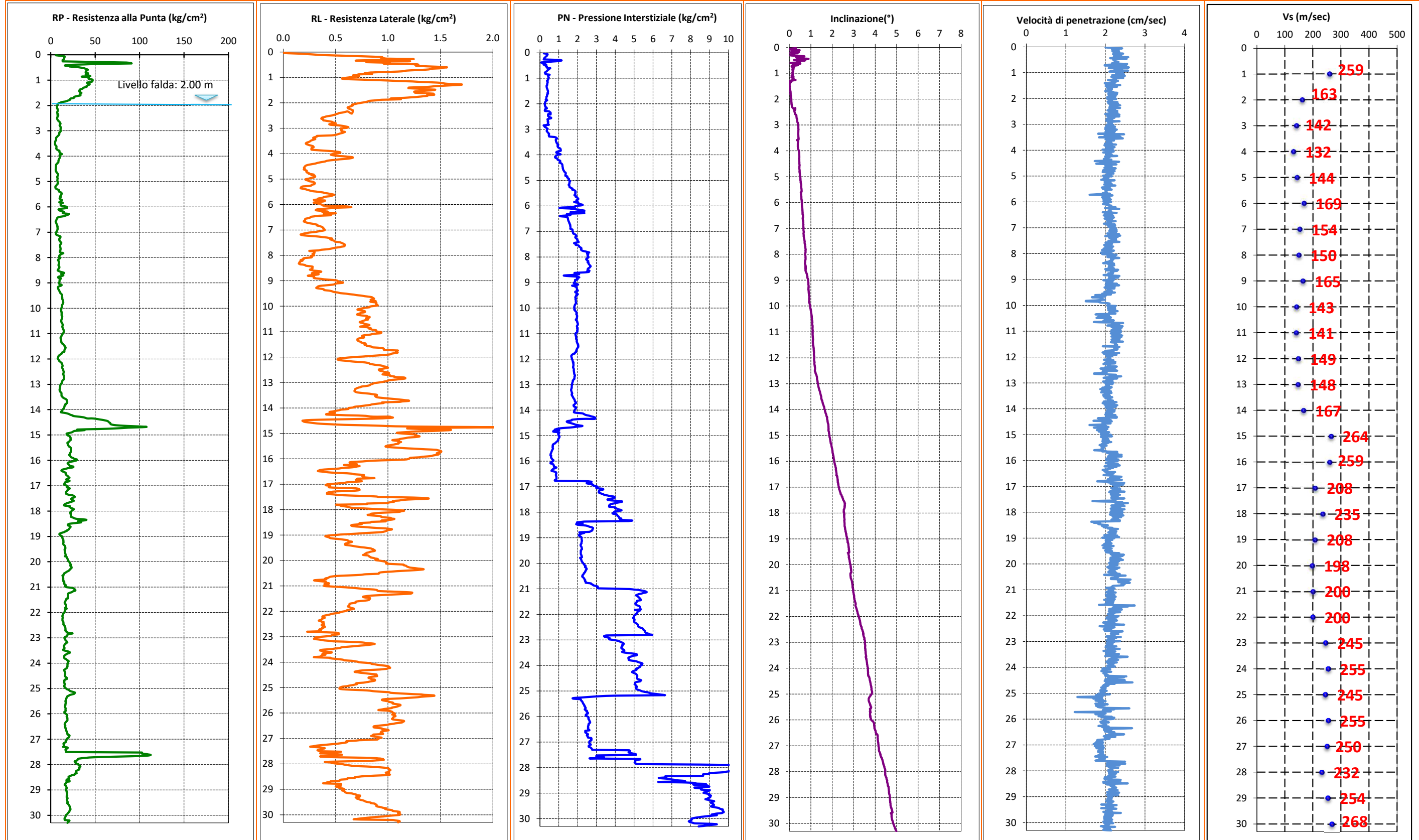
<div><div><div>Geo.Fe.</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div></div>	Committente: Dott. Geol. Mucchi Antonio Cantiere: Poggio Renatico - via P. Nenni Data: 28/02/2022	ID Prova: SCPTU 1 Profondita falda: 2.00 mt da p.c. Preforo: -	Profondità massima raggiunta: 30.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 45/22GF	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	5.687	0.005	20.109	0.301	2.000	1.660	26.516	1.437	0.375	0.025	2.150	3.300	5.971	0.321	0.779	0.410	2.140	4.940	7.343	0.280	1.542	0.485	2.047	6.580	5.495	0.209	1.515	0.623	2.005
0.040	12.629	0.009	35.234	0.134	2.154	1.680	26.332	1.440	0.381	0.048	2.062	3.320	6.182	0.324	0.854	0.414	2.225	4.960	7.413	0.259	1.520	0.490	2.138	6.600	5.667	0.208	1.522	0.616	2.217
0.060	15.424	0.113	40.134	0.023	2.425	1.700	25.717	1.372	0.379	0.051	1.998	3.340	5.971	0.306	0.885	0.405	2.082	4.980	7.483	0.243	1.523	0.498	1.936	6.620	5.806	0.205	1.532	0.621	2.091
0.080	15.602	0.235	38.529	0.023	2.171	1.720	22.628	1.377	0.342	0.054	1.998	3.360	5.936	0.290	0.907	0.411	1.822	5.000	7.658	0.216	1.542	0.506	2.169	6.640	6.296	0.199	1.556	0.627	1.977
0.100	15.284	0.306	37.515	0.470	2.231	1.740	22.123	1.338	0.346	0.057	2.195	3.380	5.760	0.285	0.864	0.417	2.472	5.020	7.728	0.213	1.602	0.516	1.970	6.660	6.435	0.196	1.558	0.626	2.170
0.120	15.250	0.393	35.572	0.326	2.336	1.760	21.580	1.296	0.346	0.055	2.152	3.400	5.232	0.297	0.847	0.416	2.003	5.040	8.078	0.225	1.589	0.502	1.989	6.680	6.644	0.203	1.560	0.630	2.041
0.140	15.002	0.540	32.192	0.198	2.331	1.780	21.387	1.217	0.346	0.045	2.302	3.420	4.986	0.306	0.841	0.416	2.048	5.060	8.148	0.242	1.572	0.512	2.078	6.700	6.853	0.219	1.578	0.646	2.126
0.160	14.789	0.689	29.488	0.106	2.171	1.800	19.889	1.152	0.333	0.055	2.130	3.440	4.809	0.297	0.847	0.415	1.977	5.080	8.077	0.246	1.567	0.517	1.954	6.720	7.203	0.238	1.604	0.630	2.039
0.180	14.542	0.826	28.052	0.446	2.344	1.820	18.037	1.037	0.318	0.055	2.073	3.460	4.843	0.278	0.853	0.422	2.003	5.100	7.372	0.277	1.558	0.508	2.074	6.740	7.272	0.260	1.603	0.641	2.261
0.200	13.269	0.945	23.743	0.036	2.322	1.840	16.222	1.024	0.308	0.062	2.288	3.480	4.912	0.266	0.859	0.422	2.385	5.120	6.985	0.291	1.571	0.518	2.043	6.760	7.587	0.291	1.608	0.646	2.095
0.220	13.341	0.931	22.391	0.387	2.207	1.860	12.627	1.123	0.383	0.067	2.134	3.500	4.841	0.259	0.867	0.418	1.834	5.140	6.491	0.297	1.552	0.512	1.896	6.780	7.410	0.310	1.608	0.651	2.055
0.240	13.592	0.955	20.785	0.199	2.206	1.880	11.149	0.940	0.322	0.071	2.081	3.520	4.911	0.253	0.890	0.433	2.343	5.160	5.856	0.303	1.524	0.519	2.234	6.800	7.760	0.326	1.612	0.643	2.137
0.260	13.489	0.993	19.687	0.230	2.448	1.900	10.096	0.878	0.307	0.072	2.257	3.540	4.910	0.243	0.892	0.430	2.436	5.180	5.469	0.298	1.532	0.529	1.976	6.820	7.496	0.322	1.621	0.641	2.084
0.280	50.456	1.245	101.983	0.176	2.197	1.920	8.655	0.820	0.287	0.069	2.230	3.560	5.191	0.228	0.916	0.423	2.059	5.200	5.115	0.295	1.544	0.529	2.122	6.840	7.603	0.345	1.619	0.652	1.960
0.300	82.434	0.975	112.714	0.042	2.237	1.940	7.743	0.811	0.275	0.070	2.047	3.580	5.751	0.217	0.954	0.347	2.000	5.220	5.254	0.270	1.567	0.520	2.095	6.860	7.814	0.359	1.618	0.648	2.234
0.320	89.651	0.812	99.279	0.229	2.356	1.960	7.569	0.793	0.270	0.081	2.245	3.600	6.242	0.216	0.975	0.402	2.094	5.240	5.254	0.270	1.567	0.530	1.980	6.880	7.779	0.371	1.611	0.650	2.038
0.340	90.830	0.705	64.637	0.687	2.394	1.980	7.534	0.771	0.264	0.090	2.134	3.620	6.487	0.220	0.957	0.406	2.215	5.260	5.360	0.259	1.573	0.538	2.135	6.900	7.463	0.377	1.617	0.646	2.242
0.360	53.884	1.210	38.529	0.596	2.213	2.000	7.254	0.741	0.259	0.086	2.040	3.640	6.379	0.233	0.935	0.406	2.036	5.280	6.094	0.196	1.627	0.542	2.001	6.920	7.287	0.382	1.723	0.645	2.212
0.380	37.738	0.838	7.013	0.319	2.228	2.020	7.079	0.707	0.255	0.088	2.270	3.660	6.377	0.246	0.944	0.399	2.133	5.300	7.042	0.176	1.666	0.541	2.158	6.940	6.794	0.383	1.731	0.655	2.125
0.400	19.786	0.793	20.616	0.425	2.578	2.040	6.798	0.689	0.254	0.082	2.145	3.680	6.234	0.264	0.945	0.402	2.121	5.320	8.342	0.170	1.726	0.553	1.968	6.960	6.723	0.389	1.721	0.646	2.080
0.420	15.885	0.980	25.770	0.459	2.276	2.060	6.973	0.667	0.273	0.091	2.089	3.700	6.163	0.283	0.966	0.394	2.035	5.340	9.324	0.169	1.733	0.548	2.000	6.980	6.372	0.394	1.737	0.659	2.254
0.440	21.820	1.017	28.559	0.890	2.127	2.080	6.939	0.654	0.278	0.087	2.158	3.720	6.550	0.286	0.995	0.397	2.161	5.360	9.323	0.166	1.717	0.547	2.251	7.000	6.547	0.396	1.731	0.653	2.134
0.460	21.161	0.964	18.757	0.693	2.538	2.100	7.007	0.665	0.279	0.091	2.136	3.740	7.251	0.291	1.061	0.396	1.989	5.380	9.005	0.192	1.809	0.542	2.054	7.020	6.195	0.386	1.742	0.655	2.264
0.480	28.708	1.275	33.797	0.217	2.258	2.120	7.429	0.653	0.293	0.092	2.059	3.760	8.129	0.282	1.085	0.390	2.058	5.400	9.707	0.218	1.863	0.548	2.108	7.040	5.948	0.357	1.761	0.659	2.198
0.500	32.853	1.290	30.924	0.729	2.195	2.140	7.709	0.639	0.343	0.103	2.307	3.780	9.640	0.269	1.102	0.391	2.271	5.420	11.113	0.229	1.877	0.548	2.078	7.060	5.806	0.333	1.769	0.656	2.112
0.520	35.835	1.260	30.164	0.429	2.250	2.160	7.779	0.624	0.356	0.096	2.158	3.800	9.640	0.269	1.102	0.394	1.973	5.440	11.889	0.249	1.894	0.560	1.907	7.080	5.946	0.292	1.767	0.659	2.287
0.540	38.681	1.268	35.065	0.517	2.229	2.180	7.813	0.614	0.369	0.097	2.079	3.820	9.640	0.269	1.102	0.394	2.173	5.460	12.100	0.262	1.891	0.559	2.112	7.100	6.507	0.246	1.830	0.664	2.121
0.560	39.821	1.369	35.656	0.365	2.239	2.200	7.884	0.616	0.292	0.112	2.322	3.840	9.640	0.269	1.102	0.391	2.082	5.480	12.381	0.291	1.867	0.568	2.076	7.120	7.737	0.222	1.873	0.670	2.098
0.580	41.599	1.495	36.332	0.336	2.332	2.220	7.709	0.620	0.271	0.103	2.107	3.860	10.594	0.329	0.971	0.405	2.013	5.500	11.921	0.338	1.875	0.566	1.938	7.140	9.178	0.197	1.914	0.669	2.286
0.600	41.469	1.563	53.822	0.048	2.237	2.240	7.569	0.634	0.263	0.116	2.142	3.880	10.665	0.394	0.897	0.395	2.234	5.520	11.672	0.379	1.884	0.565	2.159	7.160	10.584	0.181	1.936	0.665	2.149
0.620	40.559	1.518	45.035	0.502	2.246	2.260	7.217	0.648	0.257	0.116	2.373	3.900	12.005	0.465	0.862	0.403	2.087	5.540	11.635	0.391	1.874	0.575	2.001	7.180	10.969	0.165	1.937	0.657	2.212
0.640	39.902	1.502	48.752	0.451	2.170	2.280	7.113	0.657	0.277	0.122	2.149	3.920	12.499	0.507	0.885	0.412	2.033	5.560	10.929	0.424	1.841	0.567	2.039	7.200	10.793	0.181	1.894	0.658	2.258
0.660	39.458	1.408	42.753	0.155	2.551	2.300	7.395	0.664	0.498	0.127	2.111	3.940	10.523	0.544	0.979	0.413	2.186	5.580	10.646	0.445	1.836	0.568	2.016	7.220	10.651	0.221	1.873	0.663	2.040
0.680	39.256	1.392	39.881	0.393	2.285	2.320	7.818	0.653	0.560	0.257	2.111	3.960	9.889	0.542	1.036	0.424	2.076	5.600	11.384	0.471	1.905	0.535	2.016	7.240	9.948	0.288	1.885	0.667	2.343
0.700	39.541	1.319	37.684	0.292	1.983	2.340	8.312	0.616	0.565	0.275	2.111	3.980	10.029	0.524	1.089	0.437	1.926	5.620	11.170	0.487	1.904	0.533	1.995	7.260	9.631	0.338	1.908	0.667	2.160
0.720	41.668	1.215	35.825	0.100	1.983	2.360	8.313	0.588	0.534	0.265	2.371	4.000	10.448	0.483	0.936	0.442	2.205	5.640	10.289	0.460	1.893	0.545	2.031	7.280	9.561	0.377	1.945	0.664	2.111
0.740	41.644	1.154	32.023	0.211	2.514	2.380	8.420	0.562	0.512	0.248	2.142	4.020	10.409	0.466	0.885	0.445	2.006	5.660	9.865	0.461	1.969	0.541	1.929	7.300	9.666	0.419	1.986	0.662	2.374
0.760	39.356	1.133	27.967	0.132	2.368	2.400	8.280	0.531	0.442	0.240	2.253																		

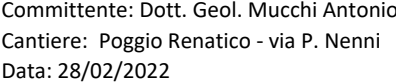
						Committente: Dott. Geol. Mucchi Antonio Cantiere: Poggio Renatico - via P. Nenni Data: 28/02/2022						ID Prova: SCPTU 1 Profondita falda: 2.00 mt da p.c. Preforo: -						Profondità massima raggiunta: 30.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 45/22GF						Prova eseguita da: GEO.FE. S.n.c. via dell'Artigianato ,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	9.227	0.172	2.575	0.741	2.144	9.860	12.953	0.889	1.861	0.927	1.868	11.500	15.961	0.775	2.033	1.102	2.237	13.140	10.312	0.779	1.684	1.365	2.001	14.780	30.093	1.358	1.027	1.817	2.049
8.240	9.192	0.159	2.577	0.734	2.183	9.880	12.423	0.887	1.849	0.935	1.846	11.520	16.173	0.778	2.037	1.087	2.293	13.160	10.416	0.743	1.672	1.368	2.159	14.800	38.089	1.182	0.770	1.825	1.876
8.260	8.841	0.161	2.580	0.730	2.171	9.900	12.493	0.885	1.855	0.940	1.993	11.540	16.702	0.798	2.009	1.118	2.293	13.180	10.133	0.738	1.659	1.374	1.919	14.820	33.773	1.271	0.710	1.825	1.786
8.280	8.771	0.152	2.598	0.732	2.097	9.920	12.633	0.891	1.833	0.948	2.095	11.560	16.523	0.798	1.997	1.118	2.225	13.200	9.921	0.718	1.655	1.385	2.128	14.840	26.769	1.405	0.704	1.828	2.003
8.300	8.701	0.155	2.625	0.735	2.167	9.940	12.844	0.890	1.825	0.954	2.108	11.580	16.380	0.838	1.982	1.119	1.931	13.220	9.953	0.701	1.651	1.387	2.039	14.860	25.138	1.596	1.017	1.842	1.975
8.320	8.913	0.148	2.647	0.730	2.000	9.960	12.525	0.902	1.818	0.960	2.089	11.600	16.132	0.844	1.964	1.124	2.347	13.240	10.057	0.694	1.662	1.392	1.867	14.880	24.322	1.558	1.026	1.843	1.833
8.340	9.301	0.163	2.670	0.721	2.180	9.980	12.202	0.880	1.834	0.974	2.093	11.620	15.884	0.864	1.946	1.132	2.218	13.260	10.161	0.684	1.672	1.401	2.085	14.900	22.651	1.430	1.004	1.844	2.093
8.360	9.653	0.184	2.695	0.726	1.942	10.000	11.669	0.838	1.825	0.968	2.047	11.640	15.458	0.944	1.936	1.135	2.302	13.280	10.476	0.685	1.682	1.411	2.092	14.920	20.592	1.262	0.965	1.842	1.886
8.380	9.724	0.207	2.670	0.729	2.217	10.020	11.702	0.823	1.832	0.964	2.262	11.660	15.279	0.957	1.925	1.130	2.304	13.300	10.862	0.683	1.692	1.422	1.917	14.940	17.859	1.203	0.973	1.853	2.014
8.400	9.620	0.214	2.653	0.742	2.078	10.040	11.841	0.821	1.845	0.971	2.141	11.680	15.279	0.957	1.925	1.134	2.216	13.320	11.639	0.680	1.702	1.427	2.140	14.960	17.990	1.127	0.981	1.862	2.001
8.420	9.376	0.248	2.618	0.749	2.081	10.060	11.695	0.783	1.821	0.969	2.067	11.700	15.173	0.962	1.921	1.132	2.306	13.340	12.027	0.679	1.711	1.433	2.014	14.980	19.001	1.082	1.017	1.862	1.883
8.440	8.709	0.280	2.571	0.748	2.225	10.080	11.621	0.751	1.863	0.981	2.239	11.720	15.173	0.962	1.921	1.141	2.218	13.360	11.991	0.690	1.693	1.436	1.892	15.000	18.601	1.121	0.988	1.861	2.138
8.460	8.464	0.277	2.552	0.763	2.117	10.100	11.583	0.731	1.863	0.985	2.107	11.740	12.974	1.092	1.851	1.136	2.123	13.380	12.097	0.698	1.686	1.440	2.154	15.020	19.650	1.200	1.032	1.869	1.946
8.480	8.077	0.277	2.529	0.747	2.093	10.120	12.004	0.709	1.882	0.988	2.068	11.760	12.369	1.078	1.846	1.145	1.987	13.400	12.062	0.730	1.685	1.451	1.983	15.040	21.055	1.258	1.043	1.868	1.905
8.500	7.727	0.279	2.537	0.758	2.179	10.140	11.858	0.710	1.915	0.998	2.246	11.780	12.369	1.078	1.846	1.145	2.207	13.420	12.063	0.775	1.706	1.454	2.087	15.060	21.576	1.270	1.029	1.870	2.166
8.520	8.396	0.277	2.585	0.748	2.082	10.160	12.280	0.739	1.935	0.992	2.177	11.800	11.514	1.079	1.771	1.146	2.087	13.440	12.028	0.824	1.717	1.465	2.063	15.080	21.956	1.258	1.017	1.882	1.885
8.540	9.768	0.266	2.629	0.765	2.089	10.180	12.594	0.767	1.948	1.004	2.070	11.820	10.774	1.092	1.721	1.143	1.933	13.460	12.239	0.864	1.725	1.467	1.939	15.100	22.300	1.286	0.999	1.890	2.029
8.560	10.894	0.254	2.502	0.755	2.213	10.200	12.165	0.781	1.942	1.004	2.138	11.840	10.038	1.072	1.692	1.145	2.345	13.480	12.699	0.892	1.746	1.475	2.110	15.120	22.187	1.300	0.978	1.892	2.022
8.580	13.087	0.276	2.605	0.758	2.107	10.220	12.161	0.779	1.936	1.007	2.310	11.860	9.335	1.038	1.665	1.143	2.057	13.500	13.264	0.893	1.762	1.482	1.999	15.140	22.392	1.262	0.969	1.893	1.934
8.600	15.104	0.291	2.330	0.748	2.000	10.240	12.299	0.767	1.924	1.010	2.166	11.880	8.772	1.028	1.667	1.141	1.964	13.520	13.724	0.878	1.774	1.484	1.960	15.160	22.172	1.193	0.966	1.904	2.067
8.620	13.866	0.347	1.837	0.751	2.324	10.260	12.048	0.739	1.955	1.017	2.117	11.900	8.559	1.000	1.667	1.145	2.276	13.540	14.536	0.879	1.793	1.489	2.167	15.180	22.485	1.172	0.971	1.904	2.030
8.640	11.638	0.363	1.838	0.763	2.018	10.280	12.327	0.732	1.966	1.017	2.092	11.920	8.313	0.943	1.673	1.149	2.139	13.560	15.667	0.883	1.811	1.478	2.167	15.200	22.443	1.141	0.948	1.905	1.928
8.660	12.240	0.335	2.062	0.764	2.297	10.300	12.535	0.715	1.974	1.026	2.092	11.940	8.206	0.878	1.690	1.148	2.012	13.580	17.151	0.900	1.837	1.487	2.002	15.220	21.446	1.114	0.904	1.910	2.085
8.680	14.079	0.303	2.074	0.770	2.139	10.320	12.920	0.704	1.975	1.029	2.244	11.960	8.133	0.811	1.689	1.161	2.175	13.600	17.576	0.941	1.836	1.501	2.024	15.240	20.910	1.094	0.881	1.917	1.932
8.700	14.080	0.273	1.704	0.785	2.142	10.340	12.811	0.719	1.963	1.026	1.757	11.980	7.814	0.755	1.698	1.154	2.084	13.620	18.142	0.987	1.847	1.501	2.126	15.260	20.513	1.041	0.855	1.917	1.926
8.720	12.558	0.314	1.271	0.792	2.196	10.360	12.878	0.753	1.968	1.026	1.929	12.000	8.055	0.661	1.705	1.162	2.052	13.640	18.213	1.041	1.851	1.517	2.089	15.280	19.659	1.065	0.821	1.923	2.147
8.740	9.772	0.338	1.421	0.807	2.189	10.380	12.768	0.796	1.962	1.042	1.919	12.020	8.580	0.604	1.716	1.154	2.052	13.660	18.213	1.090	1.859	1.532	2.068	15.300	18.664	1.106	0.797	1.929	1.944
8.760	8.505	0.308	1.830	0.816	2.070	10.400	12.768	0.796	1.962	1.044	2.089	12.040	8.964	0.559	1.724	1.146	2.128	13.680	18.496	1.135	1.901	1.534	2.192	15.320	18.788	1.100	0.723	1.933	2.068
8.780	8.258	0.254	2.033	0.814	2.180	10.420	12.478	0.824	1.938	1.041	2.034	12.060	9.384	0.522	1.733	1.152	2.099	13.700	18.283	1.193	1.912	1.536	2.038	15.340	19.004	1.124	0.701	1.957	1.987
8.800	8.820	0.236	2.086	0.826	2.161	10.440	12.049	0.822	1.916	1.044	1.811	12.080	9.628	0.518	1.742	1.152	2.040	13.720	18.565	1.200	1.923	1.549	1.964	15.360	19.044	1.099	0.680	1.960	1.903
8.820	11.523	0.291	1.978	0.831	1.953	10.460	11.975	0.793	1.905	1.040	2.140	12.100	10.365	0.521	1.755	1.155	1.966	13.740	17.785	1.137	1.859	1.551	2.281	15.380	19.294	1.099	0.673	1.959	1.974
8.840	10.888	0.291	1.973	0.829	2.104	10.480	11.936	0.789	1.929	1.051	1.773	12.120	10.999	0.543	1.770	1.153	2.203	13.760	17.572	1.101	1.851	1.556	2.020	15.400	19.507	1.100	0.687	1.955	1.849
8.860	10.150	0.297	2.006	0.842	2.353	10.500	11.757	0.792	1.961	1.050	2.124	12.140	11.531	0.596	1.753	1.161	2.042	13.780	16.483	0.944	1.826	1.563	1.929	15.420	20.075	1.073	0.682	1.964	2.029
8.880	9.834	0.291	1.991	0.829	2.105	10.520	11.825	0.810	1.980	1.044	1.983	12.160	12.274	0.637	1.775	1.172	2.027	13.800	16.698	0.960	1.780	1.575	2.227	15.440	20.180	1.053	0.669	1.973	1.917
8.900	9.940	0.311	1.863	0.840	2.094	10.540	11.998	0.790	1.980	1.046	2.026	12.180	12.806	0.687	1.777	1.175	2.254	13.820	15.852	0.916	1.793	1.585	2.067	15.460	20.746	1.029	0.672	1.974	1.896
8.920	9.870	0.359	1.898	0.849	2.328	10.560	12.172	0.768	1.977	1.065	2.000	12.200	12.700	0.758	1.777	1.165	2.071	13.840	15.534	0.878	1.795	1.592	1.990	15.48					

						Committente: Dott. Geol. Mucchi Antonio Cantiere: Poggio Renatico - via P. Nenni Data: 28/02/2022						ID Prova: SCPTU 1 Profondita falda: 2.00 mt da p.c. Preforo: -						Profondità massima raggiunta: 30.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 45/22GF						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	12.658	0.392	0.837	2.187	1.980	18.060	21.650	1.125	3.919	2.562	2.422	19.700	16.594	0.795	2.208	2.765	2.184	21.340	19.271	1.019	5.262	3.031	2.055	22.980	15.746	0.404	3.703	3.522	2.373
16.440	13.724	0.353	0.855	2.186	2.244	18.080	22.286	1.110	4.059	2.553	2.119	19.720	16.768	0.786	2.221	2.767	2.322	21.360	19.228	0.932	5.287	3.034	2.237	23.000	15.355	0.350	3.906	3.524	2.078
16.460	15.321	0.338	0.869	2.197	2.026	18.100	22.602	1.059	4.102	2.551	2.224	19.740	17.049	0.780	2.228	2.779	2.250	21.380	19.429	0.840	5.331	3.052	1.966	23.020	15.638	0.308	4.074	3.524	2.211
16.480	16.245	0.331	0.866	2.197	2.127	18.120	22.421	0.943	4.107	2.553	2.455	19.760	17.010	0.794	2.229	2.790	2.129	21.400	19.031	0.787	5.320	3.051	2.208	23.040	15.778	0.301	4.167	3.516	2.095
16.500	16.922	0.370	0.861	2.196	2.210	18.140	22.416	0.873	4.118	2.550	2.231	19.780	15.878	0.761	2.130	2.784	2.388	21.420	18.952	0.761	5.300	3.061	2.085	23.060	16.059	0.304	4.240	3.522	2.037
16.520	16.821	0.408	0.846	2.200	2.120	18.160	22.977	0.835	4.167	2.553	2.184	19.800	17.649	0.808	2.162	2.794	2.169	21.440	19.505	0.767	5.357	3.064	2.203	23.080	16.447	0.294	4.288	3.524	2.183
16.540	16.827	0.458	0.852	2.181	2.000	18.180	22.796	0.855	4.193	2.557	2.399	19.820	18.075	0.816	2.173	2.806	2.127	21.460	17.800	0.792	5.164	3.074	2.113	23.100	16.835	0.334	4.350	3.531	2.042
16.560	17.151	0.548	0.847	2.221	1.958	18.200	22.828	0.805	4.191	2.561	2.285	19.840	18.395	0.820	2.181	2.806	2.445	21.480	17.153	0.829	5.139	3.084	2.021	23.120	17.576	0.366	4.413	3.539	2.171
16.580	17.687	0.656	0.866	2.225	2.170	18.220	22.611	0.825	4.205	2.565	2.203	19.860	18.397	0.833	2.186	2.807	2.125	21.500	16.932	0.825	5.144	3.090	2.195	23.140	17.787	0.392	4.447	3.534	2.073
16.600	18.365	0.669	0.873	2.231	2.150	18.240	23.952	0.889	4.309	2.565	2.239	19.880	18.891	0.837	2.205	2.813	2.343	21.520	16.997	0.821	5.131	3.088	2.011	23.160	18.457	0.448	4.443	3.531	2.025
16.620	19.184	0.734	0.876	2.230	2.406	18.260	25.257	0.932	4.306	2.574	2.322	19.900	19.104	0.863	2.212	2.820	2.253	21.540	16.530	0.820	5.091	3.089	2.036	23.180	18.597	0.492	4.401	3.528	2.279
16.640	19.610	0.770	0.875	2.237	2.221	18.280	26.421	0.935	4.251	2.559	2.153	19.920	19.281	0.876	2.219	2.819	2.124	21.560	16.241	0.807	5.066	3.072	2.036	23.200	17.252	0.670	4.361	3.527	2.014
16.660	20.180	0.766	0.882	2.240	2.115	18.300	28.787	0.963	4.394	2.558	2.358	19.940	19.280	0.903	2.234	2.826	2.308	21.580	15.983	0.769	5.081	3.079	1.854	23.220	16.719	0.759	4.387	3.527	2.007
16.680	21.031	0.754	0.876	2.241	2.341	18.320	35.647	1.025	4.904	2.562	2.358	19.960	19.737	0.886	2.258	2.830	2.091	21.600	15.763	0.720	5.072	3.087	2.723	23.240	16.505	0.790	4.360	3.532	2.215
16.700	20.395	0.764	0.859	2.249	2.347	18.340	40.065	1.007	4.704	2.561	2.358	19.980	20.373	0.880	2.284	2.835	2.300	21.620	15.721	0.691	5.112	3.096	2.467	23.260	15.867	0.848	4.332	3.543	2.055
16.720	19.406	0.764	0.825	2.260	2.058	18.360	38.965	1.059	2.447	2.562	1.656	20.000	20.725	0.914	2.297	2.846	2.113	21.640	15.786	0.693	5.137	3.102	2.570	23.280	15.403	0.872	4.344	3.540	2.361
16.740	17.921	0.815	0.785	2.251	2.412	18.380	34.397	1.046	2.130	2.570	1.850	20.020	21.252	0.942	2.329	2.850	2.134	21.660	16.204	0.689	5.226	3.116	2.356	23.300	14.939	0.846	4.319	3.541	2.046
16.760	17.322	0.868	0.798	2.253	2.250	18.400	30.466	1.006	1.961	2.570	1.700	20.040	21.427	0.966	2.343	2.857	2.306	21.680	16.907	0.652	5.285	3.121	2.183	23.320	14.545	0.808	4.323	3.540	2.176
16.780	19.262	0.709	2.475	2.253	1.977	18.420	31.029	0.940	2.230	2.571	1.863	20.060	21.353	0.980	2.351	2.848	2.105	21.700	17.256	0.633	5.306	3.129	2.397	23.340	14.751	0.742	4.352	3.549	2.055
16.800	21.069	0.730	2.734	2.249	1.796	18.440	34.349	0.936	2.258	2.573	1.816	20.080	21.952	0.987	2.393	2.860	2.164	21.720	17.075	0.632	5.309	3.129	2.205	23.360	14.993	0.697	4.396	3.548	1.959
16.820	20.752	0.692	2.653	2.262	2.152	18.460	29.607	0.976	1.928	2.573	1.835	20.100	22.549	0.993	2.423	2.859	2.080	21.740	17.036	0.632	5.313	3.138	2.103	23.380	15.270	0.641	4.446	3.555	2.251
16.840	18.383	0.705	2.507	2.269	2.066	18.480	25.040	0.841	1.974	2.572	1.957	20.120	22.652	0.981	2.420	2.866	2.049	21.760	17.139	0.628	5.305	3.153	2.414	23.400	15.476	0.585	4.477	3.546	2.018
16.860	16.510	0.725	2.478	2.276	2.476	18.500	20.971	0.831	2.183	2.573	2.060	20.140	22.046	1.062	2.386	2.860	2.355	21.780	17.139	0.628	5.305	3.154	2.146	23.420	15.294	0.551	4.473	3.558	2.149
16.880	15.731	0.749	2.618	2.275	2.248	18.520	19.695	0.732	2.441	2.577	1.913	20.160	22.077	1.148	2.419	2.875	2.081	21.800	16.570	0.616	5.350	3.158	2.242	23.440	15.043	0.540	4.452	3.555	2.125
16.900	15.696	0.695	2.774	2.284	2.137	18.540	19.127	0.726	2.557	2.585	2.000	20.180	22.710	1.147	2.450	2.876	2.297	21.820	15.979	0.625	5.026	3.168	2.085	23.460	13.868	0.490	4.357	3.557	2.017
16.920	15.483	0.621	2.806	2.280	2.456	18.560	19.302	0.751	2.618	2.594	1.975	20.200	23.272	1.170	2.475	2.868	2.162	21.840	17.932	0.635	5.303	3.177	2.098	23.480	13.970	0.461	4.403	3.567	2.343
16.940	14.987	0.585	2.787	2.287	2.185	18.580	20.961	0.709	2.733	2.584	1.957	20.220	23.515	1.177	2.483	2.875	2.148	21.860	17.510	0.645	5.267	3.178	2.374	23.500	15.311	0.392	4.567	3.570	2.041
16.960	15.270	0.535	2.892	2.295	2.364	18.600	21.701	0.656	2.791	2.599	2.174	20.240	23.369	1.182	2.460	2.883	2.214	21.880	16.626	0.670	5.189	3.177	2.110	23.520	17.820	0.355	4.783	3.573	2.270
16.980	16.578	0.474	3.010	2.297	2.228	18.620	22.300	0.648	2.819	2.592	2.059	20.260	22.866	1.197	2.445	2.885	2.103	21.900	16.060	0.675	5.177	3.189	2.227	23.540	20.187	0.350	5.020	3.578	2.062
17.000	18.346	0.423	3.058	2.306	2.247	18.640	21.801	0.660	2.799	2.599	2.317	20.280	22.047	1.213	2.421	2.888	2.249	21.920	15.883	0.646	5.170	3.207	2.115	23.560	21.210	0.380	5.130	3.553	2.000
17.020	18.876	0.408	3.044	2.312	2.284	18.660	21.375	0.699	2.795	2.610	2.155	20.300	21.759	1.257	2.418	2.887	2.077	21.940	15.636	0.624	5.165	3.209	2.061	23.580	21.386	0.405	5.146	3.570	2.552
17.040	18.133	0.405	2.983	2.316	2.251	18.680	20.912	0.770	2.780	2.614	2.112	20.320	21.187	1.312	2.405	2.846	2.077	21.960	15.812	0.604	5.147	3.213	2.188	23.600	20.960	0.461	5.123	3.577	2.475
17.060	18.026	0.447	3.058	2.318	2.144	18.700	20.628	0.825	2.782	2.612	2.150	20.340	20.473	1.340	2.391	2.849	2.282	21.980	15.458	0.605	5.109	3.226	2.160	23.620	18.519	0.461	4.918	3.576	2.159
17.080	20.185	0.440	3.339	2.319	2.369	18.720	20.166	0.893	2.756	2.623	2.169	20.360	19.725	1.311	2.370	2.839	2.199	22.000	14.961	0.572	5.075	3.224	2.096	23.640	17.882	0.413	4.879	3.589	2.261
17.100	21.212	0.443	3.362	2.328	2.210	18.740	19.244	0.977	2.693	2.627	2.277	20.380	18.518	1.247	2.336	2.846	2.364	22.020	14.641	0.552	5.065	3.244	2.331	23.660	16.714	0.375	4.782	3.585	2.194
17.120	21.071	0.434	3.296	2.340	2.185	18.760	18.215	1.035	2.627	2.632	2.091	20.400	17.662	1.164	2.328	2.843</													

<div><div><div>Geo.Fe.</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div></div>						Committente: Dott. Geol. Mucchi Antonic Cantiere: Poggio Renatico - via P. Nenni Data: 28/02/2022						ID Prova: SCPTU 1 Profondita falda: 2.00 mt da p.c. Preforo: -						Profondità massima raggiunta: 30.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 45/22GF						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	18.193	0.815	5.322	3.781	2.239	26.260	18.702	1.068	2.638	3.959	1.827	27.900	27.403	0.528	10.084	4.461	2.134	29.540	19.190	0.836	9.212	4.791	2.033						
24.640	16.486	0.831	5.160	3.793	1.992	26.280	18.240	1.109	2.593	3.967	2.081	27.920	27.855	0.399	10.322	4.467	2.179	29.560	19.640	0.873	9.328	4.797	2.166						
24.660	15.705	0.844	5.079	3.796	2.096	26.300	17.530	1.148	2.572	3.964	1.917	27.940	28.000	0.450	11.305	4.464	2.166	29.580	20.217	0.877	9.481	4.804	1.948						
24.680	15.206	0.871	5.044	3.804	1.951	26.320	17.067	1.153	2.582	3.959	2.000	27.960	29.134	0.471	11.387	4.468	2.075	29.600	20.566	0.889	9.520	4.725	2.000						
24.700	15.310	0.875	5.045	3.813	2.072	26.340	16.639	1.143	2.584	3.971	2.661	27.980	30.877	0.493	11.783	4.462	2.174	29.620	20.764	0.891	9.613	4.761	2.391						
24.720	15.310	0.875	5.045	3.820	1.928	26.360	16.070	1.136	2.563	3.992	2.408	28.000	30.851	0.549	12.211	4.467	2.145	29.640	21.190	0.892	9.703	4.755	2.029						
24.740	15.021	0.856	5.018	3.814	2.014	26.380	15.962	1.114	2.552	3.992	1.962	28.020	31.761	0.582	14.414	4.462	2.083	29.660	21.311	0.889	9.684	4.764	2.166						
24.760	15.160	0.827	5.071	3.821	1.980	26.400	15.711	1.072	2.560	4.007	2.159	28.040	32.596	0.609	12.404	4.462	2.323	29.680	21.735	0.904	9.693	4.760	1.990						
24.780	15.228	0.793	5.092	3.827	1.886	26.420	15.673	1.053	2.563	4.012	1.964	28.060	33.231	0.642	11.781	4.462	2.150	29.700	21.527	0.937	9.697	4.764	2.187						
24.800	15.650	0.766	5.125	3.827	2.005	26.440	16.095	1.013	2.550	4.022	2.126	28.080	33.233	0.681	11.374	4.471	2.092	29.720	21.928	0.950	9.746	4.763	1.994						
24.820	15.675	0.703	5.126	3.819	1.923	26.460	16.409	0.989	2.550	4.014	2.095	28.100	32.300	0.797	10.837	4.465	2.269	29.740	21.922	0.982	9.754	4.759	2.174						
24.840	15.819	0.692	5.139	3.825	1.961	26.480	16.124	0.937	2.555	4.022	1.992	28.120	31.645	0.880	10.413	4.468	2.095	29.760	22.144	0.971	9.708	4.767	1.968						
24.860	15.434	0.705	5.118	3.836	1.939	26.500	15.913	0.896	2.596	4.032	2.224	28.140	31.700	0.957	10.128	4.473	2.178	29.780	22.040	0.979	9.653	4.765	2.144						
24.880	15.223	0.683	5.084	3.842	1.871	26.520	16.446	0.863	2.620	4.050	2.083	28.160	32.262	0.998	9.853	4.481	2.156	29.800	21.473	1.010	9.381	4.773	1.973						
24.900	15.224	0.654	5.092	3.859	2.032	26.540	16.446	0.863	2.620	4.042	2.242	28.180	32.065	1.007	9.733	4.487	2.160	29.820	21.011	1.040	9.243	4.778	1.970						
24.920	15.437	0.627	5.126	3.852	1.875	26.560	16.418	0.863	2.406	4.094	2.242	28.200	31.640	1.012	9.282	4.499	2.067	29.840	20.980	1.042	9.110	4.777	2.142						
24.940	15.474	0.607	5.165	3.858	1.975	26.580	17.095	0.900	2.409	4.104	2.471	28.220	30.530	1.010	8.980	4.518	2.256	29.860	20.873	1.071	9.392	4.791	1.970						
24.960	16.110	0.565	5.249	3.850	1.938	26.600	17.204	0.940	2.417	4.104	2.345	28.240	29.292	1.024	8.985	4.522	1.981	29.880	20.167	1.108	9.161	4.792	2.172						
24.980	16.749	0.550	5.327	3.835	1.947	26.620	16.993	0.941	2.409	4.117	2.007	28.260	28.305	1.012	8.662	4.522	2.160	29.900	19.662	1.111	8.907	4.809	1.989						
25.000	17.492	0.540	5.380	3.833	1.861	26.640	17.349	0.974	2.453	4.110	2.215	28.280	28.305	1.012	8.662	4.527	2.063	29.920	19.208	1.095	8.681	4.816	2.153						
25.020	17.917	0.536	5.470	3.808	1.827	26.660	17.385	1.001	2.489	4.110	1.956	28.300	28.204	1.011	8.657	4.531	1.974	29.940	18.676	1.096	8.421	4.820	2.034						
25.040	19.262	0.537	5.641	3.796	2.110	26.680	17.738	1.005	2.527	4.105	2.251	28.320	28.204	1.011	8.657	4.552	2.000	29.960	18.294	1.105	8.252	4.819	1.948						
25.060	20.608	0.565	5.766	3.781	1.758	26.700	18.411	0.962	2.551	4.116	1.987	28.340	29.248	0.978	6.655	4.558	2.385	29.980	17.430	1.118	8.125	4.834	2.168						
25.080	21.210	0.643	5.830	3.762	1.961	26.720	18.375	0.936	2.499	4.117	2.111	28.360	26.997	0.991	6.670	4.555	2.122	30.000	16.922	1.110	8.033	4.841	1.960						
25.100	22.202	0.760	5.983	3.738	1.756	26.740	18.303	0.944	2.493	4.114	1.997	28.380	26.969	1.006	6.688	4.552	2.323	30.020	16.867	1.067	8.060	4.850	2.195						
25.120	24.078	0.828	6.215	3.725	1.903	26.760	18.727	0.930	2.518	4.116	2.104	28.400	26.512	1.007	6.307	4.552	2.221	30.040	16.785	1.008	8.056	4.856	1.985						
25.140	25.848	0.877	6.460	3.718	1.290	26.780	18.798	0.936	2.532	4.119	1.936	28.420	23.422	1.017	6.504	4.565	1.946	30.060	16.375	0.958	8.015	4.866	2.099						
25.160	27.194	0.943	6.619	3.702	1.723	26.800	19.010	0.952	2.553	4.126	1.794	28.440	22.482	0.981	6.834	4.569	2.385	30.080	16.117	0.887	7.951	4.878	2.043						
25.180	26.839	1.013	4.007	3.693	1.921	26.820	19.010	0.952	2.553	4.129	1.891	28.460	21.057	0.871	6.951	4.577	1.948	30.100	15.708	0.838	7.898	4.880	2.020						
25.200	26.555	1.021	3.250	3.693	1.691	26.840	20.737	0.859	2.717	4.131	1.783	28.480	20.065	0.790	7.137	4.580	2.567	30.120	15.528	0.790	7.923	4.899	2.022						
25.220	24.714	1.089	2.833	3.694	1.887	26.860	21.164	0.864	2.733	4.135	1.923	28.500	20.088	0.715	7.379	4.584	2.126	30.140	15.525	0.745	7.978	4.903	1.887						
25.240	22.695	1.173	2.486	3.696	1.763	26.880	20.529	0.853	2.719	4.142	1.766	28.520	20.717	0.685	7.696	4.591	2.032	30.160	15.697	0.709	8.102	4.911	2.244						
25.260	20.923	1.302	1.949	3.697	1.943	26.900	20.460	0.839	2.712	4.142	1.943	28.540	20.717	0.685	7.696	4.582	2.229	30.180	15.744	0.676	8.220	4.918	1.950						
25.280	20.424	1.346	1.735	3.707	1.748	26.920	20.353	0.866	2.733	4.143	1.744	28.560	20.789	0.614	6.270	4.609	2.132	30.200	20.980	1.042	9.110	4.928	2.110						
25.300	18.861	1.437	1.771	3.713	2.005	26.940	19.856	0.894	2.690	4.147	1.921	28.580	18.613	0.613	7.527	4.621	2.132	30.220	20.873	1.071	9.392	4.945	2.034						
25.320	18.432	1.442	2.																										

GRAFICI PROVA SCPTU 1





ID Prova: SCPTU 1
Profondita falda: 2.00 mt da p.c.
Preforo: -

Profondità massima raggiunta: 30.30 mt
Punta sismica: Tecnopenta CPLSD
RIF. 45/22GF

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

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	0.0173	194	0.85	0.0060	142	1.00	0.00704
4.30	4.00	4.2720	0.0242	176	0.92	0.0070	132	1.00	0.00760
5.30	5.00	5.2202	0.0308	169	0.95	0.0066	144	1.00	0.00694
6.30	6.00	6.1847	0.0365	169	0.96	0.0057	169	1.00	0.00592
7.30	7.00	7.1589	0.0429	167	0.97	0.0063	154	1.00	0.00650
8.30	8.00	8.1394	0.0494	165	0.98	0.0065	150	1.00	0.00664
9.30	9.00	9.1241	0.0553	165	0.98	0.0060	165	1.00	0.00606
10.30	10.00	10.1119	0.0623	162	0.99	0.0069	143	1.00	0.00701
11.30	11.00	11.1018	0.0693	160	0.99	0.0070	141	1.00	0.00707
12.30	12.00	12.0934	0.0759	159	0.99	0.0067	149	1.00	0.00672
13.30	13.00	13.0863	0.0827	158	0.99	0.0067	148	1.00	0.00678
14.30	14.00	14.0801	0.0886	159	0.99	0.0059	167	1.00	0.00599
15.30	15.00	15.0748	0.0924	163	0.99	0.0038	264	1.00	0.00378
16.30	16.00	16.0702	0.0962	167	1.00	0.0038	259	1.00	0.00386
17.30	17.00	17.0660	0.1010	169	1.00	0.0048	208	1.00	0.00481
18.30	18.00	18.0624	0.1052	172	1.00	0.0042	235	1.00	0.00425
19.30	19.00	19.0591	0.1100	173	1.00	0.0048	208	1.00	0.00482
20.30	20.00	20.0562	0.1151	174	1.00	0.0050	198	1.00	0.00506
21.30	21.00	21.0535	0.1201	175	1.00	0.0050	200	1.00	0.00499
22.30	22.00	22.0511	0.1250	176	1.00	0.0050	200	1.00	0.00501
23.30	23.00	23.0489	0.1291	179	1.00	0.0041	245	1.00	0.00407
24.30	24.00	24.0468	0.1330	181	1.00	0.0039	255	1.00	0.00393
25.30	25.00	25.0450	0.1371	183	1.00	0.0041	245	1.00	0.00409
26.30	26.00	26.0432	0.1410	185	1.00	0.0039	255	1.00	0.00393
27.30	27.00	27.0416	0.1450	186	1.00	0.0040	250	1.00	0.00400
28.30	28.00	28.0401	0.1493	188	1.00	0.0043	232	1.00	0.00431
29.30	29.00	29.0388	0.1533	189	1.00	0.0039	254	1.00	0.00394
30.30	30.00	30.0375	0.1570	191	1.00	0.0037	268	1.00	0.00374

Vs30

30.00	0.15885
-------	---------

188.9

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

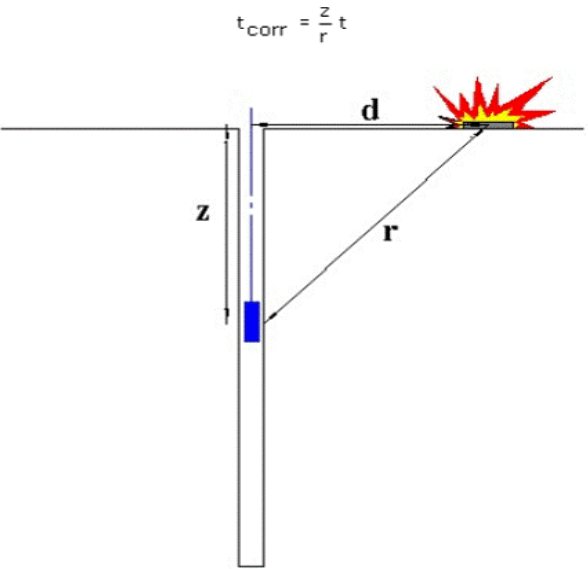


Figura 1 – Schema di down hole con metodo diretto

