
COMUNE FAENZA

(Provincia di Ravenna)

RELAZIONE GEOLOGICA

VARIANTE ALLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA VIGENTE AI SENSI DELL'ART.8 del DPR 160/2010 E ALL'ART. A-14 bis della L.R. 20/2000 **ed ATTUAZIONE DI UN INTERVENTO DIRETTO** senza la cessione di aree pubbliche (superficie dell'area interessata mq 12.320), da realizzarsi in via Pasolini, nella frazione di Granarolo faentino

SCHEDA N. 60 del P.R.G. - Area Fosso Vecchio 2 (GRANAROLO)

Committente: **F.A.M. s.r.l.** - via Pasolini, 38/39 - 48018 Granarolo Faentino (RA)

Versione	Data	
1	Settembre 2018	



**Società di
Geologia
Territoriale**

S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com



Indice

1. PREMESSA	2
2. LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI	7
2.1. GEOLOGIA	7
2.2. LINEAMENTI STRUTTURALI	13
3. LINEAMENTI CLIMATOLOGICI	16
3.1. PLUVIOMETRIA.....	16
3.2. EVAPOTRASPIRAZIONE	16
3.3. IDROMETRIA.....	16
4. IDRO - GEOMORFOLOGIA	17
5. IDROGEOLOGIA	23
6. LITOLOGIA SUPERFICIALE E PEDOLOGIA	26
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE	28
7.1 PROVE PENETROMETRICHE.....	28
7.2 MISURE DEI MICROTREMORI	30
8. MICROZONAZIONE SISMICA	32
8.1 ASSESTAMENTI TERRENI COESIVI POST-SISMA	34
8.2 ANALISI DEL RISCHIO DEI FENOMENI COSISMICI	34
8.3 CONSIDERAZIONE CONCLUSIVE IN MERITO ALLA DAL 2381/2015 SUGLI APPROFONDIMENTI DEL TERZO LIVELLO.....	36
9. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE	43
9.1 METODO UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI.....	43
9.1.1 Parametri geotecnici caratteristici per la valutazione delle resistenze di progetto	45
9.1.2 Parametri geotecnici caratteristici delle unità litostratigrafiche del sito indagato	50
9.2 VALUTAZIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) – STATO LIMITE DI RESISTENZA DEL TERRENO	56
9.2.1 Calcolo del carico limite dell'insieme fondazione-terreno - premessa	56
9.2.2 Fondazione e parametri geotecnici caratteristici utilizzati nei calcoli del carico limite dell'insieme fondazione-terreno.....	57
9.2.3 Collasso per carico limite dell'insieme "fondazione-terreno" – approccio 2	58
9.3 VALUTAZIONE DELLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) – DEFORMAZIONI IRREVERSIBILI	62
10. CONCLUSIONI	63
APPENDICE	65
ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	65
ALLEGATI	77

1. PREMESSA

La presente indagine preliminare è stata programmata allo scopo di fornire la base conoscitiva dei parametri geologici e geotecnici della variante di PRG in oggetto da realizzarsi a Granarolo faentino, via Pasolini, e finalizzata all'ampliamento dell'attuale stabilimento della Fonderia F.A.M. srl

In altri termini il presente studio identifica gli elementi principali della geologia locale facilitandone il confronto con le singole ipotesi di Pianificazione, fornisce gli elementi di base permettendo di operare scelte ragionate e, infine, fornisce le indicazioni preliminari geologiche e geotecniche di massima utilità per le successive fasi di approfondimento.

La presente relazione è stata condotta seguendo le varie normative di legge e/o direttive di interesse, in particolare si è fatto riferimento:

- Al D.M. 11.03.88 (sez. H) e pubblicato sul supplemento ordinario della G.U. n.127 del 01.06.88,
- Alla Circolare Regionale (Dipartimento Ambiente e Territorio) n.1288 del 11.02.1983,
- Piano Territoriale Paesistico Regionale,
- Al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale,
- Alla Legge nazionale 236/88 sulle captazioni idriche per il consumo umano
- Al Piano di Gestione per il Rischio Alluvioni
- Alle Norme del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'ex Autorità di Bacino del Reno, ora Bacino Idrografico del fiume Po.
- D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Del.Reg.1677/2005 con indicazioni rispetto alle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- All'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Indirizzi per gli studi di microzonizzazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione urbanistica" approvato con D.G.R. n. 2193 del 21-01-2015.
- Al Piano Strutturale del Comune di Faenza

In questa prima fase, per la realizzazione dello studio in oggetto si è proceduto alla raccolta e selezione critica di tutti i dati bibliografici riguardanti il territorio di interesse ed un adeguato intorno; tali dati sono stati successivamente integrati tramite rilevamenti sul territorio. Inoltre, sono state analizzate le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche del sottosuolo del territorio oggetto di studio, elaborando, alla luce di quanto emerso, una serie di considerazioni sui possibili rischi geologici dell'area oggetto di variante e dei relativi approfondimenti necessari per completare il quadro geologico, geotecnico e idrogeologico.

Pertanto, scopo della presente relazione sarà quella di individuare gli eventuali rischi geologici, in senso lato, e di indicare eventuali opportune azioni di mitigazione degli stessi a cui si dovrà attenere in fase di realizzazione dell'espansione urbanistica. Ovvero della necessità di realizzare ulteriori analisi di approfondimento.

Brevemente si riporta la relazione del rischio a cui ci si è fatto riferimento nel presente elaborato.

$$R=H*V*E$$

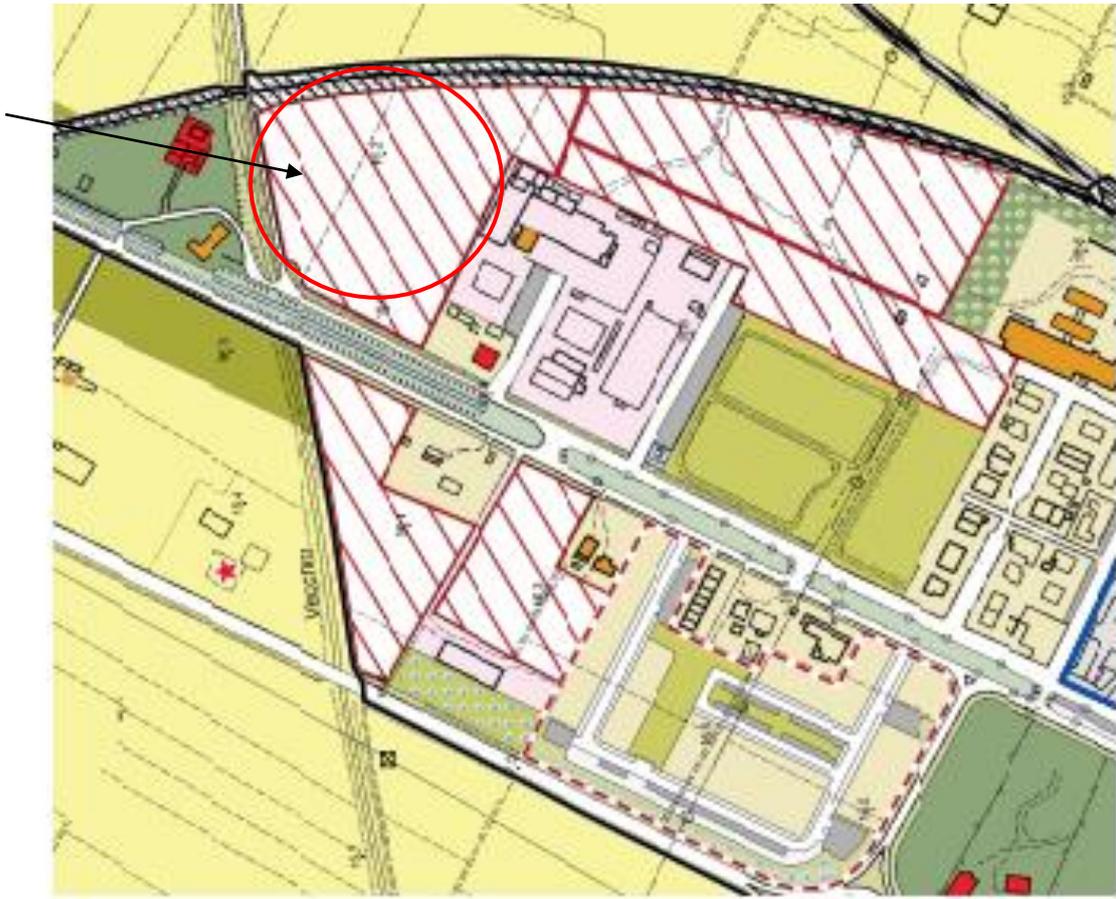
Dove

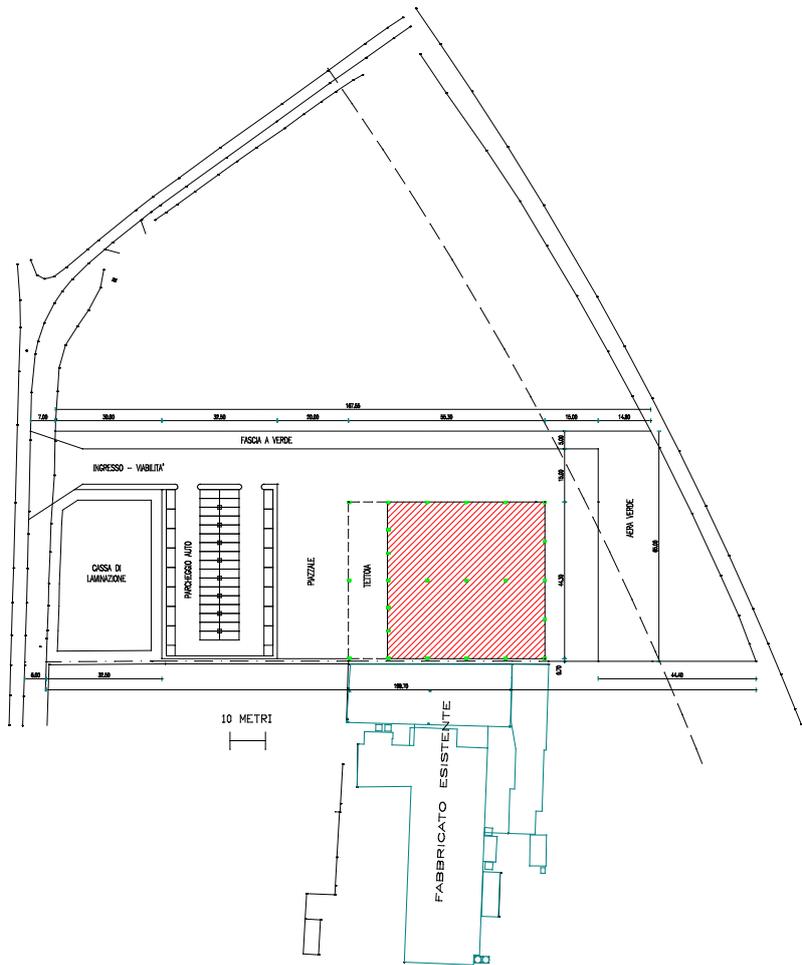
R = rischio

H = pericolosità

V = vulnerabilità

E = elementi a rischio





SCHEDA n° 60: AREA FOSSO VECCHIO 2 (GRANAROLO).**Art.12 - Zone urbane di trasformazione:** Zone produttive miste di nuovo impianto.

- Indice di Utilizzazione Territoriale m^2/m^2 St 0,50
- Quota della superficie destinata a servizi da attrezzare: min. 15% di St di cui min. 5% a parcheggio pubblico.

Modalità attuative:

Piano Particolareggiato di iniziativa pubblica o privata

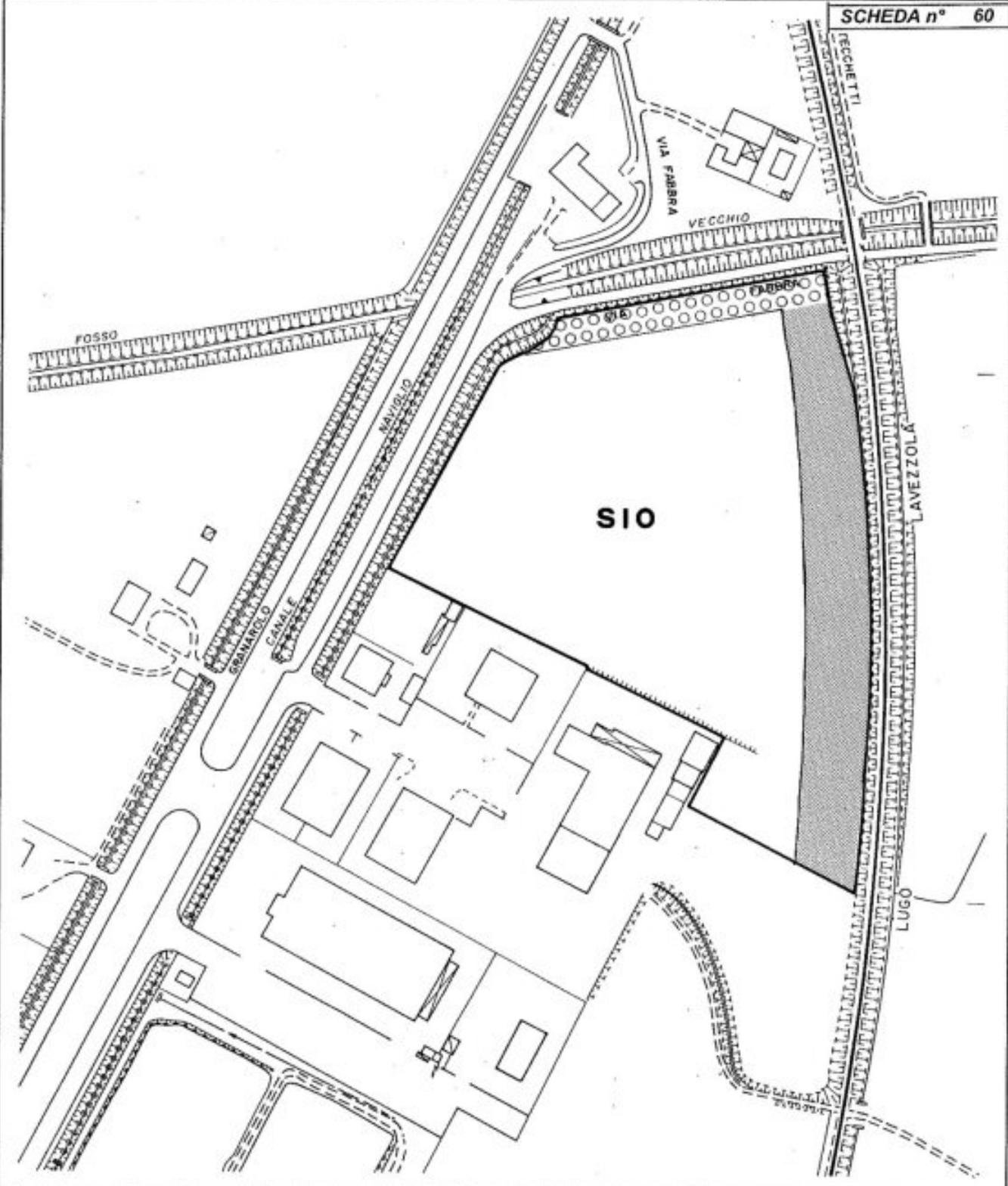
(A)

Prescrizioni:

Funzioni residenziali, esclusivamente al servizio delle attività	max. 5% dell'indice di utilizzazione territoriale, incrementabile al 10% utilizzando gli incentivi B+R+E di cui all'art.31.
Falda idrica superficiale	in sede di progetto attuativo, deve essere preventivamente studiata l'idrologia superficiale e subsuperficiale della zona, in particolare recependo le indicazioni fornite dalla Relazione Geologica Tecnica (Tav. B1); tale studio dovrà indicare le norme da seguire per l'edificazione a causa della scarsa profondità della falda.
Rischio idraulico	il progetto di trasformazione, oltre a contenere ogni valutazione ed indagine atte a mitigare il rischio di inondazione, va sottoposto al parere del Consorzio di Bonifica per gli eventuali adeguamenti della rete scolante.
Rischio sismico ($\epsilon > 1$)	in sede di progetto di trasformazione dell'area occorre redigere una analisi formale del rischio di amplificazione sismica locale, particolarmente approfondita, nel rispetto delle normative nazionali e regionali.

Note:

- Accesso al comparto da Via Pasolini.
- Deve essere realizzata una fascia da attrezzare a verde privato, di almeno 10 m, in fregio allo scolo Fosso Vecchio.
- La viabilità di penetrazione proveniente dalla Via Pasolini dovrà allacciarsi a quella proveniente dalla Via Montanari.



LEGENDA

-  Perimetro area sottoposta a Piano Particolareggiato
-  Fascia di rispetto ferroviaria
-  Fascia da attrezzare a verde alberato



Scala 1:2000

2. LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI

2.1. GEOLOGIA

Le caratteristiche fisiche generali, la composizione litologica, l'assetto strutturale, il grado di stabilità attuali di un territorio sono la risultante e la sintesi della sua evoluzione geologica.

Per una migliore comprensione della geologia del territorio in esame, risulta utile avere un quadro, sia pure schematico e riassuntivo, dei lineamenti e della storia geologica della più ampia unità regionale di cui l'area in esame è parte.

Il territorio dove si trova la località Granarolo è inserito, anche se in modo marginale, nel vasto bacino sedimentario della Valle Padana e più precisamente nel lembo sud-orientale della stessa, delimitato a Nord dal corso del Po e a Sud dalle propaggini collinare dell'Appennino Romagnolo.

La storia geologica di questa pianura, la sua genesi e le sue vicissitudini evolutive possono essere ricondotte, nel loro insieme, ad un lento e progressivo ricoprimento del settore meridionale della fossa occupata dall'alto Adriatico già a partire dalla fase centrale della orogenesi alpina, da un lato, e di quella appenninica, dall'altro, cioè nell'oligocene, come confermano le risultanze delle perforazioni condotte nell'area per ricerche di idrocarburi.

L'attuale assetto geologico è la risultante di un complesso avvicendamento di fasi erosive in alternanza a fasi prevalentemente sedimentarie, sia in senso verticale sia in senso orizzontale, in relazione al perdurare di una dinamica di abbassamenti del substrato, di fenomeni di subsidenza del materasso alluvionale che si stava formando, con conseguenti arresti della regressione marina o addirittura episodi di ingressione e formazione di fasi lagunari lungo la fascia preappenninica.

Solo nel Quaternario più recente l'assetto tettonico manifesta una sorta di equilibrio raggiunto e, alla prevalente tendenza alla subsidenza e deposizione prevalentemente marina, subentra un periodo di più estesi fenomeni sedimentari fluviali, ai quali è concomitante il progressivo ritiro del mare verso la configurazione dell'attuale costa.

Il quaternario è contraddistinto da una fase deposizionale marina iniziale (Pleistocene) e una fase deposizionale continentale (Olocene) che prosegue anche attualmente.

La stratigrafia pleistocenica presenta frequenti variazioni litologiche. Le sabbie si intercalano a sedimenti più fini limoso sabbiosi o limoso argillosi, e nelle parti sommitali si fanno sempre più frequenti litotipi di ambiente lagunare salmastro.

La stratigrafia olocenica è dominata dalla più recente regressione marina in concomitanza con le grandi glaciazioni intervallate da lunghi periodi di clima più mite durante i quali prevale l'azione di trasporto dei numerosi corsi d'acqua.

Il limite Olocene-Pleistocene, cioè alluvioni-Quaternario marino, presenta una profondità di circa 60 m ÷ 80 m in corrispondenza dell'allineamento Massa Lombarda - Lugo - Bagnacavallo, risalendo lateralmente fra i 20 m e 40 m in corrispondenza delle zone di Alfonsine e di Cotignola - Bagnara.

Da quanto esposto risulta che il bacino subsidente padano, ed in particolare il suo settore sud-orientale, è un'area geologicamente giovane e conseguentemente instabile. Questo carattere di instabilità permane tuttora.

Infatti, in base alla ripetizione delle livellazioni I.G.M., si è verificato, ed è probabilmente ancora in atto, un innalzamento delle regioni poste ad occidente dell'asse Genova-Brescia, ed un abbassamento ad oriente con epicentro nel delta del Po, ed indici più elevati nella costa adriatica.

I terreni d'interesse sono tipici della medio-bassa pianura, cioè caratterizzati da depositi fini, medio-fini e granulari formati per successive fasi di esondazioni del reticolo idrografico.

In particolare, l'area di interesse è inserita nella bassa pianura faentina, che si estende a quota inferiore di 16 m s.l.m., ed è costituita da alluvionali depositatesi in gran parte in età storica, in particolare età post-romana, a granulometria prevalentemente fine (sabbie, limi e argille), con suoli calcarei e poco evoluti. Essa si caratterizza, sotto l'aspetto geomorfologico, per una "freschezza" delle morfologie fluviali, tra cui sono riconoscibili soprattutto i dossi e paleodossi fluviali, cioè gli argini naturali subattuali o estinti dei principali corsi d'acqua.

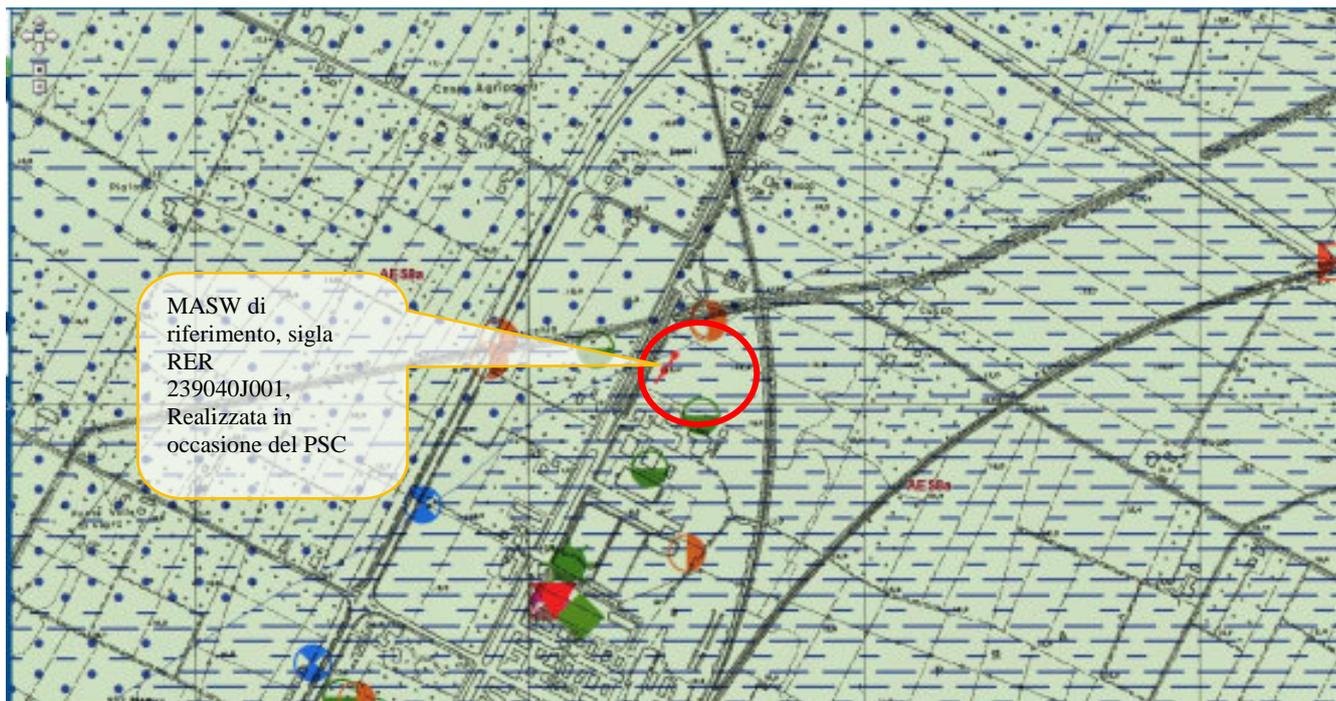
L'elemento idrografico principale è costituito dal Fosso Vecchio che scorre a confine Nord dell'area di interesse, a circa 110 m dal nuovo capannone in progetto.

Inoltre, il Canale Naviglio Zanelli (corso d'acqua artificiale di ex forza motrice, ora utilizzato per irrigazione) scorre in adiacenza Ovest dell'area di interesse, a circa 90 m dal previsto nuovo capannone.

La geologia dell'area è caratterizzata da coperture quaternarie appartenenti all'Unità di Modena (AES8a): Argilla Limosa – zona inerfluviale - Piana alluvionale.

Nell'area in esame la cartografia del PSC Faentino evidenzia la presenza di alluvioni di interdosso di pianura caratterizzata da argille e limi prevalenti. Tale cartografia risulta coerente con la carta geologica della Regione Emilia-Romagna che pone l'area di interesse su depositi interfluviali, ai margini di un paleodosso che si trova verso Est.

Al di sotto di questa copertura si rinviene la conoide del F. Lamone che nella zona di interesse si trova alla profondità di circa 30 metri.



	AES8 - Subsistema di Ravenna
	AES8a - Unità di Modena
	Deposito di piana inondabile (area interfluviale) - Argilla Limosa
	Deposito di canale, argine e rotta fluviale - Sabbia Limoso Argillosa - Piana alluvionale

AES8 - Subsistema di Ravenna

Ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, limi e limi sabbiosi, rispettivamente depositi di conoide ghiaiosa, intravallivi terrazzati e di interconoide. L'unità comprende più ordini di terrazzo nelle zone intravallive. Argille, limi ed alternanze limoso-sabbiose di traccimazione fluviale (piana inondabile, argine, e traccimazioni indifferenziate). Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico. A tetto suoli, variabili da non calcarei a calcarei, a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente meno di 150 cm, e a luoghi parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. nel sottosuolo della pianura: depositi argillosi e limosi grigi e grigio scuri, arricchiti in sostanza organica, di piana inondabile non drenata, palude e laguna passanti, verso l'alto, a limi-sabbiosi, limi ed argille bruni e giallastri di piana alluvion Il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sugli altri subsistemi e sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è circa 20m.

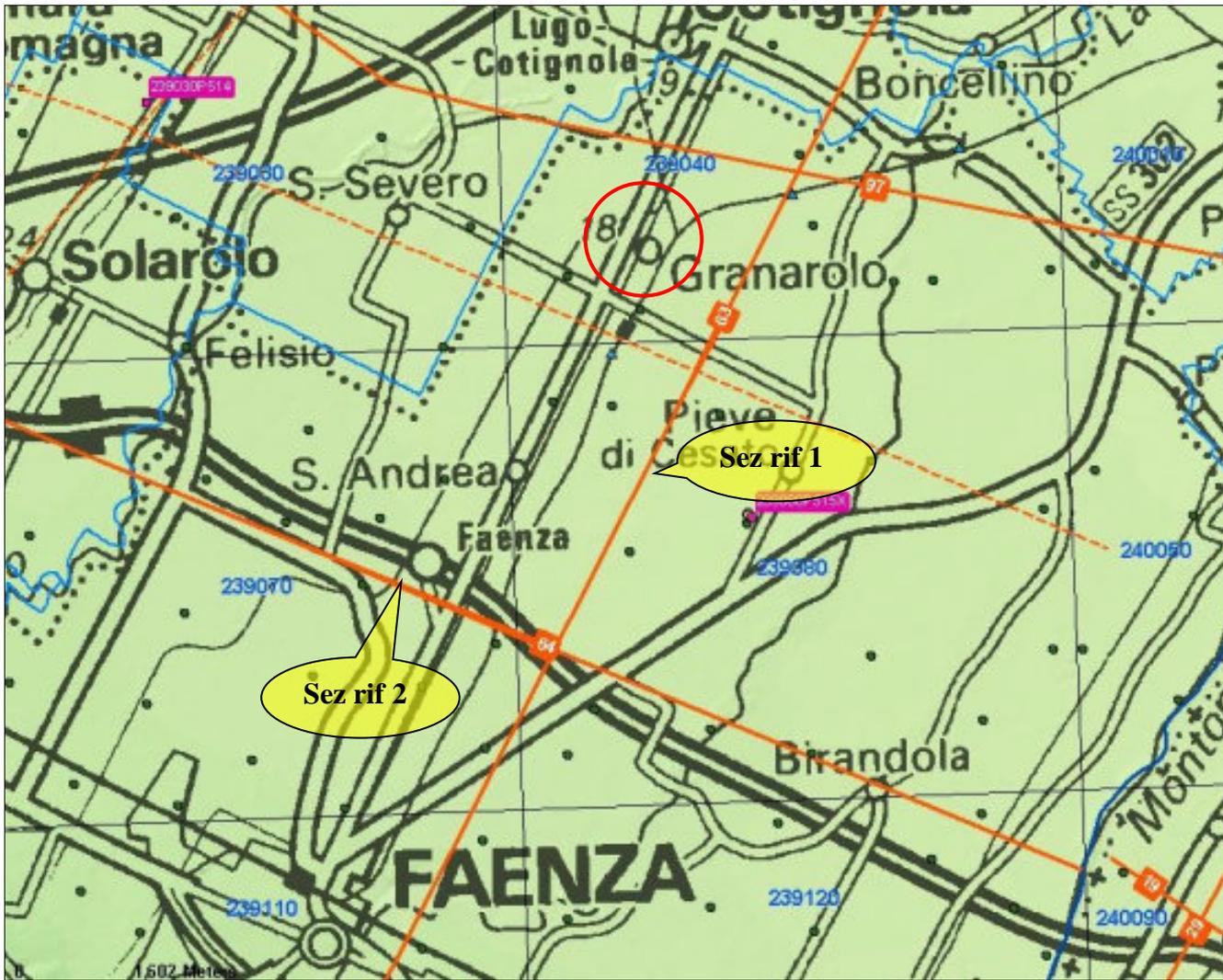
Pleistocene sup. - Olocene

AES8a - Unità di Modena

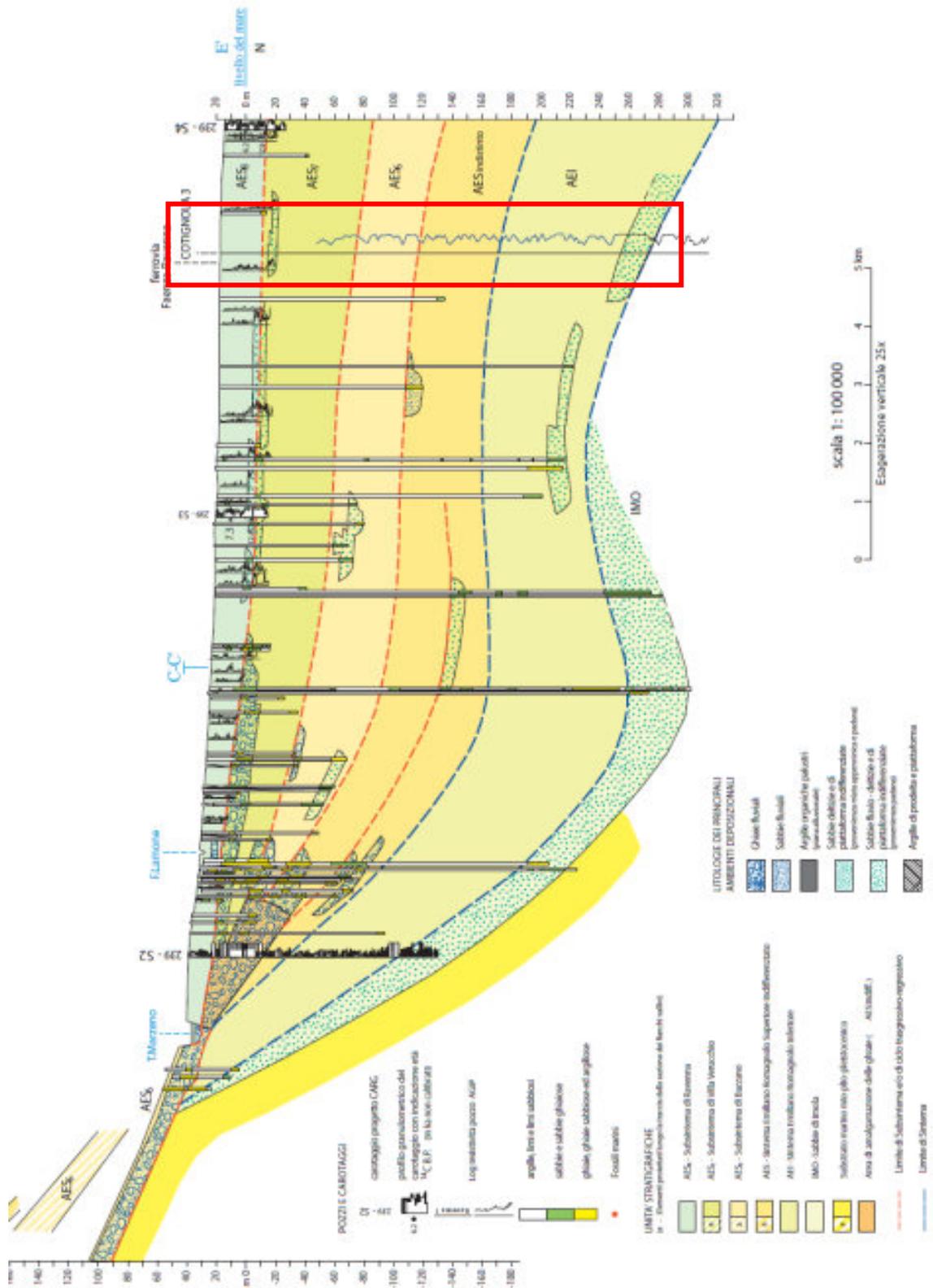
Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, talora organizzate in corpi a geometrie lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi. Depositi alluvionali intravallivi, terrazzati (primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive), deltizi, litorali, di conoide e, localmente, di piana inondabile. Nella costa e nel Mare Adriatico sabbie di cordone litorale e di fronte deltizia passanti ad argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma. Limite superiore coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (meno di 100 cm). Può ricoprire resti archeologici di età romana del VI secolo d.C Lo spessore massimo dell'unità è generalmente di alcuni metri, talora plurimetrico.

Olocene

Sezioni geologiche tratte dal sito del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna



Sezione geologica di riferimento (rif. 1) per la zona.



2.2. Lineamenti strutturali

Lo schema strutturale locale è caratterizzato da uno stile a pieghe, di norma asimmetriche con vergenza verso N, ad andamento NW-SE con frequenti ondulazioni assiali ed una immersione generale verso SE.

Nei terreni neogenici il piegamento è avvenuto in due fasi distinte tra Miocene e Pliocene e prima del Pliocene medio. La seconda fase ha influito maggiormente nell'area emilano-romagnola, dove la discordanza tra i termini del Miocene e quelli del Pliocene inferiore è attenuata, mentre si osserva un più accentuato piegamento ed una maggiore erosione dei termini del pliocene inferiore.

Ai fenomeni plicativi si sovrappone la già citata subsidenza differenziale, con deposizione più intensa nelle sinclinali e minore al culmine delle anticlinali.

Le pieghe pedeappenniniche sono accompagnate dallo sviluppo di faglie a carattere distensivo, talora grandiose, e sono inoltre sovente interrotte da faglie con direzione NE-SW con rigetto prevalentemente orizzontale.

Nella più ampia unità di territorio in esame da N a S si riconoscono i seguenti motivi strutturali principali:

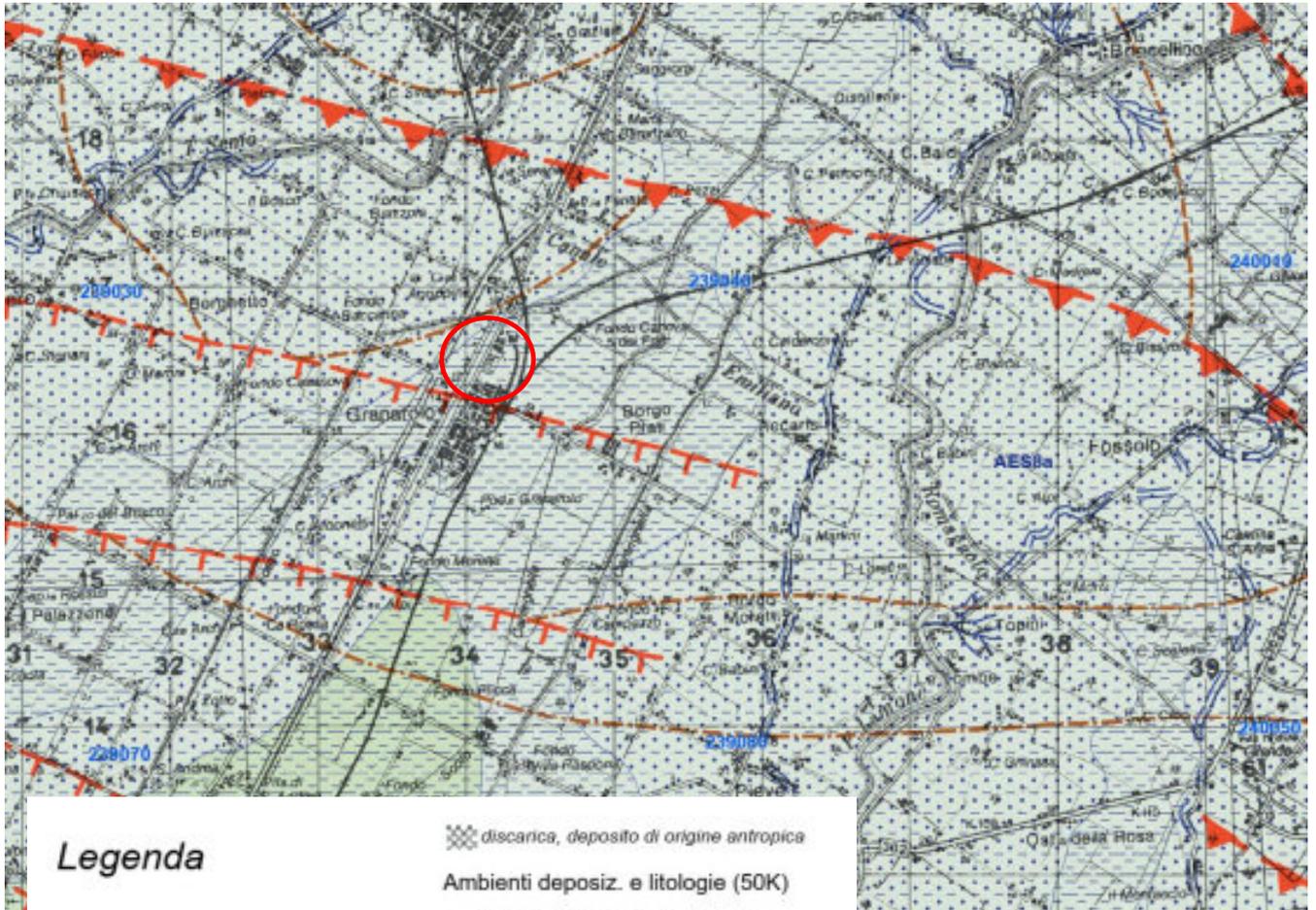
- Sinclinale di S.Romualdo-Piombone;
- Anticlinale di Ravenna e di Alfonsine;
- Sinclinale romagnola (asse ONO-ESE passante in corrispondenza di Fusignano);
- Anticlinale di Cotignola;
- Sinclinale di Forlì.

Le strutture sepolte plioceniche influenzano, sia pure con grado decrescente col diminuire della profondità, l'assetto dei sedimenti pleistocenici, che risultano blandamente ondulati e presentano una generale pendenza verso SE secondo l'immersione degli assi strutturali pliocenici.

I sedimenti alluvionali recenti hanno un assetto più irregolare ed articolato. Infatti, pur avendo una tendenziale e debole pendenza verso NE secondo la direzione di deflusso degli attuali corsi appenninici, presentano variazioni di potenza anche rilevanti, derivanti da ondulazioni del letto con depressioni ad andamento appenninico, probabilmente riferibili a paleoalvei.

Dalla carta geologica si osserva che la base del pliocene si trova a circa 1000 m di profondità.





Legenda

Province



Comuni



Griglia 10.000



Tracciati geologici (50k)

— traccia di sezione geologica

— linee geomorf./antrop. (50K)

— traccia di alveo fluviale abbandonato
certa

— traccia di alveo fluviale abbandonato
incerta

— ventaglio di esondazione certo

Isolinee di unità del sottosuolo (50k)

— isobata della base del pliocene

— limiti strutturali (50K)

— faglia profonda diretta dedotta

— sovrascorrimento profondo post-
ortoniano dedotto

Limiti di unità geologiche (50K)

— contatto con area non rilevabile

— contatto stratigrafico o litologico certo

Aree geomorf./antrop. (50K)

— discarica, deposito di origine antropica

Ambienti deposiz. e litologie (50K)

— argilla limosa di piana alluvionale

— limo argilloso di piana alluvionale

— sabbia limosa di piana alluvionale

Unità geologiche (50K)

— AES8 - Sistema emiliano-romagnolo
superiore - Subsistema di Ravenna

— AES8a - Sistema emiliano-romagnolo
superiore - Subsistema di Ravenna - unità
di Modena

— h2 - Deposito da cava inattiva



3. LINEAMENTI CLIMATOLOGICI

Il territorio della località di interesse è climatologicamente inquadrabile in un regime sublitoraneo padano.

Il graduale passaggio da condizioni climatiche di tipo costiere, presenti lungo il litorale ravennate, a condizioni di tipo padano si rendono sempre più manifeste procedendo verso il retroterra. In tal modo nell'area di pianura in cui rientra il territorio della località analizzata si registrano condizioni climatiche che sono tipiche della pianura interna e che vedono nella temperatura dell'aria, nell'umidità e nella ventosità, le maggiori diversificazioni rispetto alla pianura costiera.

In questa area, il clima assume una individuale fisionomia i cui aspetti significativi sono costituiti da una maggiore escursione termica giornaliera, un aumento del numero di giornate con gelo, un aumento di frequenza delle formazioni nebbiose, una attenuazione della ventosità.

Meno evidenti risultano invece le diversificazioni negli apporti pluviometrici rispetto alla pianura costiera.

3.1. Pluviometria

All'interno del territorio in cui ricade la località di Granarolo non sono ubicate stazioni pluviometriche, pertanto per valutare il regime pluviometrico si farà riferimento alla stazione di Faenza (alt. 35 m s.l.m.), capoluogo della località in esame.

Considerando un periodo trentennale (01.01.1956 - 31.12.1985), l'altezza di precipitazione media annua risulta:

Faenza 757.2 mm

Considerando che il territorio in esame ricade in prossimità della stazione di Faenza, si può considerare una altezza di precipitazione media di 757 mm/anno, media per il periodo di trenta anni suddetto. L'apporto annuo medio risulta quindi di 757.000 mc/kmq.

3.2. Evapotraspirazione

Sulla base dei dati della stazione climatologica di Faenza, per la quale si rendono disponibili anche i dati termometrici, la temperatura media annua estesa al territorio comunale risulta di 13.7 °C, la temperatura media minima risulta di 9.1 °C, mentre la temperatura massima media risulta di 18.2 °C.

La relativa evapotraspirazione media annua, calcolata con la formula di L. Turc valida per grandi bacini, risulta:

$$ETR = P / (0.9 + (P^2 / L^2))$$

dove:

P = precipitazione media annua (757 mm)

T = temperatura media annua (13.7° C)

L = $300 + 15 * T + 0,05 * T^3$

ETR = $757 / 2.33 = 324$ mm = 42% delle precipitazioni

Pertanto, a livello molto indicativo risulta che 433 mm di afflussi meteorici defluiscono attraverso il reticolo idrografico superficiale o si infiltrano nel sottosuolo, mentre i restanti 324 mm vengono restituiti all'atmosfera per evapotraspirazione.

3.3. Idrometria

Il complesso reticolo idrografico del territorio in esame è il risultato di tutta una serie di interventi antropici che hanno agito sui corsi d'acqua naturali e hanno creato canali artificiali per lo scolo delle acque.

Limitando l'analisi ad alcune considerazioni di carattere generale utili ai fini della identificazione dei problemi idrogeologici del territorio in esame, si considera il comportamento di analoghi bacini di pianura a deflusso noto avendo come riferimento i dati emersi dal presente studio.

Il coefficiente teorico medio per bacini di pianura ha valori compresi tra 0.1 e 0.2, considerando però che nel territorio in esame è presente una rete scolante artificiale che risulta esercitare una prevalente azione drenante, solo in parte compensata dalle perdite locali del reticolo idrografico naturale, si può ritenere probabile un coefficiente di deflusso pari a 0.3, per cui si avrebbe:

$$I = 757 - 324 - 227 = 206 \text{ mm}$$

In definitiva l'infiltrazione efficace annuale alimentante la falda freatica risulterebbe mediamente di 206 mm, quindi con un apporto di 206.000 mc/kmq.

4. IDRO - GEOMORFOLOGIA

Il territorio di interesse è situato proprio al centro tra il Torrente Senio ed il Fiume Lamone ed è caratterizzato dalla presenza di un paleodosso fluviale.

L'esame della carta ipsometrica evidenzia una superficie topografica costituita da un piano inclinato in direzione NE con pendenza media di circa il due per mille.

L'area in esame è inserita all'interno di due principali elementi emergenti antropici costituiti rispettivamente dal Canale Naviglio Zanelli, corso d'acqua di ex-forza motrice, che scorre in adiacenza Ovest dell'area di interesse, a circa 90 m dal previsto nuovo capannone, e il rilevato ferroviario posto a Est.

L'area non risulta essere stata allagata durante l'evento estremo del 1996. Tale evento corrisponde a tempi di ritorno di 100 anni, evidenziando la sua sicurezza idraulica rispetto al sistema della bonifica.

L'attuale morfologia dell'area in esame è il risultato di un intenso rimodellamento antropico che, a scopo di bonifica, ha obliterato gli originali lineamenti geomorfologici, e ha praticamente sostituito tutto il reticolo idrografico naturale con un denso reticolo artificiale.

Tutto il reticolo idrografico presenta direzione di scorrimento generale verso NNE e le acque dell'area in esame risultano essere scolate dal Fosso Vecchio, scolo di bonifica principale della zona, che scorre in adiacenza Nord dell'area in esame e recapita le acque direttamente nel Destra Reno a Nord di Alfonsine.

Considerando il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (cartografia di pericolosità predisposta nel dicembre 2013), realizzato ai sensi della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs 49/2010, il sito in esame risulta appartenere allo scenario di allagamento medio (T=200 anni) con acque provenienti unicamente dal reticolo di bonifica.

Mentre in base alla variante di coordinamento tra Piano di Bacino del T. Senio e il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (novembre 2016) per il sito in esame non risultano scenari di allagamento.

L'analisi degli allagamenti accaduti durante l'evento eccezionale del 1996 (tempo di ritorno di 100 anni) ricavata dai dati provinciali, non evidenzia allagamenti dell'area oggetto di variante.

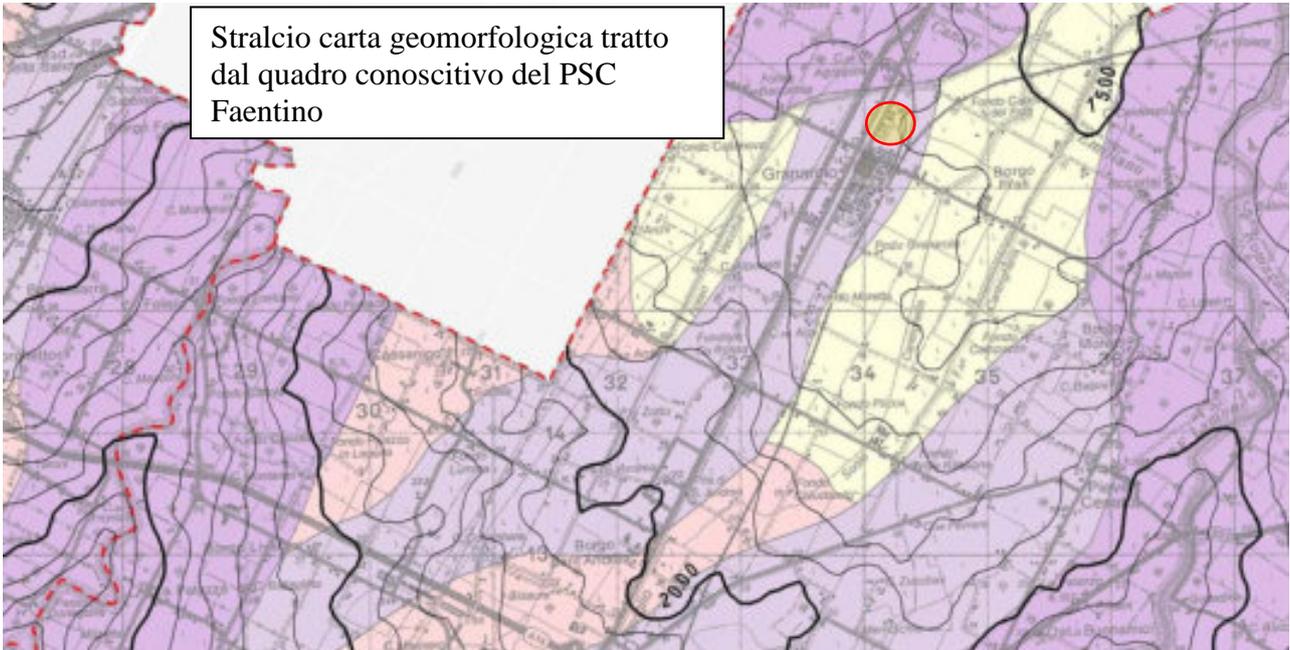
Al riguardo, facendo riferimento al DEM realizzata dalla Protezione Civile della provincia di Ravenna, si è proceduto alla valutazione dei massimi tiranti idrici previsti nella zona in caso di allagamento, indipendentemente dall'origine e dalla probabilità, utilizzando la funzione "identify sink" dell'applicativo Hydro, modellando secondo l'algoritmo di Wang & Liu, prevedendo, a favore della sicurezza, un gradiente idraulico di 0.001 gradi.

Tale elaborato ha evidenziato per l'area in esame possibili tiranti idrici corrispondenti ad un'altezza di circa 50÷60 cm sopra al piano di campagna attuale.

Pertanto in fase di urbanizzazione, a favore della sicurezza considerato che dalle analisi del passato gli allagamenti con T100 appaiono poco probabili, risulta comunque opportuno che per i futuri fabbricati il piano di calpestio sia posto almeno circa 60÷70 cm sopra l'attuale piano di campagna.

Infine, si osserva che il trend di subsidenza della zona, ricavato dalla cartografia del PSC Faentino, risulta compreso tra 5 e 9 mm/anno.

Stralcio carta geomorfologica tratto dal quadro conoscitivo del PSC Faentino



Morfologie fluviali



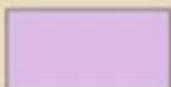
Aree alluvionali terrazzate intravallive e della media pianura



Aree alluvionali in evoluzione



Aree alluvionali di interdosso

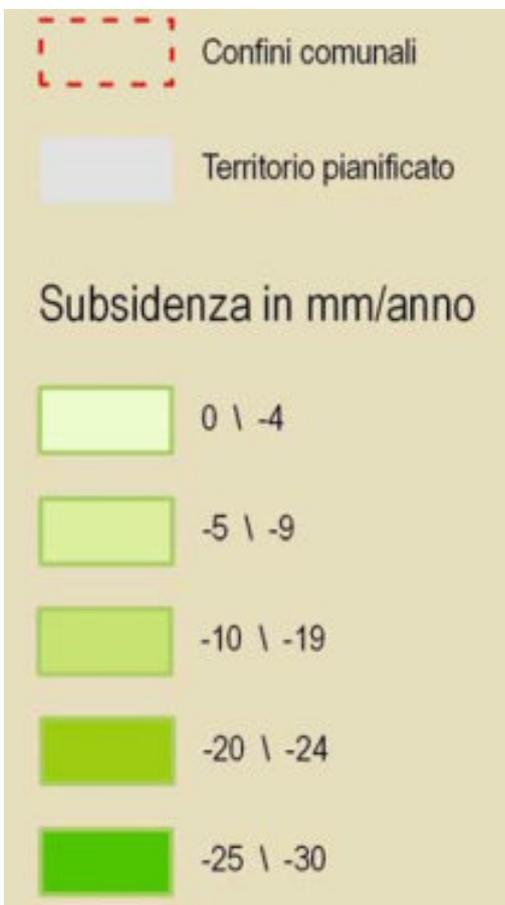
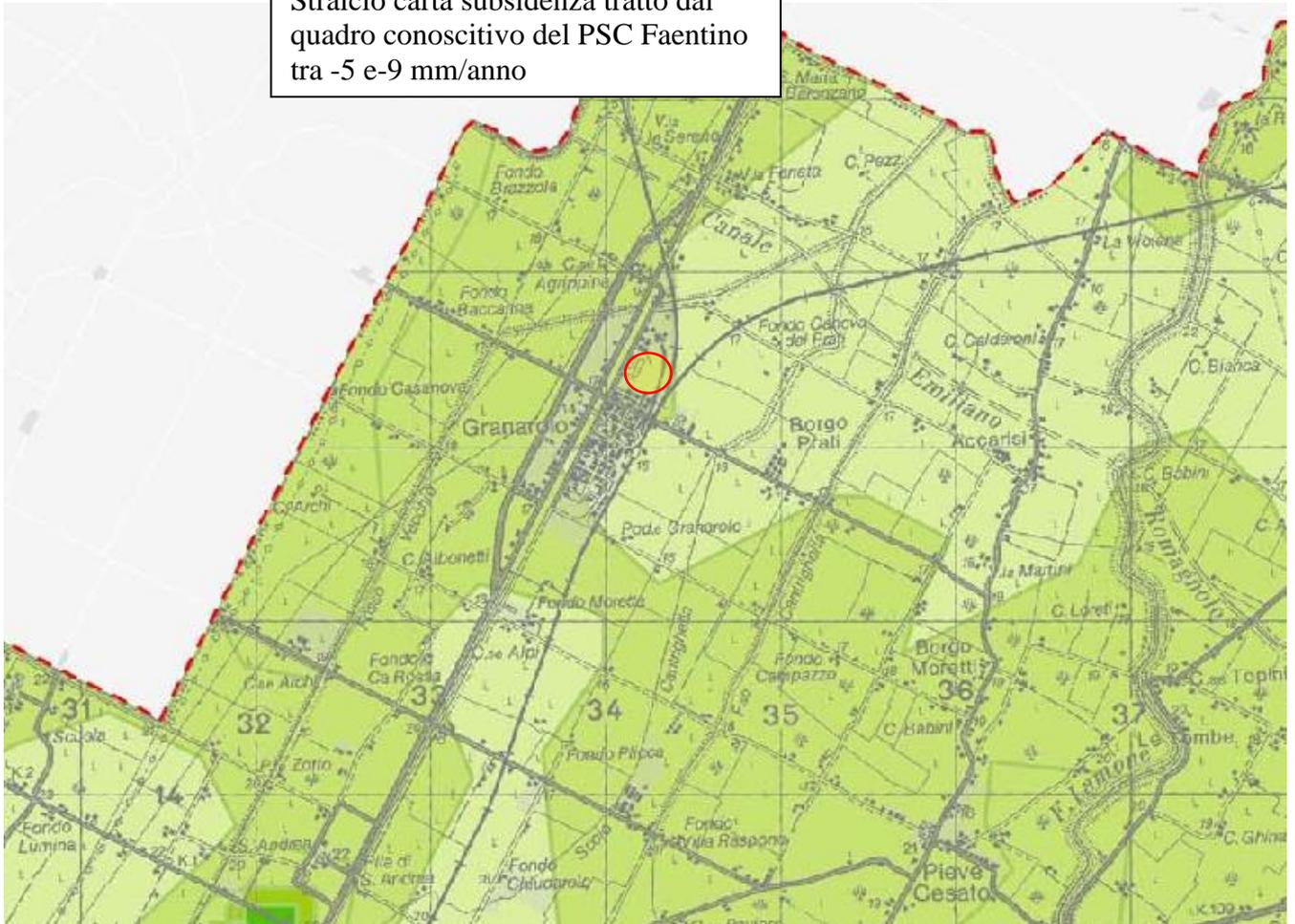


Dossi fluviali sub-attuali



Paleodossi fluviali

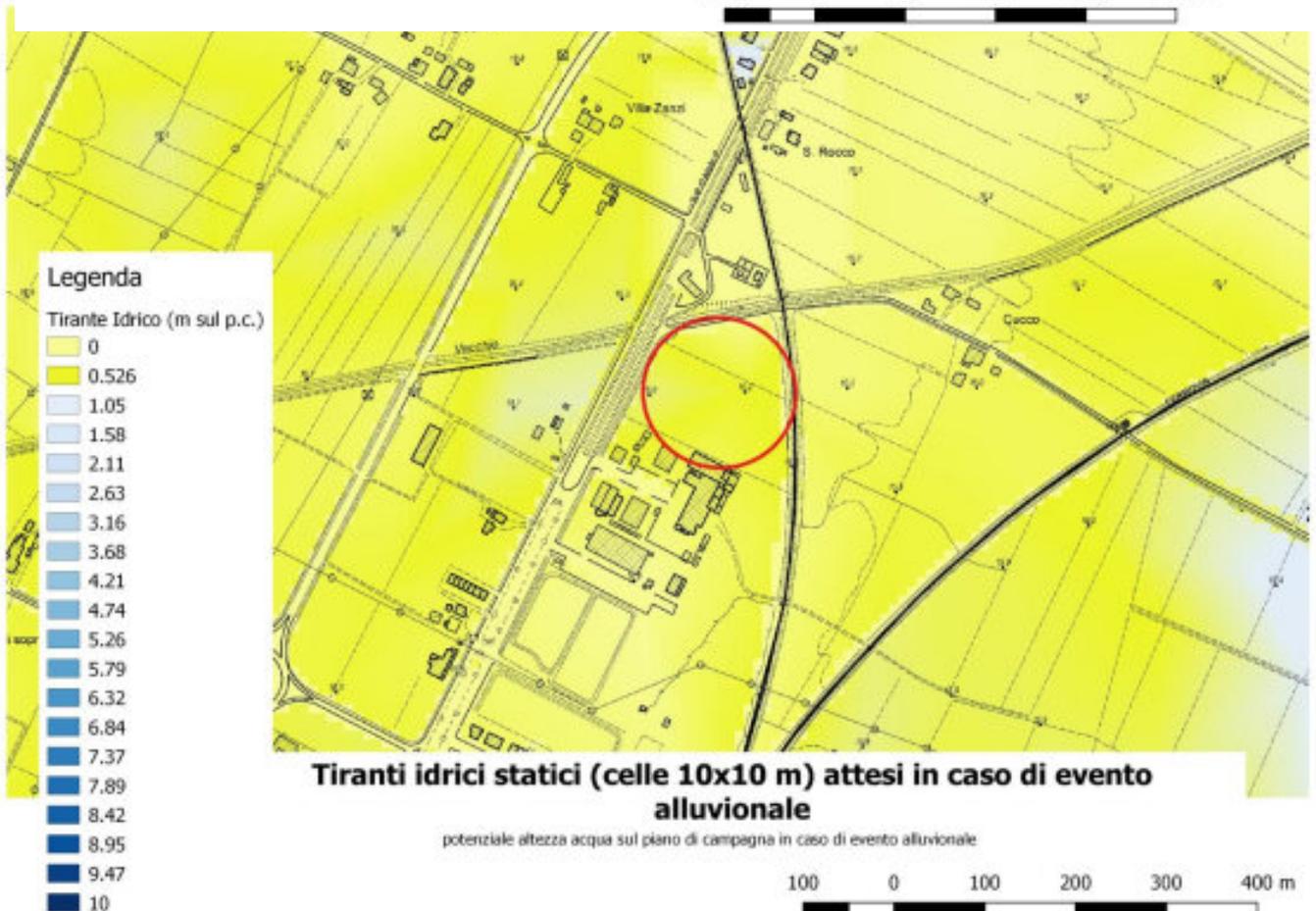
Stralcio carta subsidenza tratto dal quadro conoscitivo del PSC Faentino tra -5 e-9 mm/anno

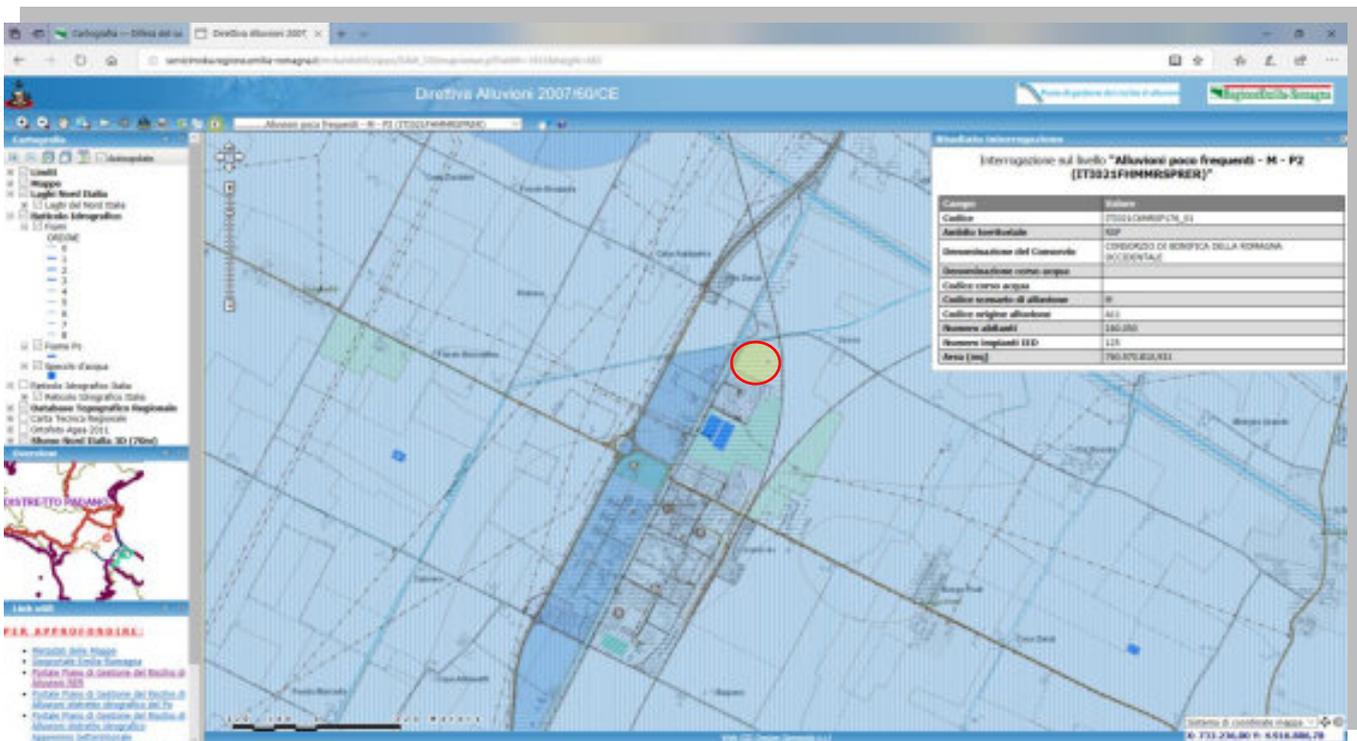
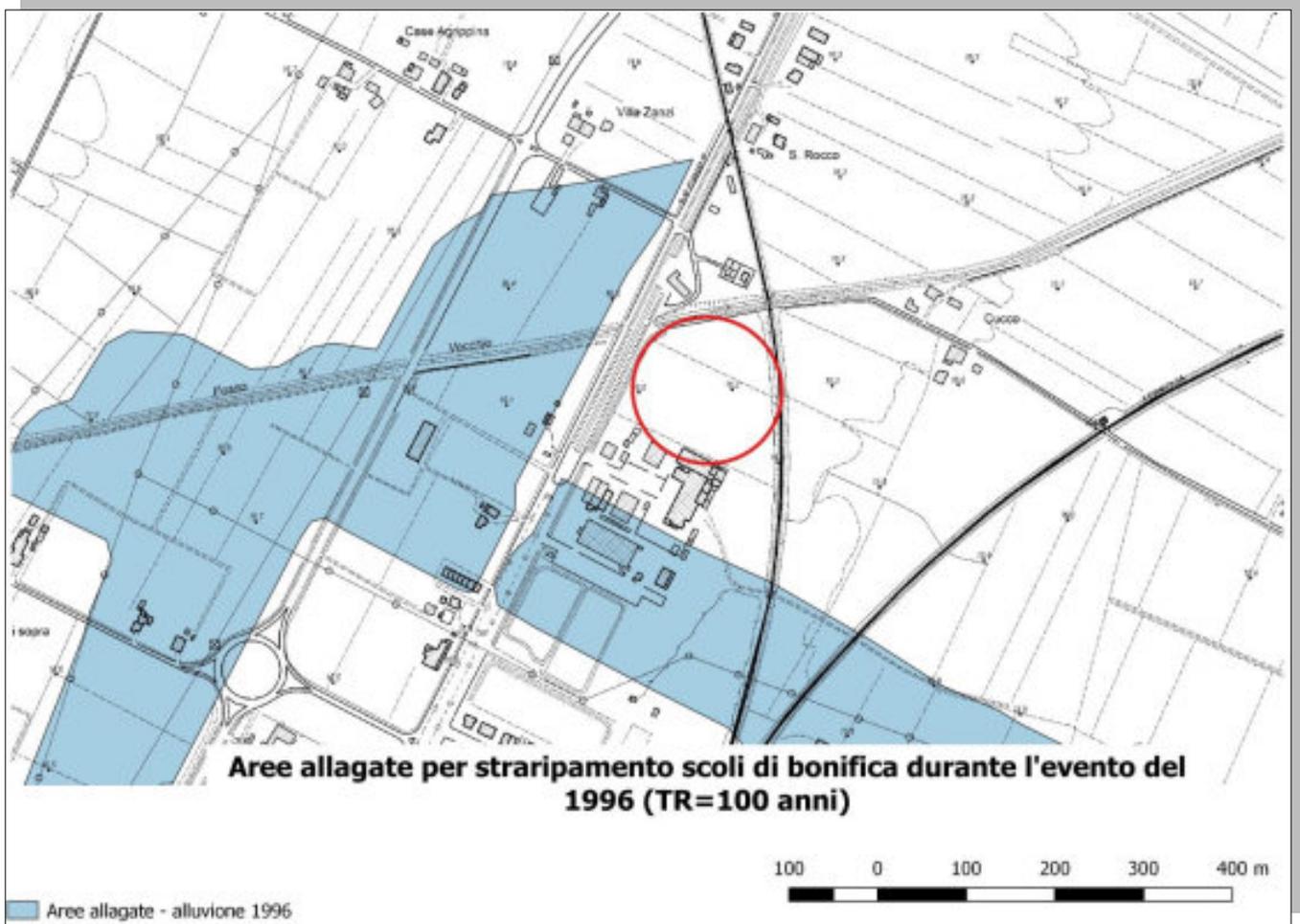


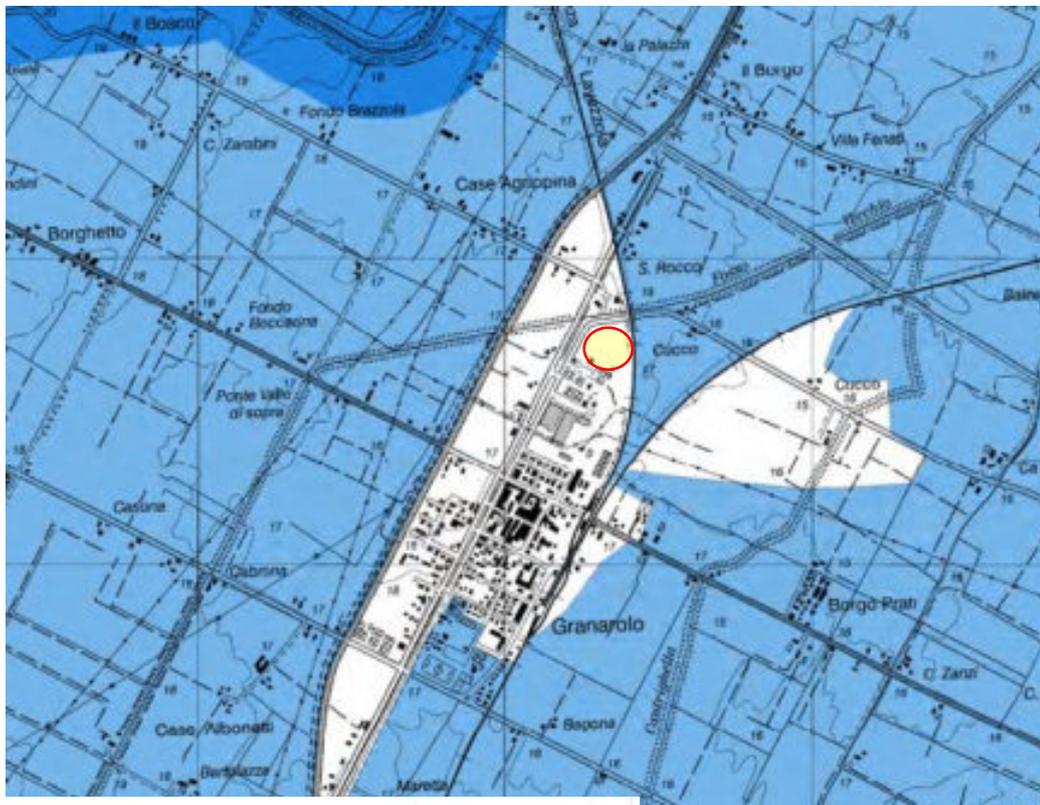


DEM (celle 10x10 m) di riferimento per i Tiranti idrici (Prov. RA)

100 0 100 200 300 400 m







Regione Emilia-Romagna

Regione Toscana

AUTORITA' di BACINO del RENO

Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e i Piani Stralcio di bacino

Piano Stralcio per il bacino
del torrente Samoggia
aggiornamento 2007

Piano Stralcio
per l'Assetto Idrogeologico
art. 1, l. 3, 10, 11 e 20 e c.c.
(Senio Reno, torrente Idice-Savena vivo,
torrente Sillaro, torrente Sartano)

Piano Stralcio per il bacino
del torrente Senio
Revisione Generale

Piano Stralcio
per il sistema idraulico
Navile - Savena Abbandonato

TAVOLA MP 12
MAPPA DI PERICOLOSITÀ DELLE AREE
POTENZIALMENTE INTERESSATE DA ALLUVIONI

SCALA 1:25.000

Il Presidente
dell'Autorità di Bacino del Reno
Paola Gazzolo

I Progettisti
Dott. Ing. Gabriele Strampelli

Il Segretario Generale
dell'Autorità di Bacino del Reno
Arch. Paola Altobelli

Dott. Ing. Lorenza Zamboni

Bologna, 7 novembre 2016

LEGENDA

scenari di pericolosità

-  P3 - Alluvioni frequenti
-  P2 - Alluvioni poco frequenti
-  P1 - Alluvioni rare
-  Confine amministrativo
Autorità Bacino Reno

5. IDROGEOLOGIA

La falda libera superficiale ha una particolare incidenza ed un ruolo peculiare ai fini edificatori, sia per quanto riguarda la sua possibile influenza sui parametri del carico ammissibile, sia per la salubrità degli edifici, sia per le possibili invasioni di acqua in eventuali scantinati, sia per la sua influenza sulla risposta sismica del terreno.

Al fine di caratterizzare la falda freatica della zona di interesse sono stati raccolti dati freaticometrici relative a indagini geognostiche realizzate nella zona, eseguendo opportune verifiche in campagna che hanno confermato i caratteri idrogeologici del territorio dai valori freaticometrici riscontrati.

Per l'area in esame il suddetto studio evidenzia valori compresi tra -1.5 m e -2.0 m dal piano di campagna.

I livelli misurati nelle prove eseguite sul sito di interesse, ha evidenziato valori compresi tra -1.7 m e -1.9 m dal piano di campagna.

L'analisi della carta delle isofratriche evidenzia per la zona in esame un generale deflusso idrico verso ENE.

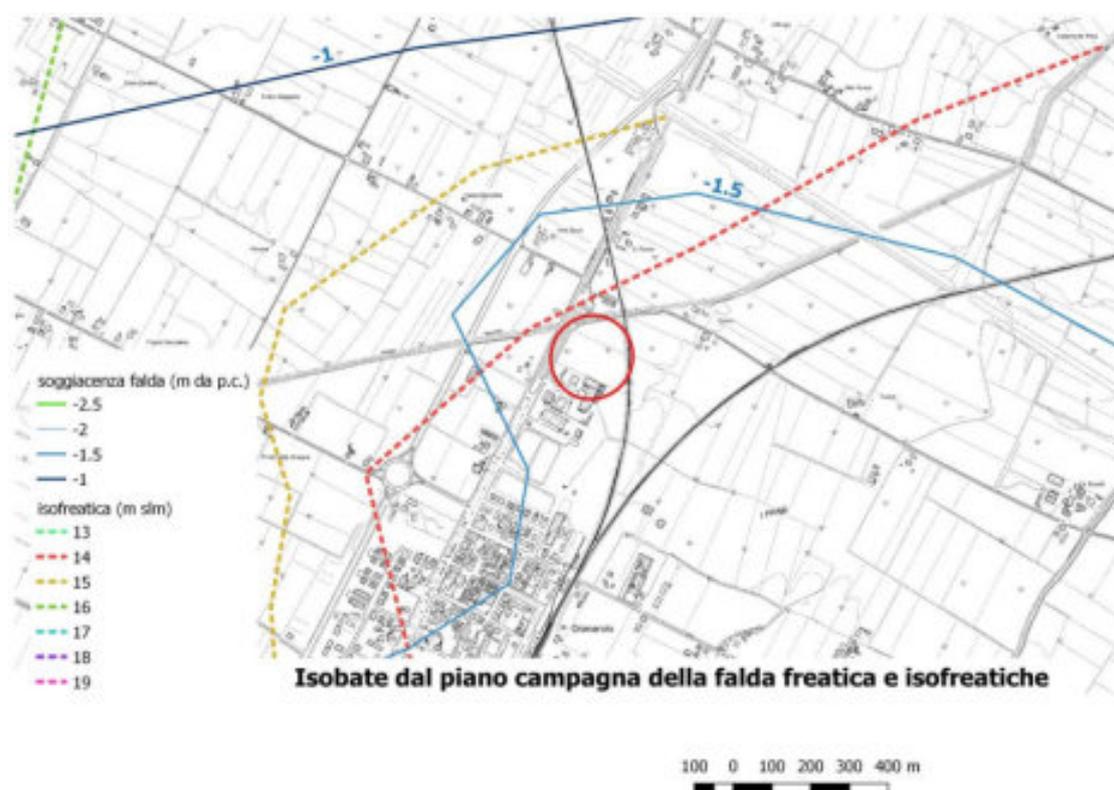
Lo schema idrogeologico profondo è caratterizzato da una copertura alluvionale di terreni sostanzialmente impermeabili che ricoprono e proteggono la sottostante conoide distale del Fiume Lamone, che contiene i principali acquiferi della zona.

Per avere una visione della stratigrafia idrogeologica si riporta quella ricavata dalla scheda di un pozzo in adiacenza all'area di interesse e estratto dal data base della Regione Emilia-Romagna.

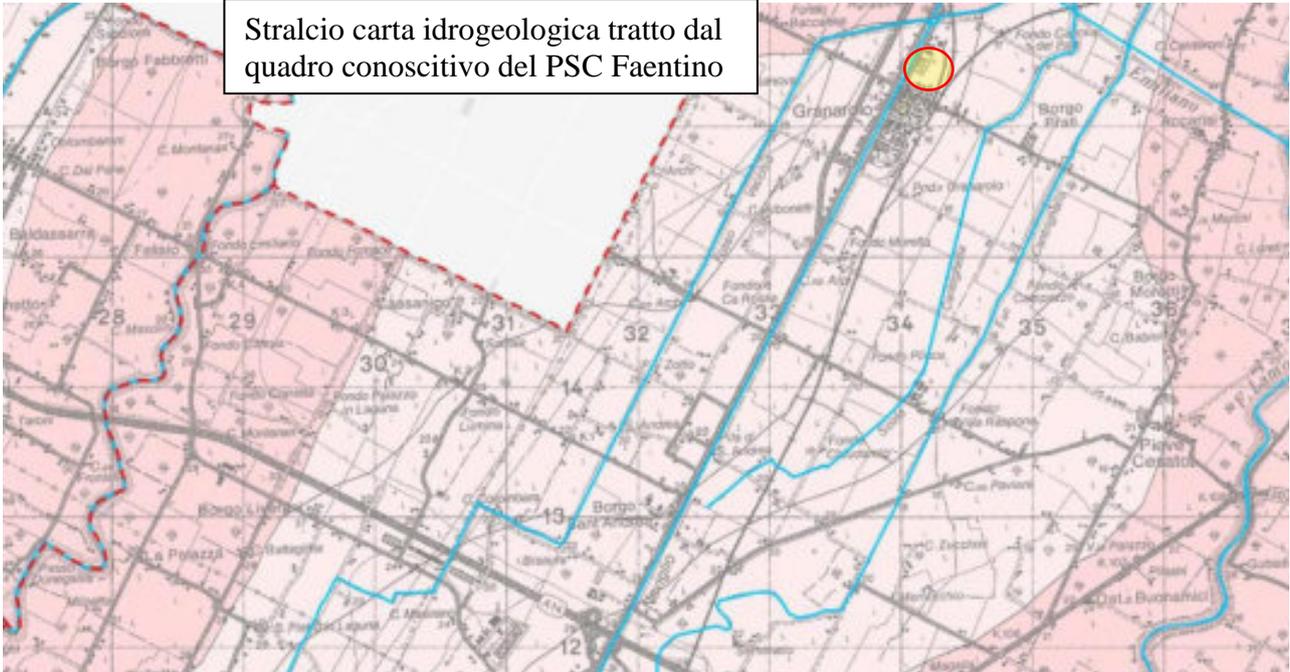
Pozzo di riferimento sigla 239040P606

Prof. da p.c. (m)	Descrizione litologica tratta dalla scheda pozzo	Falda captata
Da 0 a 0.7 m	Terreno di riporto	
Da 0.7 a 30 m	Argilla gialla compatta	
Da 30 a 110 m	Argilla scura tenera	
Da 110 a 148 m	Argilla scura compatta	
Da 148 a 153	Sabbia	Falda captata

La scheda riporta un livello statico a circa -16 m dal p.c. nel 1991.



Stralcio carta idrogeologica tratto dal quadro conoscitivo del PSC Faentino

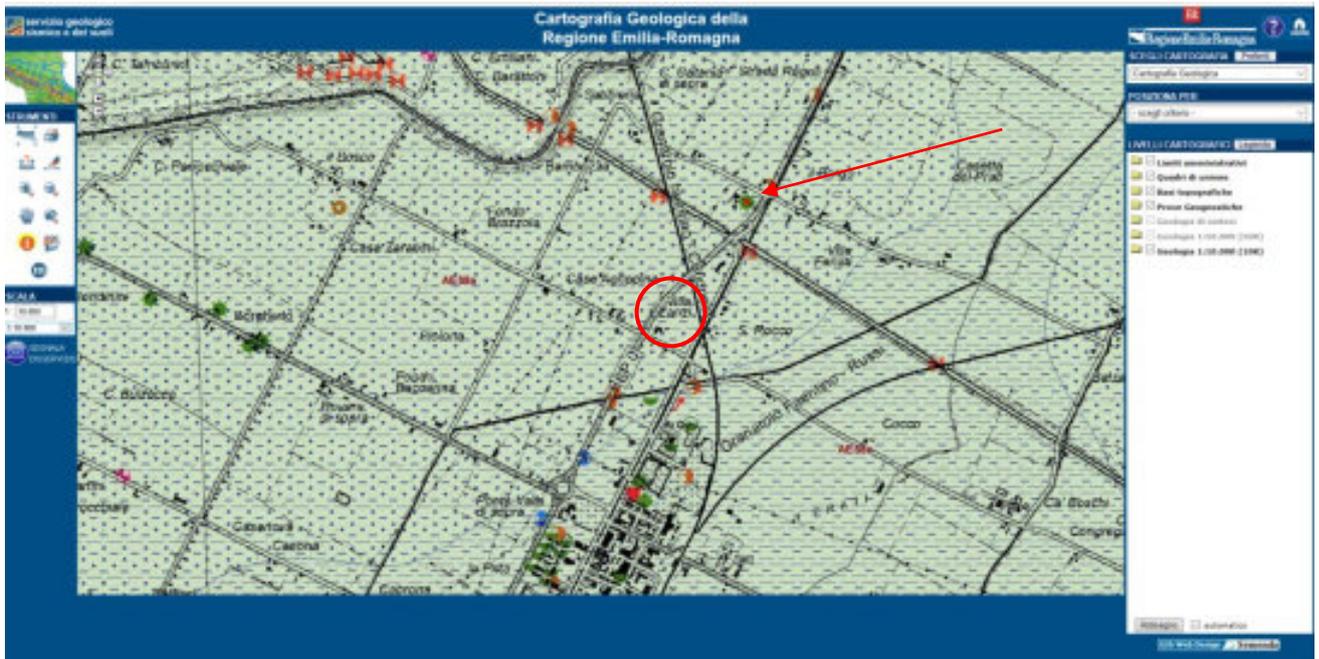


-  Reticolo idrografico
-  Principali invasi idrici
-  Sorgenti
-  Risorgive

Zonazione dei terreni e delle rocce affioranti in base al grado di permeabilità (G. Castany, 1982)

-  Rocce e terreni permeabili ($K > 10^4$ m/s)
(Formazione Gessoso-Solfifera, "Spungone", Formazione delle Sabbie Gialle, Alluvioni dei dossi fluviali sub-attuali, Alluvioni di fondovalle e depositi alluvionali in evoluzione)
-  Rocce e terreni mediamente permeabili ($10^4 < K < 10^7$ m/s)
(Membri prevalentemente arenacei della Formazione Marnoso-Arenacea, Litofacies arenaceo-sabbiosa della Formazione delle Argille Azzurre, Alluvioni di paleodosso fluviale, Alluvioni di interdosso)
-  Rocce e terreni poco permeabili ($10^7 < K < 10^9$ m/s)
(Membri prevalentemente pelitici della Formazione Marnoso-Arenacea, Litofacies pelitico-sabbiosa della Formazione delle Argille Azzurre)
-  Rocce e terreni impermeabili ($K < 10^9$ m/s)
(Formazione dei Ghioi di Letto, Formazione delle Argille Azzurre)

Pozzo profondo di riferimento



P606

Regione Emilia-Romagna **IST. 132** **65/130** **gheda da ritornare al Genio Civile**
COMPENSO **1:2500**
NUM. 62
 Pratica n°
 COMUNE-Località
 -Ditta **PROGER S.R.L. - Gaddoni Gabriele - Ercolani Ettore**
 residente a **Faenza** in Via **Baccarini n. 39/21**
 -Pozzo ad uso **domestico** in Comune di **Faenza**
 Frazione **Granarolo** Località _____ **Map. n. 151/9. 8**
 -Data di ultimazione della perforazione: **01.03.1991** **GUBERTI ALVARO**
 di **CESARE** s.r.l.
 Perforazione pozzi artesiani
 Via Caracciolo, 1 - 41 - Tel. 550128-540593
 46025 RUFFI (RA)
 C.F. e P.IVA: 0207900027

ARON 12_34

CARATTERISTICHE DEL POZZO
 *avanpozzo (sì o no) **NO**
 *diametro interno tubi cm. **114**
 *profondità mt. **153**

EQUIPAGGIAMENTO
 *tipo della pompa **SOMMER SA**
 *potenza cv **15**
 *prevalenza mt. **50**
 *portata lt/sec. **80**

-Livello statico mt. **16**
 -Portata pozzi lt/sec. **80**
 -Superficie irrigata ha. _____ ca. _____
 -Consumo giornaliero (24 ore): metri cubi _____

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera.

Data **01.03.91**
 Firma **De Fioresi G. G.**
 P.IVA n. 01080900391
 C.C.I.A.A. R.D.M. 19872

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Indicare la natura dei terreni e le **FALDE ACQUIFERE** attraversate

Indicare la natura dei terreni e le FALDE ACQUIFERE attraversate	Profondità esposte
-da mt. 0 a mt. 0,70 terreno di riporto	0,28
-da mt. 0,70 a mt. 30 argilla gialla compatte	12
-da mt. 30 a mt. 110 argilla senza ferro	44
-da mt. 110 a mt. 140 argilla senza compatte	59,2
-da mt. 140 a mt. 153 abbine - s. corrento	X/61,2
-da mt. _____ a mt. _____	
-da mt. _____ a mt. _____	
-da mt. _____ a mt. _____	

Localizzazione del pozzo
 Long. **469** Lat. **165** Ra. **26**
 Quota piano campagna s.l.m. _____

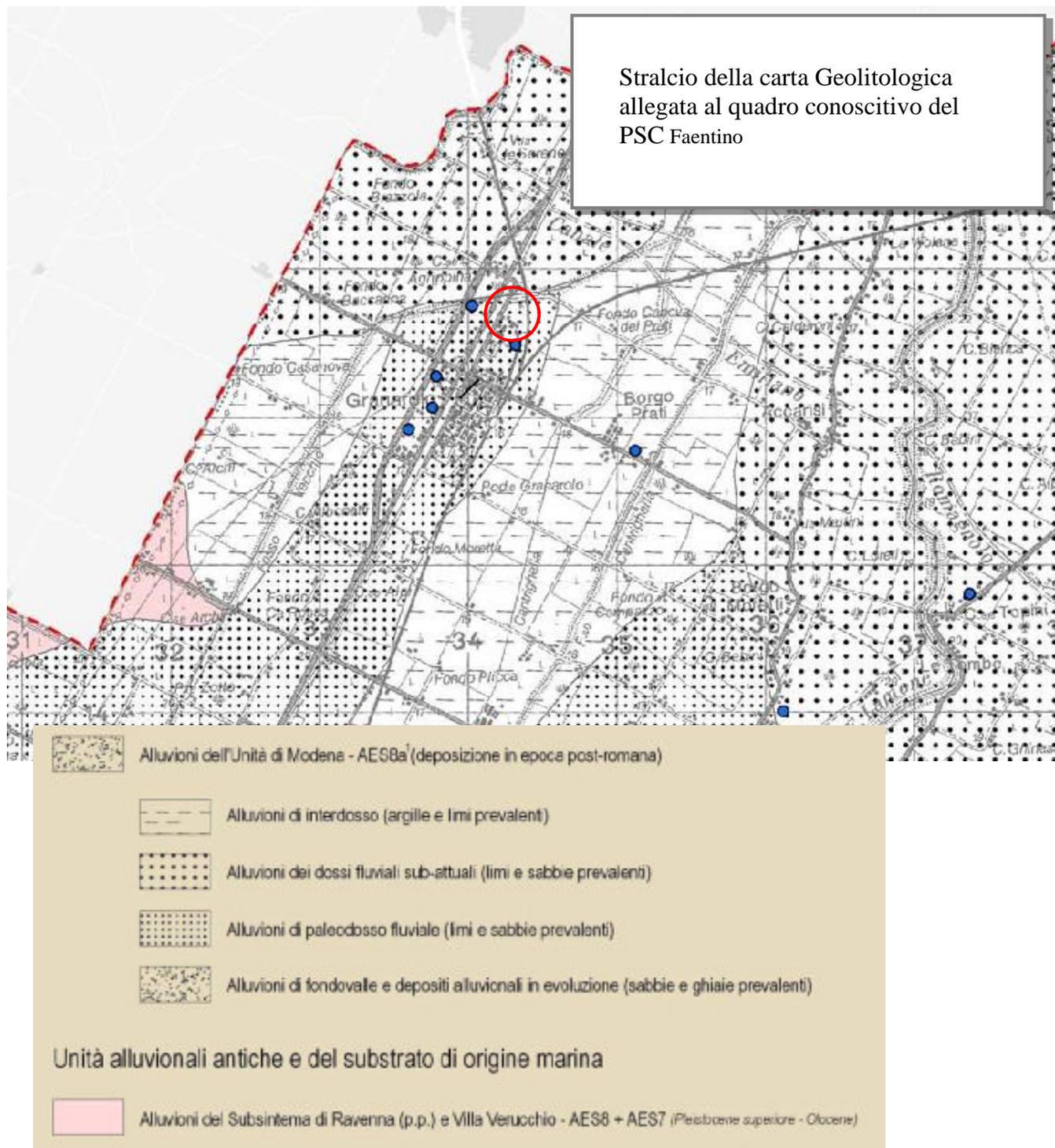
ANNOTAZIONI:

N.B. Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da Laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.

6. LITOLOGIA SUPERFICIALE E PEDOLOGIA

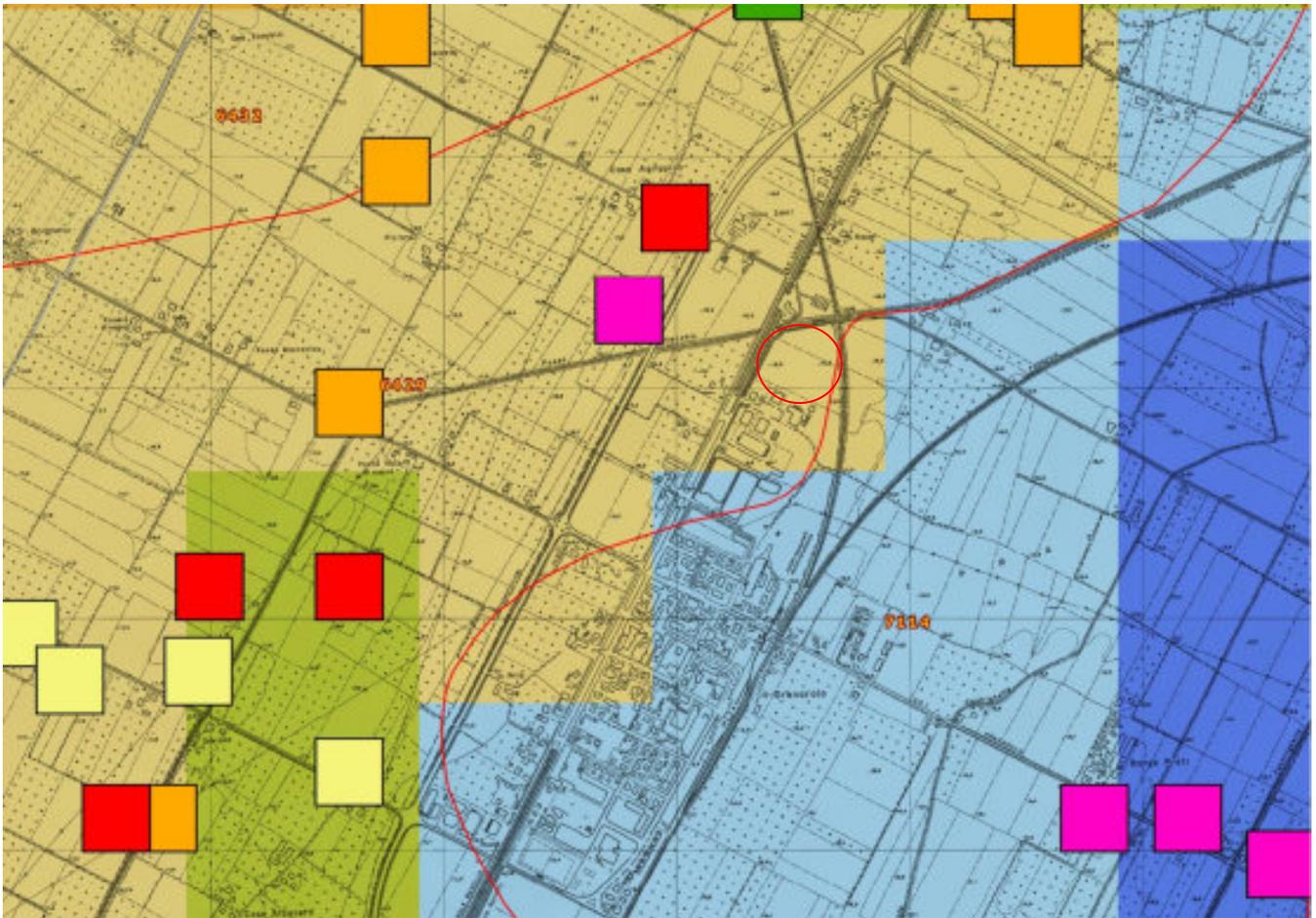
La carta Geologica e dei Suoli Regionale evidenzia per la massima parte dell'ara in esame litologie franche.

In base alla carta geolitologica allegata al quadro conoscitivo del PSC Faentino, l'area risulta interessata da un paleodosso fluviale. Mentre dalla carta geologica della RER si osserva che il sito è interessato dall'Unità di Modena – AES8a- Argilla Limosa – zona inerfluviale - piana alluvionale.



La pedologia evidenzia per l'area in esame i suoli appartenono al complesso dei suoli SANT'OMOBONO franco limosi / SANT'OMOBONO franco argillosi limosi. Il cui assetto colturale ottimale è a vigneti, frutteti: pomacee, barbabietole da zucchero.

Per l'area in esame i suoli presentano un tessitura franca.



Legenda

Province



Comuni



Carta Suoli 1:50.000



delineazione di suolo

Tessitura 0-30cm



AL - argilloso limosa



FLA - franco limosa argillosa



F - franca



FL - franco limosa



FS - franco sabbiosa

7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di verificare le caratteristiche geomeccaniche del terreno interessato all'intervento ed in considerazione del rilievo effettuato, sono state realizzate n. 9 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono. Mentre per la valutazione dell'amplificazione sismica di risonanza del substrato di interesse e della V_{S30} è stata realizzata una misura HVSR, utilizzando il TROMINO, uno strumento in grado di misurare i microtremori. Inoltre, si è fatto riferimento anche ad una misurazione MASW eseguita, a cura della PROGEO di Forlì, sul sito di interesse nell'ambito della Microzonazione sismica del PSC dell'Unione Faentina.

7.1 PROVE PENETROMETRICHE

Per le prove penetrometriche si è utilizzato un penetrometro con spinta di 30 tonnellate, montato su sottocarro (peso complessivo 5500 kg), dotato di punta elettrica costruita secondo la tipologia "Gouda" che ha permesso l'acquisizione dei dati ogni 2 cm di avanzamento.

La punta rispetta le dimensioni standard europee:

- Punta conica per la misura della resistenza alla punta con area pari a cm^2 10 ed angolo di 60° ;
- Manicotto per la misura dell'attrito laterale di cm^2 150;
- Sensore inclinometrico per controllare la deviazione delle aste dalla verticale;
- Sensore di temperatura per correggere deriva dovuta al cambiamento di temperatura.

Dall'esame dei dati di lettura sono state costruite le curve che si riferiscono alla resistenza alla punta (Q_c), alla resistenza all'attrito laterale (F_s) le cui rappresentazioni grafiche vengono riportate nei diagrammi allegati.

Dall'indice di comportamento I_c , che è funzione di Q_c e F_s/Q_c , si è giunti alla classificazione dei terreni seguendo la metodologia suggerita dal Robertson in 1990 e utilizzando le metodologie suggerite dal tipo di indagine adottata (test penetrometrici) è stato possibile ricostruire le caratteristiche meccanico-fisiche di ciascuna porzione di terreno presa in considerazione, traducendo in termini meccanici i risultati penetrometrici seguendo criteri suggeriti dalla letteratura.

Le indagini sono state eseguite alla quota del piano di campagna originale. Infatti, si osserva che sul sito era presente terreno di riporto per uno spessore di circa 1.0 m. Le indagini geognostiche sono state realizzate, dopo asportazione del terreno di riporto, alla quota del piano di campagna originale.

Unità A	<i>Da 0.0 m a -0.5 m dal piano campagna.</i> Terreno di alterazione superficiale
Unità B	<i>Da -0.5 m a circa -20 dal piano campagna, massima profondità indagata</i> Limi argillosi a consistenza prevalentemente plastica, localmente molle-plastica, con intercalazione di livelli di sabbia limosa, più frequenti verso il basso, con assetto litostratigrafico lentiforme. I valori penetrometrici sono mediamente compresi tra $0.9 \div 1.0$ MPa e $1.8 \div 2.0$ MPa. Con valori minimi locali attorno a $0.5 \div 0.7$ MPa. Valori attorno a $3 \div 4$ MPa si osservano in corrispondenza del livello di sabbia limosa.

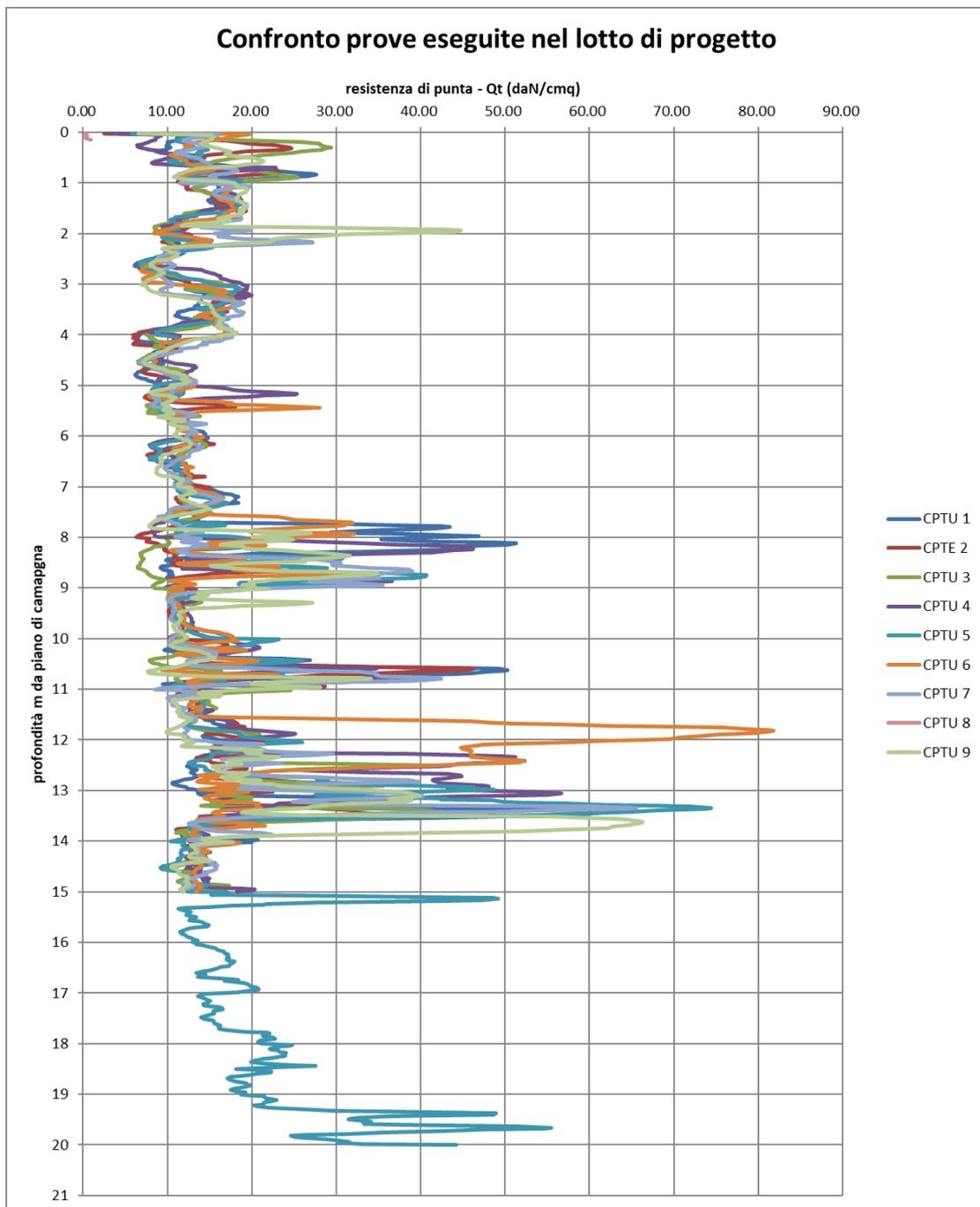
Il livello della falda freatica, misurata all'interno dei fori penetrometrici alla data delle prove, presentava un livello attorno a circa $-1.7 \div -1.9$ m dal piano di campagna attuale.

In generale, dal confronto tra le prove eseguite si osserva che le caratteristiche areali litostratigrafiche del substrato dell'area d'interesse sono nel complesso omogenee, presentando un assetto litostratigrafico lentiforme per i terreni granulari.

Una dissipazione eseguita nella prova n.5 alla profondità di -13.0 m, all'interno di un livello granulare, ha evidenziato un livello idrico posto alla profondità di -1.4 m dal piano di campagna originale.

Dall'interpretazione è risultato una litologia corrispondente a Sabbie, con permeabilità attorno a $1.24 \cdot 10^{-4}$ cm/sec.

Livello falda freatica misurata all'interno dei fori penetrometrici		
<i>n. prova penetrometrica</i>	<i>Data misura</i>	<i>Livello falda idrica da piano di campagna originale (m)</i>
CPTU 1	06 maggio 2018	-1.8 m
CPTU 2	06 maggio 2018	-1.7 m
CPTU 3	06 maggio 2018	-1.8 m
CPTU 4	06 maggio 2018	-1.9 m
CPTU 5	06 maggio 2018	-1.7 m
CPTU 6	06 maggio 2018	-1.8 m
CPTU 7	06 maggio 2018	-1.9 m
CPTU 8	06 maggio 2018	-1.9 m
CPTU 9	06 maggio 2018	-1.9 m



7.2 MISURE DEI MICROTREMORI

Per la valutazione dell'amplificazione sismica di risonanza del substrato di interesse e della Vs30 si è utilizzato il TROMINO, uno strumento in grado di misurare i microtremori.

Il tremore sismico, comunemente definito "rumore sismico", esiste ovunque sulla superficie della terra. Esso è principalmente costituito da onde superficiali, ovvero da onde elastiche prodotte dall'interferenza costruttiva di onde P ed S che si propagano negli strati superficiali. Il rumore sismico è prodotto essenzialmente dal vento o dalle onde marine. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali.

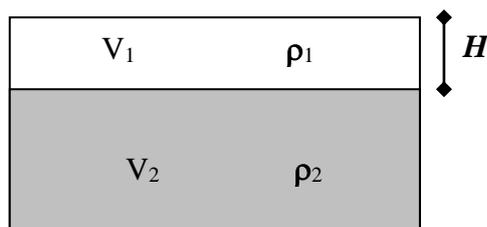
I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S, il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione della velocità di queste ultime.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo da rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoschi e Igaraschi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Considerando lo schema della figura sottostante in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizioni di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$f_r = \frac{V_{s1}}{4 * H}$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi dello spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando la sopra riportata equazione.



L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) in contenuto di frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

Un aspetto assai importante è che il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione per la risonanza del sottosuolo e degli edifici più o meno come una luce bianca diffusa illumina gli oggetti eccitando le lunghezze d'onda tipiche di ciascun oggetto e dandogli il suo tipico colore. Questo risulta molto importante a livello ingegneristico perché se un edificio ha frequenze proprie di vibrazione uguali a quelle del substrato su cui è fondato, durante un sisma, si assiste al fenomeno dell'accoppiamento delle vibrazioni. Questo effetto di amplificazione sismica produrrà un grande aumento della sollecitazione sugli edifici.

La calibrazione delle misure dei microtremori è stata eseguita in base alle indagini geognostiche eseguite sul sito di indagine e utilizzando la MASW eseguita sul sito di interesse in occasione della stesura della Microzonazione sismica del PSC dell'Unione Faentina.

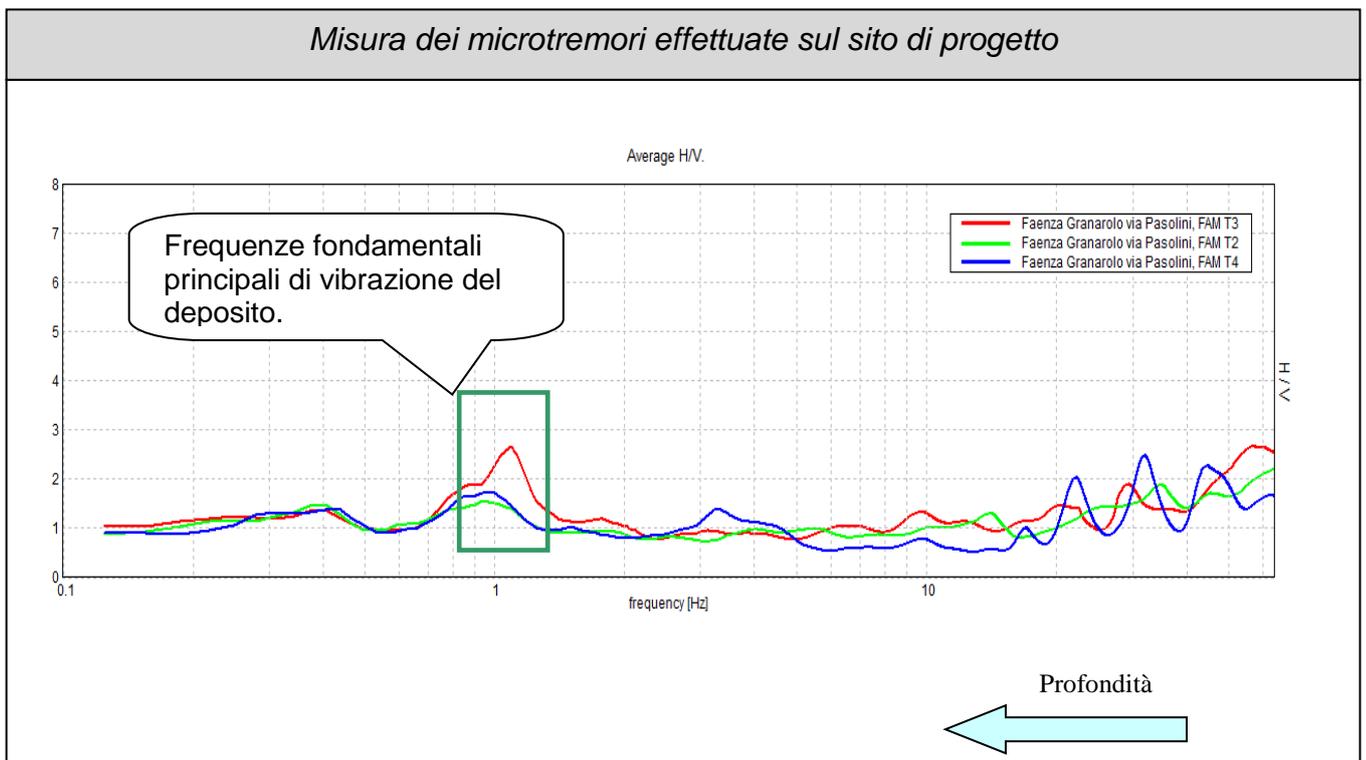
In totale sono state realizzate n. 4 misure, di cui 3 misure coeve. In considerazione dei rumori di disturbo presenti nella zona, per le comparazioni, non è stata considerata la misura n. 1. Le prove eseguite impiegando la suddetta metodologia dei microtremori hanno evidenziato, utilizzando l'inversione H/V con il metodo proposto da Nakamura, secondo la teoria descritta da Aki (1964) e Ben-Menahem & Sing (1981), una **Vs30 attorno a 224÷237m/s**.

L'analisi delle frequenze fondamentali di amplificazione del sito evidenzia l'amplificazione di risonanza tipica del terreno e, di conseguenza, l'altezza critica degli edifici che in caso di sisma possono entrare in risonanza con il terreno.

Nel caso specifico è possibile individuare, in prima analisi, la sottostante frequenza fondamentale per il deposito esaminato.

Frequenze fondamentali di vibrazione del deposito		
	Frequenza - f (Hz)	Periodo - T (sec)
principale	0.8÷1.22	1.25÷0.81
secondaria	0.4÷0.43	2.5÷2.3
secondaria	4.57	0.21

La progettazione e le verifiche del modello sismico delle opere in progetto potranno essere utilmente confrontate con la frequenza fondamentale del sito indagato.



8. MICROZONAZIONE SISMICA

Da quanto riportato sul PSC Faentino l'area appartiene ad un ambito con depositi di terreni granulari da sciolti a mediamente addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 variabili tra <180 e 360 m/s.

Questa area rientra tra quelle analizzate da un punto di vista sismico. Si osserva che ricade nella attorno a Granarolo, caratterizzata da fattore di amplificazione $FA_{0.1-0.5} = 1.8$, su cui è prevista un'analisi di secondo livello.

N.T.C. 17-01-2018

Le misure dei microtremori, realizzate con il "Tromino", confrontate con le indagini geognostiche e con la MASW, eseguita nell'ambito della pianificazione del PSC dell'Unione della Romagna Faentina, hanno permesso di verificare una **Vs30 attorno a 224÷237 m/s, quindi suoli di categoria C.**

Latitudine	44.3639
Longitudine	11.9396
Tipo di opera	2
Classe d'uso	Classe II
Vita Nominale (V_N)	≥ 50 anni
Coefficiente d'uso (C_U)	1.0
Vita di riferimento ($V_N \times C_U$)	50 anni
Accelerazione su suolo di riferimento rigido - SLV (ag/g)	0.195
Categoria di sottosuolo	C
Coefficiente di amplificazione per tipo di suolo (S)	1.42
Categoria topografica (T1)	1.0
Coefficiente di amplificazione per categoria topografica (S_T)	1.0
Accelerazione massima al suolo (a_{max}/g) = (ag/g)*S*S _T	0.276

D.G.R. n. 2193/2015

L'area di interesse si trova in ambiente di "PIANURA 2".

In ogni caso, dallo studio eseguito, il substrato con $v_s > 800$ m/s si trova ad una profondità sicuramente superiore ai -100 m, come riscontrabile dalla Carta Sismotettonica pubblicata dalla Regione Emilia-Romagna e come osservabile dalla curva h/v del tromino che evidenzia il bedrock con $V_s > 800$ m/s a frequenze attorno a 0.4 Hz, quindi molto profonde.

Sempre da tale cartografia si osserva che il meccanismo focale sismico si riferisce a comportamenti compressivi (faglia inversa).

PIANURA 2: settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 m da p.c. e dal tetto del substrato rigido a circa 150 m da p.c.;

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400
F.A. PGA	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5
F.A. SI1	2.0	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6
F.A. SI2	3.1	3.0	2.7	2.4	2.1	2.0
F.A. SI3	3.6	3.3	2.9	2.5	2.2	2.0

Pianura 2. Tabella dei Fattori di Amplificazione PGA, SI1, SI2 e SI3.

La prova eseguita utilizzando la metodologia dei microtremiti ha evidenziato, utilizzando l'inversione H/V con il metodo proposto da Nakamura, secondo la teoria descritta da Aki (1964) e Ben-Menahem e Sing (1981), una V_{s30} media attorno a 231 m/s.

Pertanto, il fattore di amplificazione da utilizzare saranno

- F.A. P.G.A. = 1.7
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.1s < T_0 < 0.5s$ = 2.0
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.5s < T_0 < 1.0s$ = 3.0
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.5s < T_0 < 1.5s$ = 3.3

Per quanto riguarda l'ag al suolo attribuita al sito in esame, facendo sempre riferimento alla già citata D.G.R., si ha un valore pari a $a_g = 0.195 * 1.7 = 0.331g$, quindi superiore a quanto ottenuto seguendo le procedure della normativa nazionale.

8.1 Assestamenti terreni coesivi post-sisma

Dall'analisi geostatica dei dati ricavati dalla prova penetrometrica CPTU, osservabili dai cross-plot riportati a tergo dei grafici penetrometrici e di interpretazione, si nota che le variabili dei terreni fini indagati presentano un maggiore addensamento nel campo di quelli relativamente sovraconsolidati. Nessun punto ricade in quello dei terreni sensitivi. **Pertanto, i terreni fini del substrato indagato non sono sensitivi** e quindi non sono potenzialmente soggetti a significativi importanti cedimenti in caso di un sisma di progetto.

Per quanto riguarda gli assestamenti post sismici dei terreni fini è stata condotta un'analisi utilizzando la metodologia di Robertson & Cabal (2009) che ha evidenziato cedimenti attorno a 2÷8 cm (analisi RSL), perfettamente compatibili nei termini degli SLV con le prevedibili strutture di progetto. Come riportato da Sowers (1962) indica valori ammissibili dei cedimenti assoluti delle strutture pari a 15÷30 cm in riferimento alla funzionalità del collegamento alle reti dei servizi e di 30÷60 cm in riferimento alla funzionalità di accesso all'edificio.

8.2 Analisi del rischio dei fenomeni cosismici

Al fine di comprendere al meglio il possibile rischio a cui potranno essere soggette le future strutture di progetto relativamente alla pericolosità cosismica di liquefazione dei terreni del substrato del fabbricato in esame, si analizza il concetto di Rischio.

Per la valutazione del Rischio si utilizza la seguente relazione:

$$R = P \times V \times E$$

Dove:

- R = rischio
- P = pericolosità: probabilità di accadimento di un determinato evento di una certa intensità in un determinato sito e in un determinato momento.
- V = vulnerabilità: capacità di un certo elemento strutturale e/o non strutturale di resistere a quel determinato evento.
- E = elemento a rischio: valore dell'elemento strutturale e/o non strutturale.

Ora si passa a esaminare i vari fattori della sopra riportata relazione riferiti all'evento liquefazione dei terreni che è un fenomeno cosismico connesso a un determinato sisma di riferimento, nel caso in esame con tempi di ritorno di 475 anni.

Pericolosità

Con il metodo proposto da Facciorusso & Vannucchi (2009) è poi stata definita la pericolosità della liquefazione del deposito in esame. Ovviamente nei grafici si riporta anche la suddivisione delle categorie di suscettività come indicato da Facciorusso per i diversi valori dell'Indice del potenziale di liquefazione.

La probabilità, cioè la pericolosità, viene valutata con il metodo di Facciorusso. Da tale analisi si osserva che la probabilità, in una scala 0-100%, si attesta attorno a 3÷10%, cioè, secondo il giudizio di Facciorusso, il deposito si trova nella casella più bassa, corrispondente al giudizio "non liquefazione quasi certa".

Altro aspetto da tenere in considerazione è poi, eventualmente, quale tipo di evento di liquefazione è possibile che possa verificarsi sul sito in oggetto.

La liquefazione può manifestarsi con tre meccanismi diversi.

1. Liquefazione ciclica (assenza di sforzi di taglio statici pre-esistenti, condizioni di free field e piano di campagna orizzontale). Effetti: crateri e vulcanelli di sabbia, fuoriuscita di acqua.

2. Mobilità ciclica (deboli sforzi di taglio statici pre-esistenti, condizioni di pendio acclivi o di near field). Effetti: deformazioni permanenti e limitate (lateral spreading).
3. Fluidificazione (elevati sforzi di taglio statici preesistenti, condizioni di pendio acclivi o di near field). Effetti: movimento del terreno elevati e rapidi, anche dopo il terremoto, perdita di capacità portante degli edifici, frane.

Ovviamente nei tre casi sopra descritti, la fluidificazione è il fenomeno della liquefazione che presenta la massima intensità delle azioni e degli effetti sul sito ed è quella che presenta la massima pericolosità e deve essere evitata.

Mentre la liquefazione ciclica è una tipologia meno impattante, determinando principalmente un assestamento delle particelle di sabbia per depressurizzazione dovuta alla fuoriuscita di acqua.

Nel caso in esame, essendo la morfologia pianeggiante ed essendo le energie in gioco relativamente non elevate (magnitudo momento massima attorno a $M \approx 4.98$, come da disaggregazione INGV, inferiore rispetto a quanto utilizzato per l'analisi del potenziale di liquefazione pari a $M = 6$) si possono prevedere fenomeni di liquefazione ciclica in "free field" o al massimo di "near field".

Al riguardo si osserva anche che in occasione del recente terremoto dell'Emilia del 2012, non si sono verificati fenomeni di fluidificazione.

Vulnerabilità

In questo caso si deve esaminare quale tipo di danno potenziale è possibile che occorra a seguito di quel determinato evento, ad esempio sugli edifici. Nel caso specifico, in base alle NTC 2018, stiamo parlando S.L.V. (Stato Limite della Vita), cioè di salvaguardia della vita. Cioè, la costruzione può subire dei danni a seguito di un sisma di progetto con tempi di ritorno di 475 anni, ma in ogni caso non ci devono essere perdite di vite umane.

I futuri edifici in progetto saranno sicuramente realizzati nel rispetto delle NTC2018 che dovrà garantire strutture efficienti in grado di resistere a cedimenti anche importanti.

Nel caso in esame i cedimenti massimi post-sisma, come sopra riportati e valutati, comprendendo anche l'assestamento dei terreni fini, presentano valori prevedibilmente compatibili agli SLV con le future strutture di progetto. Si ricorda poi che l'assestamento del terreno sarà generalizzato e quindi i cedimenti differenziali potrebbero essere ridotti al minimo ed essere, in ultima analisi, anche ammissibili dalle future strutture di progetto.

Pertanto, realizzando strutture adeguate, nel rispetto delle NTC 2018, la vulnerabilità in riferimento agli SLV, cioè di salvaguardia della vita, risulterà bassa.

Elementi a rischio

Nel caso specifico trattandosi di fabbricati tipo capannoni su plinti ad uso industriali, i possibili rischi per la vita umana, come previsto per SLV, riguardano la possibilità che l'evento sismico avvenga durante le lavorazioni. Pertanto, dovrà esserci concomitanza tra evento e presenze all'interno della struttura industriale.

Perciò, per le valutazioni del rischio connesso a fenomeni di liquefazione, causati da un sisma di progetto con tempi di ritorno di 475 anni, quindi per gli SLV, si dovranno considerare i potenziali danni causati alla vita umana dal suddetto fenomeno alle persone che lavorano nella struttura industriale.

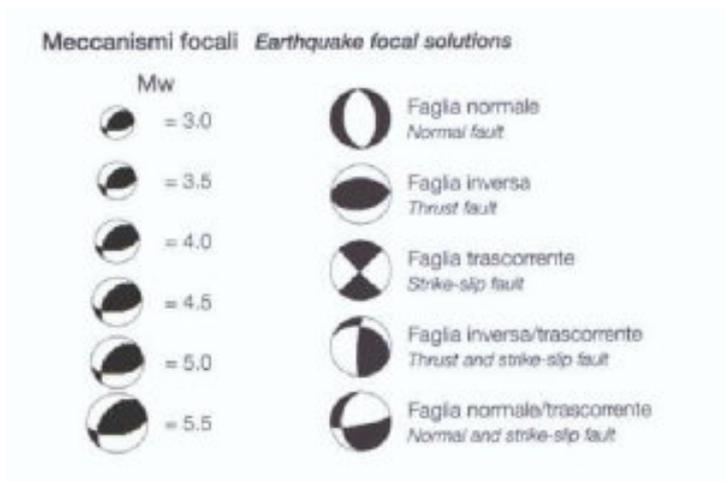
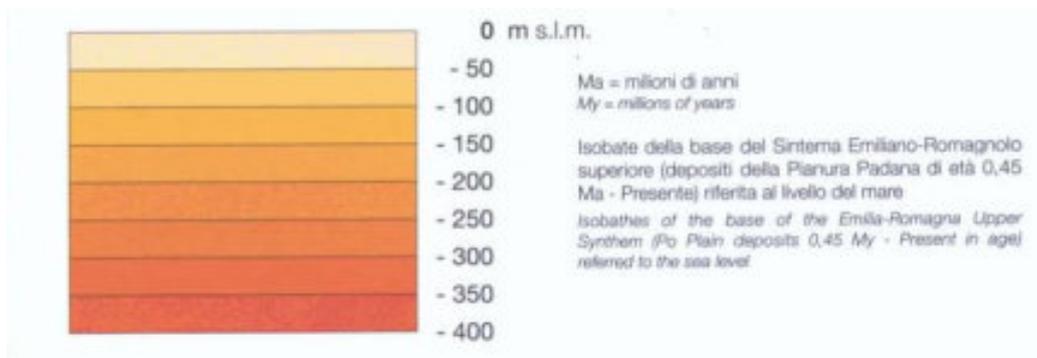
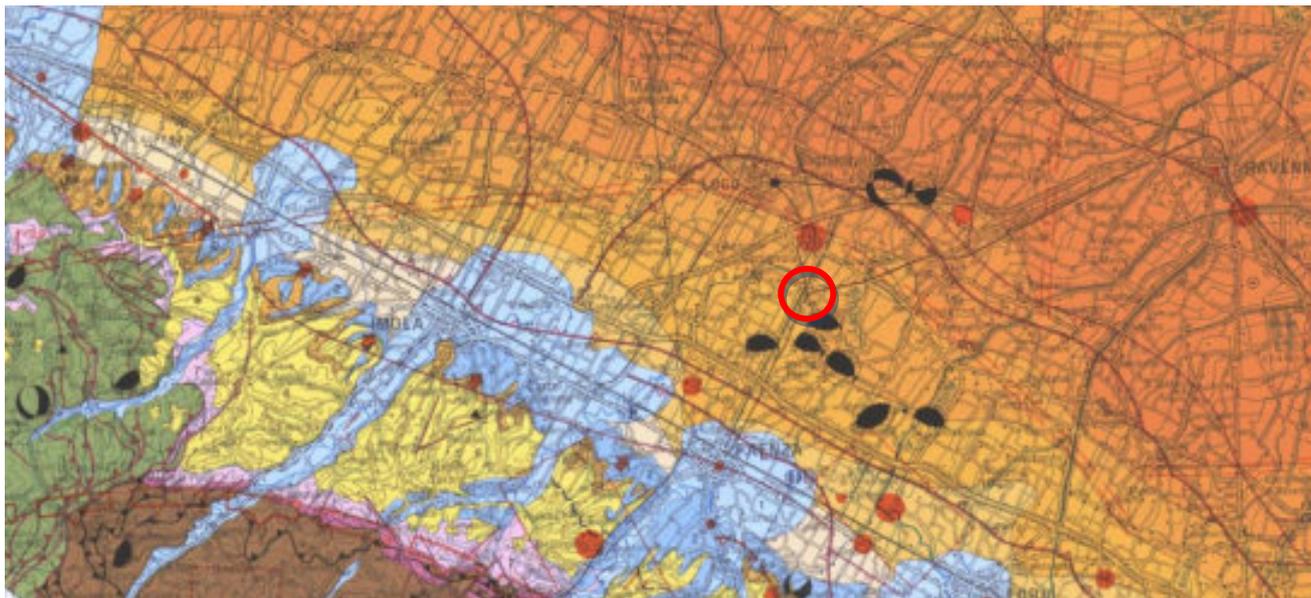
Per quanto sopra descritto, qualora si rispetti quanto riportato, la valutazione del rischio post sismico di liquefazione rispetto allo SLV risulta praticamente nullo, essendo nullo, ovvero molto basso, il rischio rispetto alla vita umana.

8.3 Considerazione conclusiva in merito alla DAL 2381/2015 sugli approfondimenti del terzo livello

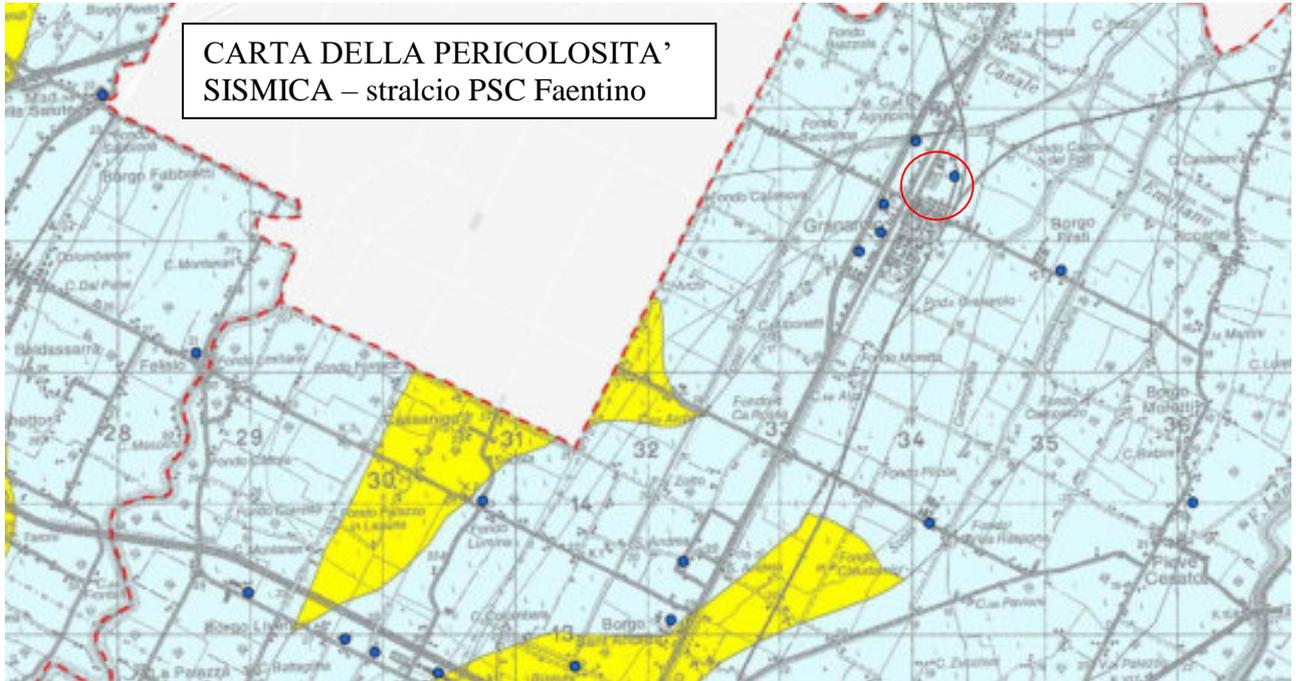
Concludendo, in base alle considerazioni geotecniche, in riferimento al substrato dell'area indagata, si osserva:

- i terreni del substrato in esame è attribuibile un giudizio di pericolosità, in base a quanto proposto da Facciorusso & Vannucchi (2009), corrispondente a **non liquefazione quasi certa**.
- i terreni fini non sono soggetti, in termini generali, a cedimenti post-sisma incompatibili con gli SLV ed essendo molto modesti, anche agli SLD.

Pertanto, per il sito in esame non si avranno rischi connessi a fenomeni cosismici per un sisma di progetto con tempi di ritorno di 475 anni, corrispondente alla valutazione degli Stati Limite della Vita (SLV).



CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA – stralcio PSC Faentino



Categorie di suolo di fondazione

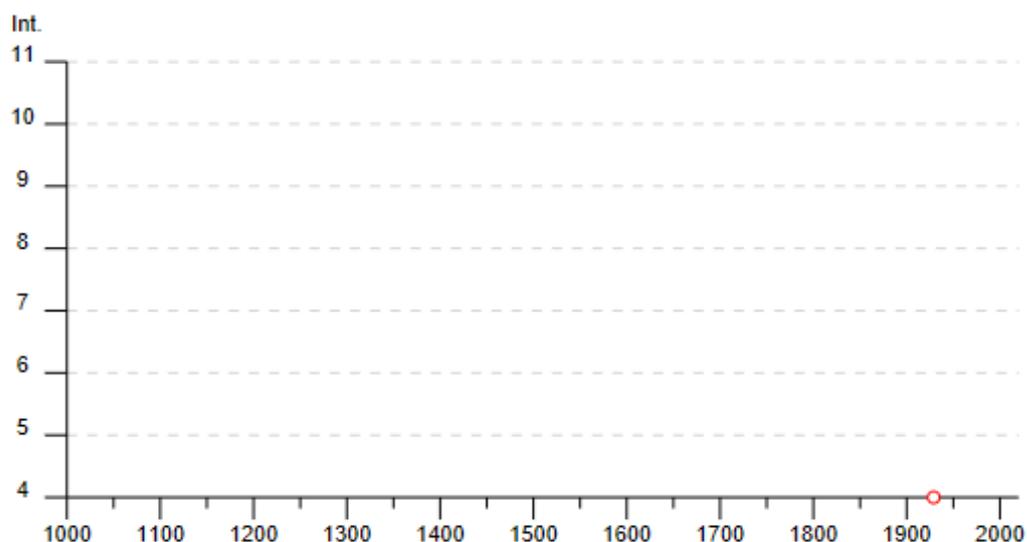
-  A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati d'alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m
-  B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decime di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s
-  C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 e 360 m/s
-  C/D - Depositi di terreni granulari da sciolti a mediamente addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di VS30 variabili tra <180 e 360 m/s
-  E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C e C/D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 >> 360 m/s
-  Isobata 20 metri del substrato rigido

Granarolo

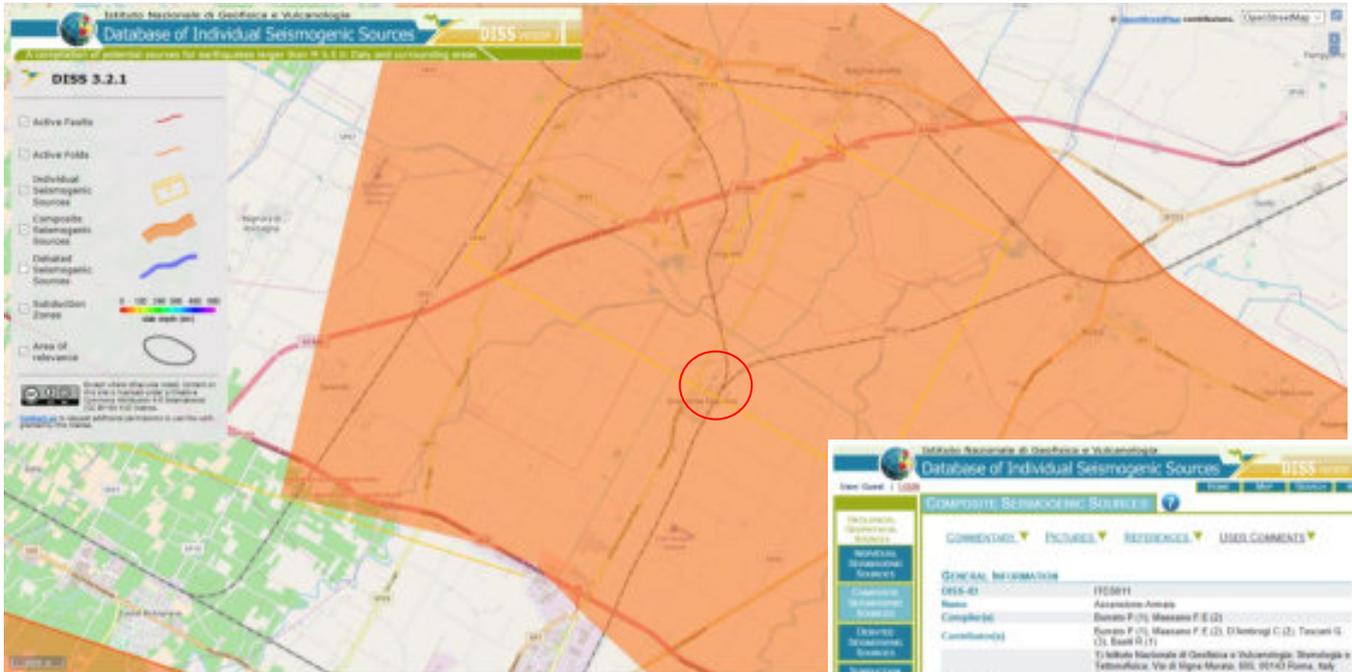


PlaceID IT_41241
 Coordinate (lat, lon) 44.359, 11.935
 Comune (ISTAT 2015) Faenza
 Provincia Ravenna
 Regione Emilia-Romagna
 Numero di eventi riportati 4

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3	🔗	1929	04	10	05	44	Bolognese	87	6	5.05
4	🔗	1929	04	20	01	10	Bolognese	109	7	5.36
NF	🔗	1968	06	18	05	27	Valle d'Aosta	60	6	4.86
NF	🔗	1986	12	06	17	07 1	Ferrarese	604	6	4.43



► Personalizza il diagramma



COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCE

GENERAL INFORMATION

DIS-ID: FERR011
 Name: Appennino Aemulo
 Composite: Ferrara F (1); Massana F E (2)
 Continuity: Ferrara F (1); Massana F E (2); D'Ambrugi C (2); Tossani G (1); Eredi G (1)

APPLICATIVE

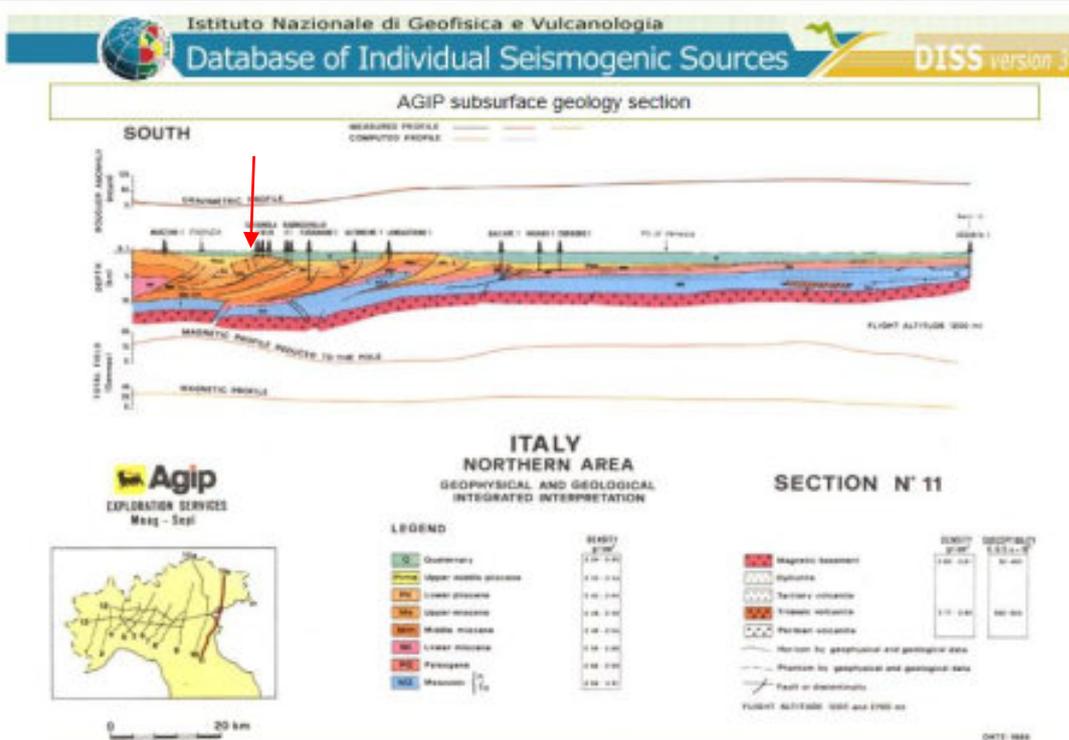
1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Stranologia e Tettonofisica, Via di Vigore Murato, 895, 00143 Roma, Italy
 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, Servizio Geologico d'Italia, Via Vialberto, Bracciano, 48, 00144 Roma, Italy
 3) Università di Pavia, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy

Created: 15-Nov-2013
 Updated: 19-Jun-2015

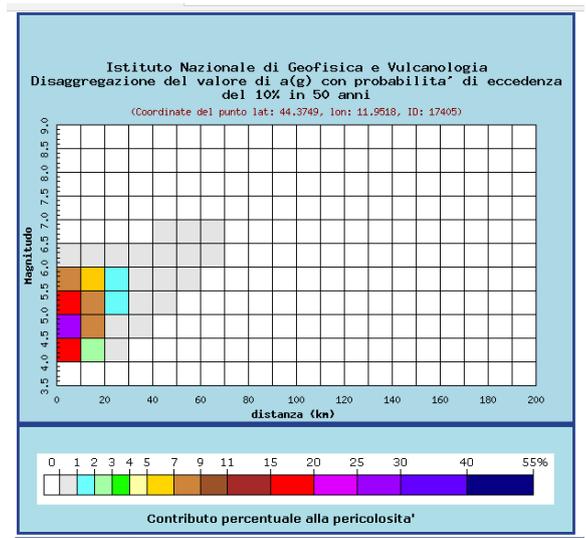
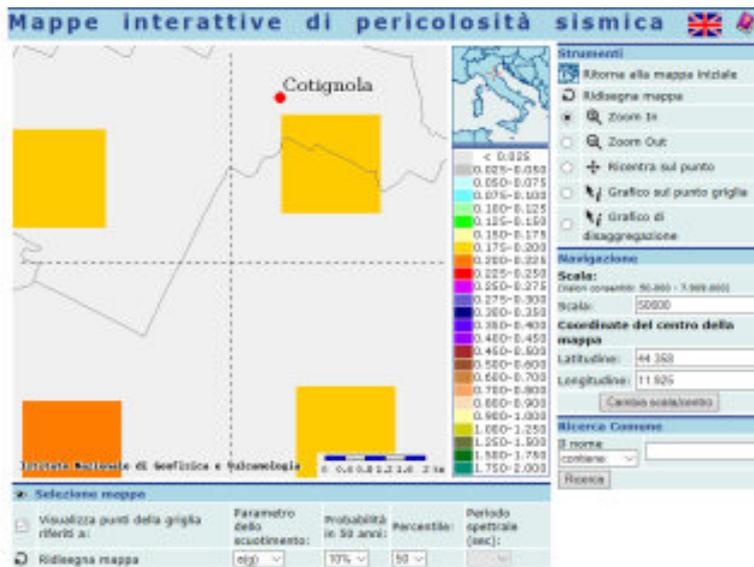
PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quantity	Source
Min depth [km]	2.8	LD
Max depth [km]	10.0	LD
Strike [deg] min...max	110 - 140	LD
Dip [deg] min...max	25 - 40	LD
Strike [deg] min...max	80 - 100	EJ
Slip from [area] min...max	0.15 - 0.30	LD
Max Magnitude [Mw]	6.0	EJ

ACTIVE FAULTS
ACTIVE FOLDS



Oil industry geological cross-section. The Bagnacavallo source is internal with respect to the outermost Ferrara thrust front. Quaternary deposits do not appear to be involved in the deformation (from Cassano et al. [1986]).



Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto lat: 44.3749, lon: 11.9518, ID: 17405)

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	0.000	15.400	29.200	16.900	7.310	0.474	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.550	8.360	8.640	5.700	0.415	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.006	0.459	1.670	1.870	0.193	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.144	0.515	0.080	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.001	0.079	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.016	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.980	8.600	0.990

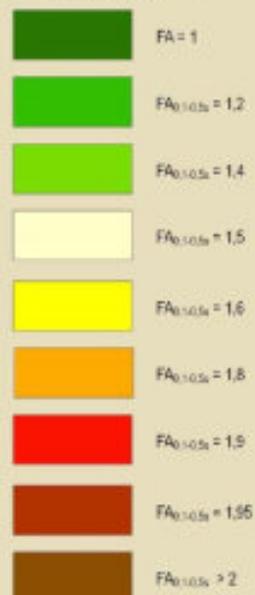


Microzonazione sismica - Il livello di approfondimento

Indagini geologiche e geofisiche "di approfondimento"

- Sondaggio a carotaggio
- ▼ Prova penetrometrica statica (CPT)
- ⊕ Prove Down-hole
- ① Prove MASW

Zone di amplificazione sismica¹



Zone in cui è previsto come necessario il II livello di approfondimento





Piano Strutturale Comunale Associato

Faenza - Bitoletta - Casola Valsenio - Castel Bolognese - Riolo Terme - Solarolo

PSC 2009

Quadro Concettivo

Valori

Documento Preliminare

B.3.3

SISTEMA NATUARALE ED AMBIENTALE

RISCHI NATURALI: carta di sintesi territoriale della microzonazione sismica

scala 1:50000

Coordinamento scientifico:
 Direzione Generale Ambiente e Risorse del Sud-Est della Costa - Regione Emilia-Romagna

  Servizio Geologico
 Servizio e dei Suoli

COORDINATORE GENERALE
Claudio Tassinari

COORDINATORE REGIONALE
Stefano Marini

COORDINATORE LOCALI
Stefano Tassinari

PROGETTORE ALLA FIDUCIA DEL SERVIZIO COMUNALE DI PIANIFICAZIONE
Domenico Calzavara

PROGETTO
Domenico Calzavara

COORDINATORE REGIONALE COMPLESSIVO
Claudio Tassinari

COORDINATORE LOCALI
Stefano Marini

COORDINATORE LOCALI
Stefano Tassinari

Frequenze principali di vibrazione del suolo.



9. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

9.1 METODO UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Un aspetto essenziale del metodo degli stati limite riguarda la scelta dei parametri da introdurre nel modello di calcolo. Riguardo ai calcoli geotecnici con il criterio degli stati limite si devono considerare nelle relazioni i parametri caratteristici.

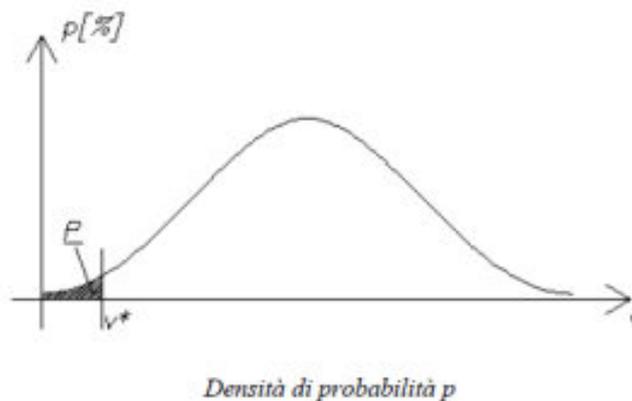
In base all'EC7, al punto 2.4.5.2.2(P), il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore di influenza all'insorgere dello stato limite.

Da ciò discende:

- *Stima cautelativa*: si tratta di una stima che deve essere a favore della sicurezza. Cioè si deve tenere conto dell'incertezza esistente in geotecnica dovuta alla notevole variabilità delle proprietà dei depositi e all'incertezza dovuta alle informazioni non complete generalmente a disposizione tramite prove in situ e di laboratorio;
- *Valore che influenza l'insorgere dello stato limite*: il valore caratteristico è in funzione dello stato limite considerato, ad esempio la rottura al collasso verticale della fondazione. Si osserva che se invece della rottura al collasso verticale, esaminiamo la rottura allo slittamento, il valore del parametro geotecnico sarà generalmente diverso.

L'unica metodologia delineata dall'EC7 per la definizione dei valori caratteristici è di natura statistica, anche se questa non è resa obbligatoria, cioè non deve necessariamente essere adottata dai singoli stati membri.

Nel caso specifico utilizzando il metodo statistico il valore caratteristico di un particolare parametro di calcolo è definito come quel valore al quale è associato una determinata probabilità di non superamento.



Osservando la sopra riportata figura si rileva che P è la probabilità di non superamento della variabile v connessa al valore v^* (valore caratteristico cercato se $P=5\%$). v^* viene quindi calcolato imponendo che l'area P sia uguale a 5%.

In particolare in funzione del volume di terreno coinvolto nello stato limite considerato si possono presentare le seguenti situazioni:

1. Elevati volumi di terreno;
2. Piccoli volumi di terreno;
3. Campioni di scarsa numerosità.

1. Elevati volumi di terreno

Quando la zona di influenza coinvolge elevati volumi di terreno bisogna selezionare un 5° percentile della distribuzione media.

$$x_k = \bar{x} \pm t_{n-1}^{0.95} \left(\frac{s}{\sqrt{n-1}} \right)$$

Dove:

x_k = valore caratteristico desiderato

\bar{x} = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione

t = valore della distribuzione di student ad n-1 gradi di libertà con probabilità u=95%
(ossia $1-\alpha=0.95$ o alternativamente, $\alpha=0.05$)

s = deviazione standard del campione

n = numero di dati

2. Piccoli volumi di terreno

Nel caso che la rottura sia locale, ossia interessi volumi relativamente piccoli del terreno, la formula da applicare è la seguente.

$$x_k = \bar{x} \pm z_{0.05} \cdot s \approx \bar{x} \pm 1.645 \cdot s$$

Dove:

x_k = valore caratteristico desiderato

\bar{x} = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione

z = distribuzione normale standardizzata

s = deviazione standard del campione

3. Campioni di scarsa numerosità

Per campioni di scarsa numerosità è possibile utilizzare anche la più generica equazione di Schneider, che offre la seguente formula semplificata:

$$x_k = \bar{x} * 1 - \frac{COV}{2}$$

Dove:

x_k = valore caratteristico desiderato

\bar{x} = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione

COV = covarianza

Diversi autori propongono valori di covarianza per i vari parametri geotecnici

Shneider (1997)

Angolo di attrito = 10%

Coesione = 40%

Modulo di comprimibilità = 40%

Phoon et al. 1995

Peso di volume naturale = 7%

Valore di q_c (MPa) per sabbie = 38%

Valore di q_c (MPa) per argille limose = 27%

Valore di q_T (MPa) per argille = 8%

Densità relativa (%) per sabbie = 10-40%

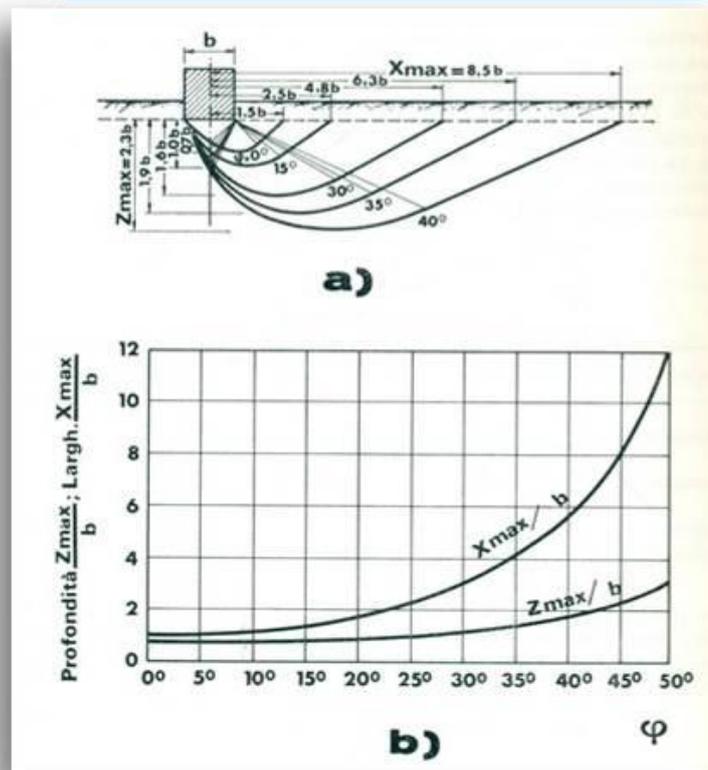
9.1.1 Parametri geotecnici caratteristici per la valutazione delle resistenze di progetto

Nel caso in esame, considerando le sopra riportate relazioni, si riportano i valori caratteristici dei parametri geotecnici ricavati dall'elaborazione delle prove penetrometriche.

Considerando fondazioni superficiali, meccanismo di rottura di tipo generale e il volume interessato dall'inviluppo di rottura, dovranno utilizzarsi i seguenti valori per valutare le resistenze di progetto

Si evidenzia che in considerazione del tipo di prova, penetrometrie, per i terreni a grana fine risultano più attendibili i parametri geotecnici in condizioni non drenate.

Metodo utilizzato per la valutazione del volume interessato dalla rottura



- a) Superfici di rottura per valori diversi dell'angolo di attrito;
- b) Corrispondenti variazioni dell'approfondimento (Z_{max}) e dell'estensione (X_{max}) della superficie di scorrimento.

PER FONDAZIONI SUPERFICIALI A PLINTI

Dimensioni 3x3 m

MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI NON DRENATE B = 3m

Indice di Rigidezza Ir: $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
		570.97	477.32	574.38	
in cui:					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
Go = Modulo di Taglio iniziale	=	345	213	352	daN/cm ²
C' = Coesione Drenata	=	0.455	0.320	0.462	daN/cm ²
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2	=	0.376	0.376	0.376	daN/cm ²
(D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))					
φ = Angolo d'attrito drenato	=	21.7	18.5	21.9	
Indice di Rigidezza Ir critica: $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
		33.50	26.29	33.94	
in cui:					
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	=	1.000			
Meccanismo di Rottura		Rottura Generale	Rottura Generale	Rottura Generale	

MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI drenate B = 3m

Indice di Rigidezza Ir: $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
		588.78	595.79	588.53	
in cui:					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
Go = Modulo di Taglio iniziale	=	326	190	332	daN/cm ²
C' = Coesione Drenata	=	0.403	0.190	0.412	daN/cm ²
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2	=	0.376	0.376	0.376	daN/cm ²
(D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))					
φ = Angolo d'attrito drenato	=	21.9	19.0	22.1	
Indice di Rigidezza Ir critica: $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
		34.06	27.13	34.43	
in cui:					
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	=	1.000			
Meccanismo di Rottura		Rottura Generale	Rottura Generale	Rottura Generale	

Parametro per fondazioni superficiali di larghezza B = 3 m e profondità di posa D = 1 ~ 1 m		Condizioni non drenate			
		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE DRENATA	C'	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE NON DRENATA	C_u	0.79 daN/cm ²	0.54 daN/cm ²	0.79 daN/cm ²	0.15 daN/cm ²
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	ϕ_{cv}	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	P			0.36	0.07
MODULO DI TAGLIO INIZIALE G_0	G_0	345 daN/cm ²	213 daN/cm ²	352 daN/cm ²	85 daN/cm ²
MODULO ELASTICO	E	215 daN/cm ²	125 daN/cm ²	220 daN/cm ²	58 daN/cm ²
K_i DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	K_i			2.74 daN/cm ³	0.55 daN/cm ³
K_w DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE B = 3 m	K_w			0.84 daN/cm ³	
DENSITA' DEL TERRENO	γ	1804 daN/m ³	1693 daN/m ³	1810 daN/m ³	71 daN/m ³
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	γ_s	1404 daN/m ³	1293 daN/m ³	1410 daN/m ³	71 daN/m ³
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			8.40	3.99

Parametro per fondazioni superficiali di larghezza B = 3 m e profondità di posa D = 1 ~ 1 m		Condizioni drenate			
		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	21.9 °	19 °	22.1 °	1.9 °
COESIONE DRENATA	C'	0.4 daN/cm ²	0.19 daN/cm ²	0.41 daN/cm ²	0.14 daN/cm ²
COESIONE NON DRENATA	C_u	n/a	n/a	n/a	n/a
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	ϕ_{cv}	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	P			0.37	0.06
MODULO DI TAGLIO INIZIALE G_0	G_0	326 daN/cm ²	190 daN/cm ²	332 daN/cm ²	87 daN/cm ²
MODULO ELASTICO	E	203 daN/cm ²	110 daN/cm ²	207 daN/cm ²	59 daN/cm ²
K_i DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	K_i			2.61 daN/cm ³	0.58 daN/cm ³
K_w DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE B = 3 m	K_w			0.80 daN/cm ³	
DENSITA' DEL TERRENO	γ	1788 daN/m ³	1674 daN/m ³	1794 daN/m ³	73 daN/m ³
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	γ_s	1388 daN/m ³	1274 daN/m ³	1394 daN/m ³	73 daN/m ³
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			7.38	4.09

Dimensioni 4x4 m

MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI drenate

B = 4m

Indice di Rigidezza Ir: $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	585.72	659.45	584.10	
in cui:	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
Go = Modulo di Taglio iniziale	= 316	186	321	daN/cm ²
C' = Coesione Drenata	= 0.369	0.142	0.378	daN/cm ²
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2 (D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))	= 0.412	0.412	0.412	daN/cm ²
φ = Angolo d'attrito drenato	= 22.5	18.8	22.6	
Indice di Rigidezza Ir critica: $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	35.57	26.73	35.99	
in cui:				
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	= 1.000			
Meccanismo di Rottura	Rottura Generale	Rottura Generale	Rottura Generale	

MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI NON DRENATE

B = 4m

Indice di Rigidezza Ir: $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	577.70	593.73	577.24	
in cui:	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
Go = Modulo di Taglio iniziale	= 324	188	330	daN/cm ²
C' = Coesione Drenata	= 0.394	0.175	0.404	daN/cm ²
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2 (D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))	= 0.412	0.412	0.412	daN/cm ²
φ = Angolo d'attrito drenato	= 22.0	19.0	22.1	
Indice di Rigidezza Ir critica: $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	34.20	27.26	34.56	
in cui:				
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	= 1.000			
Meccanismo di Rottura	Rottura Generale	Rottura Generale	Rottura Generale	

Parametro per fondazioni superficiali di larghezza $B = 4\text{ m}$ e profondità di posa $D = 1 \sim 1\text{ m}$		Condizioni non drenate			
		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE DRENATA	C'	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE NON DRENATA	C_u	0.74 daN/cm ²	0.48 daN/cm ²	0.74 daN/cm ²	0.16 daN/cm ²
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	ϕ_{cv}	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	P			0.37	0.06
MODULO DI TAGLIO INIZIALE G_0	G_0	324 daN/cm ²	188 daN/cm ²	330 daN/cm ²	86 daN/cm ²
MODULO ELASTICO	E	201 daN/cm ²	110 daN/cm ²	205 daN/cm ²	58 daN/cm ²
K_i DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	K_i			2.59 daN/cm ³	0.57 daN/cm ³
K_w DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE $B = 4\text{ m}$	K_w			0.59 daN/cm ³	
DENSITA' DEL TERRENO	γ	1786 daN/m ³	1671 daN/m ³	1791 daN/m ³	73 daN/m ³
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	γ_s	1386 daN/m ³	1271 daN/m ³	1391 daN/m ³	73 daN/m ³
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			7.18	4.07

Parametro per fondazioni superficiali di larghezza $B = 4\text{ m}$ e profondità di posa $D = 1 \sim 1\text{ m}$		Condizioni drenate			
		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	22.5 °	18.8 °	22.6 °	2.3 °
COESIONE DRENATA	C'	0.37 daN/cm ²	0.14 daN/cm ²	0.38 daN/cm ²	0.14 daN/cm ²
COESIONE NON DRENATA	C_u	n/a	n/a	n/a	n/a
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	ϕ_{cv}	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	P			0.37	0.06
MODULO DI TAGLIO INIZIALE G_0	G_0	316 daN/cm ²	186 daN/cm ²	321 daN/cm ²	82 daN/cm ²
MODULO ELASTICO	E	197 daN/cm ²	108 daN/cm ²	200 daN/cm ²	56 daN/cm ²
K_i DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	K_i			2.54 daN/cm ³	0.58 daN/cm ³
K_w DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE $B = 4\text{ m}$	K_w			0.58 daN/cm ³	
DENSITA' DEL TERRENO	γ	1776 daN/m ³	1661 daN/m ³	1780 daN/m ³	73 daN/m ³
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	γ_s	1376 daN/m ³	1261 daN/m ³	1380 daN/m ³	73 daN/m ³
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			6.48	3.92

MODULO DI REAZIONE DI WINKLER

Si ricorda che il modulo di reazione non dipende unicamente dalle caratteristiche del terreno di fondazione, ma anche dalle dimensioni della struttura e dall'entità e posizione dei carichi applicati. Pertanto è un parametro di interazione struttura-terreno che deve essere valutato specificatamente dal progettista anche sulla base delle peculiarità della struttura in progetto.

Nel caso specifico il valore riportato nelle sopra riportate tabelle è stato valutato utilizzando la formula di Vesic (1961).

$$k = E/B*(1-\mu^2)$$

dove

k = modulo di reazione di Winkler

E = modulo elastico

B = larghezza della fondazione

μ = coefficiente di Poisson

Ad ogni modo valori indicativi del modulo di reazione possono essere, ad esempio, ricavati dalla seguente tabella proposta da vari autori

Terreno	Valore minimo	Valore massimo
Sabbia sciolta	0.48	1.60
Sabbia mediamente compatta	0.96	8.00
Sabbia compatta	6.40	12.80
Sabbia argillosa mediamente compatta	2.40	4.80
Sabbia limosa mediamente compatta	2.40	4.80
Sabbia e ghiaia compatta	10.00	30.00
Terreno argilloso con $qu < 2 \text{ Kg/cm}^2$	1.20	2.40
Terreno argilloso con $2 < qu < 4 \text{ Kg/cm}^2$	2.20	4.80
Terreno argilloso con $qu > 2 \text{ Kg/cm}^2$	>4.80	

Valori indicativi della costante di Winkler K in Kg/cm³

Il progettista potrà valutare il valore più opportuno anche in base alle caratteristiche dell'opera di fondazione in progetto, oltre a quelle relative al terreno del substrato, essendo il valore specificatamente influenzato dalla interazione struttura-terreno.

9.1.2 Parametri geotecnici caratteristici delle unità litostratigrafiche del sito indagato

Si stimano i parametri geotecnici caratteristici delle varie unità litostratigrafiche considerando, in funzione delle prove geognostiche eseguite, i parametri geotecnici con comportamento geotecnico a breve termine, quindi in condizioni non drenate, risultano, nel caso specifico, più attendibili rispetto a quelle drenate, a lungo termine.

Attenzione, i parametri geotecnici dell'unità geotecnica A devono essere presi con cautela in quanto terreni alterati.

Per la valutazione dei cedimenti, nel caso specifico, si è fatto opportunamente riferimento ai valori del modulo edometrico (M) ricavato ogni 2 cm di avanzamento e graficati nel modulo di calcolo allegato.

UNITA' GEOTECNICA	CPT 1		CPT 2		CPT 3		CPT 4	
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90
F	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00

Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
MEDIANA	ROBERTSON	ROBERTSON 1990
2.66	4	limo argilloso-argilla limosa
2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa
2.84	4	limo argilloso-argilla limosa
2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa

ANGOLO DI ATRITTO Searly (argille) e Kulhawy, Mayne (sabbie)	ANGOLO DI ATRITTO A VOLUME COSTANTE	DENSITA' RELATIVA Tatsuoka 1990	COESIONE DRENATA	COESIONE NON DRENATA programma Robertson 2013	COEFFICIENTE DI POISSON Manuale di uso C.D.G.	MODULO DI TAGLIO INIZIALE Robertson 2013	MODULO ELASTICO autori vari	MODULO EDOMETRICO Benassi	Ki di Winkler per piastra di 30cm	Kh di Winkler per pali di diametro 30 cm sul tratto di 1 metro	DENSITA' DEL TERRENO	DENSITA' DEL TERRENO SECCO	OVER CONSOLIDATION RATIO Marchi / SGT 2014
--	-------------------------------------	---------------------------------	------------------	---	---	--	-----------------------------	---------------------------	-----------------------------------	--	----------------------	----------------------------	--

VALORI CARATTERISTICI PER PICCOLI VOLUMI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ³	
17.4			0.44	0.43	0.27	184	115	27	1.13	0.005	1779	1379	71.06
18.6			0.32	0.49	0.36	213	125	42	1.83	0.007	1810	1410	8.51
20.7			0.01	0.44	0.40	191	108	36	1.64	0.007	1738	1338	3.39
21.1			0.00	0.43	0.39	221	115	37	1.35	0.005	1735	1335	2.62
21.9			0.00	0.63	0.38	263	140	41	0.94	0.004	1770	1370	2.66
23.7			0.00	0.59	0.40	267	133	45	2.35	0.009	1704	1304	1.94

UNITA' GEOTECNICA	CPT 1		CPT 2		CPT 3		CPT 4	
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90
F	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00

Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
MEDIANA	ROBERTSON	ROBERTSON 1990
2.66	4	limo argilloso-argilla limosa
2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa
2.84	4	limo argilloso-argilla limosa
2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa

VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ³	
26.4			0.49	0.82	0.27	307	219	73	2.29	0.009	1779	1379	71.06
21.7			0.46	0.80	0.36	346	215	72	2.70	0.011	1810	1410	8.51
23.7			0.22	0.68	0.40	283	176	59	2.37	0.009	1738	1338	3.39
25.8			0.07	0.83	0.39	319	193	66	2.53	0.010	1735	1335	2.62
27.9			0.08	1.05	0.38	395	236	89	2.58	0.010	1770	1370	2.66
25.8			0.00	0.82	0.40	306	175	58	2.77	0.011	1704	1304	1.94

UNITA' GEOTECNICA	CPT 1		CPT 2		CPT 3		CPT 4	
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90
F	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00

Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
MEDIANA	ROBERTSON	ROBERTSON 1990
2.66	4	limo argilloso-argilla limosa
2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa
2.84	4	limo argilloso-argilla limosa
2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa

VALORI MEDI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ³	
27.2			0.49	0.87	0.27	321	229	78	2.40	0.010	1779	1379	71.06
21.9			0.46	0.82	0.36	352	220	73	2.74	0.011	1810	1410	8.51
23.9			0.23	0.69	0.40	287	179	60	2.40	0.010	1738	1338	3.39
26.1			0.08	0.85	0.39	324	197	68	2.58	0.010	1735	1335	2.62
28.3			0.09	1.09	0.38	404	243	92	2.69	0.011	1770	1370	2.66
26.0			0.00	0.84	0.40	310	179	60	2.81	0.011	1704	1304	1.94

UNITA' GEOTECNICA	CPT 5		CPT 6		CPT 7		CPT 8	
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00
G	18.00	20.00						

Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
MEDIANA	ROBERTSON	ROBERTSON 1990
2.80	4	limo argilloso-argilla limosa
2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
2.70	4	limo argilloso-argilla limosa
2.91	4	limo argilloso-argilla limosa
2.78	4	limo argilloso-argilla limosa

ANGOLO DI ATTRITO Searly (argille) e Kfrhawy Mayne (sabbie)	ANGOLO DI ATTRITO A VOLUME COSTANTE	DENSITA' RELATIVA Tatsuoka 1990	COESIONE DRENATA	COESIONE NON DRENATA programma Robertson 2013	COEFFICIENTE DI POISSON Manuale di Uso C.D.G.	MODULO DI TAGLIO INIZIALE Robertson 2013	MODULO ELASTICO autori vari	MODULO EDOMETRICO Benassi	Ki di Winkler per piastra di 30cm	Kh di Winkler per pali di diametro 30 cm sul tratto di 1 metro	DENSITA' DEL TERRENO	DENSITA' DEL TERRENO SECCO	OVER CONSOLIDATION RATIO Marchi / SGT 2014
--	-------------------------------------	------------------------------------	------------------	--	--	---	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------------	--	----------------------	----------------------------	---

VALORI CARATTERISTICI PER PICCOLI VOLUMI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ²	
19.1			0.29	0.36	0.24	140	81	26	1.13	0.005	1756	1356	57.00
17.2			0.37	0.56	0.36	209	131	44	1.79	0.007	1822	1422	9.21
20.4			0.02	0.46	0.40	180	101	33	1.52	0.006	1732	1332	3.50
21.1			0.00	0.35	0.39	203	101	31	1.05	0.004	1717	1317	2.44
22.2			0.00	0.65	0.37	274	144	46	0.70	0.003	1775	1375	2.76
23.1			0.00	0.56	0.40	244	121	40	2.28	0.009	1728	1328	1.98
21.6			0.00	0.90	0.39	350	159	59	1.77	0.007	1826	1426	2.65

UNITA' GEOTECNICA	CPT 5		CPT 6		CPT 7		CPT 8		Ic	ZONA ROBERTSON	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A			
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00			
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	2.70	4	limo argilloso-argilla limosa
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00	2.91	4	limo argilloso-argilla limosa
G	18.00	20.00							2.78	4	limo argilloso-argilla limosa

VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ²	
23.0			0.44	0.77	0.24	274	189	63	2.35	0.009	1756	1356	57.00
21.9			0.47	0.87	0.36	367	229	77	2.80	0.011	1822	1422	9.21
24.3			0.24	0.71	0.40	282	175	59	2.36	0.009	1732	1332	3.50
25.8			0.05	0.76	0.39	298	172	60	2.30	0.009	1717	1317	2.44
27.8			0.09	1.09	0.37	399	236	90	2.53	0.010	1775	1375	2.76
25.4			0.00	0.86	0.40	335	200	67	2.91	0.012	1728	1328	1.98
26.1			0.04	1.41	0.39	506	316	118	3.43	0.014	1826	1426	2.65

UNITA' GEOTECNICA	CPT 5		CPT 6		CPT 7		CPT 8		Ic	ZONA ROBERTSON	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A			
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00			
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	2.70	4	limo argilloso-argilla limosa
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00	2.91	4	limo argilloso-argilla limosa
G	18.00	20.00							2.78	4	limo argilloso-argilla limosa

VALORI MEDI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ²	
23.4			0.46	0.81	0.24	290	199	66	2.47	0.010	1756	1356	57.00
22.2			0.47	0.88	0.36	375	234	78	2.85	0.011	1822	1422	9.21
24.4			0.25	0.72	0.40	286	179	60	2.40	0.010	1732	1332	3.50
26.0			0.06	0.78	0.39	302	175	61	2.36	0.009	1717	1317	2.44
28.2			0.11	1.13	0.37	408	242	93	2.65	0.011	1775	1375	2.76
25.5			0.00	0.89	0.40	341	206	69	2.95	0.012	1728	1328	1.98
26.8			0.08	1.49	0.39	528	339	126	3.67	0.015	1826	1426	2.65

VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI

UNITA' GEOTECNICA	CPT 5		ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A			
A	0.00	1.00	2.95	3	argilla-argilla limosa
B	1.00	2.00	2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
C	2.00	5.00	2.93	4	limo argilloso-argilla limosa
D	5.00	6.00	2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
E	6.00	7.00	1.98	6	sabbia-sabbia limosa
F	7.00	12.20	3.04	3	argilla-argilla limosa
G	12.20	12.90	2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
H	12.90	16.00	1.88	6	sabbia-sabbia limosa
I	16.00	17.00	2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
J	17.00	17.50	2.28	5	sabbia limosa-limo sabbioso
K	17.50	20.00	3.06	3	argilla-argilla limosa

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/mc	
19.1			0.48	0.72	0.28	404	199	66	2.59	0.010	1869	1469	52.82
19.9			0.50	1.13	0.39	504	303	106	3.34	0.013	1921	1521	21.63
20.9			0.37	0.68	0.40	328	192	64	2.50	0.010	1812	1412	6.76
25.5			0.16	0.63	0.39	215	132	44	2.01	0.008	1682	1282	3.56
36.7	32.8	47.1			0.35	374	511	138	3.24	0.108	1742	1342	
22.3			0.03	0.56	0.40	296	173	58	2.30	0.009	1753	1353	2.38
24.1			0.00	0.94	0.40	348	210	71	2.91	0.012	1769	1369	2.70
36.8	32.8	47.5			0.36	478	584	208	4.35	0.145	1747	1347	
28.4			0.00	0.92	0.40	221	125	41	2.46	0.010	1584	1184	1.74
33.4	31.8	26.7			0.32	471	252	121	0.98	0.033	1788	1388	2.52
24.1			0.00	0.64	0.40	324	200	67	2.67	0.011	1734	1334	1.50

VALORI MEDI

UNITA' GEOTECNICA	CPT 5		ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A			
A	0.00	1.00	2.95	3	argilla-argilla limosa
B	1.00	2.00	2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
C	2.00	5.00	2.93	4	limo argilloso-argilla limosa
D	5.00	6.00	2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
E	6.00	7.00	1.98	6	sabbia-sabbia limosa
F	7.00	12.20	3.04	3	argilla-argilla limosa
G	12.20	12.90	2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
H	12.90	16.00	1.88	6	sabbia-sabbia limosa
I	16.00	17.00	2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
J	17.00	17.50	2.28	5	sabbia limosa-limo sabbioso
K	17.50	20.00	3.06	3	argilla-argilla limosa

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/mc	
19.2			0.49	0.79	0.28	429	217	72	2.78	0.011	1869	1469	52.82
21.2			0.50	1.22	0.39	520	325	114	3.55	0.014	1921	1521	21.63
21.0			0.39	0.70	0.40	338	199	66	2.56	0.010	1812	1412	6.76
26.1			0.19	0.68	0.39	225	141	47	2.15	0.009	1682	1282	3.56
37.3	32.8	50.9			0.35	389	584	158	4.21	0.140	1742	1342	
22.4			0.04	0.58	0.40	303	178	59	2.34	0.009	1753	1353	2.38
25.1			0.01	0.98	0.40	372	230	77	3.09	0.012	1769	1369	2.70
37.2	32.8	50.7			0.36	499	629	225	4.98	0.166	1747	1347	
29.0			0.00	0.96	0.40	245	142	47	2.65	0.011	1584	1184	1.74
34.2	32.1	30.8			0.32	494	295	134	1.30	0.043	1788	1388	2.52
24.4			0.00	0.65	0.40	332	206	69	2.70	0.011	1734	1334	1.50

ANGOLO DI ATTRITO Searly (argille) e Kulhawy, Mayne (sabbie)	ANGOLO DI ATTRITO A VOLUME COSTANTE	DENSITA' RELATIVA Tatsuoka 1990	COESIONE DRENATA	COESIONE NON DRENATA programma Robertson 2013	COEFFICIENTE DI POISSON Manuale di uso C.D.G.	MODULO DI TAGLIO INIZIALE Robertson, 2013	MODULO ELASTICO autori vari	MODULO EDOMETRICO Benassi	Ki di Winkler per piastra di 30cm	Kh di Winkler per pali di diametro 30 cm sul tratto di 1 metro	DENSITA' DEL TERRENO	DENSITA' DEL TERRENO SECCO	OVER CONSOLIDATION RATIO Marchi / SGT 2014
--	--	------------------------------------	------------------	--	---	--	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------------	--	----------------------	-------------------------------	---

VALORI CARATTERISTICI PER PICCOLI VOLUMI

UNITA' GEOTECNICA	CPT 7		CPT 8		CPT 9		Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A			
A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	2.79	4	limo argilloso-argilla limosa
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	2.88	4	limo argilloso-argilla limosa
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	2.68	4	limo argilloso-argilla limosa
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	2.92	4	limo argilloso-argilla limosa

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ²	
18.9			0.25	0.27	0.24	265	56	18	0.94	0.004	1760	1360	53.72
16.3			0.35	0.52	0.35	217	133	45	1.65	0.007	1830	1430	9.53
20.8			0.00	0.45	0.40	173	98	33	1.60	0.006	1730	1330	3.39
21.0			0.00	0.30	0.39	183	86	25	1.14	0.005	1711	1311	2.31
22.6			0.00	0.72	0.37	291	155	51	0.54	0.002	1784	1384	2.91
24.1			0.00	0.64	0.40	263	134	45	2.47	0.010	1718	1318	1.94

UNITA' GEOTECNICA	CPT 7		CPT 8		CPT 9		Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A			
A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	2.79	4	limo argilloso-argilla limosa
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	2.88	4	limo argilloso-argilla limosa
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	2.68	4	limo argilloso-argilla limosa
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	2.92	4	limo argilloso-argilla limosa

VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ²	
22.6			0.42	0.76	0.24	358	190	63	2.35	0.009	1760	1360	53.72
21.9			0.46	0.86	0.35	374	231	78	2.76	0.011	1830	1430	9.53
24.0			0.22	0.68	0.40	278	172	57	2.34	0.009	1730	1330	3.39
25.3			0.04	0.71	0.39	291	168	58	2.27	0.009	1711	1311	2.31
28.3			0.13	1.15	0.37	414	241	94	2.47	0.010	1784	1384	2.91
25.4			0.00	0.79	0.40	316	188	63	2.78	0.011	1718	1318	1.94

UNITA' GEOTECNICA	CPT 7		CPT 8		CPT 9		Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A			
A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	2.79	4	limo argilloso-argilla limosa
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	2.88	4	limo argilloso-argilla limosa
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	2.68	4	limo argilloso-argilla limosa
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	2.92	4	limo argilloso-argilla limosa

VALORI MEDI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ²	
23.0			0.45	0.82	0.24	371	206	68	2.52	0.010	1760	1360	53.72
22.3			0.47	0.89	0.35	384	237	80	2.83	0.011	1830	1430	9.53
24.2			0.23	0.70	0.40	284	175	59	2.38	0.010	1730	1330	3.39
25.5			0.06	0.73	0.39	297	172	60	2.32	0.009	1711	1311	2.31
28.7			0.15	1.20	0.37	424	248	97	2.62	0.010	1784	1384	2.91
25.6			0.00	0.81	0.40	321	194	65	2.82	0.011	1718	1318	1.94

9.2 VALUTAZIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) – STATO LIMITE DI RESISTENZA DEL TERRENO

Nel caso specifico si considerano gli approcci delle NTC 2018, nei termini agli SLU. Considerando i seguenti simboli, riportati nelle NTC 2018.

A = azioni	G1 = azioni strutturali
M = parametri geotecnici	G2 = azioni non strutturali permanenti
R = resistenze	Q = azioni variabili

Approccio 2, A1+M1+R3, nel caso specifico si applicano i coefficienti riduttivi solo sulle resistenze R3 e amplificazione sulle azioni statiche A1.

AZIONI: secondo tab. 6.2.I (A1) delle NTC 2018: $G1 \times 1.3 + G2 \times 1.5 + Q \times 1.5$

PARAMETRI: secondo tab. 6.2.II (M1) delle NTC 2018

$$\begin{aligned} \gamma_k &= 1 \\ c_{u,k} &= \gamma_{cu} = 1 \\ c'_{k} &= \gamma_{c'} = 1 \\ \tan(\phi'_k) &= \gamma_\phi = 1 \end{aligned}$$

PARAMETRI: secondo tab. 6.4.I (R3) delle NTC 2018

$$\begin{aligned} \text{capacità portante: } \gamma_R &= 2.3 \\ \text{scorrimento: } \gamma_R &= 1.1 \end{aligned}$$

Nel caso specifico si valuteranno le resistenze unicamente in base all'approccio 2

Il progettista dovrà verificare la congruenza delle presenti valutazioni sulla base della peculiarità dell'opera in progetto, ed eventualmente verificare in modo più opportuno le resistenze del terreno agli SLU, SLV e SLE.

9.2.1 Calcolo del carico limite dell'insieme fondazione-terreno - premessa

La determinazione della pressione ultima del terreno permette di individuare l'instaurarsi o meno di fenomeni con riferimento a meccanismi di rottura per carico limite determinata nel terreno di fondazione dalle azioni trasmesse al terreno al piano di posa della fondazione.

La valutazione della capacità portante di fondazione superficiale è stata effettuata con i criteri suggeriti da Terzaghi ed introducendo i più recenti suggerimenti per il calcolo dei coefficienti correttivi per le condizioni di carico eccentrico. I calcoli sono stati effettuati adottando sia la condizione drenata di lungo periodo, sia la condizione non drenata.

In particolare, si farà riferimento alla formulazione di Brinch-Hansen:

$$\text{per condizioni drenate: } Q_{ult} = \frac{1}{2} \gamma' B N_g \cdot s_g \cdot i_g \cdot b_g \cdot g_g + c' N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

$$\text{e per condizioni non drenate: } Q_{ult} = 5.14 c_u (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q'$$

con: N_g, N_c, N_q = fattori di capacità portante, s_g, s_c, s_q = fattori di forma della fondazione, i_g, i_c, i_q = fattori correttivi che considerano l'inclinazione del carico, b_g, b_c, b_q = fattori correttivi che considerano l'inclinazione della base della fondazione, g_g, g_c, g_q = fattori correttivi che considerano l'inclinazione del piano campagna, d_c, d_q = fattori che dipendono dalla profondità del piano di posa.

Per la verifica della resistenza allo scorrimento si applica la seguente relazione generale:

$$Ed = H \leq Rd = 1/\gamma_R * [c_k/\gamma_c * B*L + Nd*\tan(\phi'_k)/\gamma_\phi]$$

Che nel caso di valutazione delle resistenze in condizioni non drenate diventa:

$$Ed = H \leq Rd = 1/\gamma_R * [c_{uk}/\gamma_{cu} * B * L]$$

Dove

- Ed = H = azione orizzontale sulla fondazione
- Rd = resistenza allo scorrimento
- B = larghezza fondazione
- L = lunghezza fondazione
- Nd = azione verticale sulla fondazione

Mentre gli altri simboli hanno il significato già sopra riportato.

A favore della sicurezza, per tenere conto dell'attrito fondazione-terreno, si applicherà un coefficiente riduttivo ai parametri geotecnici caratteristici pari a 0.66.

Considerando che le azioni orizzontali si riferiscono alle azioni sismiche, agendo queste ultime per breve tempo ed essendo il terreno resistente di natura argillosa, nella valutazione delle resistenze allo scorrimento si farà riferimento alle condizioni non drenate, tra l'altro più cautelative di quelle drenate.

Per le verifiche in parola viene adottato l'Approccio 2, combinazione 1: (A1+M1+R3).

In generale, per i terreni coesivi (in particolare sotto falda) in condizioni sismiche è consono l'utilizzo dei parametri geotecnici non drenati di breve termine.

Per le condizioni statiche di lungo termine in generale per i terreni incoerenti è consono l'utilizzo dei parametri geotecnici drenati.

Per i terreni coesivi in condizioni statiche di lungo termine è necessario adottare i parametri più cautelativi tra quelli drenati e non drenati in base alla singola verifica da effettuare.

Per i terreni coesivi, in condizioni sismiche, ovvero con azioni di breve durata, si dovrà fare riferimento specifico ai parametri geotecnici e alle resistenze in condizioni non drenate di breve termine.

Mentre per i terreni granulari si considerano le sole condizioni a lungo termine.

Considerato l'approccio e la combinazione di calcolo adottata, per l'analisi geotecnica, i parametri geotecnici saranno fattorizzati ponendo pari all'unità i coefficienti parziali, e la resistenza di progetto è calcolata con il valore del coefficiente parziale pari a $\gamma_R=2,3$. Le azioni saranno fattorizzate dal progettista in relazione alla combinazione adottata A1+M1+R3.

9.2.2 *Fondazione e parametri geotecnici caratteristici utilizzati nei calcoli del carico limite dell'insieme fondazione-terreno*

Nei calcoli a seguire si farà riferimento ad una fondazione a plinti con dimensioni equivalenti di circa 3.0x3.0 m e di 4x4 m, incastro terreno-fondazione di almeno 1.0 m.

A favore della sicurezza si utilizzeranno i seguenti parametri geotecnici caratteristici:

per verifica carico limite, rottura generale

- condizioni non drenate
 - coesione non drenata: $c_u=70$ kPa
- condizioni drenate
 - angolo di attrito interno: $\phi' = 21^\circ$
 - coesione drenata: $c'=30$ kPa

per verifica slittamento:

- condizioni non drenate

- coesione non drenata: $c_u=40$ kPa
- condizioni drenate
 - angolo di attrito interno: $\phi' = 18^\circ$
 - coesione drenata: $c' = 14$ kPa

9.2.3 Collasso per carico limite dell'insieme "fondazione-terreno" – approccio 2

CONDIZIONI NON DRENATE

Dimensione plinti 3x3 m

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.00
Resistenza non drenata (kPa)	c_{uk}	70.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	γ_2	10.00
PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.00
Fattore riduttivo del angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	MM%	0.67
Resistenza non drenata terreno-fondazione (kPa)	c_{ak}	40.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	MC%	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	10.00
FONDAZIONE DI 3 X 3 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE ' DI 1 M		
Verifiche in condizioni non drenate		
Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico		
Carico Limite	$N_{lim} =$	394 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	171 [kPa] x B * L
Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico		
Carico Limite	$T_{lim} =$	26 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	24 [kPa] x B * L
Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico		
Carico Limite	$N_{lim} =$	511 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	222 [kPa] x B * L

CONDIZIONI DRENATE

Dimensione plinti 3x3 m

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	21.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.38
Coesione efficace (kPa)	C_k	30.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	γ_2	10.00

PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	18.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.32
Fattore riduttivo del angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	MM%	0.67
Coesione efficace terreno-fondazione (kPa)	C_k	14.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	MC%	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	10.00

FONDAZIONE DI 3 X 3 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE ' DI 1 M

Verifiche in condizioni drenate

Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$N_{lim} =$	645 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	281 [kPa] x B * L

Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$T_{lim} =$	88 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	80 [kPa] x B * L

Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico

Carico Limite	$N_{lim} =$	973 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	423 [kPa] x B * L

CONDIZIONI NON DRENATE

Dimensione plinti 4x4 m

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.00
Resistenza non drenata (kPa)	c_{uk}	70.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	γ_2	10.00

PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.00
Fattore riduttivo del angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	MM%	0.67
Resistenza non drenata terreno-fondazione (kPa)	c_{ak}	40.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	MC%	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	10.00

FONDAZIONE DI 4 X 4 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE ' DI 1 M Verifiche in condizioni non drenate

Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$N_{lim} =$	375 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	163 [kPa] x B * L

Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$T_{lim} =$	26 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	24 [kPa] x B * L

Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico

Carico Limite	$N_{lim} =$	489 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	213 [kPa] x B * L

CONDIZIONI DRENATE

Dimensione plinti 4x4 m

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	21.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.38
Coazione efficace (kPa)	C'_k	30.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	γ_2	10.00

PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	18.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.32
Fattore riduttivo del angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	MV%	0.67
Coazione efficace terreno-fondazione (kPa)	C'_k	14.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	MC%	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	10.00

FONDAZIONE DI 4 X 4 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE ' DI 1 M

Verifiche in condizioni drenate

Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$N_{lim} =$	607 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	264 [kPa] x B * L

Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$T_{lim} =$	54 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	49 [kPa] x B * L

Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico

Carico Limite	$N_{lim} =$	944 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	411 [kPa] x B * L

9.3 VALUTAZIONE DELLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) – DEFORMAZIONI IRREVERSIBILI

Per la verifica dei cedimenti, in base al progetto, è stata ipotizzata una fondazione a plinti con dimensione equivalente di 3.0x3.0 m e 4x4 m posta a profondità di circa -1.0 m dal piano di campagna originale.

Per le valutazioni dei cedimenti si è fatto riferimento a tutte le prove (CPTU n. 1, n.2, n. 3, n.4 n. 5 e n.6) eseguite nella zona di costruzione del nuovo capannone.

La valutazione dei carichi per lo Stato Limite di Esercizio è stata condotta in modo iterativo sulla base degli ipotizzati cedimenti ammissibili dalla struttura, facendo riferimento a quanto proposto da BJERRUM (1963) e da WILUN & STARZEWSKI (1975), ponendosi in ogni caso a favore della sicurezza.

Per la distribuzione dei carichi in profondità si è fatto uso del metodo di Steinbrenner con soluzione di Ohde.

Mentre i relativi assestamenti del terreno sono stati verificati applicando la teoria dei cedimenti a tempo infinito e all'80% del costipamento dei pori.

Per la $\Sigma s = \Sigma(\Delta h m_v \Delta p)$

con

s = entità del cedimento (cm)

Δh = spessore del terreno sottoposto al calcolo (cm)

Δp = carico agente sullo spessore considerato (Kg/cmq)

Mv = coefficiente di compressibilità volumetrica (cmq/Kg)

si ottengono i risultati riportati nelle tabelle allegate.

Pertanto, le resistenze del terreno in riferimento al carico medio distribuito su tutta la base della fondazione, e ricavato iterativamente sulla base dei cedimenti ammissibili dalla fondazione, valutazione degli effetti delle **deformazioni irreversibili** – SLE - risultano:

<i>Stato Limite di esercizio – deformazioni irreversibili</i> Tipologia fondazioni: plinti 3.0x3.0 m	$N_k \leq$	Cd =140 [kPa] x B*L
<i>Stato Limite di esercizio – deformazioni irreversibili</i> Tipologia fondazioni: plinti 4.0x4.0 m	$N_k \leq$	Cd =120 [kPa] x B*L

limite delle azioni caratteristiche (N_k) che risulta opportuno non superare al fine di non avere assestamenti non tollerabili dalla struttura.

10. CONCLUSIONI

L'area oggetto dell'indagine è caratterizzata da un morfotipo antropico, si trova nella zona agricola della pianura Faentina, subito a Nord della frazione di Granarolo, e la morfologia è pianeggiante con quote attorno a $16 \div 16.5$ m slm.

L'idrografia principale è costituita dallo Scolo Fosso Vecchio che scorre in adiacenza Nord dell'area oggetto di variante al PRG e risulta l'impluvio del microbacino idrografico a cui appartiene l'area in esame. Tale scolo è un canale principale di bonifica defluisce nel Canale Destra Reno a Nord di Alfonsine.

L'area non è mai stata soggetta ad allagamenti. Anche l'evento estremo del 1996 non ha determinato allagamenti dell'area in esame.

La falda idrica nell'area di progetto presenta mediamente un livello statico compreso tra di -1.5 m e -2.0 m dal piano di campagna.

La presenza di un livello di falda prossimo al p.c. impone all'atto della progettazione esecutiva dei fabbricati di considerare tutte quelle opere necessarie ad evitare allagamenti di eventuali scantinati e risalita capillare lungo le murature.

A grandi linee, i terreni dell'area indagata sono costituiti prevalentemente da terreni limoso-argillosi a consistenza media, con intercalazioni di livelli lentiformi di sabbia limosa, fino a circa 20 m dal piano di campagna, massima profondità indagata. Oltre tale profondità, come osservabile dalle stratigrafie dei pozzi e dalle sezioni geologiche di repertorio, si riscontrano sempre terreni alluvionali prevalentemente fini che si spingono fino al substrato marino posto alla profondità di circa $280\div 300$ m dal piano di campagna.

In base al Piano Stralcio di Bacino del T. Senio e alla sua variante di coordinamento con il Piano di Gestione per il Rischio Alluvioni (dicembre 2016) l'area oggetto della presente variante urbanistica non ricade in zona perimetrata. In base a tale Piano l'area è soggetto all'art. 20 in riferimento alle prestazioni del territorio in merito all'invarianza idraulica.

In base alle NTC 2018 l'area di interesse presenta un valore di $ag/g = 0.195$, con un substrato appartenente alla categoria di suolo C. Risulta un coefficiente di amplificazione sismica per tipo di suolo $S=1.4e$ e, essendo in zona pianeggiante, il coefficiente di amplificazione morfologico risulta $S_T = 1$, quindi con accelerazione massima al suolo risulterà di $a_{max}=0.276g$.

Mentre in base alla D.G.R. 2193/2015, il sito di interesse è soggetto ad un'accelerazione in superficie pari a $a_{max}=0.331g$.

Infine, l'analisi di RSL (vedi appendice) per il sito in esame ha fornito un'accelerazione media in superficie pari a $a_{max}=0.333g$.

Le frequenze fondamentali di risonanza del substrato del sito in esame, di interesse per l'ingegneria, risultano pari a

Frequenze fondamentali di vibrazione del deposito		
	Frequenza - f (Hz)	Periodo - T (sec)
principale	$0.8\div 1.22$	$1.25\div 0.81$
secondaria	$0.4\div 0.43$	$2.5\div 2.3$
secondaria	4.57	0.21

Le strutture di progetto dovranno avere frequenze diverse al fine di evitare pericolosi fenomeni di risonanza.

Il sito in esame non presenta rischio di liquefazione e i cedimenti post sisma risulta ammissibili sia nei termini degli SLV che in quelli degli SLD.

Per l'area di lottizzazione in esame non risultano significative differenziazioni areali relativamente alle caratteristiche geologiche, sismiche e geotecniche, risultando nel complesso uniforme ai fini del progetto di lottizzazione.

I cedimenti in condizioni statiche valutati ipotizzando una generica fondazione a plinti risultano nel complesso accettabili per le prevedibili strutture di progetto.

Alla luce delle indagini e delle valutazioni sopra esposte, si ammette l'idoneità dell'area di interesse ai fini della fattibilità geologica, sismica e geotecnica per la realizzazione di fabbricati, così come delineati dalla scheda di piano e con le indicazioni riportate nella presente relazione.

Si rammenta che, in ogni caso, il presente studio ha solo carattere di indagine di massima e che, quindi, ogni costruzione dovrà essere corredata da opportuna relazione tecnica a carattere esecutivo, come prescritto dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni e dalle relative circolari esplicative che saranno in vigore all'atto degli esecutivi.

Settembre, 2018

Appendice

Analisi di Risposta Sismica Locale

LA MODELLAZIONE STRATA

La modellazione numerica dei dati ottenuti dalle diverse prove dirette ed indirette, è stata realizzata tramite l'ausilio del software STRATA (2008), sviluppato da Albert Kottke.

Nel corso dei passati terremoti, si è osservato che il comportamento dei terreni dipende dalle condizioni locali. Le amplificazioni dovute agli effetti locali, sono simulate usando numerosi programmi che assumono condizioni di suolo semplificate, come strati di terreno orizzontali ed estesi infinitamente.

Uno dei programmi sviluppati per questo scopo è stato STRATA che calcola la risposta dinamica monodimensionale (1D) di una colonna di terreno utilizzando un modello di propagazione lineare delle onde, con proprietà variabili in funzione del livello deformativo. Il programma permette di eseguire analisi lineari elastiche (EL), dove le proprietà elastiche e lo smorzamento sono mantenuti costanti, o analisi equivalenti lineari (EQL) dove le proprietà elastiche e lo smorzamento vengono fatti variare in funzione del livello deformativo.

Il progenitore dei programmi 1D che utilizzano il metodo EQL è il programma SHAKE di Schnabel et al. (1972).

La verifica monodimensionale dell'amplificazione locale, tramite l'utilizzo di STRATA si compone di due fasi: elaborazione del modello, simulazione degli effetti indotti dal sisma di progetto. La prima fase consiste nell'inserire i dati (accelerazione, intervalli di tempo), relativi ai segnali di riferimento.

Le analisi di RSL sono state condotte considerando lo SLV.

Per lo SLV si è fatto riferimento ai tre accelerogrammi, selezionati dalla banca dati accelerometrica "European Strong Motion database" dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale e forniti per le analisi regionali di RSL, le cui tracce sismiche sono rappresentative del territorio della Regione Emilia-Romagna e che possono verificarsi sul sito oggetto di indagine.

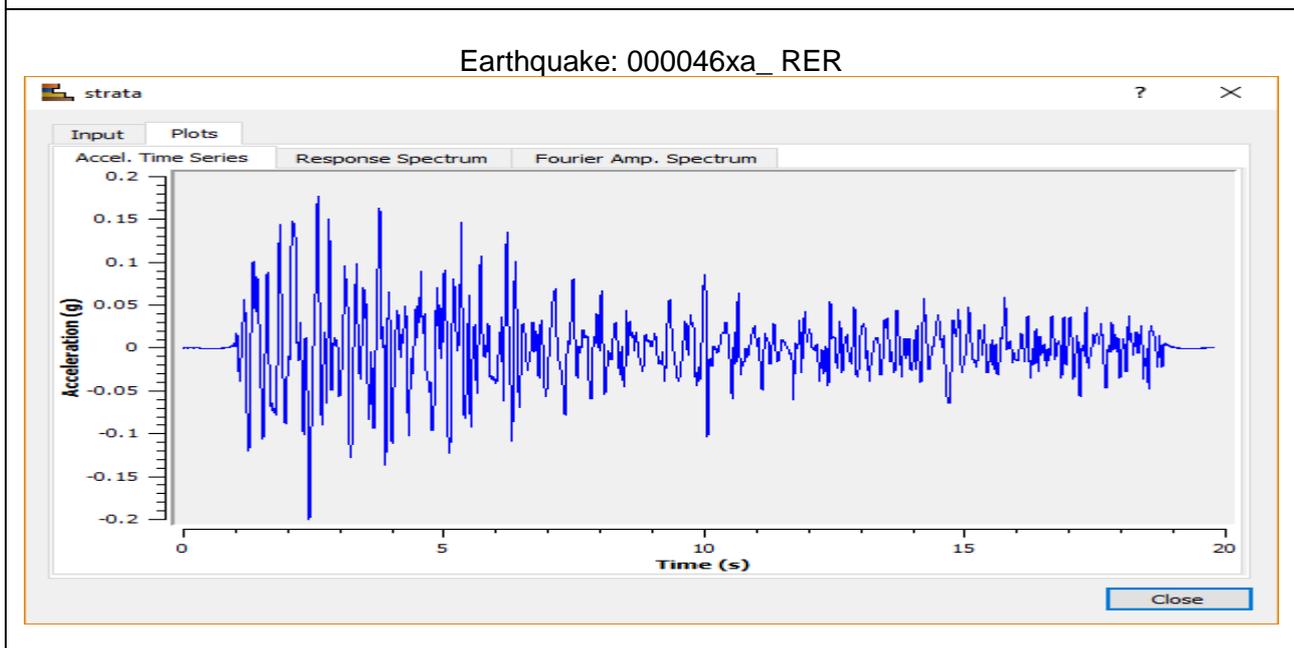
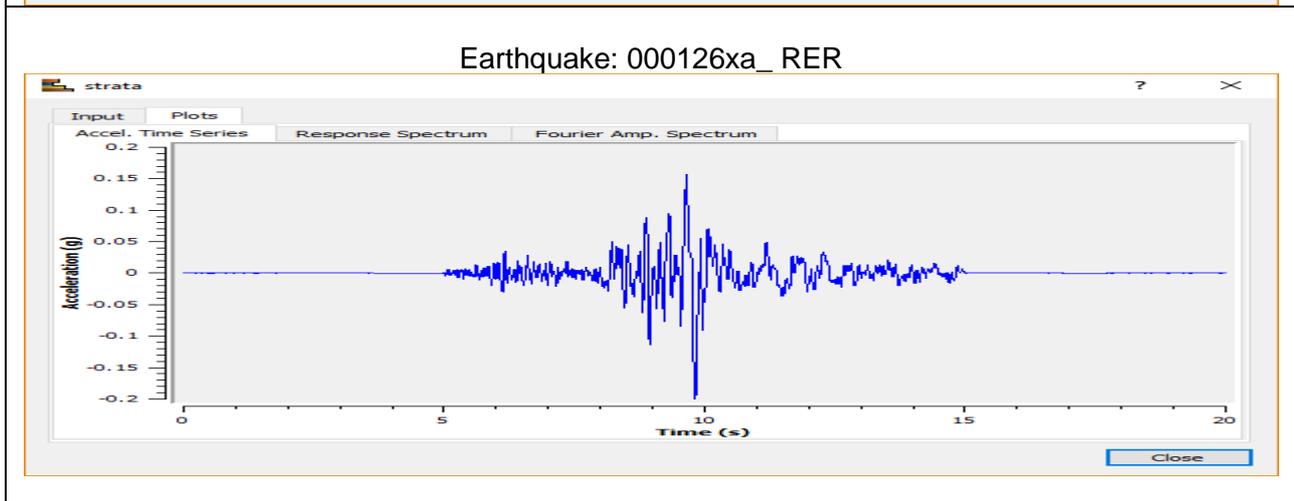
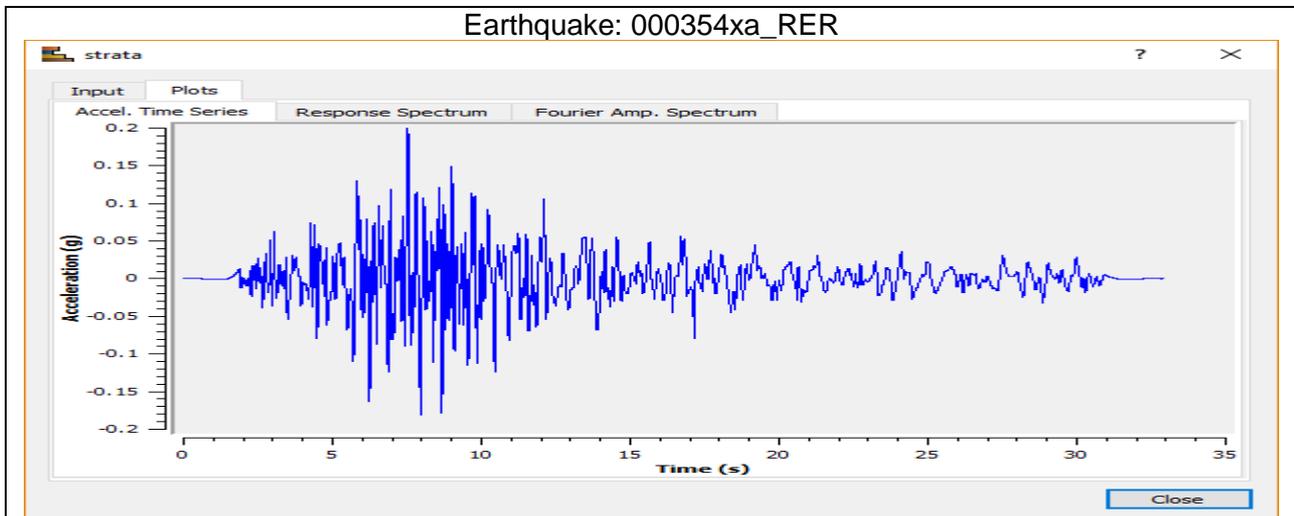
I tre accelerogrammi di riferimento, forniti dalla RER, sono relativi a tre diversi possibili scenari:

- 1) impulsivo;
- 2) con componente predominante alle alte frequenze;
- 3) con ampio contenuto in frequenze.

Dopo aver determinato gli input sismici, si è proceduto alla costruzione della colonna di sottosuolo di riferimento rappresentata da strati (layer) a differente tessitura e da diversi valori delle onde di taglio S (V_s).

La stratigrafia che caratterizza il profilo stratigrafico è stata derivata dalle indagini geognostiche e geofisiche realizzate nel sito di interesse e ricavate dai dati del sottosuolo della zona in esame riportati in letteratura. In particolare, la modellazione si è basata sulle curve H/V e sulle V_s ottenute dalle misure HVSR e di MASW eseguite in occasione del PSC dell'Unione Faentina.

Sismogrammi per SLV



Dopo aver determinato gli input sismici, si è proceduto alla costruzione della colonna di riferimento rappresentata da strati (layer) a differente tessitura e da diversi valori delle onde di taglio S (Vs).

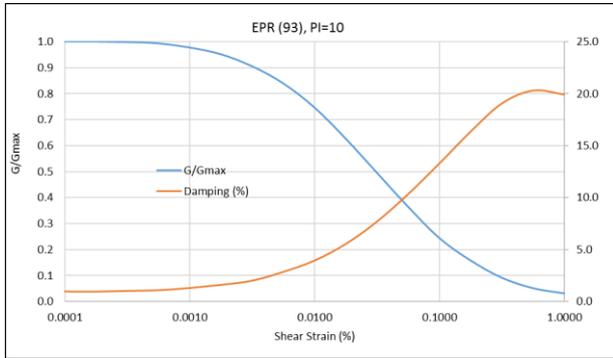
La stratigrafia di input che caratterizza il profilo stratigrafico è stata derivata dalle indagini geognostiche e geofisiche realizzate sul sito di interesse e ricavate dai dati del sottosuolo della zona in esame riportati in letteratura. **In particolare, la modellazione si è basata sulle curve H/V ottenute dal tromino e dalle velocità delle onde di taglio ricavate dalla MASW.**

Nel caso specifico, in considerazione delle caratteristiche litologiche delle formazioni della zona di interesse, si è fatto riferimento al seguente modello litostratigrafico.

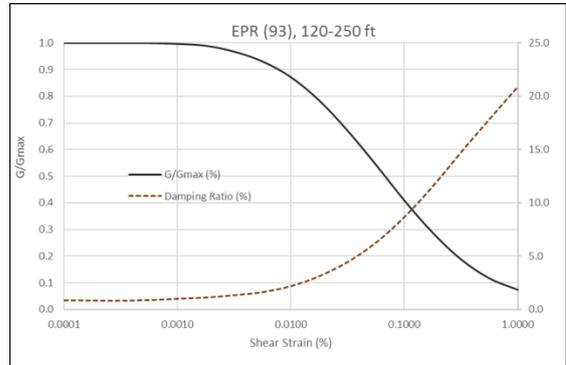
Stratigrafia di input:

Profondità (m)		Spessore (m)	Litologia prevalente	Tipo curve modulo di taglio e smorzamento
0.00	2.20	Limi argillosi – argille limose	Clay PI=10	
2.20	8.00	Sabbie limose	Sand (superficie)	
10.20	3.00	Limi argillosi – argille limose	Clay PI=10	
13.20	30.00	Ghiaia e ghiaia sabbiosa	Gravel (Rollins, 1998)	
43.20	50.00	Limi argillosi – argille limose	Clay EPR (93) 120-250 ft	
93.20	20.00	Ghiaia e ghiaia sabbiosa	Gravel (Rollins, 1998)	
113.20	20.00	Limi argillosi – argille limose	Clay EPR (93) 250-500 ft	
133.20	50.00	Sabbie	sand (profondità)	
183.20	100.00	Limi argillosi – argille limose	Clay EPR (93) 500-1000ft	
283.20	120.00	Sabbie	sand (profondità)	
403.20	Half-Space	Substrato marino mio-plio-pleistocenico	Clay EPR (93) 500-1000ft	

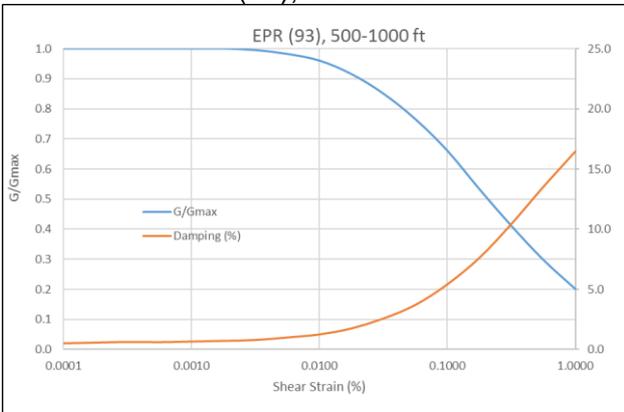
EPRI (93), PI10



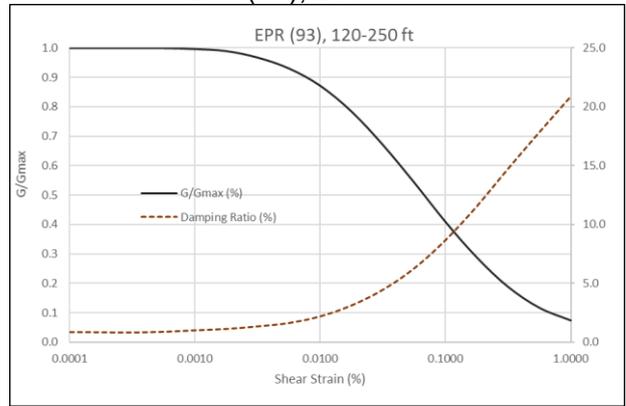
EPRI (93), 120-250 ft



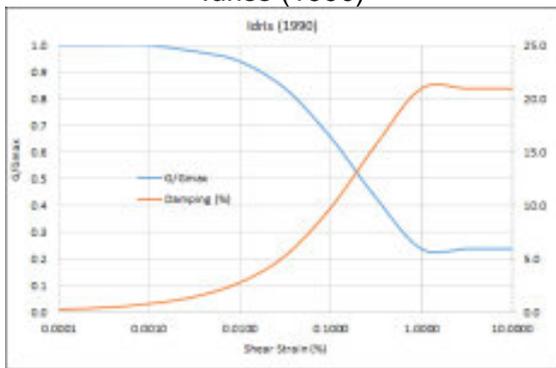
EPR(93), 500-1000 ft



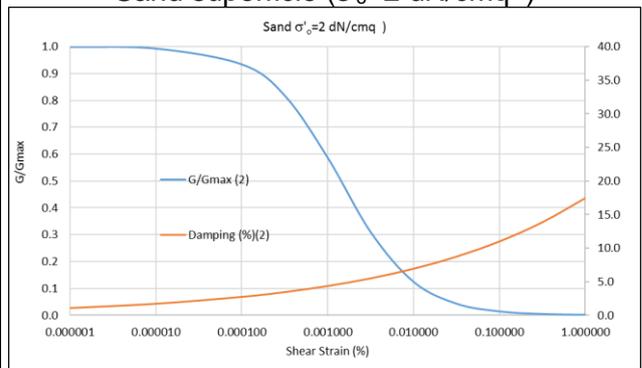
EPR(93), 250-500 ft



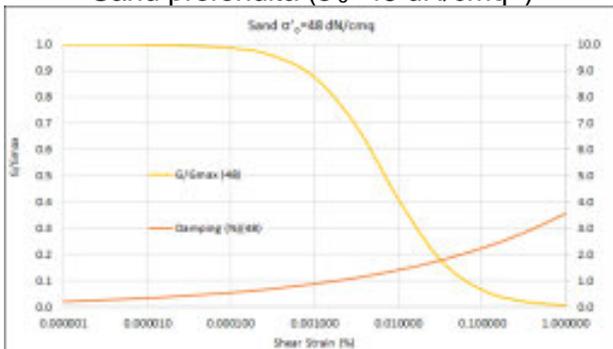
Idriss (1990)



Sand superficie ($\sigma'_o=2$ dN/cm 2)



Sand profondità ($\sigma'_o=48$ dN/cm 2)



STIMA DI $D(\gamma)$ PER SABBIE

$$D = 450 \cdot \gamma^{0.2} \cdot (\sigma'_o)^{-0.5}$$

Hardin, 1965

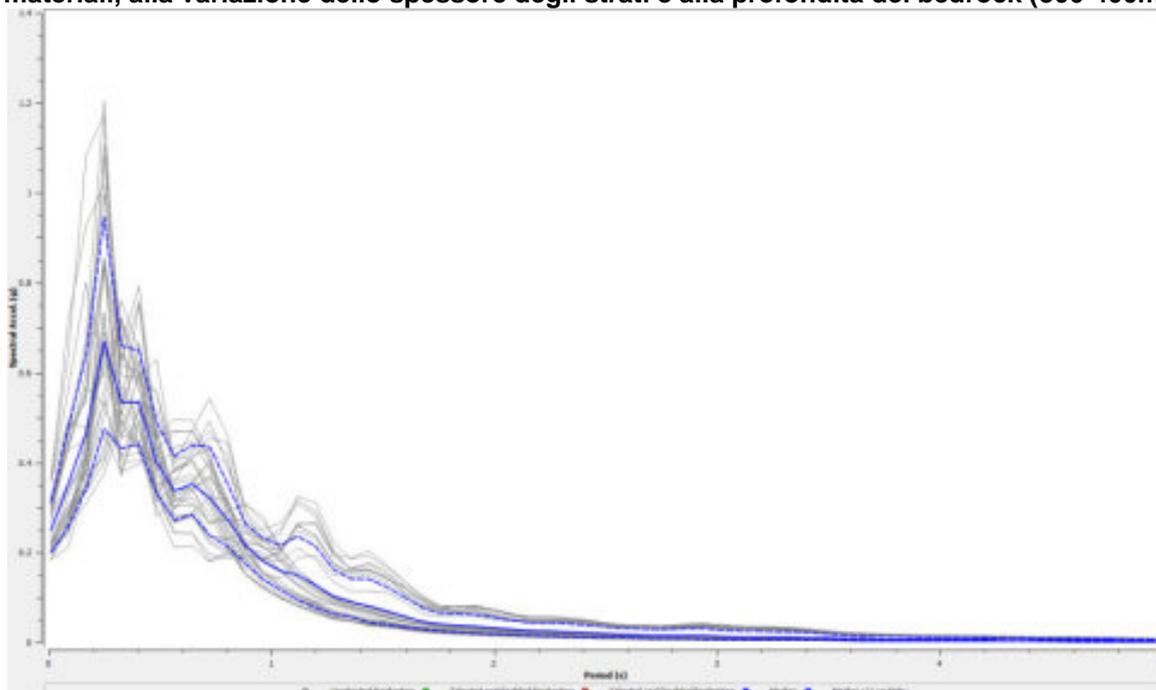
σ'_o in psf (1psf = 0.0479kPa); γ in %

Mentre per 'Sand profondità': G/Go è riferito a Shibata e Solearno, 1975

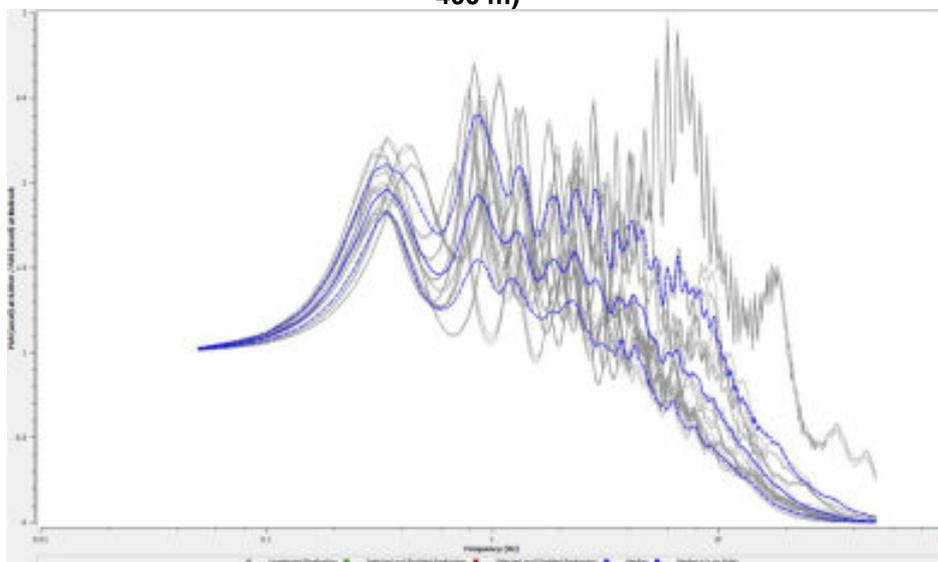
Utilizzando il programma STRATA si riportano i dati ricavati dalla modellazione numerica monodimensionale. Nella modellazione si è proceduto ad una analisi probabilistica facendo variare in modo automatico le velocità delle onde di taglio per ogni strato, il profilo stratigrafico, le caratteristiche dei terreni e le caratteristiche e la profondità del bedrock (tra 300 m e 400 m). Sono poi stati scelti i profili con scenario 6 scenari più conservativi e coerenti con l'assetto sismostratigrafico del sito in esame, sui quali sono state eseguite analisi statistiche.

Stato Limite della Vita – SLV

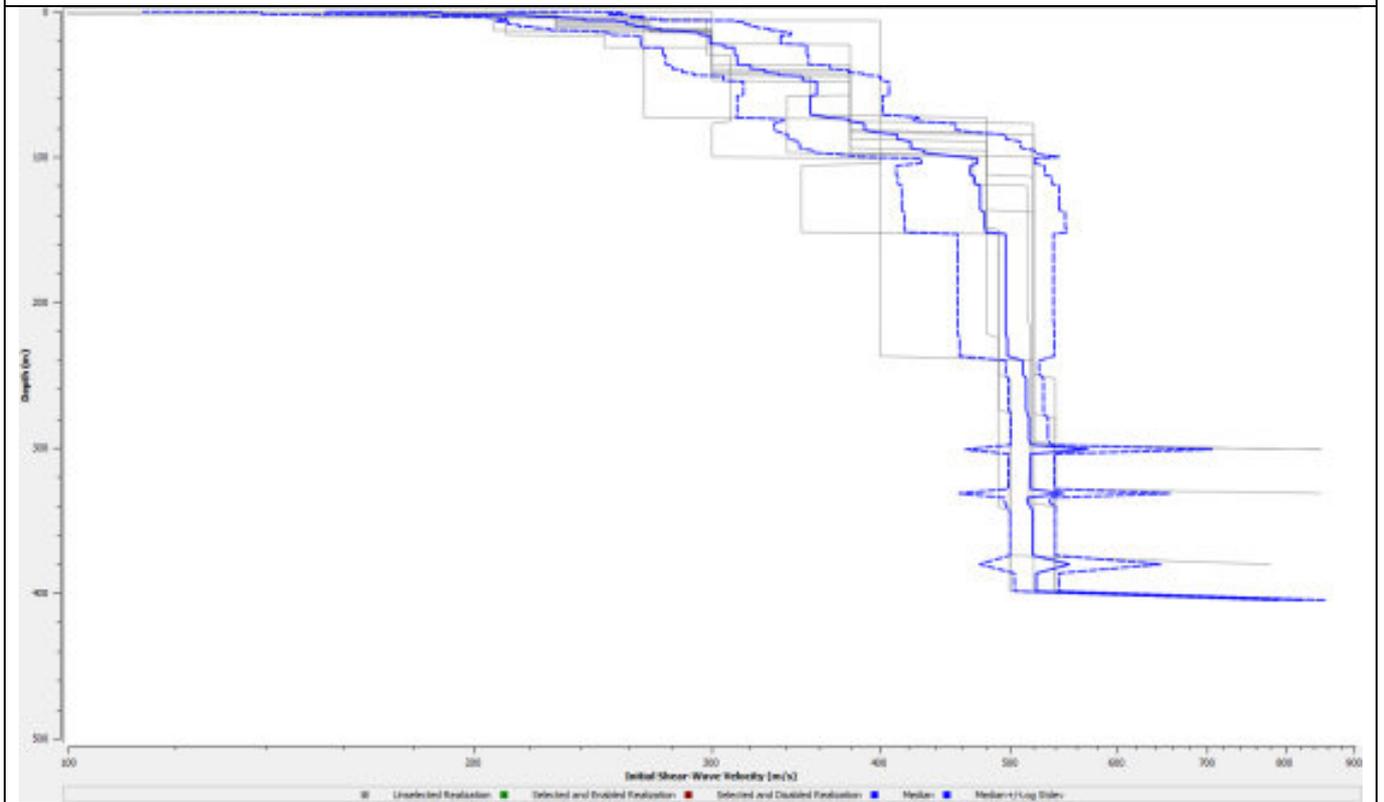
Spettri elastici relativi ai possibili scenari in base alla variazione della Vs, delle curve di smorzamento dei materiali, alla variazione dello spessore degli strati e alla profondità del bedrock (300-400m)



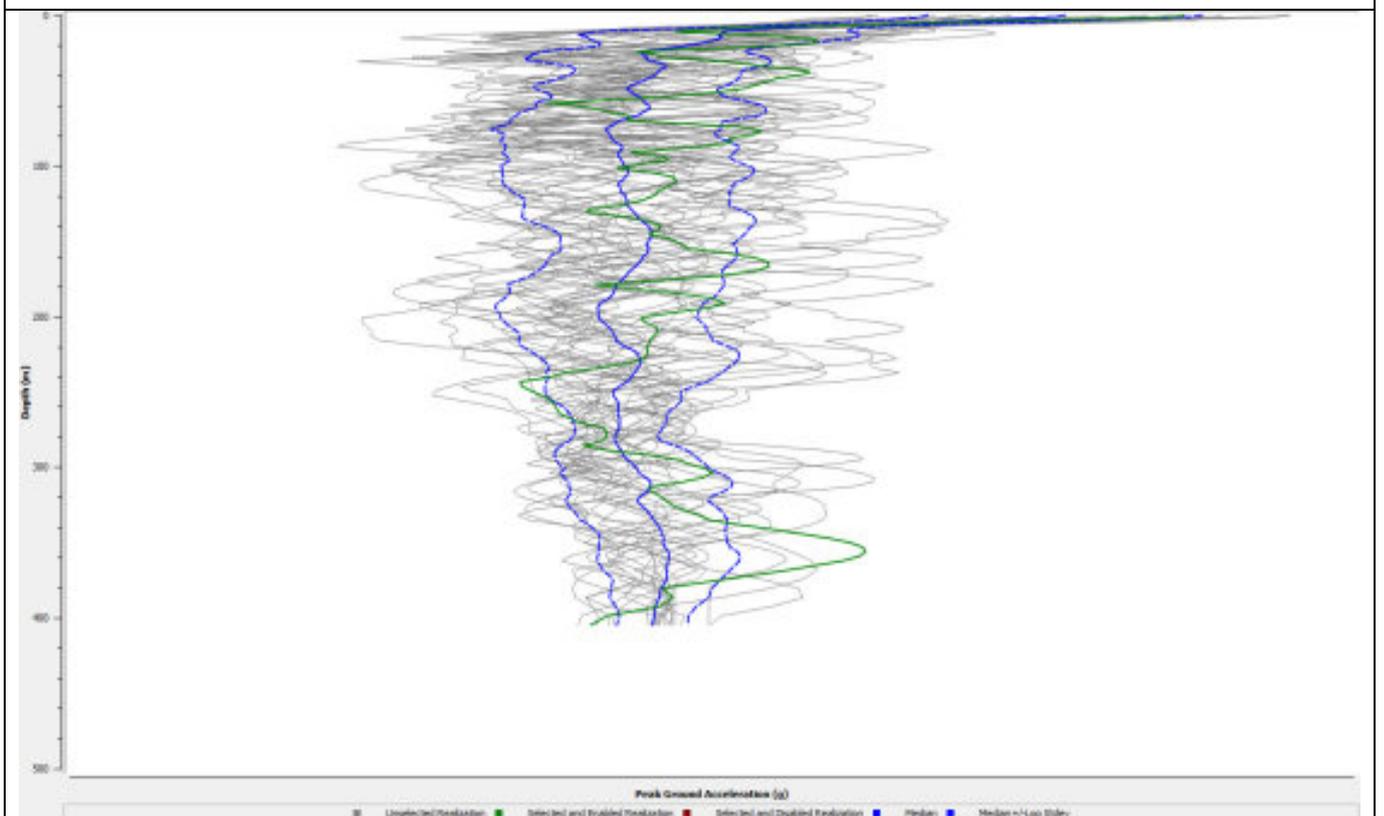
Funzione di trasferimento sismico- superficie in base alla variazione delle curve di smorzamento dei materiali, alla variazione dello spessore degli strati e alla profondità del bedrock (300-400 m)



Profilo di Vs iniziale considerato nel Modello STRATA

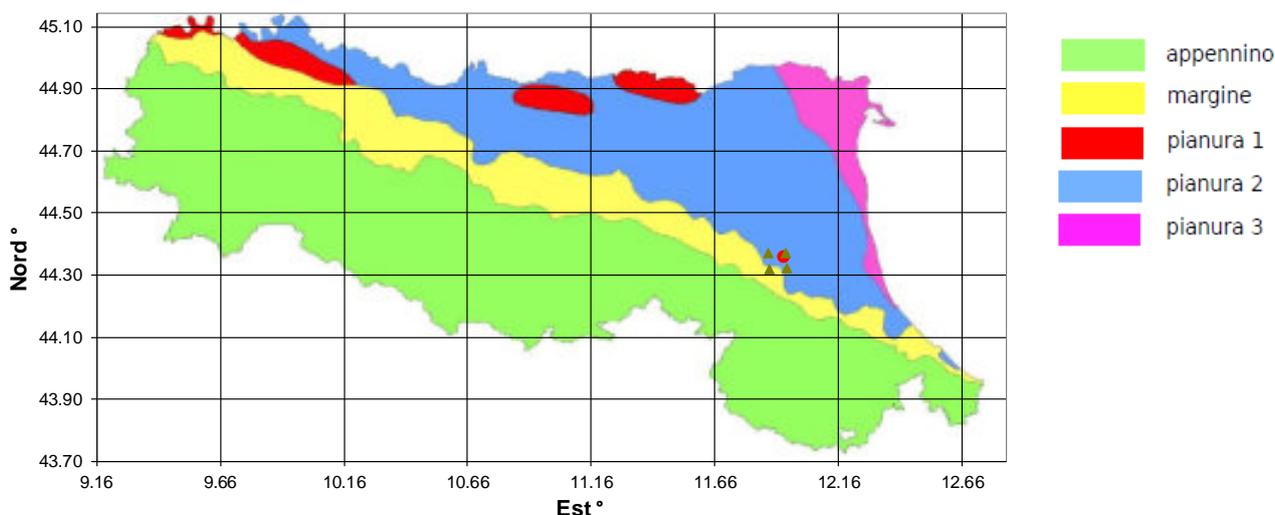


Profilo accelerazione di picco nel Modello STRATA



Di seguito si valutano i rapporti spettrali PGA / PGO e SI / Slo in riferimento a quanto proposto dalla LR 21931 / 2015 rispetto al metodo semplificato di II° livello ed al III° livello con elaborazione delle tracce sismiche fornite dalla RER utilizzando il codice di calcolo STRATA e il profilo del suolo emerso dalle indagini geofisiche sull'area per la valutazione degli effetti in superficie.

Assumendo che il sito ricada in ambito di PIANURA 2, come definito dal rapporto "Abachi per la valutazione dei fattori di amplificazione per le indagini di microzonazione sismica di secondo livello in Emilia-Romagna" (A. Tenta, L. Martelli, A. Marcellini, 2015), e considerando una classe di Vs30 = 230m/s, si ottengono i parametri sotto riportate.



VALUTAZIONE PARAMETRI SISMICI DEL SITO			
Decreto Ministeriale 14-01-2008		Regione Emilia-Romagna LR 2381 / 2015	
Latitude (gradi decimali ED50)	44.364600	44.364600	Latitude (gradi decimali ED50)
Longitude (gradi decimali ED50)	11.941200	11.941200	Longitude (gradi decimali ED50)
Accelerazione su suolo di riferimento rigido - SLV (ag/g)	0.195	0.194719	Accelerazione massima orizzontale di picco al suolo per To (a _{ref})
Tipo di opera	2	PIANURA 2	Riferimento territoriale / Suolo di riferimento
Classe d'uso	2	Pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato da un importante discontinuità stratigrafica con contatto di impedenza significativo tale da essere considerato il tetto del substrato rigido alla profondità tra 100-150m dal piano campagna	
Vita Nominale (V _N)	50 anni		
Coefficiente d'uso (C _U)	1		
Vita di riferimento (V _N x C _U)	50 anni		
Tempi di ritorno (SLV)	475 anni	0	Profondità Bedrock sismico
		800	Velocità di taglio di riferimento del substrato marino (Vs) (m/s), oppure Velocità onde di taglio Bedrock like (Vs) (m/s)
Velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m (Vs30)	230	230	Velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30m (Vs30) (m/s)
Categoria di sottosuolo	C		
Coefficiente di amplificazione per tipo di suolo (Ss)	1.42	1.7	Fattore di Amplificazione del PGA. (Peak Ground Acceleration)
		2.0	Fattore di Amplificazione Intensità Spettrale (F.A. 0.1s < To < 0.5s)
		3.0	Fattore di Amplificazione Intensità Spettrale (F.A. 0.5s < To < 1.0s)
		3.3	Fattore di Amplificazione Intensità Spettrale (F.A. 0.5s < To < 1.5s)
Categoria topografica	T1		
Coefficiente di amplificazione per categoria topografica (S _T)	1.00	1.0	Coefficiente di amplificazione per categoria topografica (S _T)
Accelerazione massima orizzontale al suolo (a _{max} /g) = a _g /g * S _T	0.276	0.331	Accelerazione massima orizzontale al suolo (a _g /g = a _{ref} * F.A. PGA. * S _T)

Dal modello STRATA è stato possibile anche ricavare gli spettri delle pseudo velocità relative che sono state utilizzate per la valutazione dell'intensità di Housner, utilizzata dalla RER nella definizione dello spettro elastico, successivamente utile per le considerazioni sulle opere ingegneristiche.

L'intensità di Housner è stata calcolata utilizzando un foglio di calcolo excel implementando l'integrazione della pseudo-velocity (calcolate dalle accelerazioni ottenute dalla modellazione con STRATA) per intervalli di $dT = 0.11$ a 0.52 sec, $dT = 0.52$ a 1.03 sec e $dT = 0.52$ a 1.53 sec.

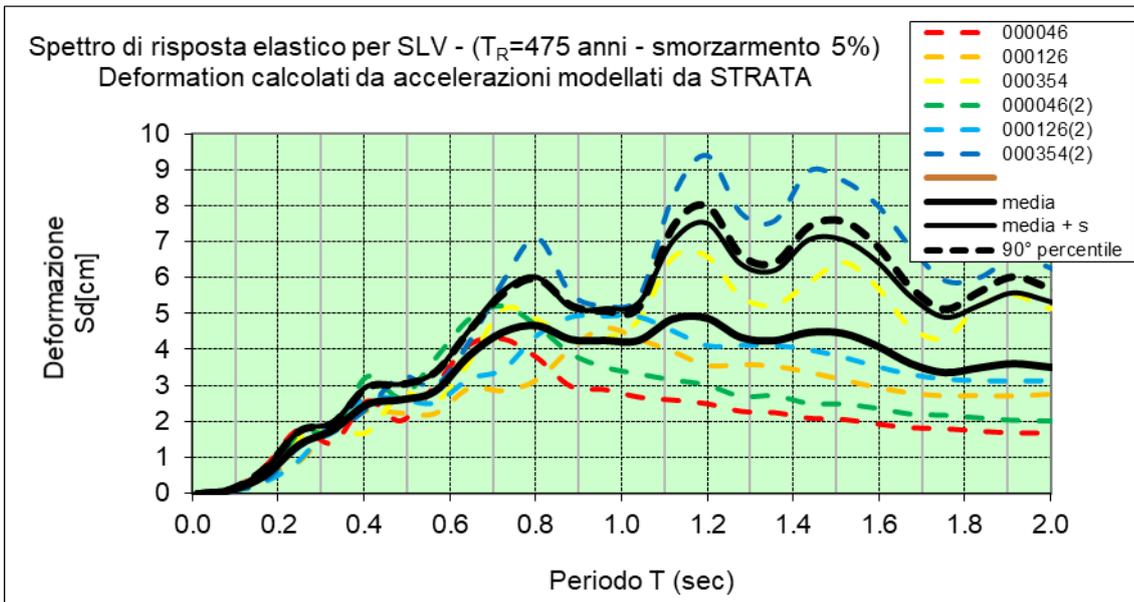
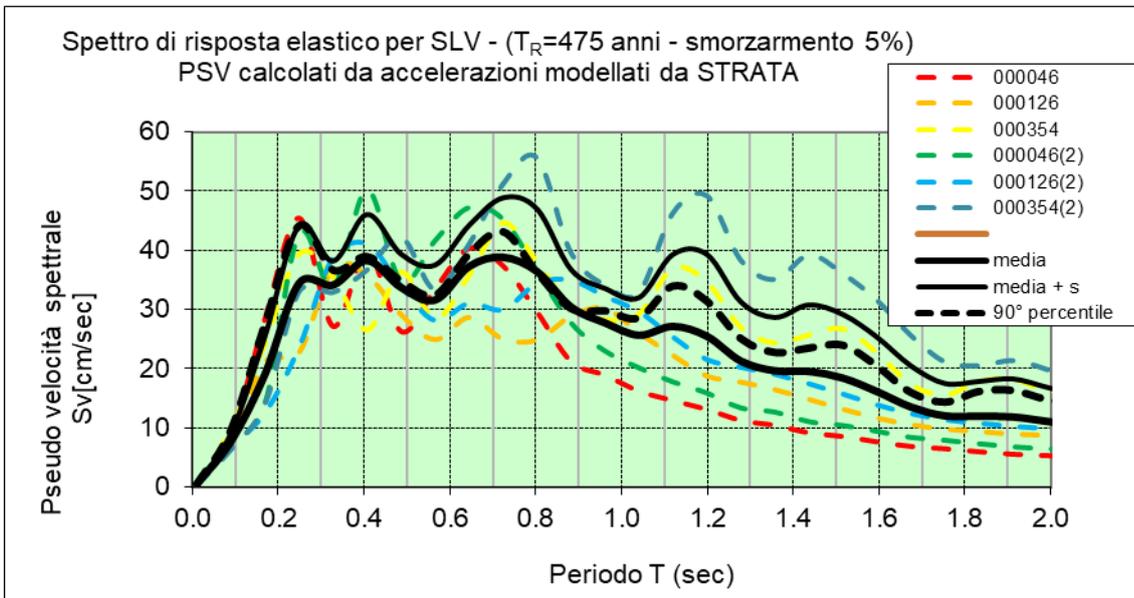
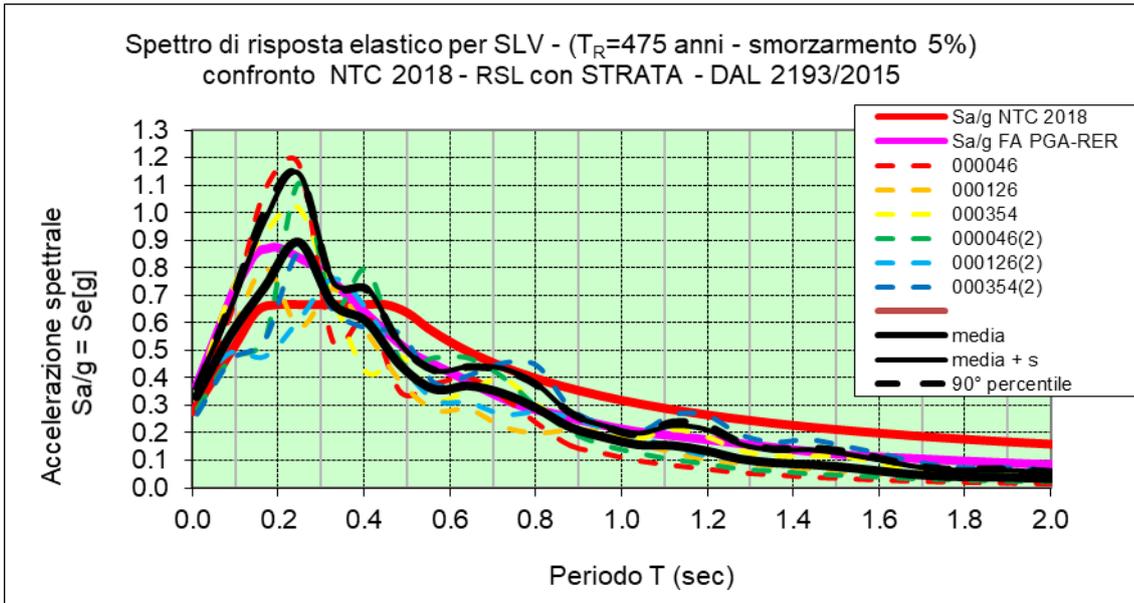
I valori sono stati confrontati con SI_0 proposti dalla RER. I valori del rapporto sono osservabili nelle sotto riportate tabelle.

Si riporta anche la tabella del rapporto dei valori PGA del modello STRATA e quello della DAL 2193/2015.

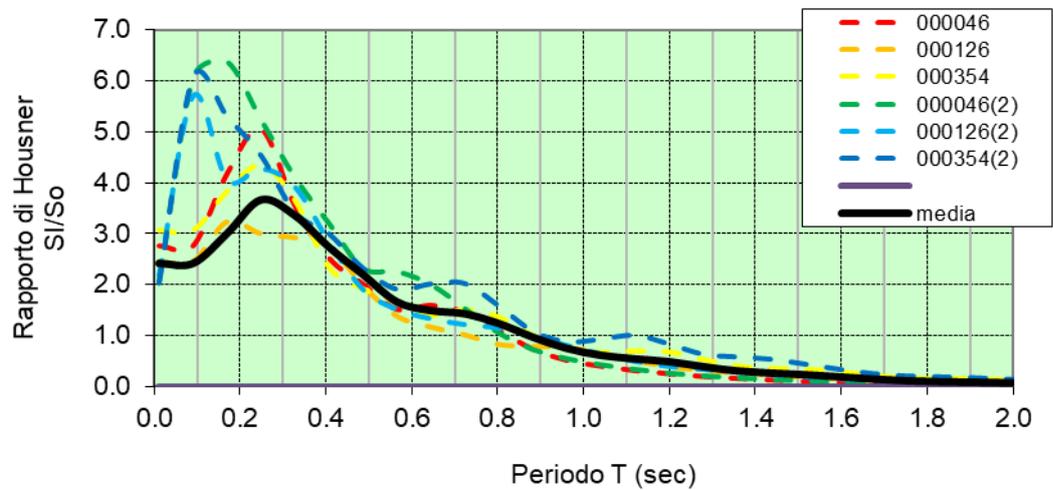
Riferimento accellogramma	Intensità di Housner (SI) (cm) per intervalli ottenuto dalle PSV (Sv) SI = j PSV d(T)		Rapporto Intensità di Housner SI1/SI0		Intensità di Housner (SI) (cm) per intervalli ottenuto dalle PSV (Sv) SI = j PSV d(T)		Rapporto Intensità di Housner SI2/SI0		Intensità di Housner (SI) (cm) per intervalli ottenuto dalle PSV (Sv) SI = j PSV d(T)		Rapporto Intensità di Housner SI3/SI0	
	S1: $0.1 < T < 0.5$		S2: $0.5 < T < 1.0$		S3: $0.5 < T < 1.5$							
000046	5.15	0.02	1.69	0.02	2.41	0.03						
000126	8.61	0.04	2.64	0.04	3.66	0.04						
000354	20.92	0.09	8.83	0.13	11.80	0.13						
000046(2)	5.95	0.03	1.97	0.03	2.82	0.03						
000126(2)	9.57	0.04	3.02	0.04	4.28	0.05						
000354(2)	21.12	0.09	8.35	0.12	11.37	0.13						
media	12.06	0.05	4.53	0.07	6.18	0.07						
So	223.09	2.00	69.60	3.00	87.93	3.30						

Riferimento accellogramma	PGA a To secondo la modellazione STRATA	Rapporto PGA/PGAo con PGAo secondo NTC2018 e LR 2193 / 2015
000046	0.363	1.866
000126	0.561	2.880
000354	0.928	4.768
000046(2)	1.108	5.693
000126(2)	0.761	3.907
000354(2)	0.580	2.979
media	0.333	1.709
PGAo	0.195	

Grafici degli spettri elastici di confronto ed il grafico delle amplificazioni SI / SI0 per ogni intervallo dT considerato nella sopra citata integrazione.



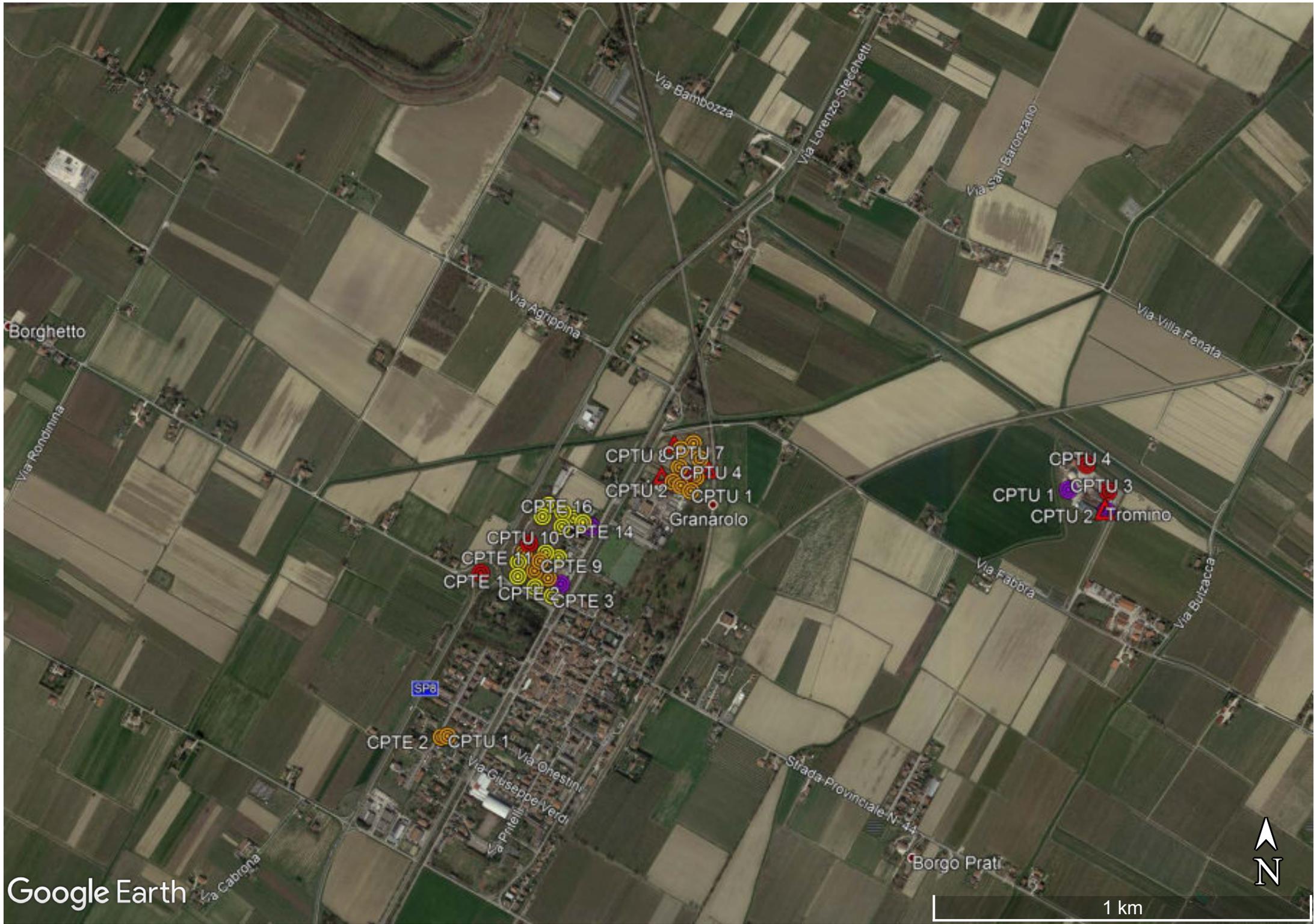
Rapporto di Housner S_I/S_o per la risposta elastico per SLV -
($T_R=475$ anni - smorzamento 5%)



Stato Limite della Vita (SLV)

MODELLO STRATA $S_e/g(T) = S_a(T)$: ACCELERAZIONE DELLA COMPONENTE ORIZZONTALE per 6 tracce												
T (sec)	000046	000126	000354	000046(2)	000126(2)	000354(2)		mediana	media	Stdev (σ)	media + σ	90° percentile
0.0100	0.3632792	0.3590244	0.3585841	0.2862496	0.361664	0.2677848		0.359	0.333	0.044	0.376	0.362
0.0892	0.6374174	0.5607876	0.7130435	0.4711246	0.492342	0.4646628		0.527	0.557	0.101	0.657	0.675
0.1684	1.0830317	0.8014573	0.9283557	0.5378929	0.4778599	0.5403498		0.671	0.728	0.247	0.975	1.006
0.2476	1.1739391	0.5872403	1.017429	1.1084944	0.6108956	0.8566174		0.937	0.892	0.251	1.144	1.141
0.3268	0.5318171	0.7244539	0.6953034	0.6608774	0.7607634	0.6466563		0.678	0.670	0.079	0.749	0.743
0.4060	0.6271143	0.5633527	0.4181718	0.7930106	0.6484303	0.5800313		0.604	0.605	0.122	0.727	0.721
0.4852	0.3467516	0.384161	0.4790575	0.457754	0.4490646	0.5585827		0.453	0.446	0.074	0.520	0.519
0.5644	0.3795434	0.2823483	0.3225131	0.472266	0.3194679	0.3796602		0.351	0.359	0.067	0.426	0.426
0.6437	0.4007814	0.2848844	0.3554232	0.470174	0.309394	0.4091627		0.378	0.372	0.069	0.440	0.440
0.7229	0.3309474	0.2212217	0.3951956	0.4011092	0.2659615	0.4543282		0.363	0.345	0.089	0.434	0.428
0.8021	0.236295	0.1983758	0.3029869	0.2913253	0.274884	0.4447209		0.283	0.291	0.084	0.376	0.374
0.8813	0.1542447	0.2094649	0.2217929	0.2013366	0.2541954	0.288143		0.216	0.222	0.046	0.268	0.271
0.9605	0.1260065	0.201106	0.188436	0.1529794	0.2150759	0.2280664		0.195	0.185	0.039	0.224	0.222
1.0397	0.0998402	0.160204	0.1802124	0.1237927	0.1826843	0.2031073		0.170	0.158	0.039	0.198	0.193
1.1189	0.0835958	0.127248	0.2112608	0.1013574	0.1452185	0.2656074		0.136	0.156	0.070	0.225	0.238
1.1981	0.0700761	0.1001965	0.1849338	0.0846162	0.1152521	0.2635703		0.108	0.136	0.074	0.210	0.224
1.2773	0.0564495	0.0887866	0.135071	0.0666421	0.1016329	0.1924804		0.095	0.107	0.050	0.157	0.164
1.3565	0.0492348	0.0776481	0.1149105	0.0594902	0.0900548	0.1660294		0.084	0.093	0.043	0.136	0.140
1.4357	0.0409644	0.0660404	0.1145798	0.0489731	0.0780168	0.1751744		0.072	0.087	0.050	0.138	0.145
1.5149	0.036214	0.0556057	0.1128464	0.0436478	0.0665466	0.1528002		0.061	0.078	0.046	0.123	0.133
1.5941	0.0307066	0.0468834	0.0910925	0.0375885	0.0559131	0.1273125		0.051	0.065	0.037	0.102	0.109
1.6733	0.0263276	0.0402997	0.0664678	0.0317988	0.0476097	0.0984286		0.044	0.052	0.027	0.079	0.082
1.7525	0.0237042	0.035696	0.0567262	0.0285818	0.0416768	0.0777005		0.039	0.044	0.020	0.064	0.067
1.8317	0.0208809	0.0328144	0.0624587	0.0252783	0.0377263	0.0720294		0.035	0.042	0.021	0.063	0.067
1.9110	0.0186433	0.0299617	0.0609826	0.0224903	0.0344439	0.0718861		0.032	0.040	0.022	0.061	0.066
1.9902	0.0171547	0.0281339	0.0525225	0.0205259	0.0319057	0.0642344		0.030	0.036	0.019	0.054	0.058
2.0694	0.0156981	0.0262002	0.0479263	0.0188607	0.0300144	0.0542523		0.028	0.032	0.016	0.048	0.051
2.1486	0.0140152	0.0234909	0.0460171	0.0169788	0.0270961	0.0469511		0.025	0.029	0.014	0.043	0.046
2.2278	0.0127649	0.0223644	0.0487793	0.0154527	0.0255101	0.0490096		0.024	0.029	0.016	0.045	0.049
2.3070	0.0118409	0.0203991	0.0467432	0.0142759	0.0236479	0.0487671		0.022	0.028	0.016	0.044	0.048
2.3862	0.0109755	0.0181977	0.0444061	0.0132251	0.0213345	0.0473622		0.020	0.026	0.016	0.042	0.046
2.4654	0.0101029	0.0172391	0.0411988	0.0122148	0.0200113	0.0430107		0.019	0.024	0.014	0.038	0.042
2.5446	0.0092307	0.0161364	0.0371618	0.0111929	0.0187771	0.0385112		0.017	0.022	0.013	0.035	0.038
2.6238	0.0085769	0.0141772	0.0356185	0.0103384	0.0168825	0.0364876		0.016	0.020	0.013	0.033	0.036
2.7030	0.0079847	0.0132009	0.0360183	0.0097248	0.0157062	0.0361427		0.014	0.020	0.013	0.033	0.036
2.7822	0.0075928	0.013133	0.0375091	0.0091991	0.0152969	0.0344121		0.014	0.020	0.013	0.033	0.036
2.8614	0.0072285	0.0131151	0.0401861	0.0087177	0.0149639	0.0362551		0.014	0.020	0.014	0.034	0.038
2.9406	0.0068514	0.0117167	0.0406366	0.0082421	0.0135343	0.0372081		0.013	0.020	0.015	0.035	0.039
3.0198	0.0064572	0.0097206	0.0369412	0.0077691	0.0116889	0.0336834		0.011	0.018	0.014	0.031	0.035
3.0990	0.0061044	0.0088088	0.0359266	0.0073456	0.0107961	0.0326331		0.010	0.017	0.014	0.031	0.034
3.1783	0.0057989	0.0087061	0.0344779	0.0069731	0.0106065	0.0342586		0.010	0.017	0.014	0.031	0.034
3.2575	0.0055305	0.0090627	0.0319192	0.0066407	0.0108173	0.0331791		0.010	0.016	0.013	0.029	0.033
3.3367	0.005283	0.0095181	0.0298309	0.0063313	0.0110673	0.0308196		0.010	0.015	0.012	0.027	0.030
3.4159	0.0050207	0.0091007	0.0271248	0.006011	0.0104334	0.0277892		0.010	0.014	0.010	0.025	0.027
3.4951	0.0047418	0.0076072	0.0233563	0.0056829	0.0088389	0.0237941		0.008	0.012	0.009	0.021	0.024
3.5743	0.0044912	0.0063407	0.0198823	0.00539	0.0075562	0.0202274		0.007	0.011	0.007	0.018	0.020
3.6535	0.0042755	0.0056481	0.0181866	0.0051351	0.0068569	0.0169873		0.006	0.010	0.006	0.016	0.018
3.7327	0.0040839	0.0053143	0.0177282	0.0049065	0.0065095	0.0173193		0.006	0.009	0.006	0.016	0.018
3.8119	0.0039099	0.0051948	0.0163697	0.0046976	0.0063699	0.0171339		0.006	0.009	0.006	0.015	0.017
3.8911	0.0037505	0.0052327	0.0154037	0.0045054	0.0063863	0.0161108		0.006	0.009	0.006	0.014	0.016
3.9703	0.0036044	0.0053763	0.0144246	0.0043285	0.0065054	0.0150994		0.006	0.008	0.005	0.013	0.015
4.0495	0.0034686	0.0054344	0.0139442	0.0041634	0.0065234	0.0146356		0.006	0.008	0.005	0.013	0.014
4.1287	0.0033363	0.0051107	0.0137976	0.0040029	0.0061311	0.014515		0.006	0.008	0.005	0.013	0.014
4.2079	0.003205	0.0045142	0.0133964	0.003845	0.0054602	0.0141071		0.005	0.007	0.005	0.012	0.014
4.2871	0.0030794	0.0039894	0.012716	0.0036943	0.0048767	0.0133989		0.004	0.007	0.005	0.012	0.013
4.3663	0.0029618	0.0036245	0.0120397	0.0035532	0.0044679	0.0126977		0.004	0.007	0.005	0.011	0.012
4.4456	0.0028518	0.0034139	0.0115264	0.0034212	0.0041823	0.0121735		0.004	0.006	0.004	0.011	0.012
4.5248	0.0027484	0.0032432	0.0111525	0.0032972	0.0039701	0.0118002		0.004	0.006	0.004	0.010	0.011
4.6040	0.002651	0.0030729	0.0107326	0.0031801	0.0038028	0.0113759		0.003	0.006	0.004	0.010	0.011
4.6832	0.0025587	0.0029406	0.0101819	0.0030693	0.0036654	0.0108071		0.003	0.006	0.004	0.009	0.010
4.7624	0.0024709	0.0028494	0.0096038	0.0029639	0.0035509	0.0102044		0.003	0.005	0.004	0.009	0.010
4.8416	0.0023872	0.002755	0.0090875	0.0028635	0.0034556	0.0096654		0.003	0.005	0.003	0.008	0.009
4.9208	0.0023069	0.0027155	0.0086567	0.0027673	0.0033762	0.0092168		0.003	0.005	0.003	0.008	0.009
5.0000	0.0022298	0.0026606	0.0082972	0.0026749	0.0033034	0.0088452		0.003	0.005	0.003	0.008	0.009

ALLEGATI



Google Earth

1 km





Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.A.M. srl
07-mag-18

Falda

1.80 m

Sigla della Punta
Azzeramento
Ultimo taratura guadagno
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707
Inizio prova
31-gen-2018
31-gen-2018

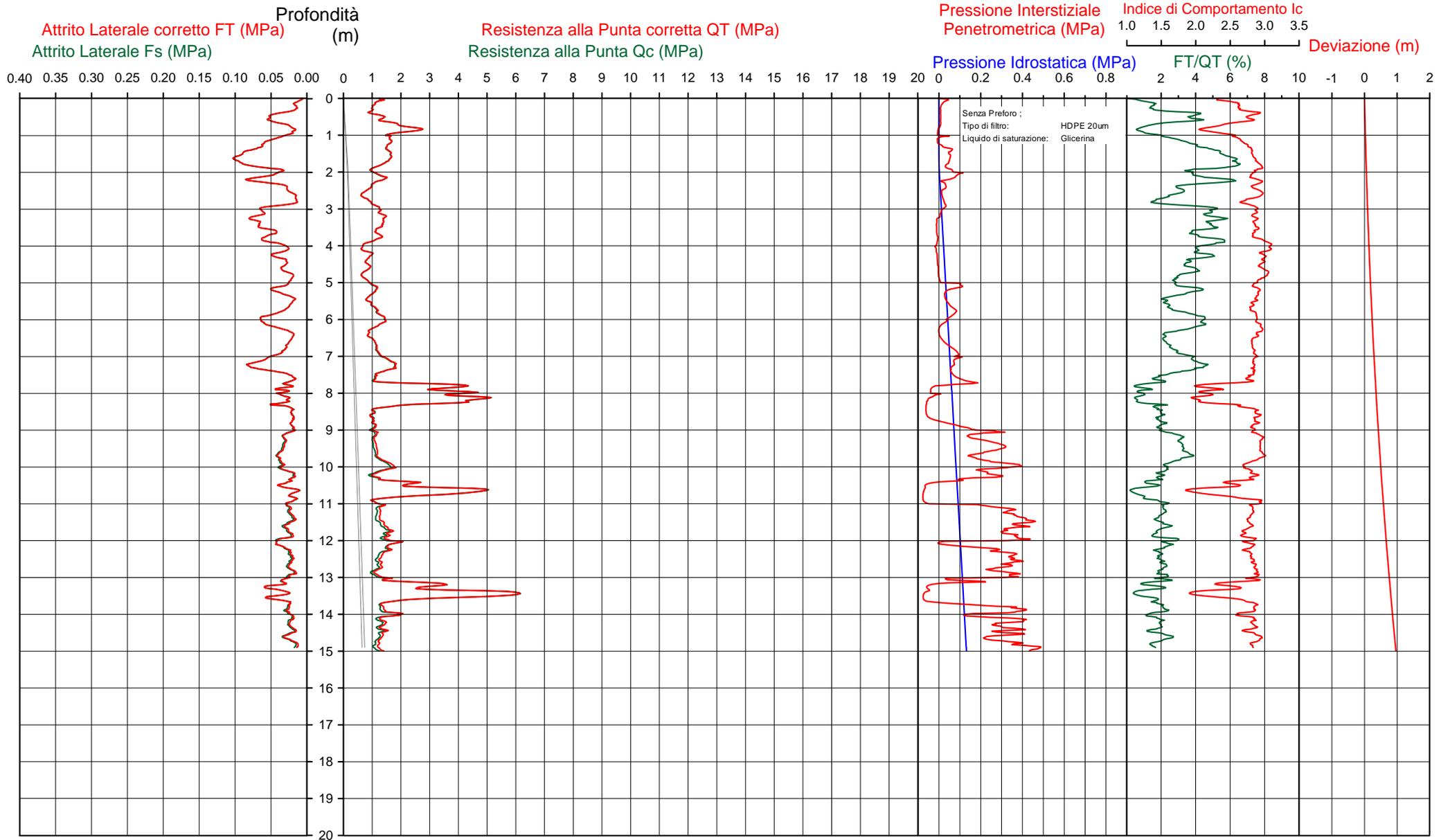


Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU

1



CPTU

1

Data
 Cantiere / Via
 Località
 Comune
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
 Pasolini
 Granarolo Faentino
 Faenza
 1.80



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
139

qt	Qc1N kN/m² Boulanger 2004	ft	FT/Qnet %	lc	Litologia Robertson	basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ Kulhaway & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
11.4	19.5	0.29	2.5	2.66	limo argilloso-argilla limosa		0.60			Plastica	.	.	0.72	56.09	55.6	126
19.4	33.0	0.32	1.8	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso		0.80			Sciolta	30.4	36.8	.	.	75.3	140
19.6	33.3	0.27	1.5	2.38	sabbia limosa-limo sabbioso		1.10			Sciolta	30.7	36.1	.	.	71.4	136
15.2	25.9	0.78	5.3	2.83	limo argilloso-argilla limosa		1.90		H2O	Plastica	.	.	0.89	14.38	86.6	159
12.1	20.5	0.55	4.7	2.87	limo argilloso-argilla limosa		2.30			Plastica	.	.	0.75	6.39	69.3	144
8.2	13.9	0.22	2.8	2.86	limo argilloso-argilla limosa		2.80			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	5.74	45.2	117
12.4	21.1	0.58	4.8	2.86	limo argilloso-argilla limosa		3.90			Plastica	.	.	0.77	4.92	71.3	145
7.9	12.9	0.31	4.3	3.00	argilla-argilla limosa		5.00			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.54	2.79	45.7	122
11.0	16.4	0.39	3.8	2.88	limo argilloso-argilla limosa		5.30			Plastica	.	.	0.70	3.69	63.6	136
9.0	13.3	0.21	2.7	2.86	limo argilloso-argilla limosa		5.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	3.08	46.5	120
12.7	17.7	0.47	4.0	2.87	limo argilloso-argilla limosa		6.20			Plastica	.	.	0.78	3.44	73.4	144
9.1	12.5	0.25	3.1	2.92	limo argilloso-argilla limosa		6.50			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.61	2.88	54.2	124
13.6	17.5	0.45	3.5	2.84	limo argilloso-argilla limosa		7.30			Plastica	.	.	0.82	2.97	79.3	145
12.7	15.6	0.32	2.7	2.81	limo argilloso-argilla limosa		7.70			Plastica	.	.	0.78	4.18	66.3	136
39.1	44.5	0.31	0.9	2.16	sabbia limosa-limo sabbioso		8.30			Mediamente Addensata	40.3	35.7	.	.	125.1	166
13.3	15.5	0.26	2.2	2.77	limo argilloso-argilla limosa		8.50			Plastica	.	.	0.81	3.88	58.8	135
10.6	12.1	0.23	2.5	2.89	limo argilloso-argilla limosa		9.30			Plastica	.	.	0.68	2.26	52.9	129
11.7	12.8	0.35	3.5	2.95	limo argilloso-argilla limosa		9.80			Plastica	.	.	0.74	2.39	68.4	142
14.5	15.2	0.27	2.1	2.77	limo argilloso-argilla limosa					Plastica	.	.	0.86	3.05	62.9	141

CPTU

1

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
Pasolini
Granarolo Faentino
Faenza
1.80



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
139

qt	Qc1N kN/m² Boulinger 2004	ft daN/cm²	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
34.2	34.7	0.25	1.0	2.25	sabbia limosa-limo sabbioso	10.40				32.1	34.5	.	.	110.5	161
13.8	13.5	0.24	2.0	2.79	limo argilloso-argilla limosa	10.80						0.83	2.42	57.7	139
17.0	16.1	0.38	2.6	2.79	limo argilloso-argilla limosa	12.00						0.96	3.24	85.3	156
13.4	12.3	0.23	2.1	2.83	limo argilloso-argilla limosa	12.20						0.81	2.66	56.5	138
30.1	27.4	0.44	1.7	2.48	sabbia limosa-limo sabbioso	13.10				24.3	33.5	.	.	113.2	175
52.5	48.3	0.33	0.7	2.08	sabbia limosa-limo sabbioso	13.30				43.0	36.1	.	.	164.2	182
34.3	31.0	0.53	1.8	2.47	sabbia limosa-limo sabbioso	13.50				28.3	34.1	.	.	132.8	187
15.4	13.3	0.24	1.9	2.79	limo argilloso-argilla limosa	13.60						0.90	2.47	62.3	145
13.3	11.1	0.21	1.9	2.85	limo argilloso-argilla limosa	14.10						0.81	2.00	53.8	137

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 07-mag-18

Numero prova 1
 Quota falda 1.80

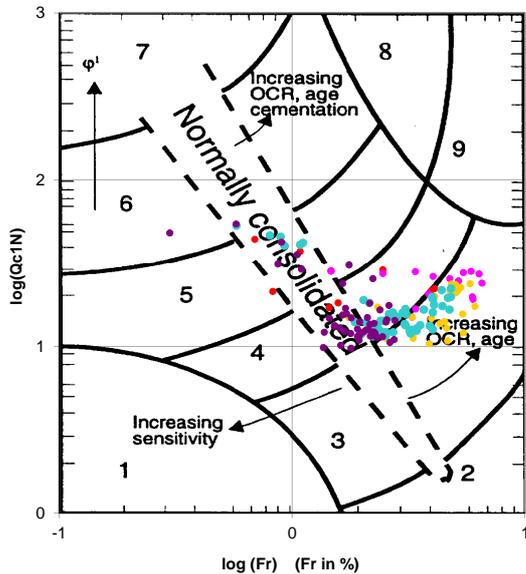


**Società di
 Geologia
 Territoriale**

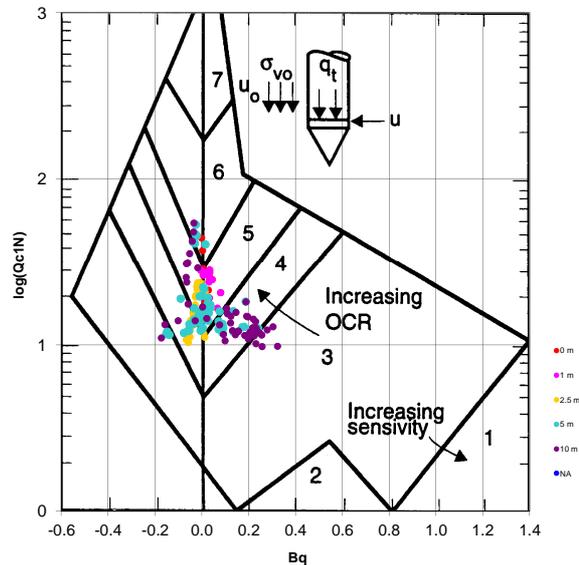
S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

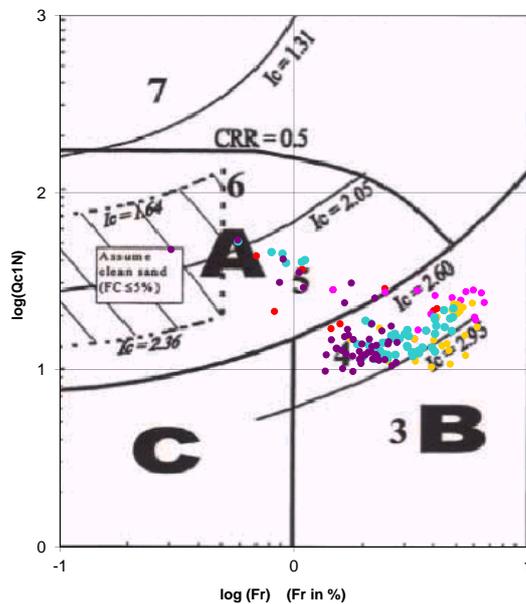
**Cross-plot Qc1N verso Fr
 (Robertson 1990)**



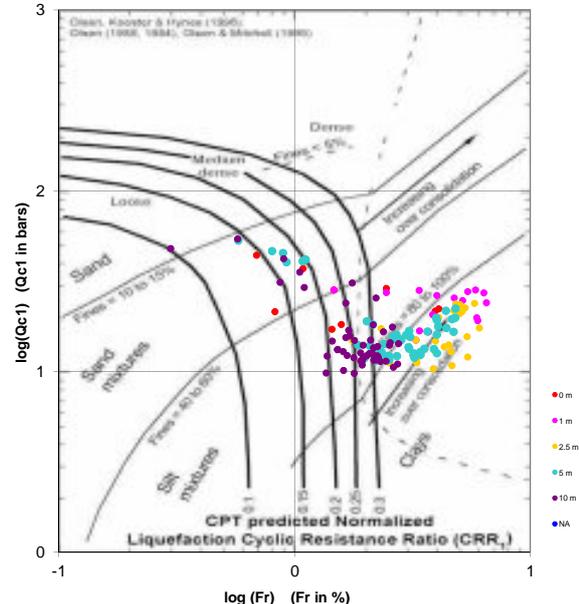
**Cross-plot Qc1N verso Bq
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
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 limoso - argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensibili

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensibilità, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.A.M. srl
07-mag-18

Falda

1.70 m

Sigla della Punta
Azzeramento
Ultimo taratura guadagno
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707
Inizio prova
31-gen-2018
31-gen-2018

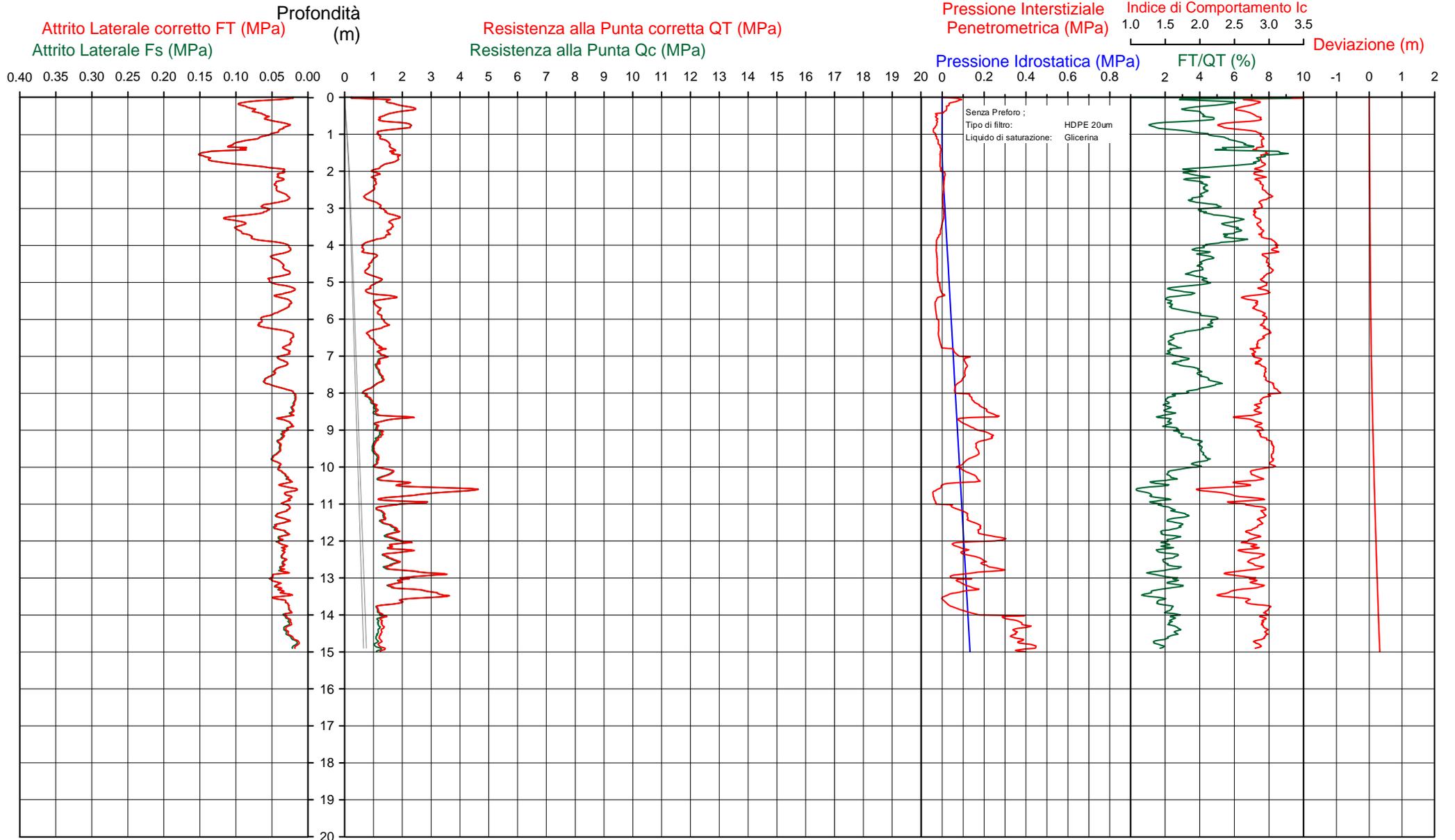


Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU

2



CPTU

2

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
Pasolini
Granarolo Faentino
Faenza
1.70



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15

144

qt	Qc1N kN/m ² Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
14.1	24.0	0.68	5.0	2.86	limo argilloso-argilla limosa	0.20			Plastica	.	.	0.84	136.36	80.5	158
21.9	37.2	0.79	3.7	2.61	limo argilloso-argilla limosa	0.40			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.13	89.65	127.1	168
14.4	24.5	0.54	4.0	2.76	limo argilloso-argilla limosa	0.70			Plastica	.	.	0.86	33.12	83.3	149
20.3	34.5	0.33	1.7	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	0.90			Sciolta	31.9	36.6	.	.	77.8	142
11.8	20.1	0.55	4.7	2.87	limo argilloso-argilla limosa	1.10			Plastica	.	.	0.74	14.30	67.9	145
16.5	28.0	1.16	7.1	2.89	limo argilloso-argilla limosa	1.80			Plastica	.	.	0.94	11.94	90.8	174
10.9	18.5	0.45	4.2	2.87	limo argilloso-argilla limosa	2.50		H2O	Plastica	.	.	0.70	8.13	62.8	138
8.0	13.6	0.32	4.2	2.98	argilla-argilla limosa	2.80			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.55	5.00	46.4	125
12.5	21.3	0.55	4.6	2.85	limo argilloso-argilla limosa	3.10			Plastica	.	.	0.78	5.89	72.0	146
16.0	26.5	0.92	6.0	2.86	limo argilloso-argilla limosa	3.80			Plastica	.	.	0.92	7.45	90.1	165
10.3	17.1	0.66	6.9	3.04	argilla-argilla limosa	3.90			Plastica	.	.	0.67	4.36	56.8	147
6.4	11.0	0.28	5.0	3.09	argilla-argilla limosa	4.20			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.46	2.77	42.5	117
10.3	16.5	0.46	4.8	2.95	argilla-argilla limosa	4.40			Plastica	.	.	0.67	4.13	58.9	138
8.2	13.0	0.32	4.4	3.00	argilla-argilla limosa	4.80			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	3.41	47.1	125
11.7	17.5	0.49	4.5	2.91	limo argilloso-argilla limosa	5.00			Plastica	.	.	0.74	3.93	67.2	144
8.8	13.2	0.29	3.6	2.94	limo argilloso-argilla limosa	5.30			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	3.44	50.9	124
14.2	20.1	0.36	2.8	2.73	limo argilloso-argilla limosa	5.50			Plastica	.	.	0.85	4.82	77.0	142
11.7	16.3	0.40	3.7	2.87	limo argilloso-argilla limosa	6.00			Plastica	.	.	0.73	3.24	67.8	138
14.2	19.1	0.66	5.1	2.91	limo argilloso-argilla limosa	6.20			Plastica	.	.	0.85	4.17	81.3	159
11.5	15.5	0.48	4.6	2.96	argilla-argilla limosa	6.30			Plastica	.	.	0.73	3.41	66.1	145
8.8	11.9	0.23	3.0	2.94	limo argilloso-argilla limosa	6.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	2.33	52.1	123
12.3	15.3	0.40	3.6	2.89	limo argilloso-argilla limosa	7.80			Plastica	.	.	0.76	2.89	71.2	142
7.9	9.5	0.25	3.8	3.08	argilla-argilla limosa	8.10			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.54	2.21	45.7	122
9.5	11.2	0.18	2.2	2.88	limo argilloso-argilla limosa	8.30			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.63	2.18	42.4	122
11.2	12.9	0.21	2.2	2.83	limo argilloso-argilla limosa	8.60			Plastica	.	.	0.71	2.54	48.9	129
20.3	22.8	0.35	1.9	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	8.70			Sciolta	18.2	32.4	.	.	81.8	154
12.3	13.7	0.29	2.7	2.86	limo argilloso-argilla limosa	9.20			Plastica	.	.	0.76	2.94	64.3	138
11.0	11.8	0.41	4.5	3.04	argilla-argilla limosa	10.00			Plastica	.	.	0.70	2.39	63.1	144

CPTU

2

Data
 Cantiere / Via
 Località
 Comune
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
 Pasolini
 Granarolo Faentino
 Faenza
 1.70



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
 144

qt	Qc1N kN/m ² Boulangier 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
14.9	15.4	0.32	2.5	2.79	limo argilloso-argilla limosa	10.40			Plastica	.	.	0.88	2.95	72.4	147
20.2	20.5	0.35	1.9	2.63	limo argilloso-argilla limosa	10.50			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.08	3.91	82.5	156
32.4	32.5	0.25	0.9	2.29	sabbia limosa-limo sabbioso	10.80			Sciolta	29.9	34.2	.	.	104.3	160
13.0	12.9	0.25	2.3	2.84	limo argilloso-argilla limosa	10.90			Plastica	.	.	0.80	2.44	59.9	139
23.9	23.7	0.33	1.6	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	11.00			Sciolta	19.4	32.7	.	.	88.0	161
13.4	13.0	0.32	2.8	2.89	limo argilloso-argilla limosa	11.50			Plastica	.	.	0.81	2.56	73.6	145
17.1	16.3	0.38	2.6	2.78	limo argilloso-argilla limosa	11.80			Plastica	.	.	0.97	2.74	86.4	156
15.1	14.3	0.33	2.5	2.83	limo argilloso-argilla limosa	11.90			Plastica	.	.	0.89	2.63	75.1	150
18.0	16.8	0.35	2.3	2.75	limo argilloso-argilla limosa	12.40			Plastica	.	.	1.00	3.15	82.1	156
16.9	15.4	0.34	2.4	2.79	limo argilloso-argilla limosa	12.80			Plastica	.	.	0.96	2.62	79.2	154
27.6	25.0	0.42	1.8	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	13.00			Sciolta	21.3	33.1	.	.	106.7	172
18.5	16.4	0.44	2.7	2.80	limo argilloso-argilla limosa	13.30			Plastica	.	.	1.02	3.16	98.3	164
31.7	28.2	0.33	1.1	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	13.50			Sciolta	25.3	33.7	.	.	105.7	169
21.5	18.7	0.36	1.9	2.66	limo argilloso-argilla limosa	13.70			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.12	3.66	86.6	163
12.1	10.2	0.27	2.8	2.97	argilla-argilla limosa	14.00			Plastica	.	.	0.76	1.84	65.0	141
13.2	11.0	0.27	2.5	2.92	limo argilloso-argilla limosa	14.40			Plastica	.	.	0.80	2.00	65.0	143
12.5	10.2	0.26	2.6	2.95	argilla-argilla limosa	14.60			Plastica	.	.	0.77	1.85	63.5	141
12.4	10.1	0.16	1.6	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Plastica	.	.	0.77	1.77	46.5	132

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 07-mag-18

Numero prova 2
 Quota falda 1.70

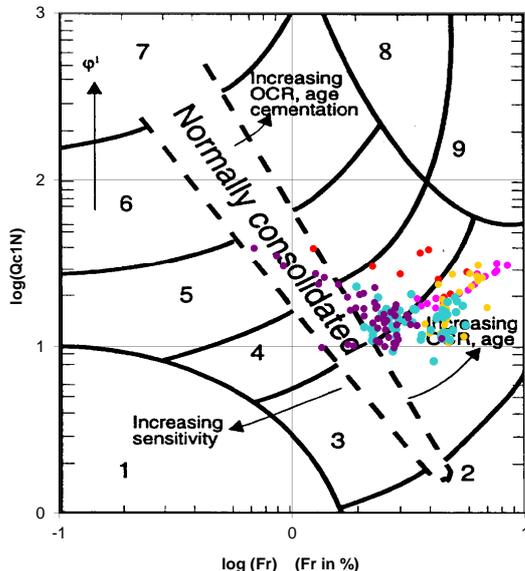


**Società di
 Geologia
 Territoriale**

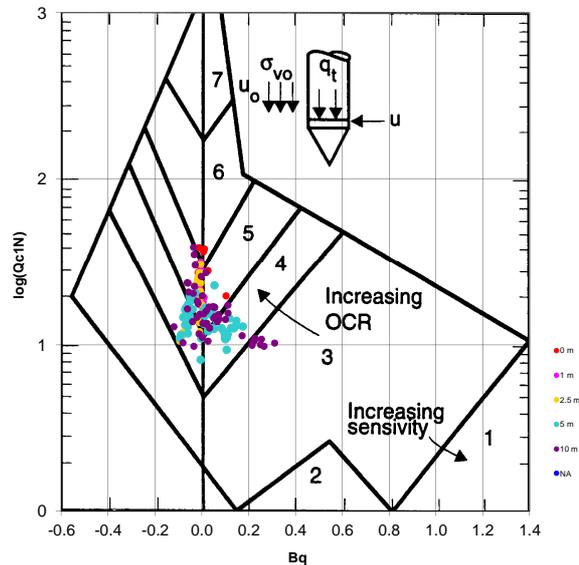
S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

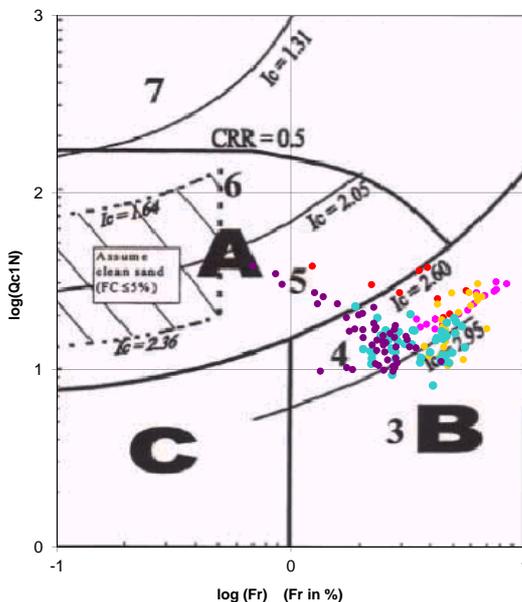
**Cross-plot Qc1N verso Fr
 (Robertson 1990)**



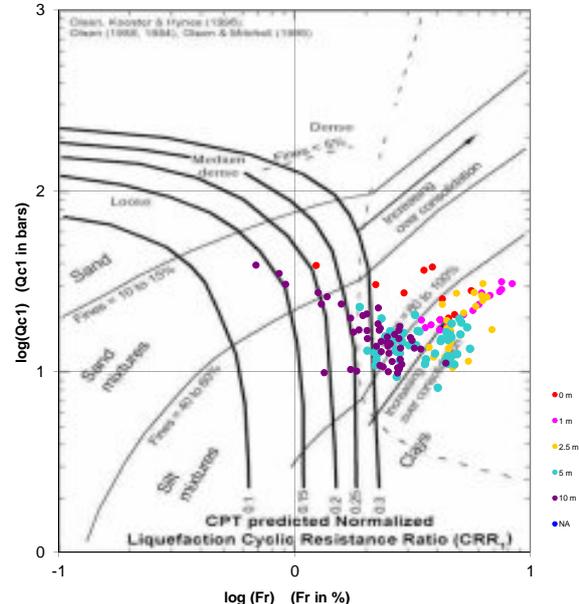
**Cross-plot Qc1N verso Bq
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
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 limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.A.M. srl
07-mag-18

Falda 1.80 m
Sigla della Punta Tecnopenta 100707
Azzeramento Inizio prova
Ultimo taratura guadagno 31-gen-2018
Ultimo taratura per deriva termica 31-gen-2018

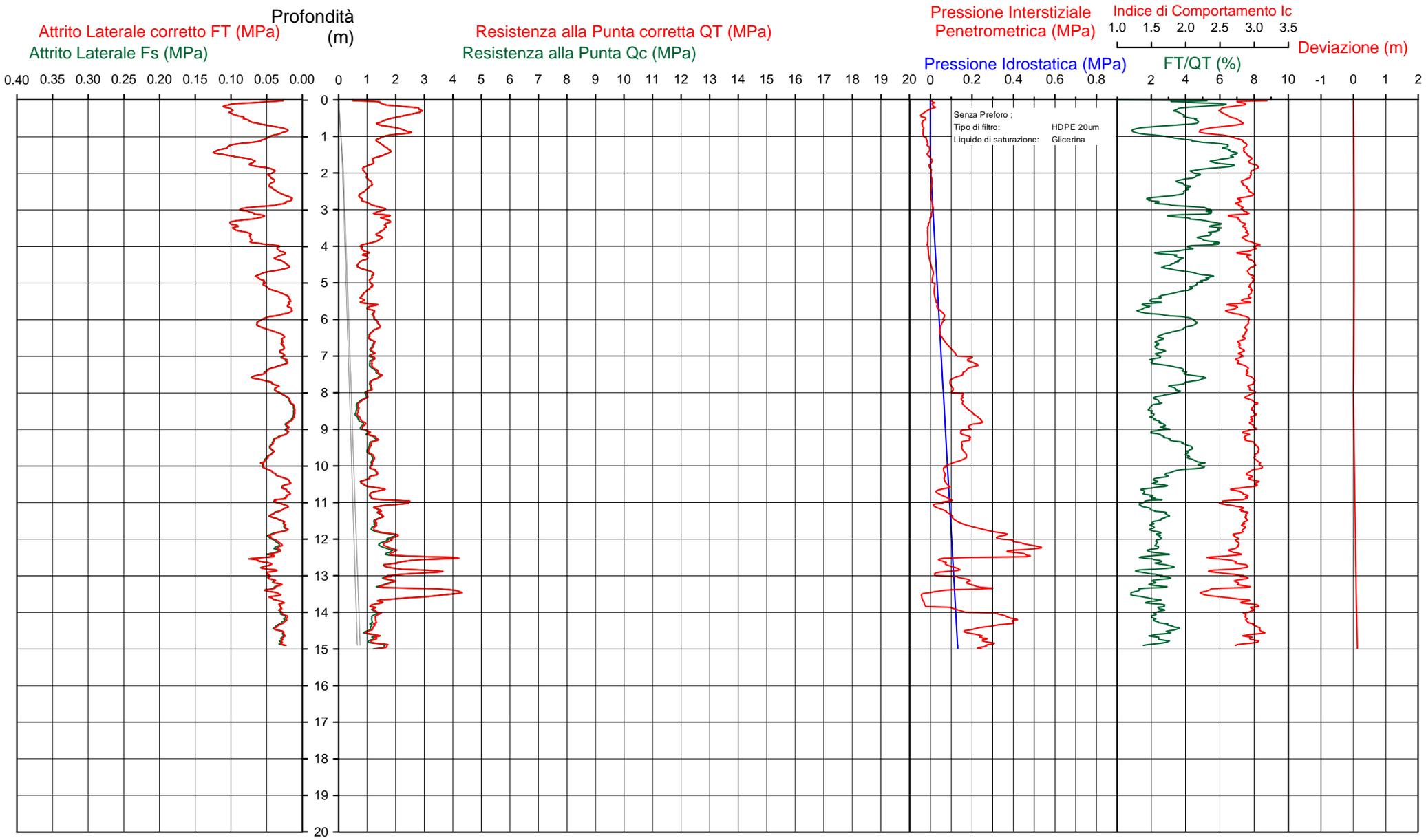


Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU

3



CPTU

3

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
Pasolini
Granarolo Faentino
Faenza
1.80



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
142

qt	Qc1N kN/m ² Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
16.3	27.7	0.81	5.0	2.81	limo argilloso-argilla limosa	0.20			Plastica	.	.	0.94	141.19	93.2	163
27.7	47.1	1.00	3.6	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	0.40			Mediamente Addensata	42.2	40.3	.	.	161.2	180
17.1	29.1	0.74	4.4	2.74	limo argilloso-argilla limosa	0.70			Plastica	.	.	0.97	45.97	98.5	160
20.8	35.4	0.31	1.6	2.38	sabbia limosa-limo sabbioso	1.00			Sciolta	32.7	36.5	.	.	77.1	141
15.7	26.8	0.92	5.8	2.84	limo argilloso-argilla limosa	1.50			Plastica	.	.	0.91	13.81	88.9	164
12.4	21.1	0.77	6.4	2.95	argilla-argilla limosa	1.80			Plastica	.	.	0.77	10.24	69.3	156
9.2	15.7	0.46	5.2	2.98	argilla-argilla limosa	2.10		H2O	Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.61	5.76	52.5	136
11.0	18.6	0.43	4.1	2.86	limo argilloso-argilla limosa	2.40			Plastica	.	.	0.70	6.20	63.3	137
8.4	14.3	0.26	3.3	2.89	limo argilloso-argilla limosa	2.80			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.57	5.33	49.0	121
14.9	24.7	0.75	5.2	2.84	limo argilloso-argilla limosa	3.90			Plastica	.	.	0.88	5.41	84.9	157
9.0	14.7	0.35	4.2	2.95	limo argilloso-argilla limosa	4.40			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	3.43	52.2	128
7.0	11.3	0.22	3.5	2.99	argilla-argilla limosa	4.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.49	2.70	40.9	114
11.2	16.7	0.52	5.0	2.95	argilla-argilla limosa	5.20			Plastica	.	.	0.71	3.60	64.1	144
8.6	12.6	0.23	3.0	2.91	limo argilloso-argilla limosa	5.50			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.58	3.06	50.7	121
12.3	16.1	0.35	3.1	2.83	limo argilloso-argilla limosa	7.60			Plastica	.	.	0.76	2.91	72.0	138
10.8	12.9	0.35	3.6	2.95	argilla-argilla limosa	8.20			Plastica	.	.	0.69	2.96	62.9	137
7.6	8.8	0.15	2.4	2.99	argilla-argilla limosa	9.00			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.52	1.72	35.7	113
11.8	13.1	0.28	2.7	2.88	limo argilloso-argilla limosa	9.30			Plastica	.	.	0.74	2.32	62.3	136
11.6	12.3	0.47	4.8	3.04	argilla-argilla limosa				Plastica	.	.	0.73	2.45	66.3	149

CPTU

3

Data
 Cantiere / Via
 Località
 Comune
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
 Pasolini
 Granarolo Faentino
 Faenza
 1.80



Società di
 Geologia
 Territoriale

S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
 142

qt	Qc1N kN/m ² Boulinger 2004	ft	FT/Qnet %	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
						10.10									
12.9	13.3	0.38	3.4	2.93	limo argilloso-argilla limosa	10.30			Plastica	.	.	0.79	2.66	75.3	147
9.8	10.0	0.22	2.8	2.98	argilla-argilla limosa	10.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	1.96	52.7	128
15.8	15.2	0.31	2.3	2.78	limo argilloso-argilla limosa	12.40			Plastica	.	.	0.91	2.67	71.2	147
29.1	26.9	0.54	2.1	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	12.60			Sciolta	23.7	33.4	.	.	126.6	182
18.6	16.9	0.50	3.1	2.82	limo argilloso-argilla limosa	12.80			Plastica	.	.	1.02	3.20	108.8	167
31.2	28.5	0.42	1.5	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	12.90			Sciolta	25.6	33.7	.	.	113.0	176
18.7	16.7	0.41	2.6	2.78	limo argilloso-argilla limosa	13.30			Plastica	.	.	1.03	3.67	93.5	162
34.9	31.2	0.41	1.4	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	13.60			Sciolta	28.6	34.1	.	.	121.9	179
15.0	12.9	0.33	2.7	2.88	limo argilloso-argilla limosa	13.80			Plastica	.	.	0.88	2.49	78.0	152
12.5	10.3	0.28	2.9	2.97	argilla-argilla limosa	14.80			Plastica	.	.	0.77	1.78	69.7	143
15.0	12.2	0.27	2.3	2.86	limo argilloso-argilla limosa				Plastica	.	.	0.88	2.13	68.9	149

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 07-mag-18

Numero prova 3
 Quota falda 1.80

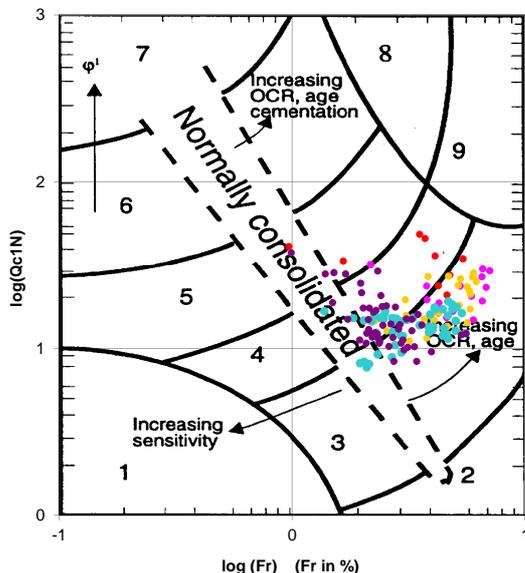


Società di
 Geologia
 Territoriale

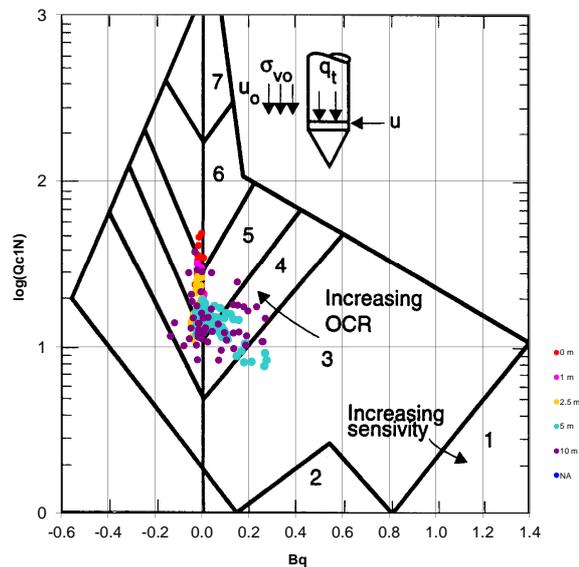
S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

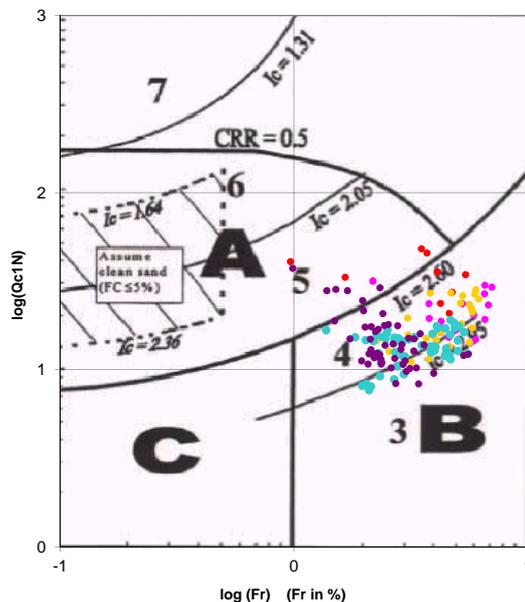
Cross-plot Qc1N verso Fr
 (Robertson 1990)



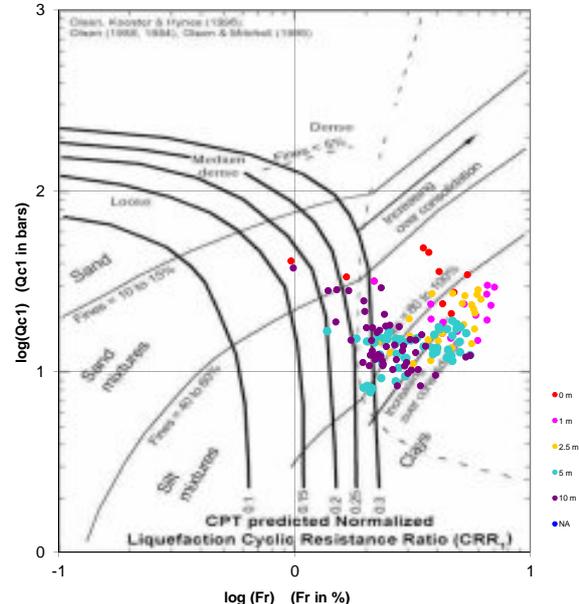
Cross-plot Qc1N verso Bq
 (Robertson 1990)



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Robertson 1996



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Olsen 1996



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
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 limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.A.M. srl
07-mag-18

Falda

1.90 m

Sigla della Punta
Azzeramento
Ultimo taratura guadagno
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707
Inizio prova
31-gen-2018
31-gen-2018

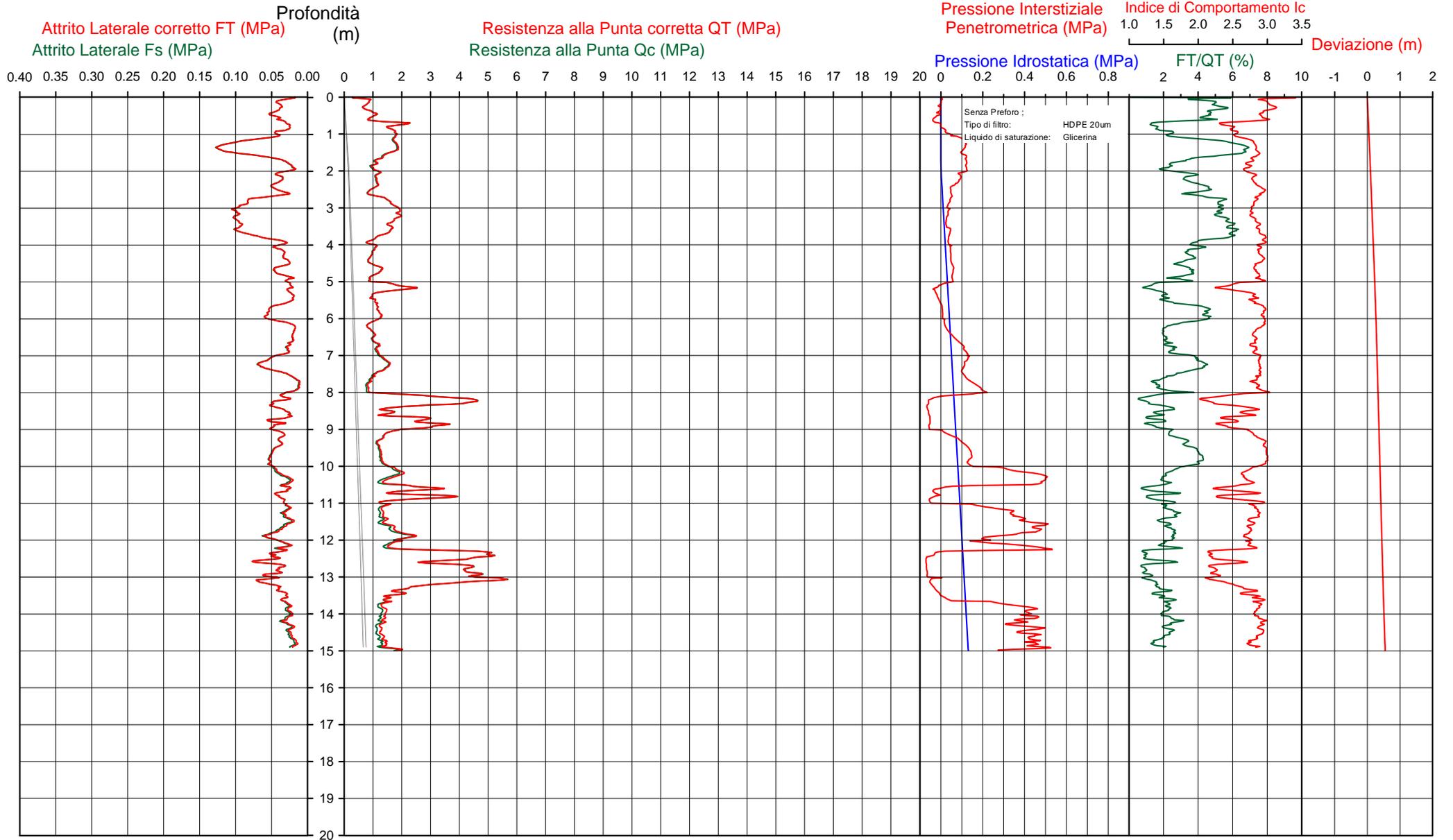


Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU

4



CPTU

4

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
Pasolini
Granarolo Faentino
Faenza
1.90



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
146

qt	Qc1N kN/m ² Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
9.4	15.9	0.39	4.5	2.95	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.62	27.17	53.8	135
17.3	29.5	0.26	1.5	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	0.70			Sciolta	26.7	35.9			63.2	135
17.9	30.4	0.44	2.5	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	0.90			Sciolta	27.7	35.5			87.5	147
17.2	29.2	1.02	6.0	2.83	limo argilloso-argilla limosa	1.10			Plastica			0.97	16.28	96.9	170
10.9	18.5	0.36	3.4	2.81	limo argilloso-argilla limosa	1.60			Plastica			0.70	7.96	63.5	132
17.1	28.2	0.93	5.7	2.82	limo argilloso-argilla limosa	2.70		H2O	Plastica			0.97	7.13	96.6	168
10.3	16.2	0.38	3.9	2.90	limo argilloso-argilla limosa	3.70			Plastica			0.67	4.65	59.6	133
18.2	25.4	0.25	1.5	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	5.00			Sciolta	21.8	32.7			66.0	138
9.9	14.3	0.20	2.3	2.80	limo argilloso-argilla limosa	5.30			Molle-plastica (Soffice)			0.65	3.24	45.1	122
11.9	16.4	0.48	4.4	2.92	limo argilloso-argilla limosa	5.50			Plastica			0.75	3.45	68.5	145
9.1	12.4	0.26	3.2	2.93	limo argilloso-argilla limosa	6.00			Molle-plastica (Soffice)			0.61	3.13	53.4	125
11.0	14.3	0.25	2.5	2.82	limo argilloso-argilla limosa	6.30			Plastica			0.70	2.81	53.4	129
13.4	16.5	0.48	3.8	2.89	limo argilloso-argilla limosa	7.00			Plastica			0.81	3.54	77.7	148
8.7	10.5	0.14	2.0	2.87	limo argilloso-argilla limosa	7.60			Molle-plastica (Soffice)			0.58	2.31	35.6	115
33.3	37.3	0.40	1.4	2.34	sabbia limosa-limo sabbioso	8.00			Sciolta	34.5	34.8			118.4	168
14.8	16.8	0.30	2.3	2.74	limo argilloso-argilla limosa	8.40			Plastica			0.88	3.25	68.3	143
27.1	29.6	0.42	1.7	2.47	sabbia limosa-limo sabbioso	8.60			Sciolta	26.8	33.7			103.2	166
14.5	15.7	0.37	2.9	2.83	limo argilloso-argilla limosa	9.00			Plastica			0.86	3.55	82.1	148
12.6	13.4	0.46	4.2	2.98	argilla-argilla limosa	9.30			Plastica			0.78	2.40	72.8	151
16.9	17.2	0.36	2.4	2.74	limo argilloso-argilla limosa	9.90			Plastica			0.96	2.89	80.0	152

CPTU

4

Data
 Cantiere / Via
 Località
 Comune
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
 Pasolini
 Granarolo Faentino
 Faenza
 1.90



Società di
 Geologia
 Territoriale

S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
 146

qt	Qc1N Russ o Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito φ Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009
daN/cm²	daN/cm²	%		Robertson		m			1990 %		daN/cm²		daN/cm²	m/sec	
						10.50									
25.4	25.3	0.34	1.7	2.51	sabbia limosa-limo sabbioso	10.80		Sciolta	21.6	33.0				95.6	164
31.2	30.7	0.36	1.3	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	10.90		Sciolta	28.1	34.0				107.2	170
14.0	13.5	0.28	2.3	2.83	limo argilloso-argilla limosa	11.60		Plastica			0.84	2.46	64.8	143	
18.0	16.9	0.37	2.3	2.75	limo argilloso-argilla limosa	11.80		Plastica			1.00	3.04	83.3	157	
21.9	20.5	0.52	2.6	2.71	limo argilloso-argilla limosa	12.00		Solido-plastica (Duro)			1.14	4.04	112.1	171	
16.6	15.3	0.30	2.1	2.75	limo argilloso-argilla limosa	12.20		Plastica			0.95	2.99	70.3	150	
42.2	38.7	0.49	1.3	2.30	sabbia limosa-limo sabbioso	13.20		Mediamente Addensata	35.7	35.1			146.2	186	
20.7	18.0	0.37	2.1	2.69	limo argilloso-argilla limosa	13.50		Solido-plastica (Duro)			1.10	3.78	87.4	162	
13.8	11.4	0.24	2.2	2.87	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.83	2.18	60.2	143	

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 07-mag-18

Numero prova 4
 Quota falda 1.90

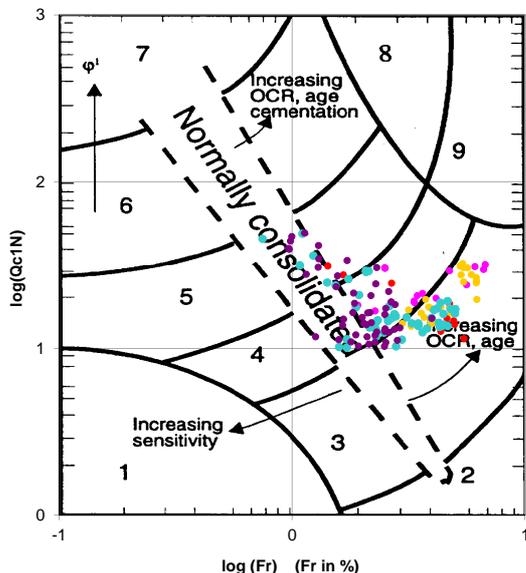


**Società di
 Geologia
 Territoriale**

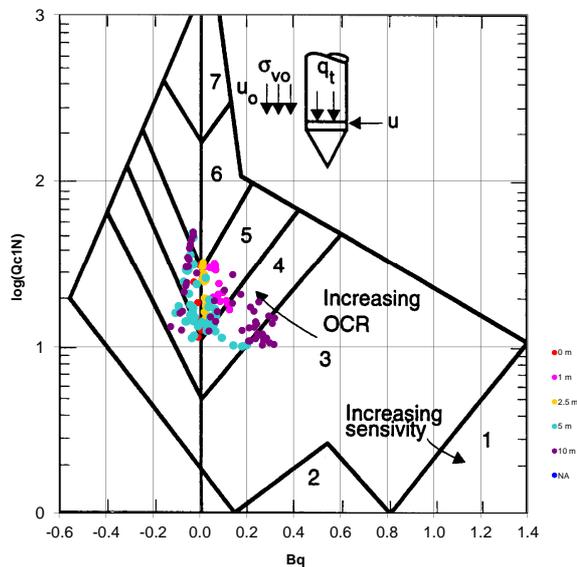
S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

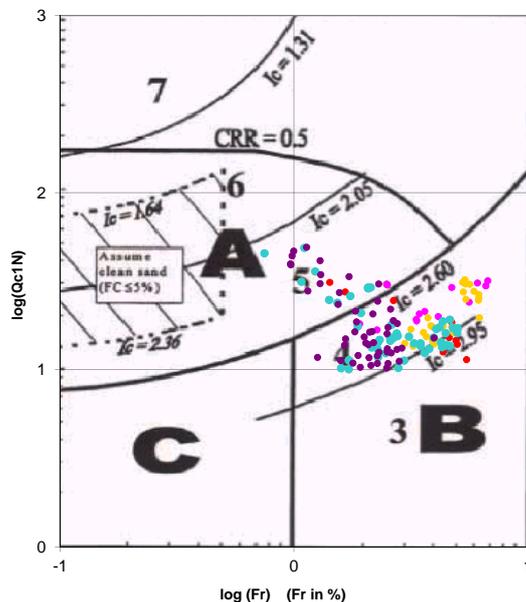
**Cross-plot Qc1N verso Fr
 (Robertson 1990)**



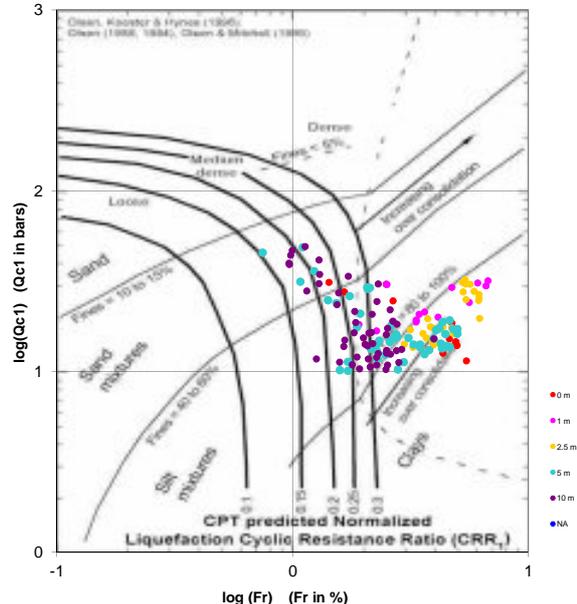
**Cross-plot Qc1N verso Bq
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
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 limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.A.M. srl
07-mag-18

Falda

1.70 m

Sigla della Punta
Azzeramento
Ultimo taratura guadagno
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707
Inizio prova
31-gen-2018
31-gen-2018

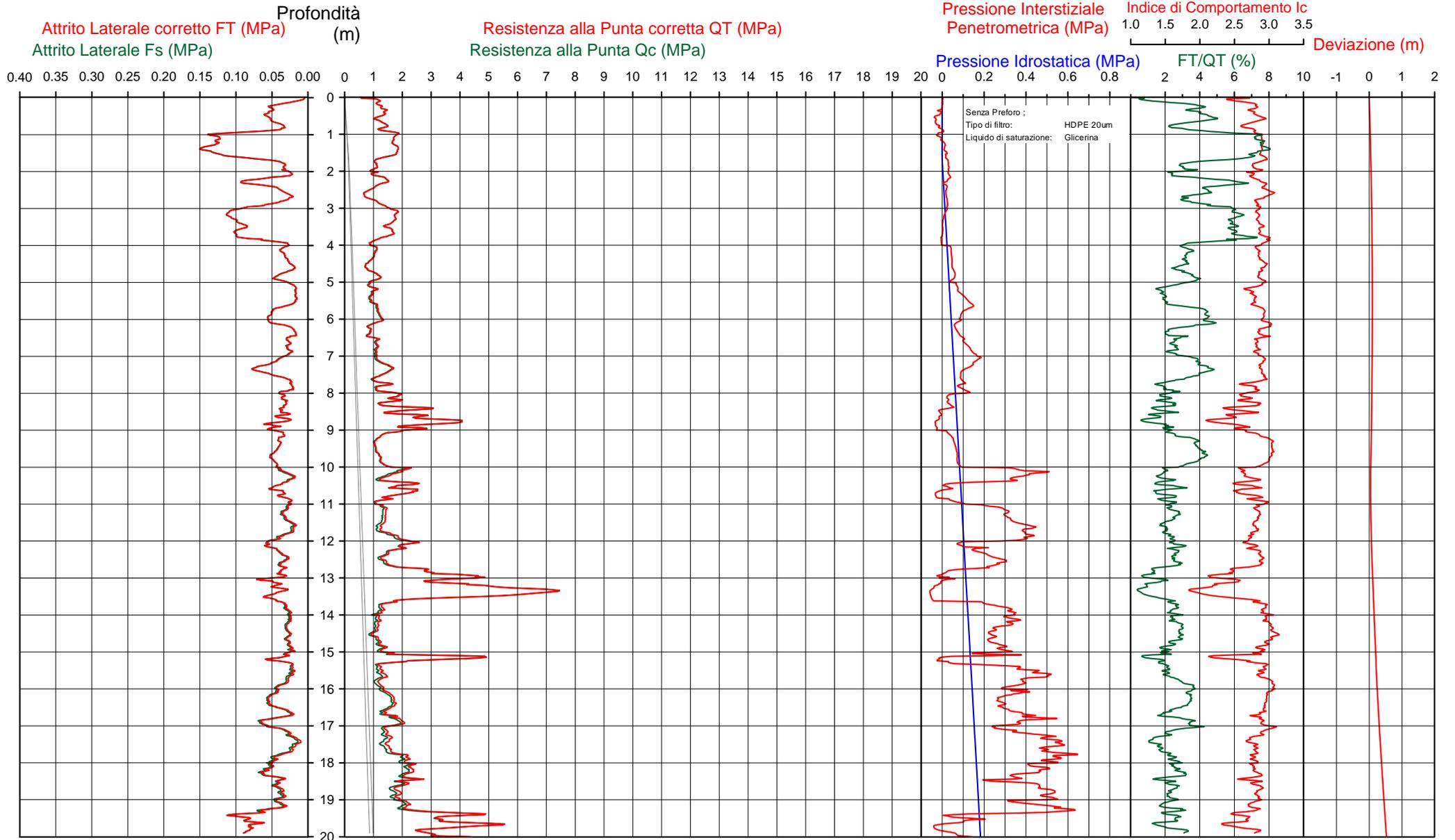


Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU

5



CPTU

5

Data
 Cantiere / Via
 Località
 Comune
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
 Pasolini
 Granarolo Faentino
 Faenza
 1.70



Società di
 Geologia
 Territoriale

S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs20
 149

qt	Qc1N kN/m² Boulinger 2004	ft daN/cm²	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
10.5	17.8	0.09	0.8	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	0.10				10.1	40.0			33.1	109
12.8	21.7	0.46	3.7	2.78	limo argilloso-argilla limosa							0.79	29.21	74.2	142
						0.90									
17.5	29.7	1.27	7.3	2.89	limo argilloso-argilla limosa							0.98	17.83	95.9	179
						1.60									
10.7	18.2	0.40	3.7	2.83	limo argilloso-argilla limosa			H2O				0.69	8.41	62.3	133
						2.10									
13.3	22.7	0.68	5.2	2.86	limo argilloso-argilla limosa							0.81	8.25	76.0	152
						2.40									
8.4	14.3	0.32	4.0	2.95	limo argilloso-argilla limosa							0.57	5.60	48.8	125
						2.80									
16.0	26.8	0.92	5.9	2.85	limo argilloso-argilla limosa							0.92	5.85	90.0	164
						3.70									
12.5	20.7	0.79	6.6	2.97	argilla-argilla limosa							0.78	6.20	69.8	155
						3.90									
10.2	16.7	0.33	3.5	2.86	limo argilloso-argilla limosa							0.66	3.60	59.5	130
						4.30									
8.4	13.5	0.24	3.2	2.91	limo argilloso-argilla limosa							0.57	3.70	48.8	120
						4.70									
11.6	17.7	0.40	3.7	2.85	limo argilloso-argilla limosa							0.73	3.98	67.6	138
						4.90									
9.5	14.2	0.21	2.4	2.81	limo argilloso-argilla limosa							0.63	3.40	45.3	120
						5.50									
11.7	16.5	0.44	4.0	2.89	limo argilloso-argilla limosa							0.74	3.22	68.0	140
						6.10									
8.8	12.1	0.24	3.1	2.92	limo argilloso-argilla limosa							0.59	2.64	52.4	122
						6.50									
11.4	14.9	0.31	3.0	2.86	limo argilloso-argilla limosa							0.72	3.21	67.3	135
						7.20									
15.4	19.0	0.65	4.6	2.89	limo argilloso-argilla limosa							0.90	4.12	88.6	161
						7.50									
11.9	14.5	0.26	2.6	2.82	limo argilloso-argilla limosa							0.74	2.86	60.1	133
						7.90									
16.9	19.7	0.33	2.3	2.69	limo argilloso-argilla limosa							0.96	3.48	76.5	148
						8.40									
26.4	29.3	0.40	1.8	2.48	sabbia limosa-limo sabbioso					26.5	33.7			102.8	164
						9.00									
14.7	16.2	0.36	2.8	2.81	limo argilloso-argilla limosa							0.87	3.69	80.9	148
						9.20									
11.5	12.4	0.44	4.5	3.03	argilla-argilla limosa							0.73	2.31	66.2	147
						9.90									
16.6	17.2	0.31	2.1	2.72	limo argilloso-argilla limosa							0.95	2.94	71.5	147

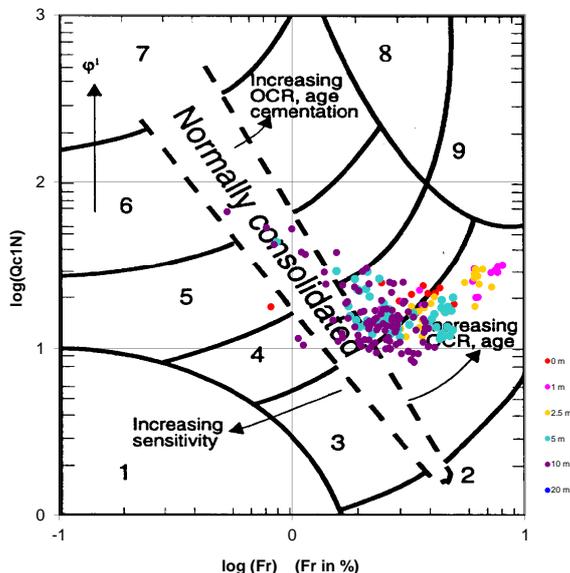
Data
 Cantiere / Via
 Località
 Comune
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
 Pasolini
 Granarolo Faentino
 Faenza
 1.70

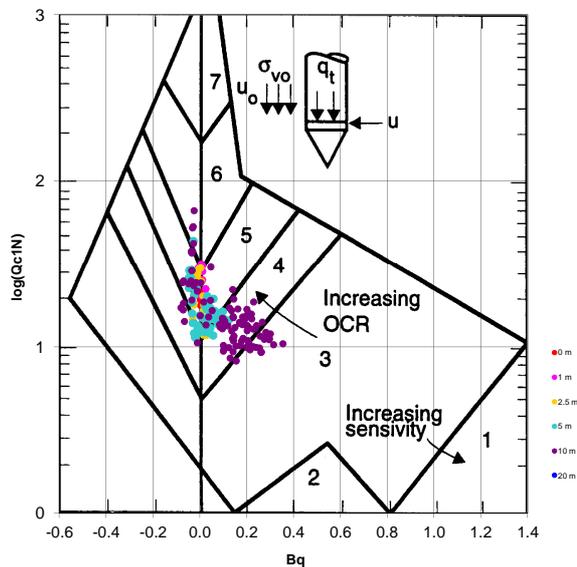


qt	Qc1N kN/m² Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
						10.40									
23.1	23.4	0.38	1.9	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	10.50			Sciolta	19.1	32.7			91.7	162
19.0	19.2	0.50	3.0	2.77	limo argilloso-argilla limosa	10.60			Plastica			1.04	3.66	112.3	166
24.0	24.1	0.36	1.6	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	10.70			Sciolta	20.0	32.8			89.9	162
14.2	13.8	0.28	2.3	2.82	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.85	3.13	64.8	143
						11.90									
21.3	20.0	0.51	2.7	2.73	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.11	3.54	111.2	170
						12.20									
15.0	13.7	0.35	2.7	2.86	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.88	2.73	79.4	151
						12.70									
39.1	35.7	0.42	1.3	2.33	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	33.0	34.7			133.3	179
						13.30									
64.6	59.2	0.45	0.8	2.01	sabbia-sabbia limosa	13.50			Mediamente Addensata	49.7	37.1			202.6	195
27.8	24.5	0.51	2.1	2.60	limo argilloso-argilla limosa	13.60			Solido-plastica (Duro)			1.31	4.27	120.4	181
12.1	10.1	0.27	2.9	2.99	argilla-argilla limosa				Plastica			0.76	2.34	68.1	141
						14.80									
16.6	13.6	0.25	2.0	2.80	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.95	1.97	68.7	148
						15.10									
44.6	37.9	0.44	1.1	2.26	sabbia limosa-limo sabbioso	15.20			Sciolta	35.0	35.1			147.3	188
20.6	16.8	0.37	2.0	2.73	limo argilloso-argilla limosa	15.30			Solido-plastica (Duro)			1.09	2.86	86.6	165
14.1	10.9	0.35	3.1	2.97	argilla-argilla limosa				Plastica			0.84	1.61	84.5	151
						16.40									
16.3	12.1	0.32	2.4	2.86	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.93	2.11	76.3	153
						17.80									
22.2	16.1	0.48	2.6	2.78	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.15	2.59	111.1	176
						18.60									
18.5	12.9	0.37	2.4	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			1.02	2.05	88.3	164
						19.00									
22.0	15.3	0.42	2.3	2.77	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.14	2.40	99.6	172
						19.30									
41.3	30.4	0.79	2.1	2.52	sabbia limosa-limo sabbioso	19.40			Sciolta	27.7	34.2			176.4	210
34.5	24.8	0.89	2.9	2.67	limo argilloso-argilla limosa				Semi solida (Molto duro)			1.47	3.83	191.5	209
						19.60									
50.7	37.7	0.73	1.5	2.36	sabbia limosa-limo sabbioso	19.70			Sciolta	34.8	35.1			185.2	212
30.9	21.7	0.83	3.2	2.74	limo argilloso-argilla limosa				Semi solida (Molto duro)			1.39	3.81	180.3	204

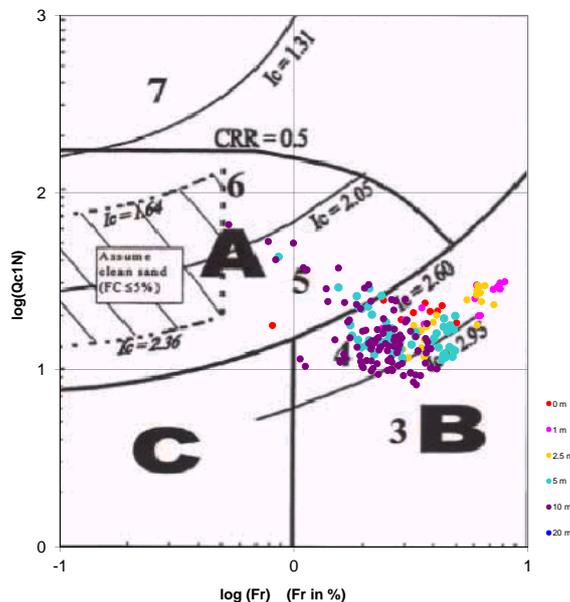
Cross-plot Qc1N verso Fr
 (Robertson 1990)



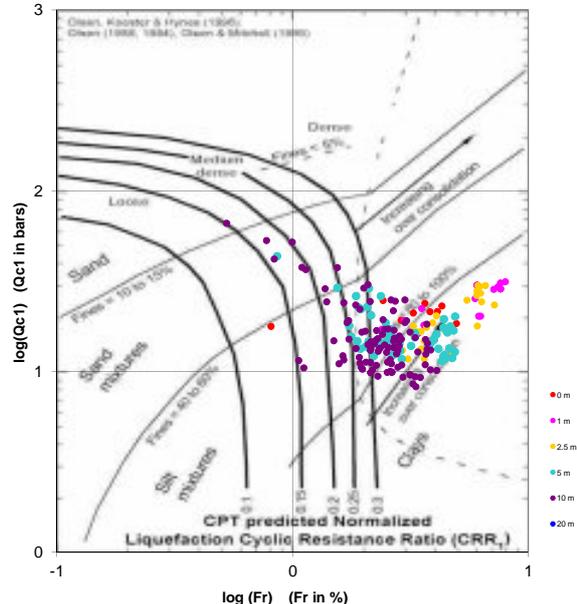
Cross-plot Qc1N verso Bq
 (Robertson 1990)



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Robertson 1996



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Olsen 1996



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
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 limoso - argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita'

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.E.M. srl
07-mag-18

Falda 1.80 m
Sigla della Punta
Azzeramento
Ultimo taratura guadagno
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707
Inizio prova
31-gen-2018
31-gen-2018

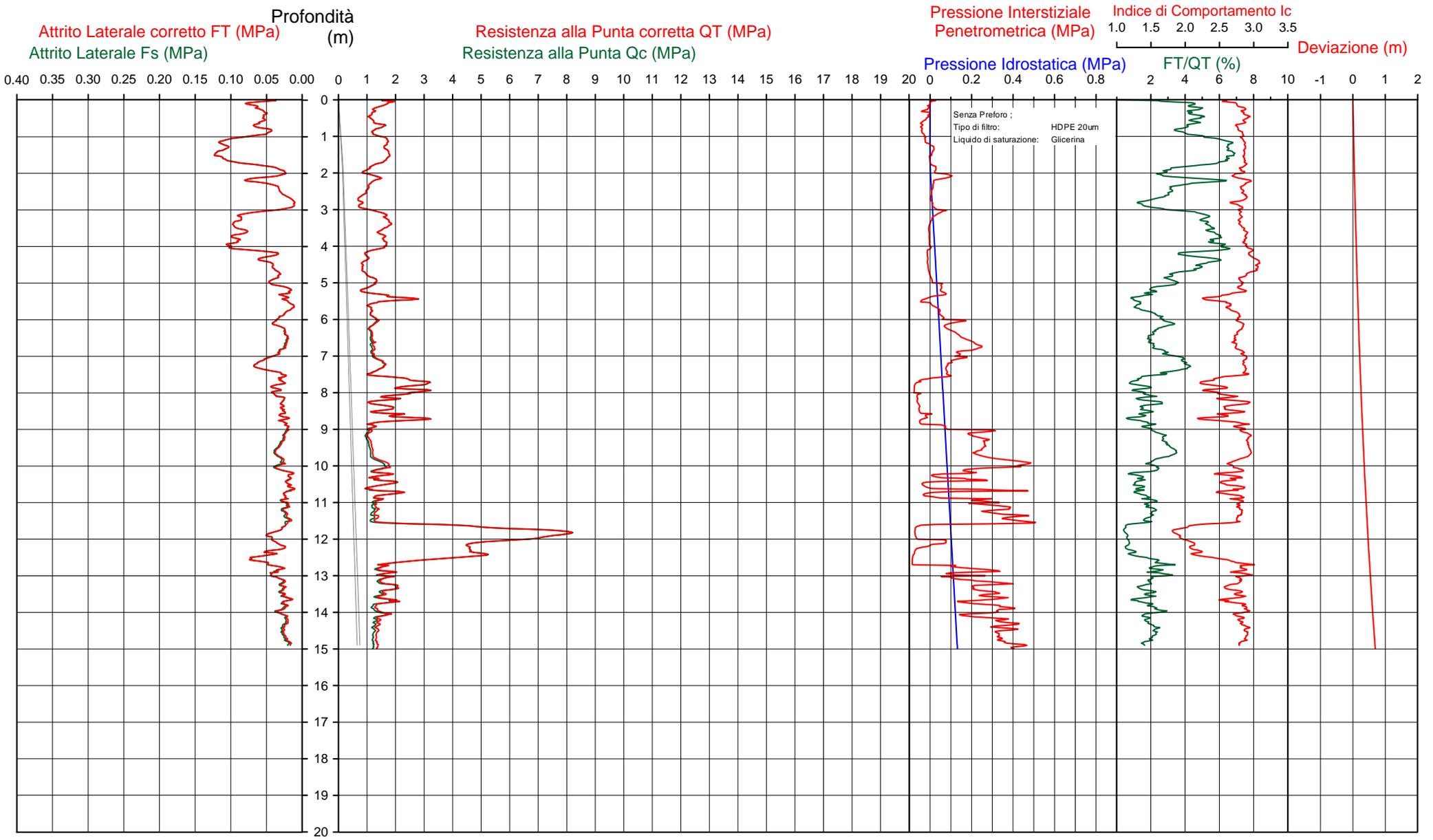


Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU

6



Data
 Cantiere / Via
 Località
 Comune
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
 Pasolini
 Granarolo Faentino
 Faenza
 1.80



qt	Qc1N kN/m ² Boulinger 2004	ft daN/cm ²	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
13.4	22.8	0.58	4.4	2.81	limo argilloso-argilla limosa	1.00	█					0.82	43.61	77.4	149
16.5	28.0	1.05	6.4	2.86	limo argilloso-argilla limosa	1.80	█					0.94	14.81	92.1	170
9.9	16.9	0.31	3.2	2.83	limo argilloso-argilla limosa	2.00	█	H2O	Molle-plastica (Soffice)			0.65	7.30	58.1	128
13.1	22.3	0.51	3.9	2.78	limo argilloso-argilla limosa	2.20	█		Plastica			0.80	7.68	76.1	143
10.7	18.2	0.42	4.1	2.86	limo argilloso-argilla limosa	2.50	█		Plastica			0.69	6.80	62.1	136
8.1	13.8	0.18	2.4	2.82	limo argilloso-argilla limosa	3.00	█		Molle-plastica (Soffice)			0.55	4.99	38.1	113
16.0	26.1	0.88	5.7	2.85	limo argilloso-argilla limosa	4.10	█		Plastica			0.92	6.36	90.5	165
9.2	14.6	0.45	5.3	3.02	argilla-argilla limosa	4.70	█		Molle-plastica (Soffice)			0.61	3.82	52.4	135
11.1	16.3	0.31	3.0	2.82	limo argilloso-argilla limosa	5.30	█		Plastica			0.71	3.40	64.4	131
20.5	27.9	0.24	1.3	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	5.50	█		Sciolta	24.8	33.2			70.6	141
12.0	16.1	0.25	2.3	2.76	limo argilloso-argilla limosa	7.00	█		Plastica			0.75	3.60	55.4	131
14.7	18.0	0.48	3.6	2.83	limo argilloso-argilla limosa	7.60	█		Plastica			0.87	3.52	85.4	151
27.0	31.2	0.34	1.4	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	8.00	█		Sciolta	28.6	33.9			95.1	159
19.2	22.1	0.32	1.8	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	8.20	█		Sciolta	17.2	32.2			76.0	150
15.4	17.5	0.28	2.1	2.72	limo argilloso-argilla limosa	8.60	█		Plastica			0.90	2.63	66.8	143
23.0	25.5	0.26	1.4	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	8.80	█		Sciolta	21.9	33.0			80.4	152
11.9	12.8	0.27	2.7	2.88	limo argilloso-argilla limosa	9.90	█		Plastica			0.74	2.49	62.7	136
15.3	15.8	0.23	1.8	2.70	limo argilloso-argilla limosa		█		Plastica			0.90	3.49	59.1	140

CPTU

6

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
Pasolini
Granarolo Faentino
Faenza
1.80



**Società di
Geologia
Territoriale**

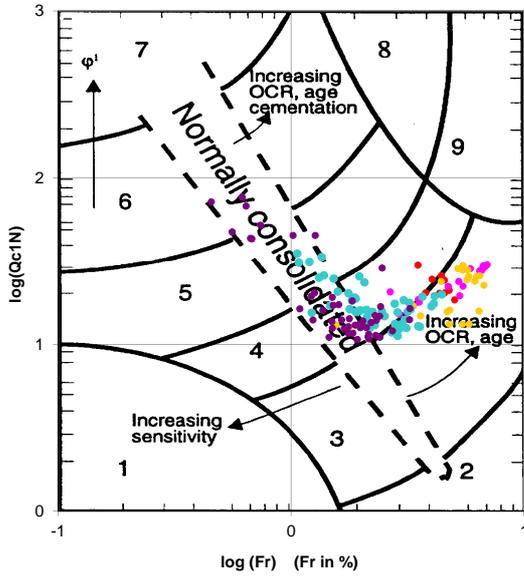
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

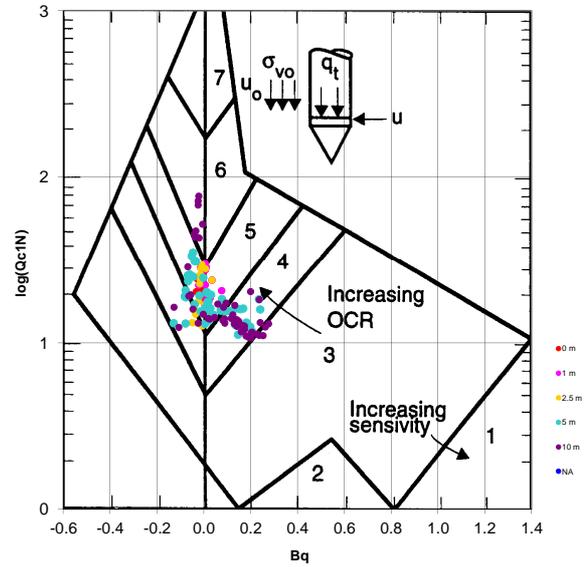
Vs15
145

qt	Qc1N kN/m ² Boulinger 2004	ft daN/cm ²	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
						10.40									
19.3	19.6	0.21	1.2	2.54	sabbia limosa-limo sabbioso	10.50			Molto Sciolta	13.1	31.8	.	.	65.3	144
13.2	13.3	0.16	1.5	2.73	limo argilloso-argilla limosa				Plastica	.	.	0.80	2.37	47.1	131
						10.70									
19.2	19.2	0.25	1.5	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	10.80			Molto Sciolta	12.6	31.7	.	.	69.5	149
13.3	13.0	0.22	1.9	2.79	limo argilloso-argilla limosa				Plastica	.	.	0.81	2.44	54.0	136
						11.50									
58.7	56.8	0.34	0.7	2.05	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	48.3	36.9	.	.	182.8	179
						12.00									
45.5	42.9	0.45	1.1	2.22	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	39.1	35.6	.	.	151.6	184
						12.60									
16.8	14.8	0.32	2.3	2.78	limo argilloso-argilla limosa				Plastica	.	.	0.95	2.88	75.5	152
						13.60									
19.0	16.4	0.18	1.1	2.58	sabbia limosa-limo sabbioso	13.70			Molto Sciolta	7.4	31.2	.	.	62.6	144
14.1	11.7	0.24	2.0	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Plastica	.	.	0.84	2.27	59.3	142

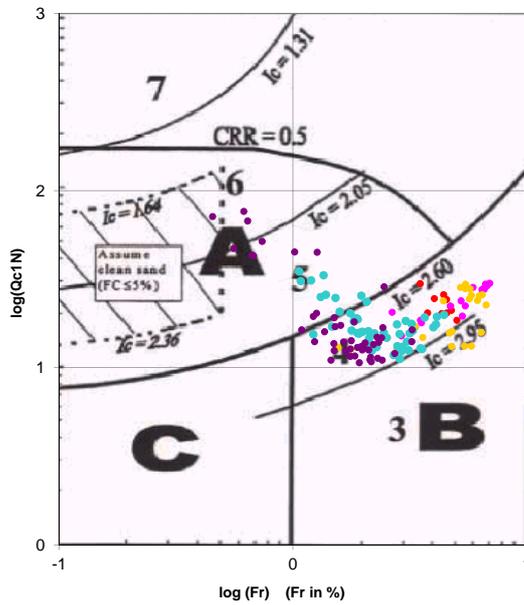
Cross-plot Qc1N verso Fr
 (Robertson 1990)



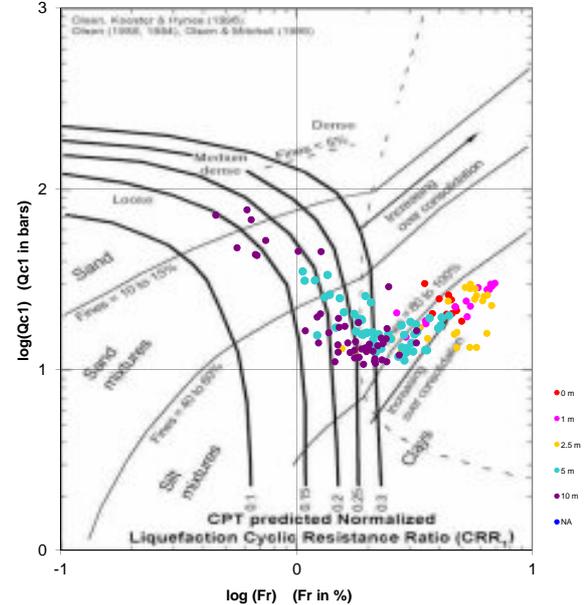
Cross-plot Qc1N verso Bq
 (Robertson 1990)



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Robertson 1996



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Olsen 1996



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
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 limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.A.M. srl
07-mag-18

Falda

1.90 m

Sigla della Punta
Azzeramento
Ultimo taratura guadagno
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707
Inizio prova
31-gen-2018
31-gen-2018

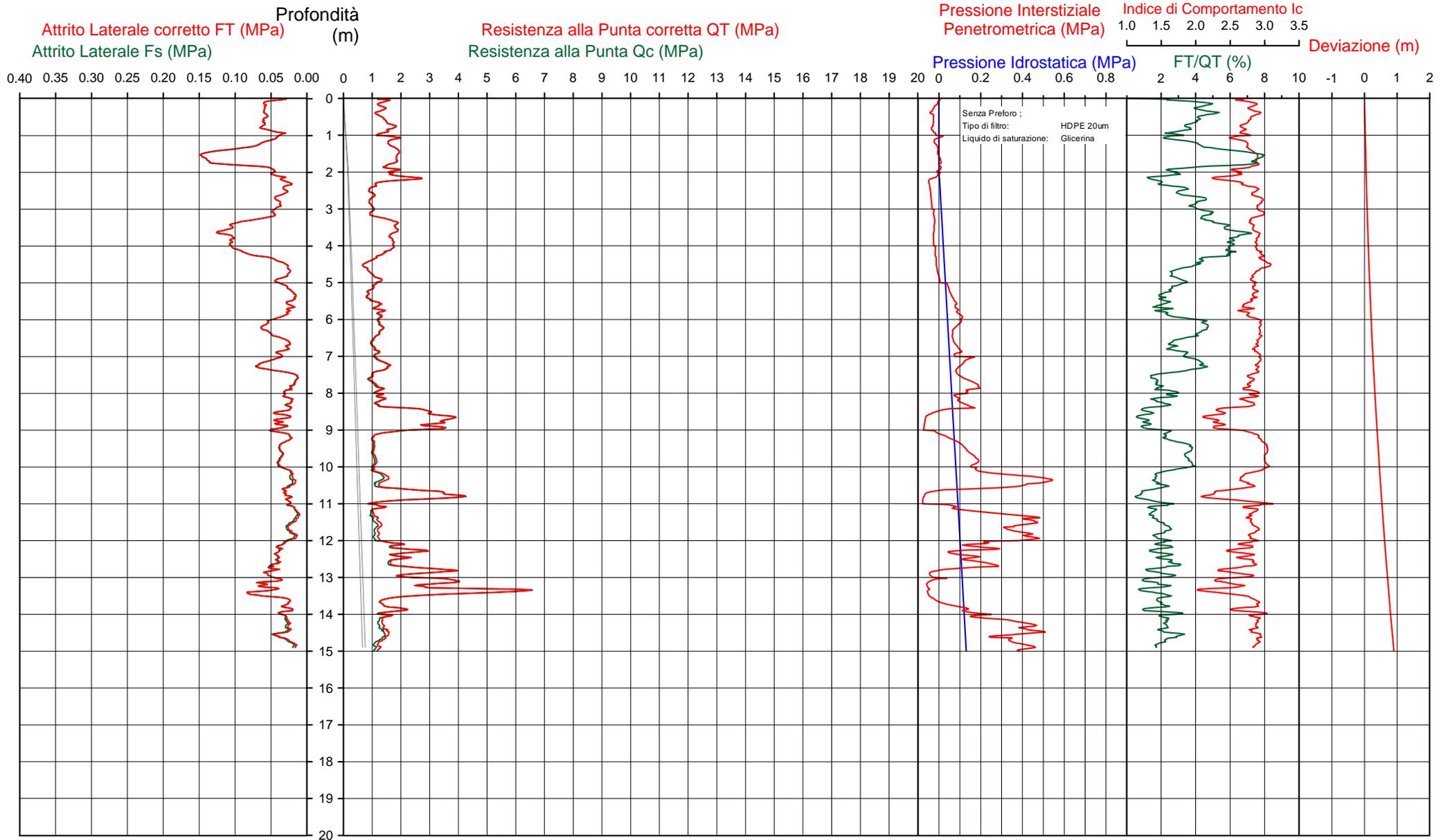


Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU

7



CPTU

7

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
Pasolini
Granarolo Faentino
Faenza
1.90



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
146

qt	Qc1N kN/m ² Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson	basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009
daN/cm ²	daN/cm ²	%		Robertson			m				%	°	daN/cm ²		daN/cm ²	m/sec
13.2	22.5	0.56	4.3	2.81	limo argilloso-argilla limosa		0.60			Plastica	.	.	0.81	59.15	76.4	149
16.3	27.6	0.59	3.6	2.70	limo argilloso-argilla limosa		0.90			Plastica	.	.	0.93	25.38	94.5	153
12.7	21.5	0.35	2.8	2.71	limo argilloso-argilla limosa		1.00			Plastica	.	.	0.78	16.67	69.9	136
18.1	30.9	0.42	2.4	2.54	sabbia limosa-limo sabbioso		1.10			Sciolta	28.2	35.4	.	.	84.5	147
17.3	29.5	1.04	6.0	2.82	limo argilloso-argilla limosa		1.90			Plastica	.	.	0.98	13.18	97.6	169
17.5	29.8	0.46	2.7	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso		2.10		H2O	Sciolta	27.0	33.7	.	.	92.9	148
24.8	42.1	0.35	1.4	2.30	sabbia limosa-limo sabbioso		2.20			Mediamente Addensata	38.5	35.3	.	.	88.1	147
12.8	21.7	0.27	2.3	2.66	limo argilloso-argilla limosa		2.40			Plastica	.	.	0.78	8.50	58.1	130
9.7	16.5	0.39	4.3	2.92	limo argilloso-argilla limosa		3.20			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	4.71	55.8	133
17.2	27.1	1.01	6.1	2.86	limo argilloso-argilla limosa		4.10			Plastica	.	.	0.97	6.23	96.4	171
12.6	19.3	0.69	5.7	2.95	limo argilloso-argilla limosa		4.40			Plastica	.	.	0.78	5.68	71.3	153
7.5	11.8	0.30	4.5	3.04	argilla-argilla limosa		4.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.52	2.88	43.2	123
10.7	15.7	0.31	3.1	2.85	limo argilloso-argilla limosa		5.20			Plastica	.	.	0.69	2.99	62.3	131
8.8	12.7	0.18	2.3	2.84	limo argilloso-argilla limosa		5.50			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	2.84	40.3	117
12.6	17.1	0.29	2.5	2.75	limo argilloso-argilla limosa		6.00			Plastica	.	.	0.78	3.90	61.3	134
12.6	16.6	0.53	4.6	2.94	limo argilloso-argilla limosa		6.50			Plastica	.	.	0.78	3.62	72.6	150
10.3	13.3	0.26	2.9	2.89	limo argilloso-argilla limosa		6.80			Plastica	.	.	0.67	2.84	57.9	130
12.8	15.7	0.45	3.8	2.90	limo argilloso-argilla limosa		7.50			Plastica	.	.	0.79	3.16	74.3	146
9.8	11.7	0.14	1.7	2.80	limo argilloso-argilla limosa		7.70			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	2.44	36.7	118
12.9	14.9	0.24	2.2	2.77	limo argilloso-argilla limosa		8.40			Plastica	.	.	0.79	2.70	56.9	135
32.2	35.0	0.36	1.2	2.31	sabbia limosa-limo sabbioso		9.00			Sciolta	32.3	34.5	.	.	108.4	165
12.3	13.3	0.29	2.7	2.88	limo argilloso-argilla limosa		9.30			Plastica	.	.	0.76	3.41	64.2	137
10.9	11.4	0.35	3.9	3.02	argilla-argilla limosa					Plastica	.	.	0.69	2.19	62.9	141

CPTU

7

Data
 Cantiere / Via
 Località
 Comune
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
 Pasolini
 Granarolo Faentino
 Faenza
 1.90



Società di
 Geologia
 Territoriale

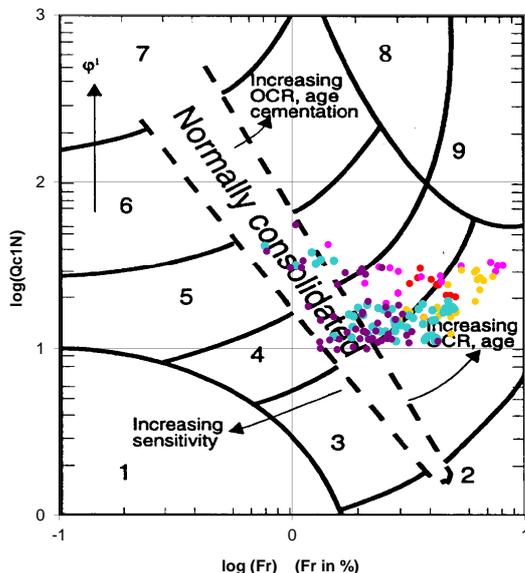
S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

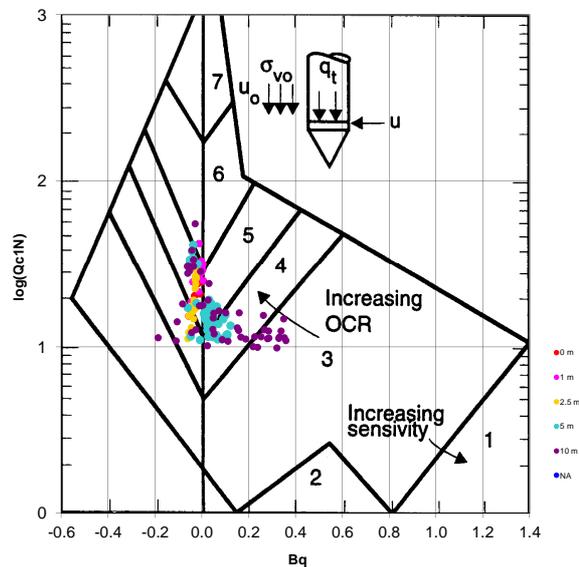
Vs15
 146

qt	Qc1N Russell o Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990		H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009
daN/cm²	daN/cm²	%		Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m				1990	%	daN/cm²	daN/cm²	daN/cm²	m/sec	
						10.10										
14.3	14.4	0.21	1.7	2.73	limo argilloso-argilla limosa	10.60				Plastica	.	.	0.85	2.48	54.2	137
33.6	33.2	0.28	1.0	2.29	sabbia limosa-limo sabbioso	10.90				Sciolta	30.6	34.3	.	.	108.2	165
12.8	12.1	0.21	2.0	2.82	limo argilloso-argilla limosa	12.20				Plastica	.	.	0.79	2.07	52.7	134
26.1	24.2	0.37	1.6	2.52	sabbia limosa-limo sabbioso	12.30				Sciolta	20.2	32.9	.	.	96.0	167
18.7	17.0	0.42	2.6	2.77	limo argilloso-argilla limosa	12.70				Plastica	.	.	1.03	3.19	94.6	162
31.6	28.7	0.51	1.8	2.49	sabbia limosa-limo sabbioso	12.90				Sciolta	25.8	33.7	.	.	124.4	182
20.5	18.2	0.51	2.9	2.77	limo argilloso-argilla limosa	13.00				Solido-plastica (Duro)	.	.	1.09	3.27	113.6	171
39.5	35.5	0.58	1.7	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	13.50				Sciolta	32.8	34.7	.	.	151.4	190
14.7	12.5	0.30	2.4	2.87	limo argilloso-argilla limosa	13.80				Plastica	.	.	0.87	2.52	69.7	148
21.0	17.9	0.21	1.2	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	13.90				Molto Sciolta	10.2	31.6	.	.	70.4	151
14.1	11.5	0.27	2.4	2.88	limo argilloso-argilla limosa					Plastica	.	.	0.84	2.08	65.9	146

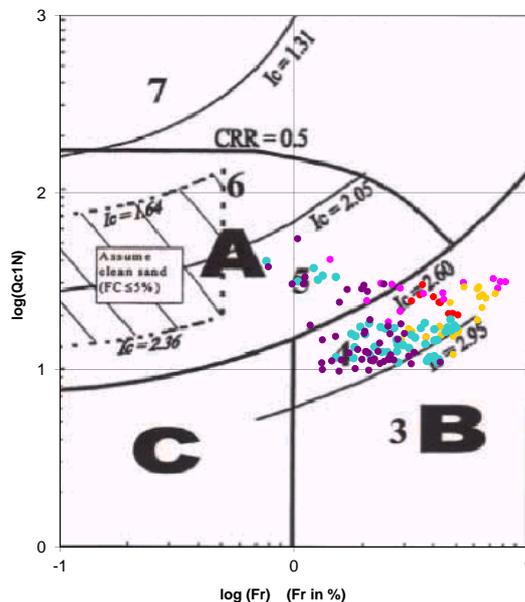
Cross-plot Qc1N verso Fr
 (Robertson 1990)



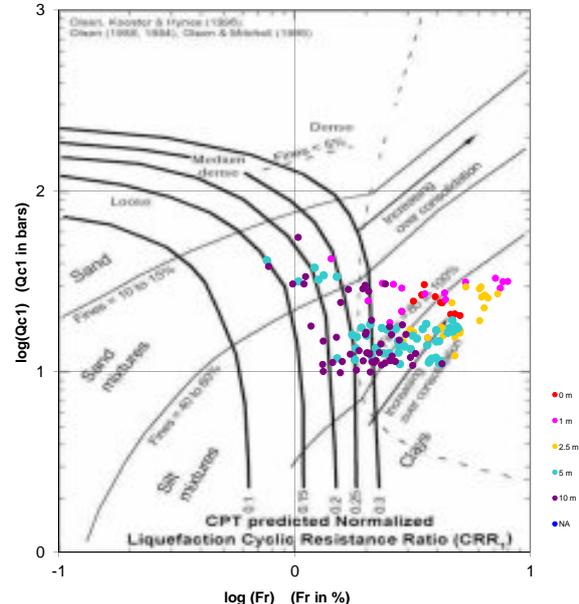
Cross-plot Qc1N verso Bq
 (Robertson 1990)



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Robertson 1996



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Olsen 1996



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
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 limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.A.M. srl
07-mag-18

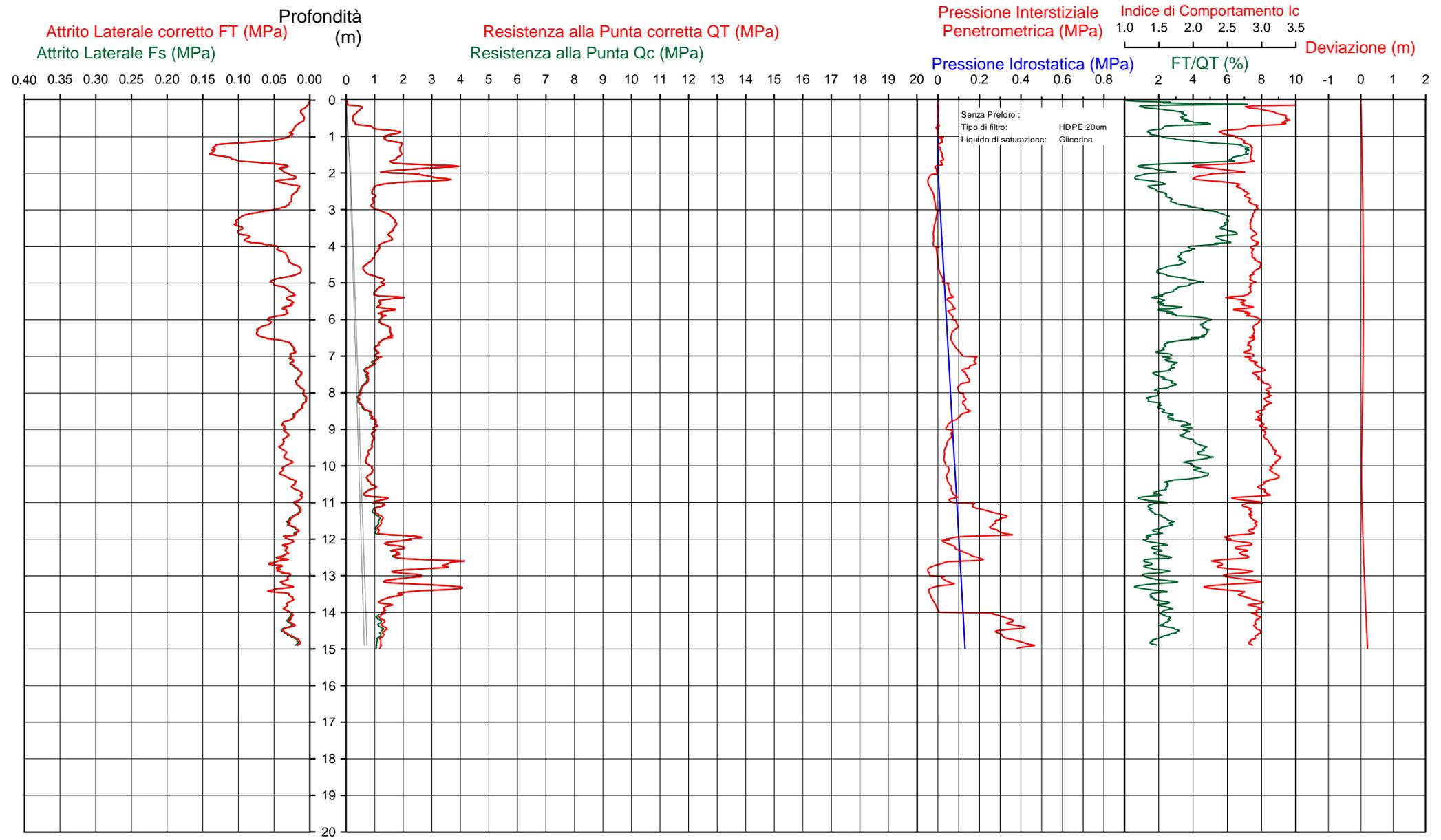
Falda 1.90 m
Sigla della Punta Tecnopenta 100707
Azzeramento Inizio prova
Ultimo taratura guadagno 31-gen-2018
Ultimo taratura per deriva termica 31-gen-2018



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU 8



Data
 Cantiere / Via
 Località
 Comune
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
 Pasolini
 Granarolo Faentino
 Faenza
 1.90



qt	Qc1N kN/m ² Boulinger 2004	ft daN/cm ²	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
0.3	0.6	0.01	1.9	3.97	terreni organici-torbe	0.10	-/-					0.03	12.88	1.3	49
3.4	5.9	0.10	3.3	3.24	argilla-argilla limosa							0.26	12.94	20.9	97
9.5	16.2	0.22	2.3	2.76	limo argilloso-argilla limosa	0.80						0.63	19.25	43.4	122
16.1	27.4	0.26	1.7	2.49	sabbia limosa-limo sabbioso	1.00			24.2	35.6			60.6	134	
17.7	30.1	1.07	6.0	2.81	limo argilloso-argilla limosa	1.70						0.99	14.18	99.6	170
27.9	47.4	0.42	1.8	2.30	sabbia limosa-limo sabbioso	1.90			42.3	36.3			108.3	155	
15.1	25.6	0.36	2.5	2.63	limo argilloso-argilla limosa	2.00		H2O				0.88	10.49	74.6	140
26.8	45.3	0.31	1.3	2.24	sabbia limosa-limo sabbioso	2.30			40.8	35.9			93.0	145	
9.6	16.3	0.26	2.8	2.80	limo argilloso-argilla limosa	3.00						0.63	6.11	53.0	123
15.3	25.6	0.89	6.0	2.87	limo argilloso-argilla limosa	4.00						0.90	6.17	86.2	163
11.1	18.2	0.41	3.9	2.86	limo argilloso-argilla limosa	4.20						0.71	4.85	64.5	136
9.5	15.6	0.31	3.5	2.88	limo argilloso-argilla limosa	4.40						0.63	4.03	55.5	127
7.0	11.4	0.18	2.8	2.93	limo argilloso-argilla limosa	4.80						0.49	2.97	38.6	110
12.6	18.2	0.36	3.1	2.79	limo argilloso-argilla limosa	6.00						0.78	4.02	73.4	138
12.6	16.6	0.43	3.6	2.86	limo argilloso-argilla limosa	7.20						0.78	3.48	73.1	141
7.8	9.9	0.16	2.5	2.95	argilla-argilla limosa	7.60						0.53	2.42	38.1	114
6.3	7.9	0.14	2.8	3.06	argilla-argilla limosa	8.00						0.45	1.98	33.9	106
4.7	5.8	0.06	1.9	3.09	argilla-argilla limosa	8.30						0.35	1.21	18.9	89
7.6	9.1	0.16	2.6	3.00	argilla-argilla limosa	8.70						0.52	1.40	38.4	113
10.4	12.1	0.34	3.8	2.99	argilla-argilla limosa	8.90						0.67	2.38	60.3	137
8.6	9.3	0.31	4.5	3.12	argilla-argilla limosa							0.58	2.09	49.2	130

CPTU

8

Data
 Cantiere / Via
 Località
 Comune
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
 Pasolini
 Granarolo Faentino
 Faenza
 1.90



Società di
 Geologia
 Territoriale

S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
 132

qt	Qc1N Russell o Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009
daN/cm²	daN/cm²	%		Robertson		m				%	°	daN/cm²		daN/cm²	m/sec
						10.80	=====								
11.9	11.9	0.19	2.0	2.83	limo argilloso-argilla limosa	11.90	=====		Plastica	.	.	0.75	2.23	48.8	130
24.8	24.1	0.33	1.5	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	12.00	=====		Sciolta	20.0	32.8	.	.	88.7	161
17.7	16.9	0.32	2.1	2.72	limo argilloso-argilla limosa	12.50	=====		Plastica	.	.	0.99	3.14	75.8	153
32.9	31.1	0.45	1.5	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	12.80	=====		Sciolta	28.4	34.1	.	.	118.9	177
19.0	17.6	0.43	2.6	2.76	limo argilloso-argilla limosa	12.90	=====		Plastica	.	.	1.04	3.18	97.2	163
22.9	21.1	0.31	1.6	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	13.00	=====		Sciolta	15.7	32.3	.	.	83.8	159
17.7	16.2	0.34	2.4	2.77	limo argilloso-argilla limosa	13.20	=====		Plastica	.	.	0.99	3.49	84.3	155
29.6	27.0	0.39	1.6	2.48	sabbia limosa-limo sabbioso	13.50	=====		Sciolta	23.8	33.4	.	.	109.3	170
13.2	11.4	0.27	2.5	2.90	limo argilloso-argilla limosa		=====		Plastica	.	.	0.81	2.62	64.0	142

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 07-mag-18

Numero prova 8
 Quota falda 1.90

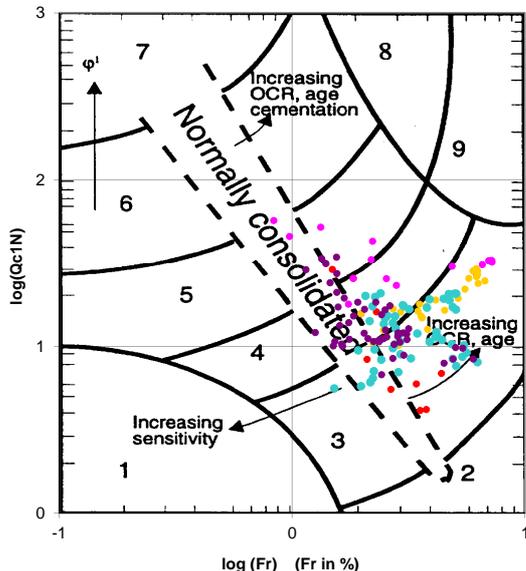


Società di
 Geologia
 Territoriale

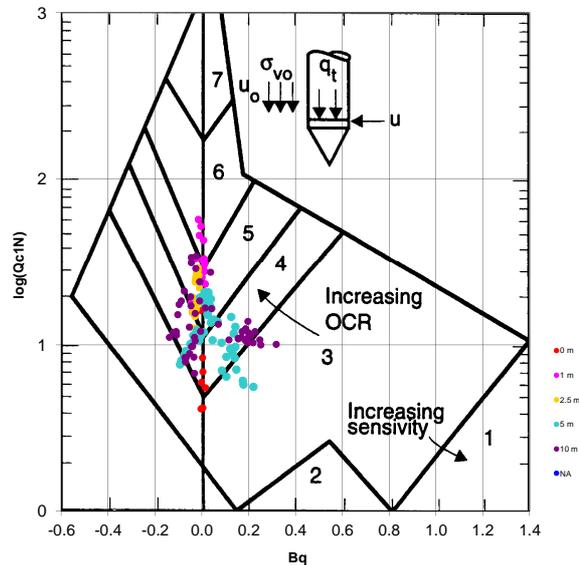
S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

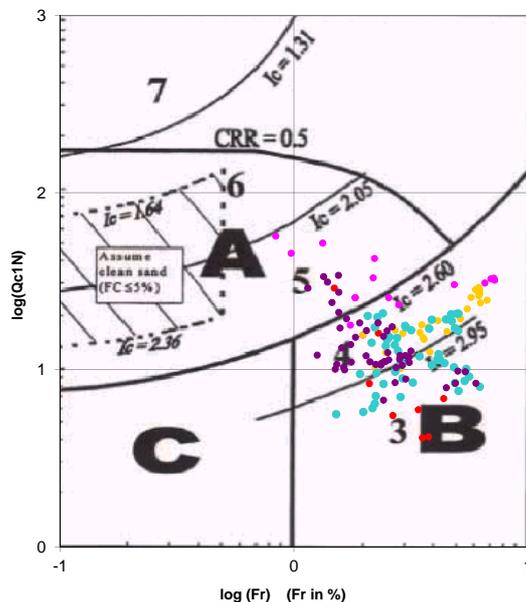
Cross-plot Qc1N verso Fr
 (Robertson 1990)



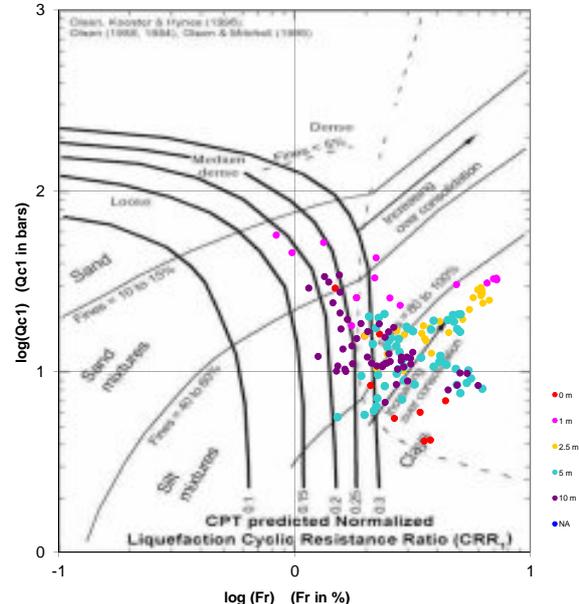
Cross-plot Qc1N verso Bq
 (Robertson 1990)



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Robertson 1996



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Olsen 1996



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
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 limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.A.M. srl
07-mag-18

Falda 1.90 m
Sigla della Punta
Azzeramento
Ultimo taratura guadagno
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707
Inizio prova
31-gen-2018
31-gen-2018

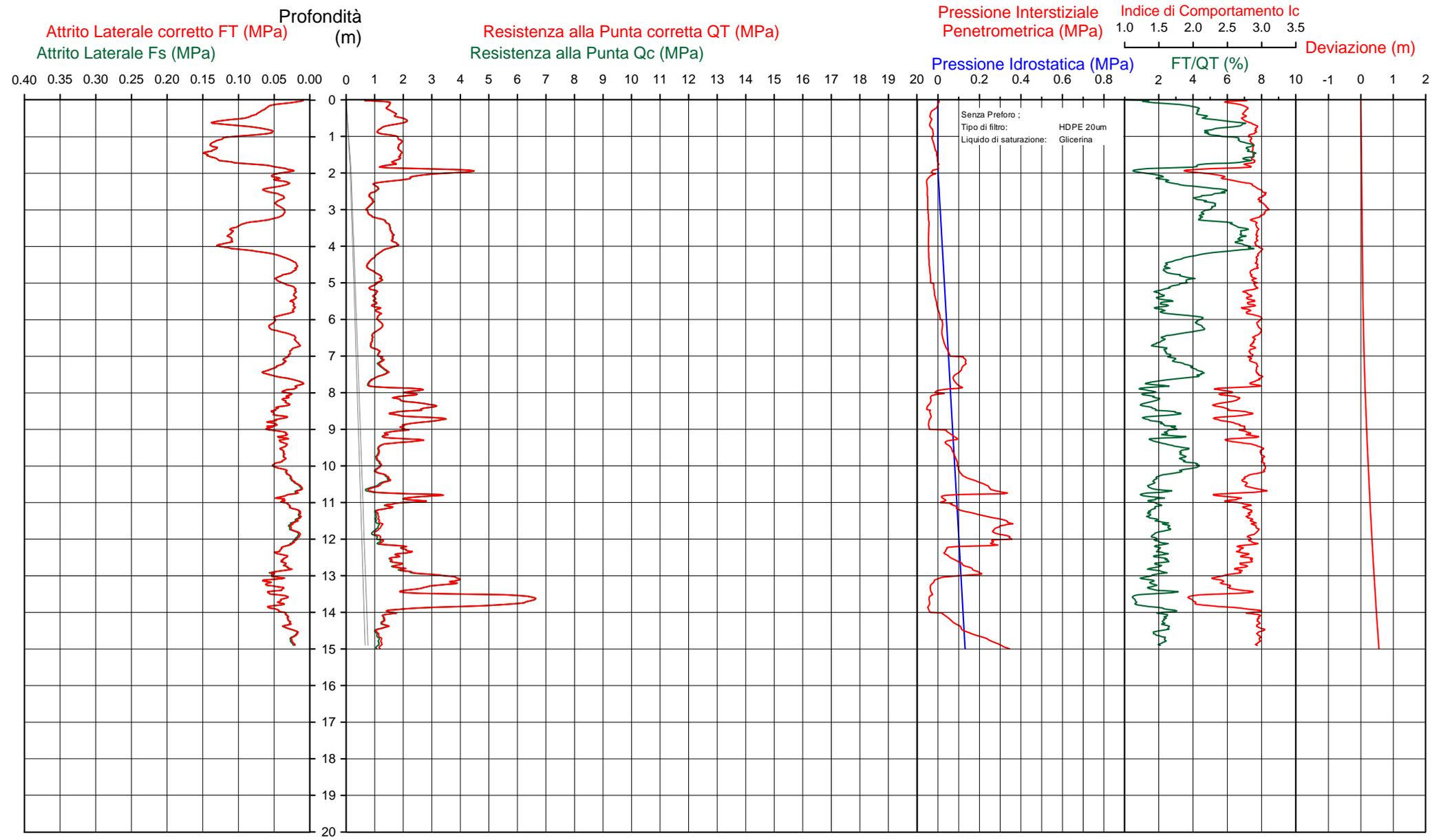


Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

CPTU

9



Data
 Cantiere / Via
 Località
 Comune
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018
 Pasolini
 Granarolo Faentino
 Faenza
 1.90



qt	Qc1N kN/m² Boulinger 2004	ft daN/cm²	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
12.9	22.0	0.21	1.6	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	0.10				17.0	40.9			47.7	127
17.2	29.2	0.86	5.0	2.77	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.97	46.01	98.3	164
						0.70									
12.9	22.0	0.70	5.4	2.89	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.79	18.22	73.4	153
						1.00									
18.2	31.0	1.27	7.0	2.86	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			1.01	16.02	100.8	179
						1.80									
20.2	33.8	0.40	2.7	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	1.90		H2O	Sciolta	31.2	34.5			104.7	153
41.5	65.7	0.30	0.7	1.97	sabbia-sabbia limosa	2.00			Mediamente Addensata	53.2	37.8			129.8	154
23.9	40.4	0.49	2.1	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	2.20			Mediamente Addensata	37.1	35.1			103.0	155
						2.50			Plastica			0.70	6.79	63.7	139
11.1	18.8	0.46	4.4	2.87	limo argilloso-argilla limosa										
						2.50			Molle-plastica (Soffice)			0.56	4.35	47.3	131
8.3	14.1	0.41	5.3	3.03	argilla-argilla limosa										
						3.20									
15.5	24.6	1.02	6.8	2.92	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.90	5.23	85.8	168
						4.00									
13.3	20.4	0.87	6.9	2.98	argilla-argilla limosa	4.20			Plastica			0.81	5.70	73.6	161
						4.20									
8.6	13.4	0.26	3.3	2.92	limo argilloso-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.58	3.81	50.4	122
						4.70									
11.6	17.0	0.41	3.8	2.87	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.73	3.85	67.5	139
						5.00									
9.7	13.9	0.23	2.7	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.64	3.23	50.3	124
						5.50									
11.3	15.3	0.39	3.7	2.89	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.72	3.09	65.7	138
						6.30									
9.3	12.0	0.22	2.7	2.90	limo argilloso-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.61	2.77	49.1	123
						6.80									
12.4	15.2	0.41	3.6	2.90	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.77	2.99	72.2	144
						7.60									
8.4	10.1	0.16	2.2	2.91	limo argilloso-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.57	2.19	36.9	116
						7.80									
16.7	19.3	0.20	1.6	2.62	limo argilloso-argilla limosa	7.90			Plastica			0.95	4.06	62.2	142
23.1	26.3	0.32	1.5	2.48	sabbia limosa-limo sabbioso	8.10			Sciolta	22.9	33.1			83.5	155
						8.10									
17.8	20.3	0.34	2.1	2.66	limo argilloso-argilla limosa	8.20			Plastica			0.99	4.19	76.3	150
26.4	29.3	0.39	1.6	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	8.50			Sciolta	26.5	33.6			98.4	163
						8.50									
16.5	18.4	0.51	3.4	2.82	limo argilloso-argilla limosa	8.60			Plastica			0.94	3.73	96.3	160
28.4	30.9	0.44	1.7	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	8.80			Sciolta	28.2	33.9			108.4	169
						8.80									
17.7	18.9	0.42	2.7	2.75	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.99	4.62	93.8	156
						9.50									
11.3	11.7	0.39	4.1	3.02	argilla-argilla limosa				Plastica			0.72	2.29	65.6	145

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 07-mag-18

Numero prova 9
 Quota falda 1.90

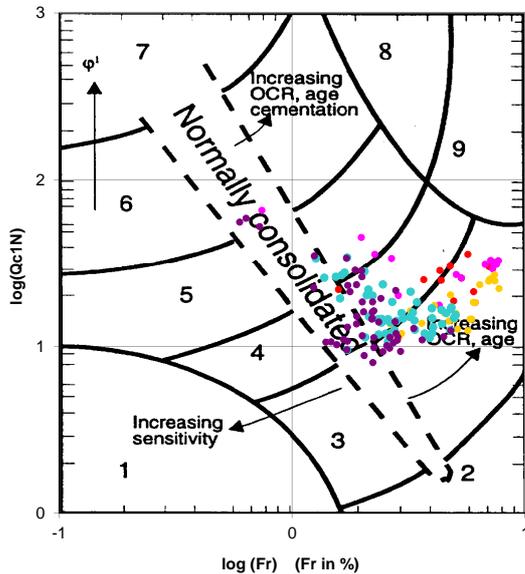


Società di
 Geologia
 Territoriale

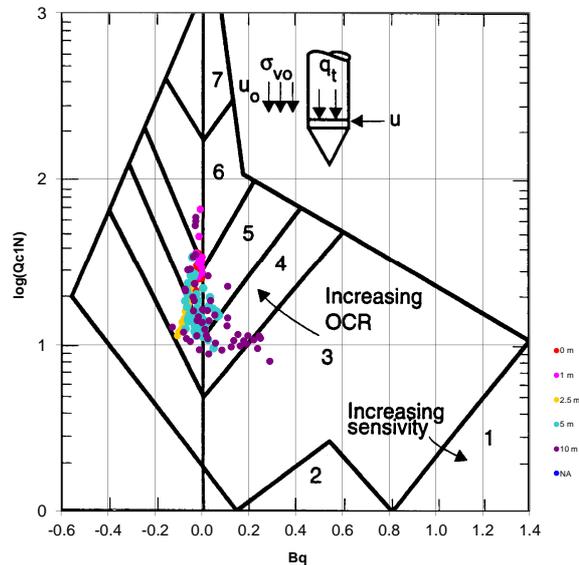
S.G.T. sas.
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

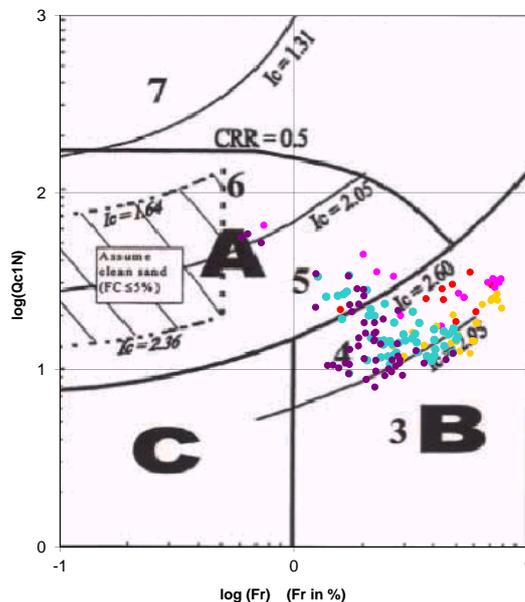
Cross-plot Qc1N verso Fr
 (Robertson 1990)



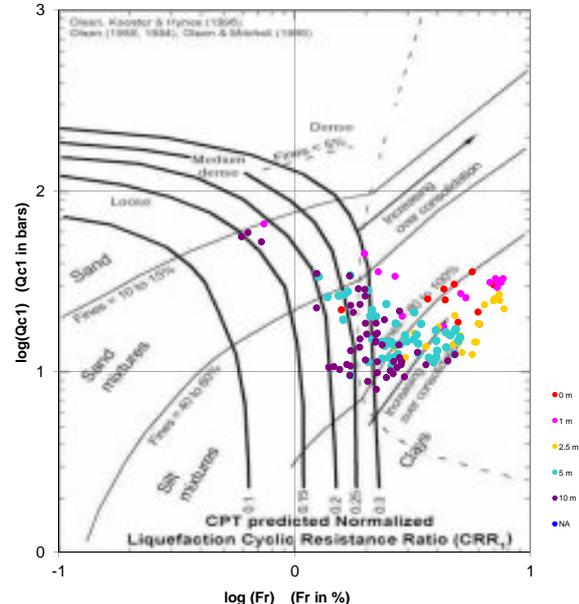
Cross-plot Qc1N verso Bq
 (Robertson 1990)



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Robertson 1996



Cross-plot Qc1N verso Fr
 per la verifica della liquefazione
 secondo Olsen 1996



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
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 limoso - argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

CPTU **5**
 Profondità (m) 13.00

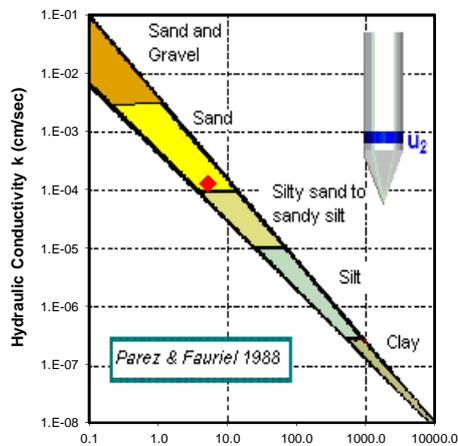
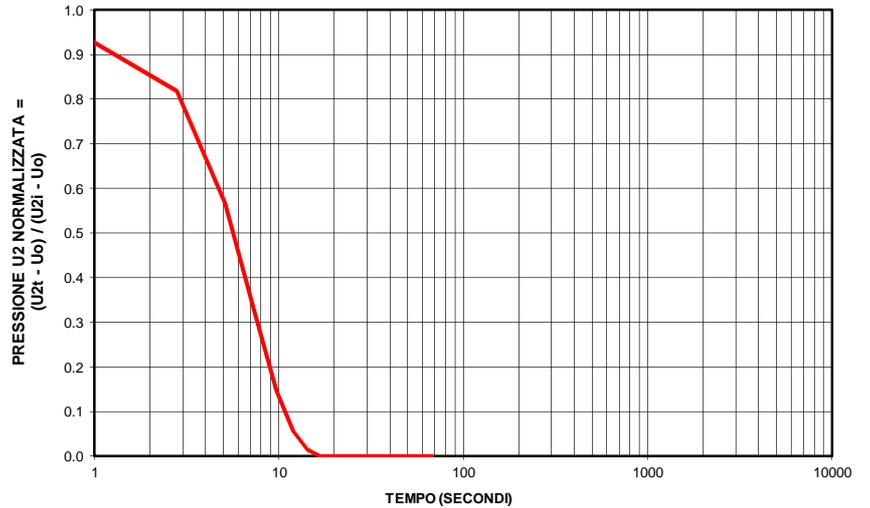
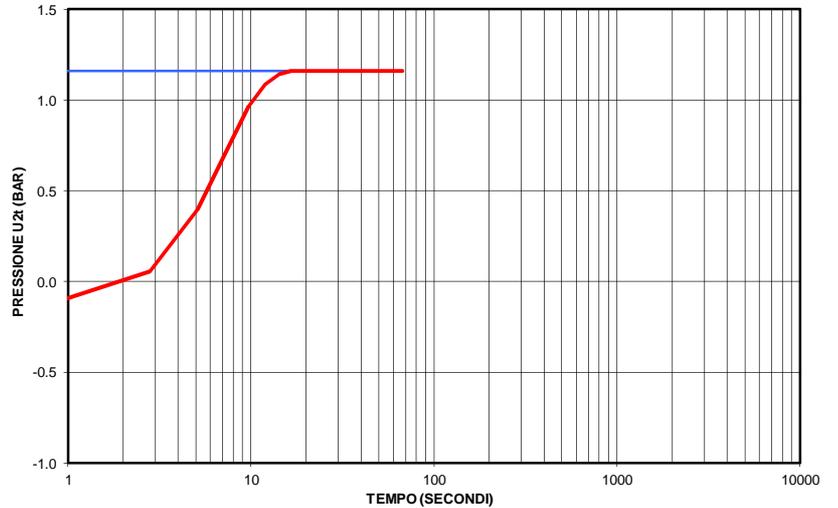
Tmax (sec)	16.6
Tmin (sec)	0.5

Profondita Falda m	1.40
--------------------	------

Ultima lettura Uo oppure Ufalda (bar)	1.160
---------------------------------------	-------

(Parez & Fauriel 1988)		
T50 (sec)	Permeabilità Kh (cm/sec)	Litologia
5	1.27E-04	sabbia

T(sec.)	U2(bar)	T(sec)Umin=0	Uidro(bar)	Norm.U2
0.5	-0.19	0.0	1.160	1.000
2.8	0.06	2.3	1.160	0.818
5.1	0.40	4.6	1.160	0.566
7.4	0.73	6.9	1.160	0.321
9.7	0.96	9.2	1.160	0.147
12.0	1.08	11.5	1.160	0.056
14.3	1.14	13.8	1.160	0.014
16.6	1.16	16.1	1.160	0.000
18.9	1.16	18.4	1.160	0.000
21.2	1.16	20.7	1.160	0.000
23.5	1.16	23.0	1.160	0.000
25.8	1.16	25.3	1.160	0.000
28.1	1.16	27.6	1.160	0.000
30.4	1.16	29.9	1.160	0.000
32.7	1.16	32.2	1.160	0.000
35.1	1.16	34.6	1.160	0.000
37.4	1.16	36.9	1.160	0.000
39.7	1.16	39.2	1.160	0.000
42.0	1.16	41.5	1.160	0.000
44.3	1.16	43.8	1.160	0.000
46.6	1.16	46.1	1.160	0.000
48.9	1.16	48.4	1.160	0.000
51.2	1.16	50.7	1.160	0.000
53.5	1.16	53.0	1.160	0.000
55.8	1.16	55.3	1.160	0.000
58.1	1.16	57.6	1.160	0.000
60.4	1.16	59.9	1.160	0.000
62.7	1.16	62.2	1.160	0.000
65.0	1.16	64.5	1.160	0.000
67.3	1.16	66.8	1.160	0.000



Tipologia di dissipazione
Burns & Maine 1998 (Penetrometers for Soil Permeability and Chemical Detection; Georgia Institute of Tecnology; Report no. GIT-CEEGEO-98-1)
NA
T_{Umax} / T_{50}
NA

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl



**Società di
Geologia
Territoriale**

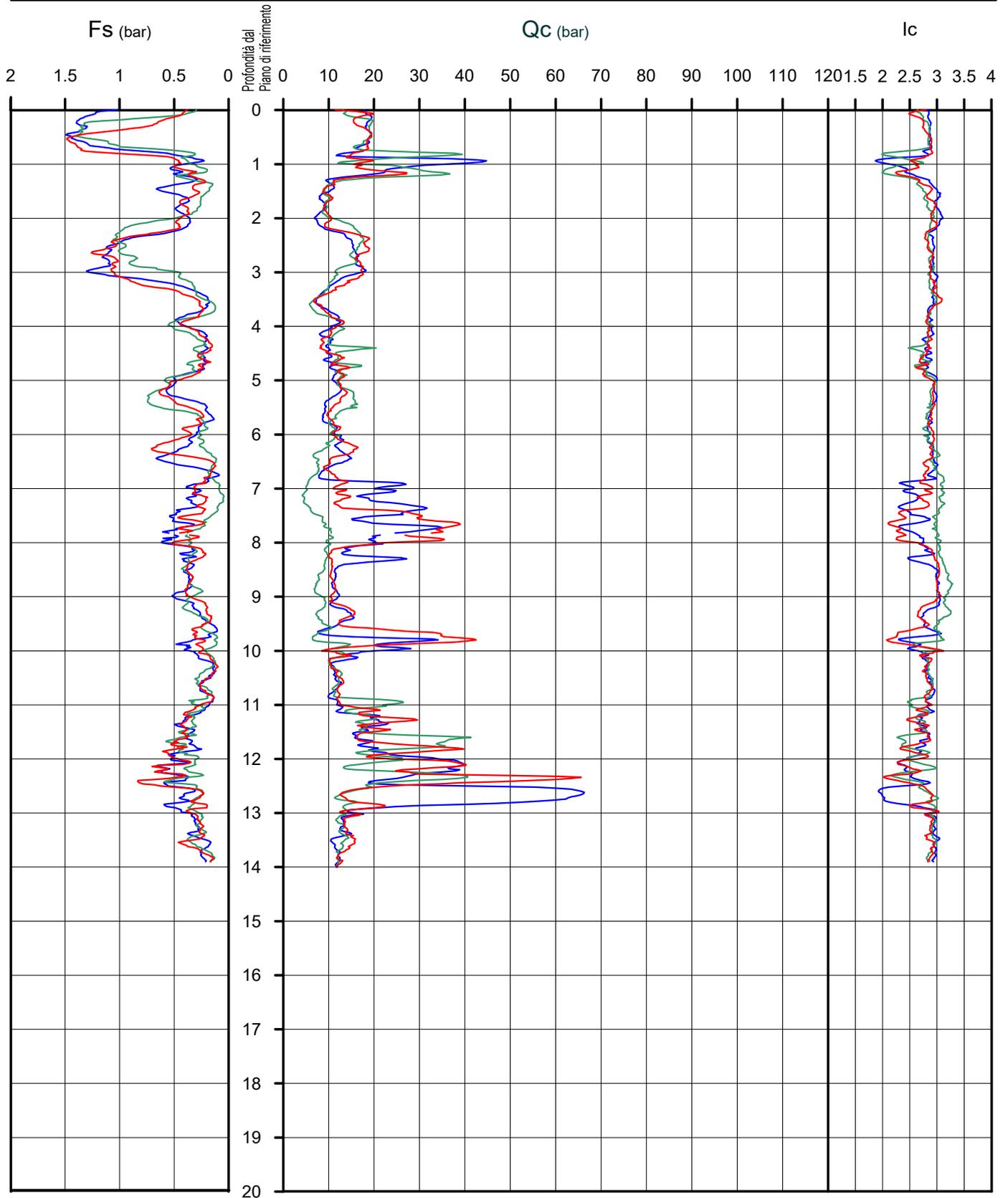
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

LEGENDA

CPT 7
CPT 8
CPT 9



Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl



**Società di
Geologia
Territoriale**

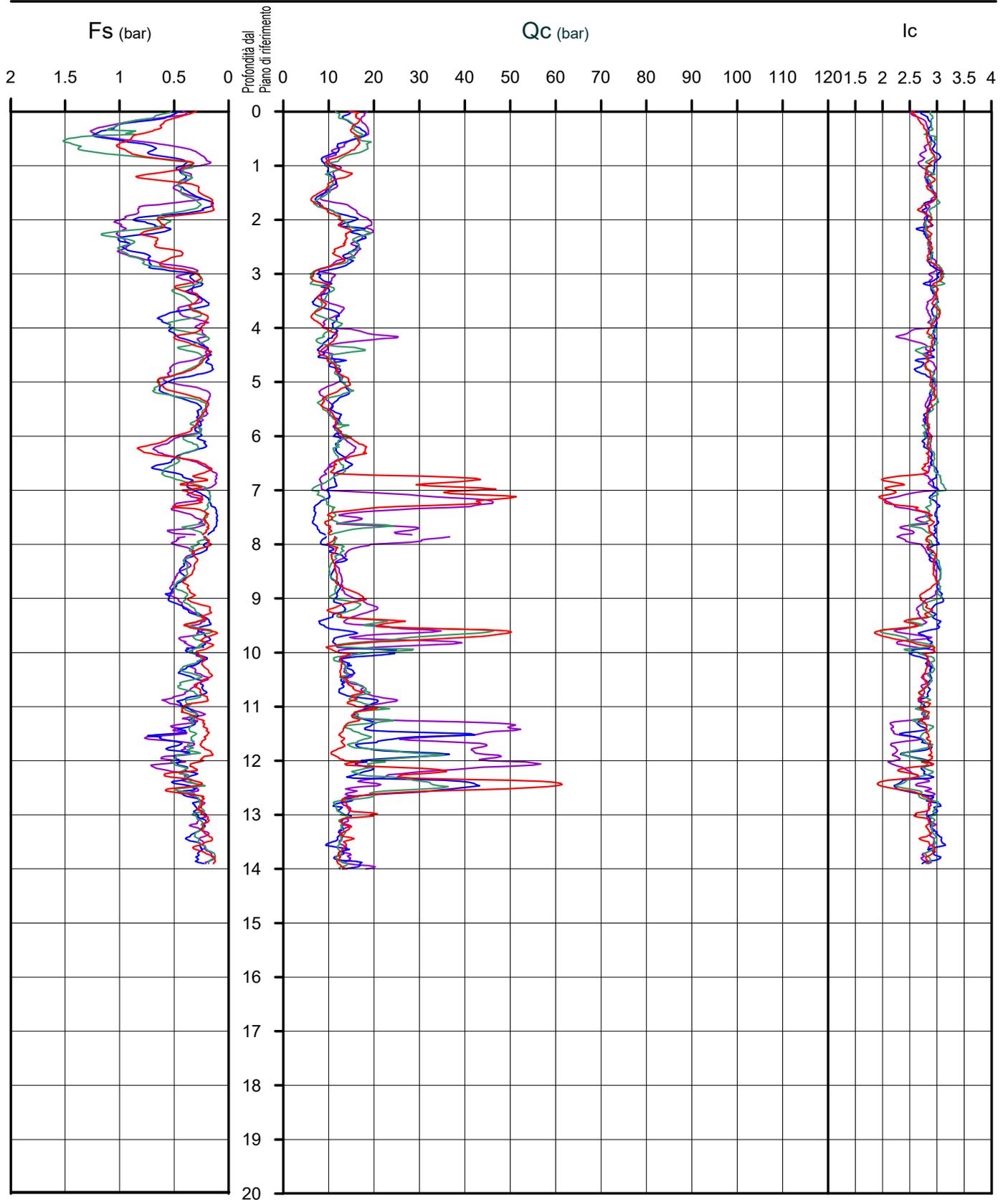
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

LEGENDA

CPT 1
CPT 2
CPT 3
CPT 4



Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl

PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1
 CPT 2
 CPT 3
 CPT 4

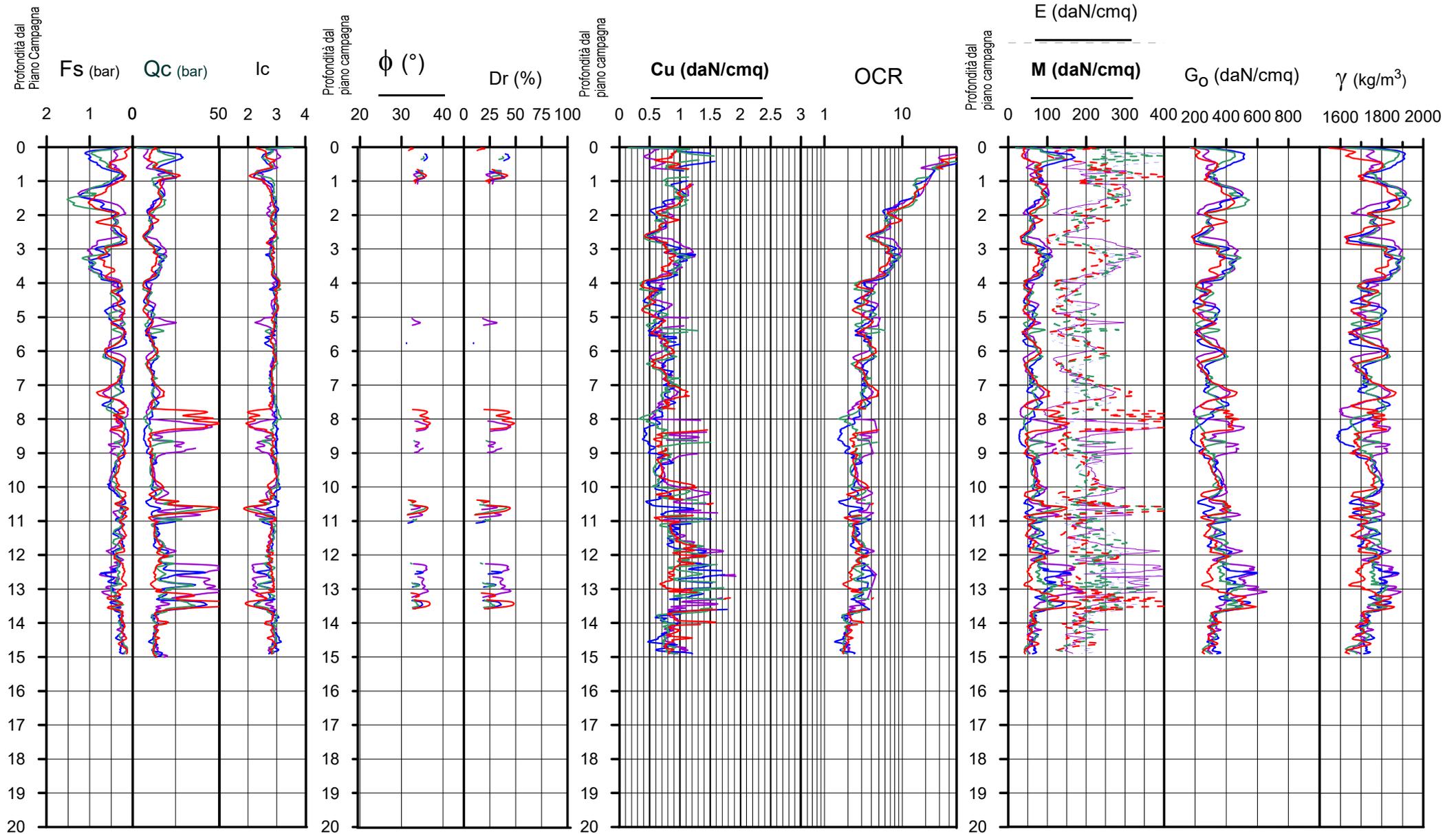


**Società di
 Geologia
 Territoriale**

S.G.T. sas
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl

PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 5
 CPT 6
 CPT 7
 CPT 8

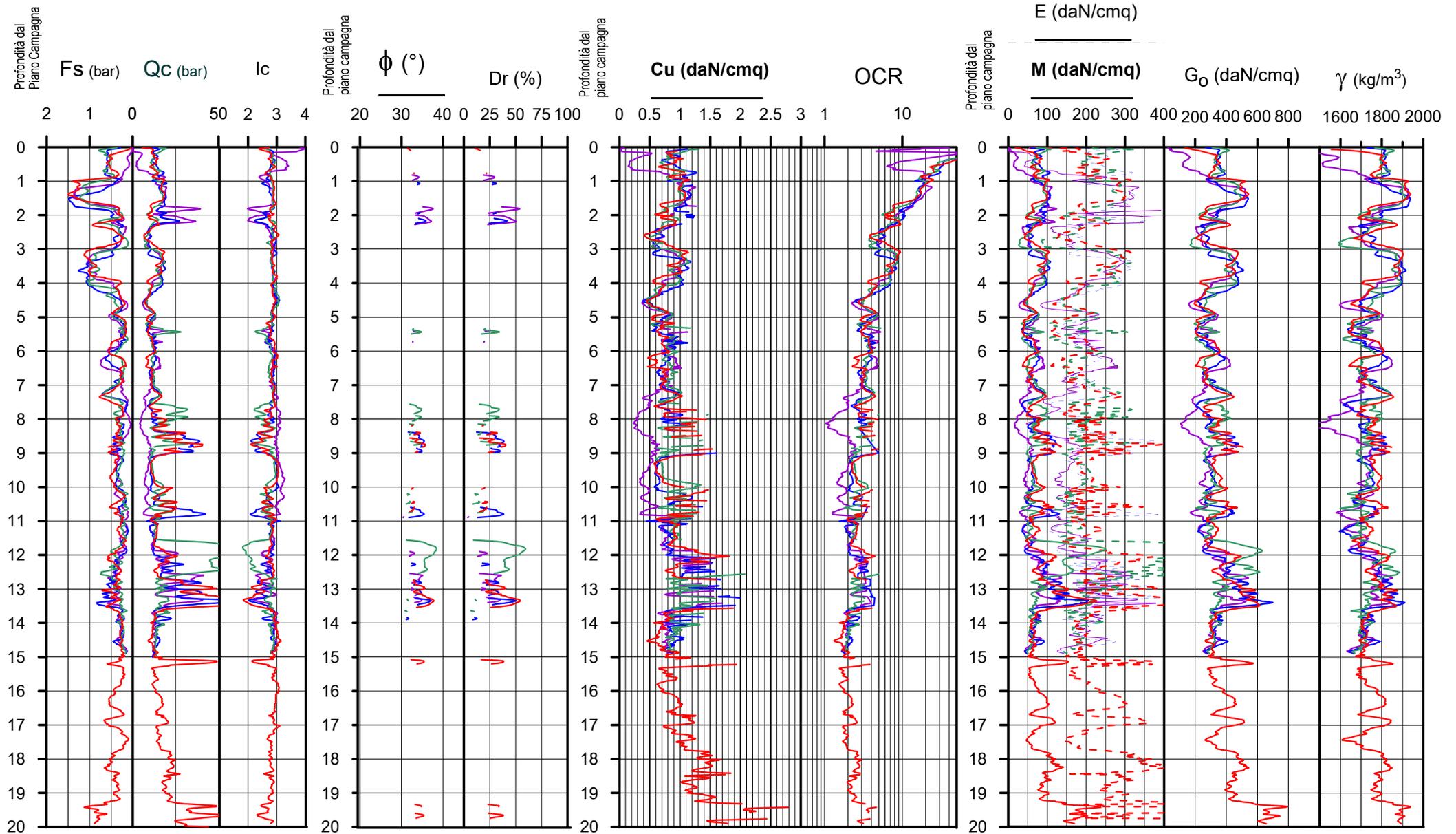


**Società di
 Geologia
 Territoriale**

S.G.T. sas
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl



**Società di
Geologia
Territoriale**

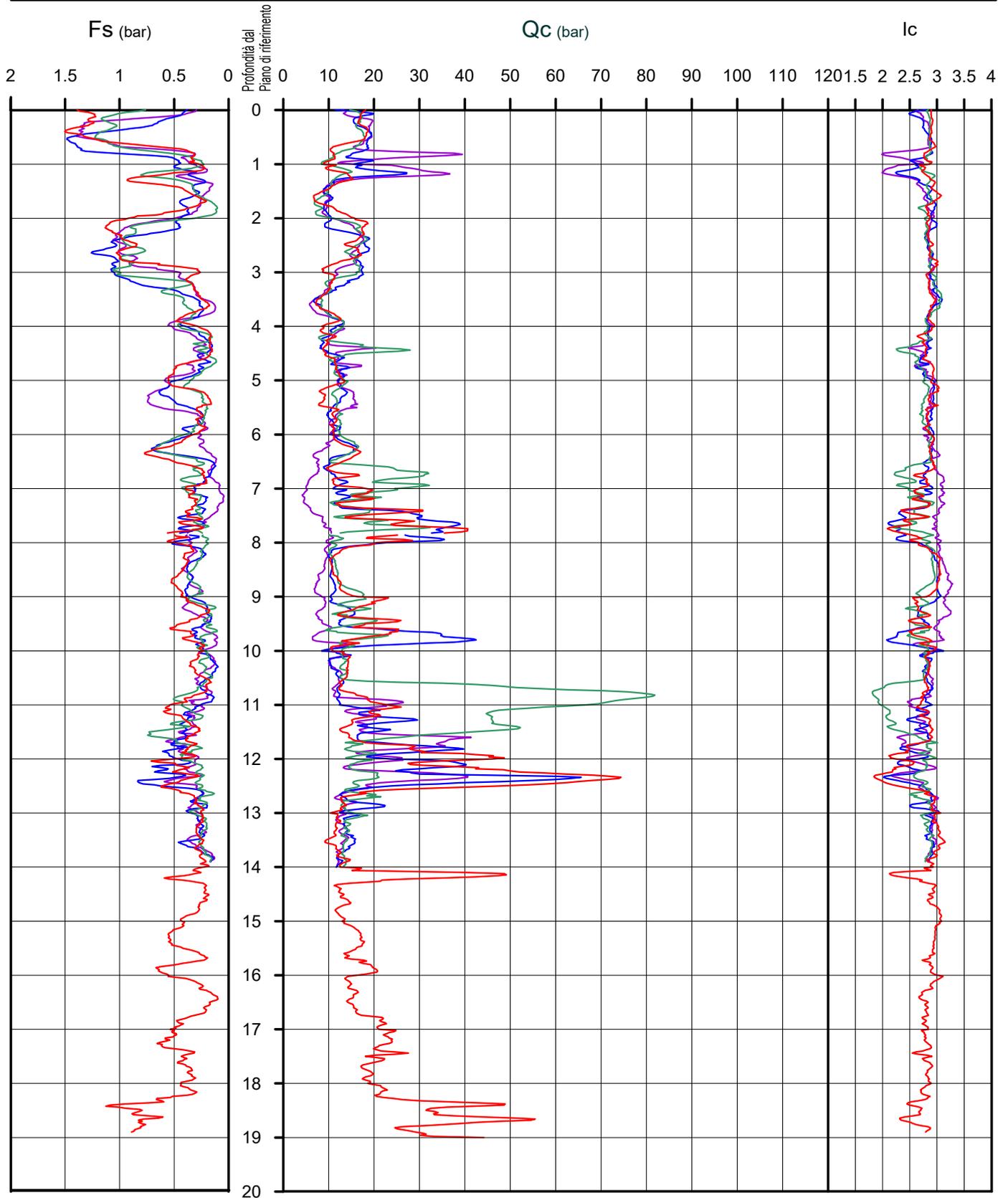
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

LEGENDA

CPT 5
CPT 6
CPT 7
CPT 8



Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl

PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 7
 CPT 8
 CPT 9

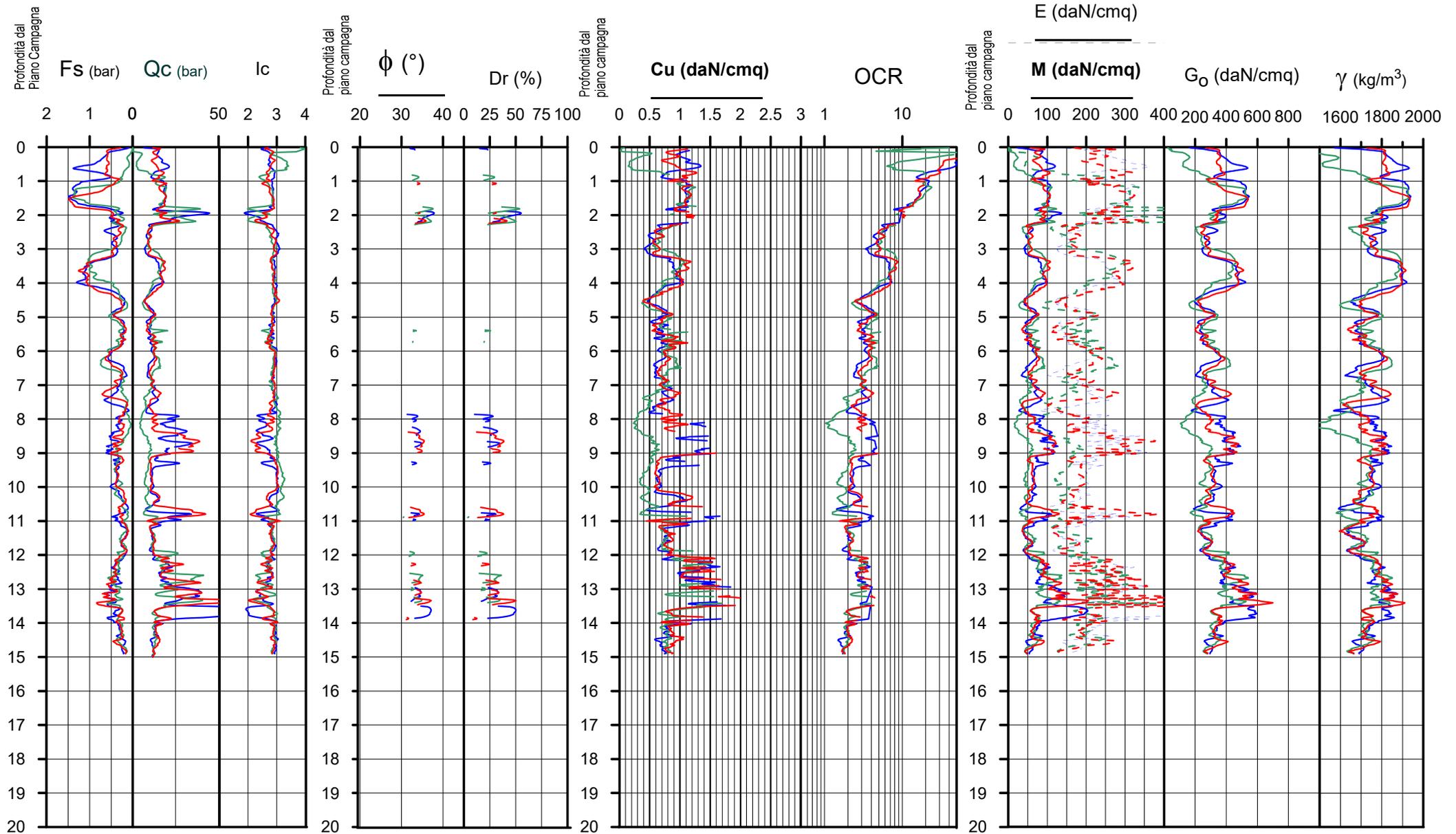


**Società di
 Geologia
 Territoriale**

S.G.T. sas
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Data 7-mag-18

CPT 1



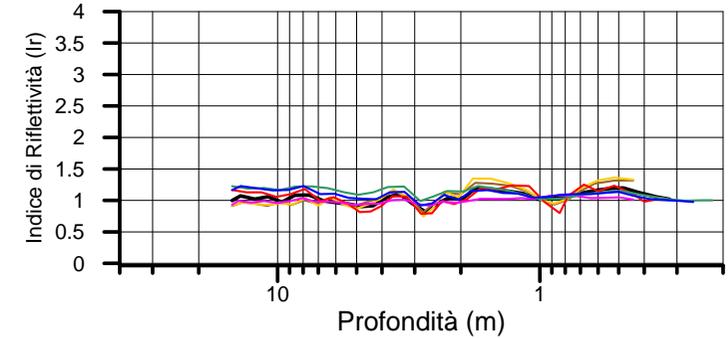
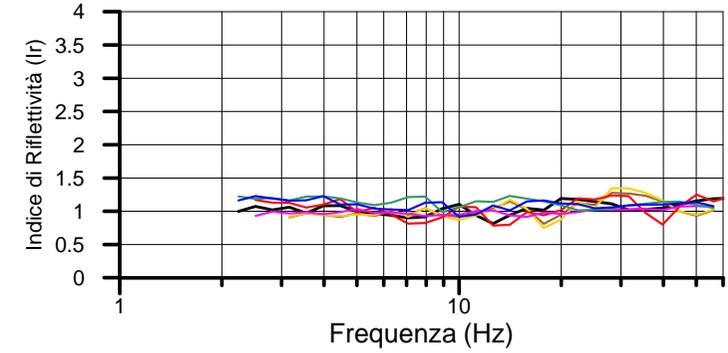
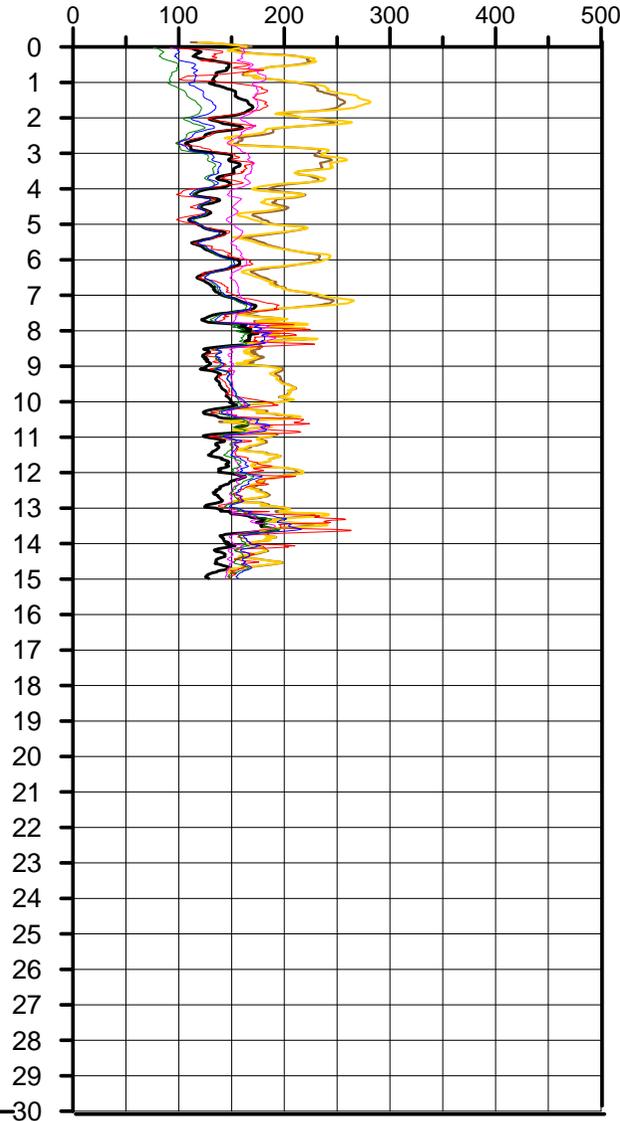
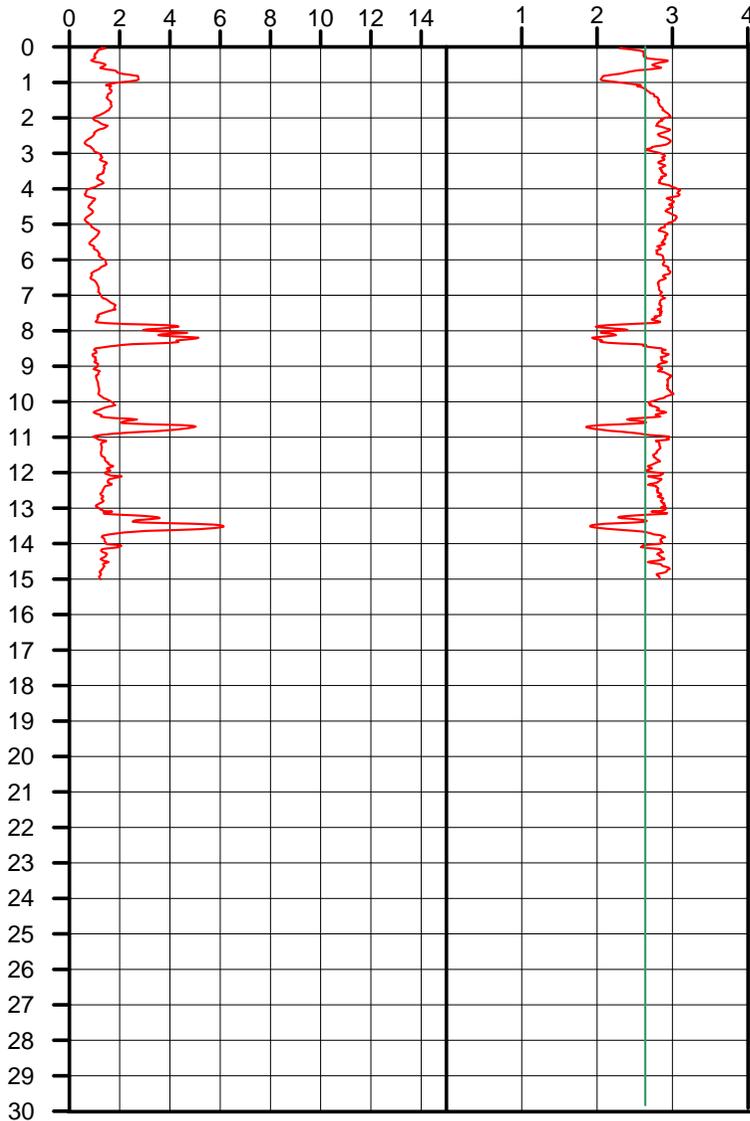
Società di S.G.T. sas
 Geologia
 Territoriale www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

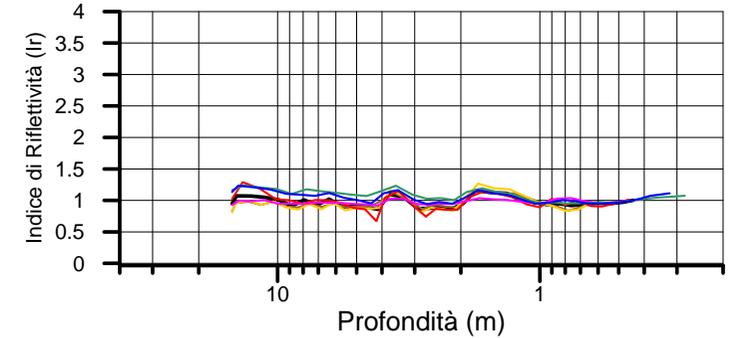
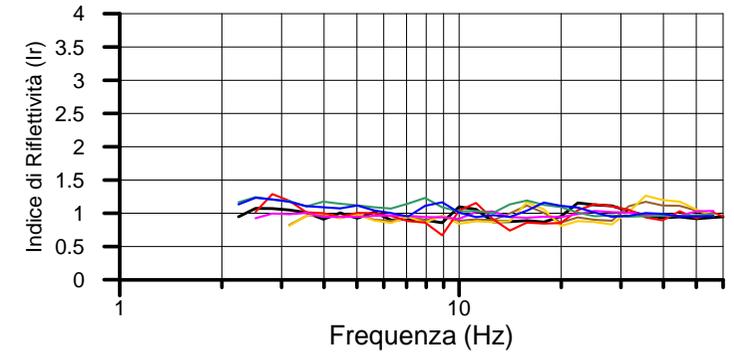
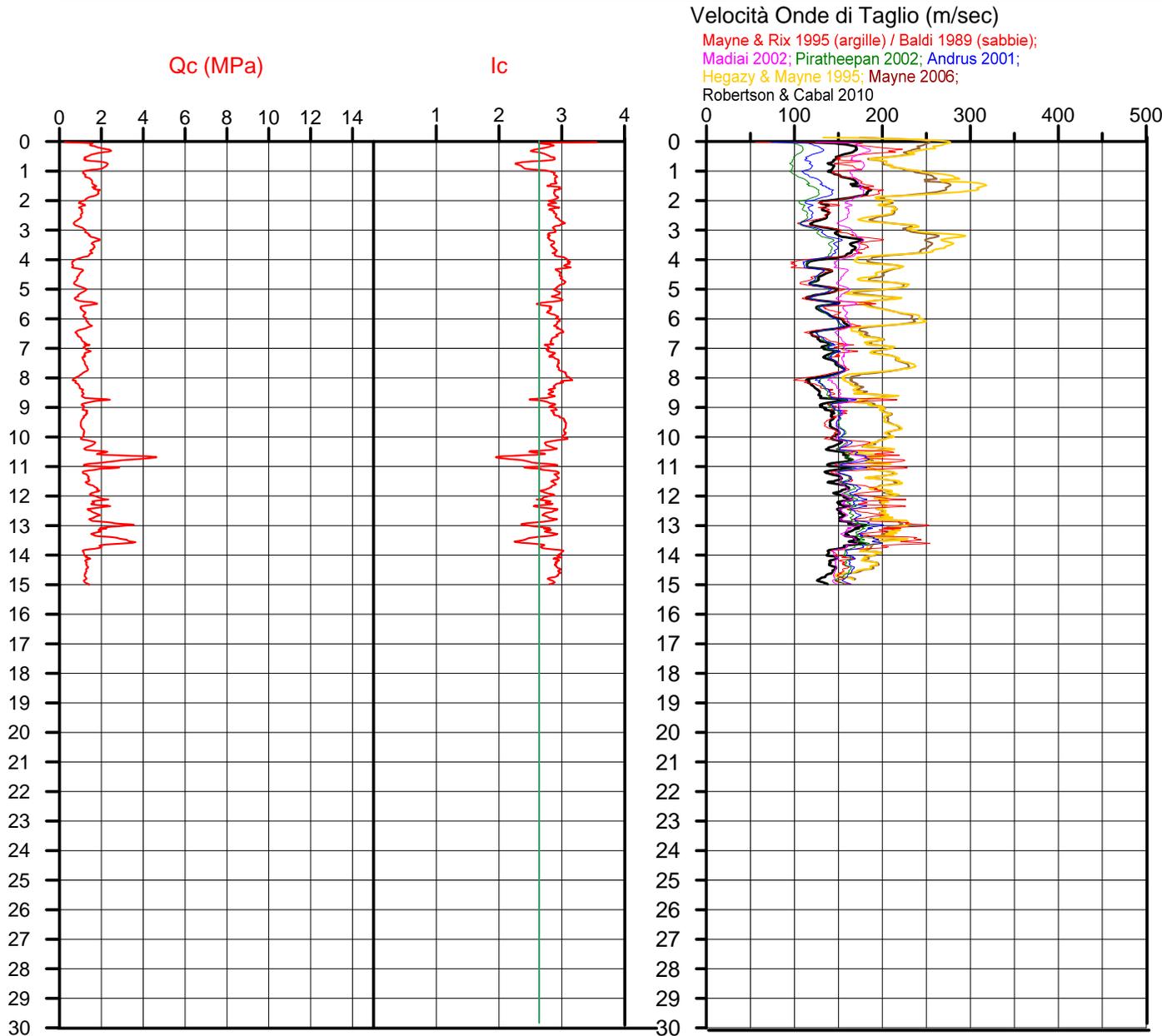
Ic



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	141
Piratheepan 2002	134
Madiai 2002	159
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	152
Hegazy & Mayne 1995	193
Mayne 2006	192
Robertson Cabal 2010	140

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Data 7-mag-18

CPT 2



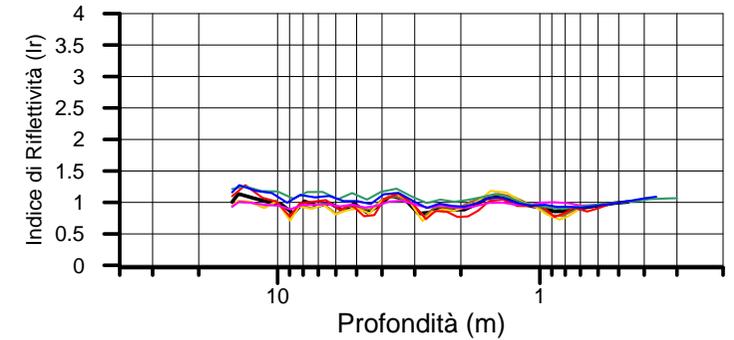
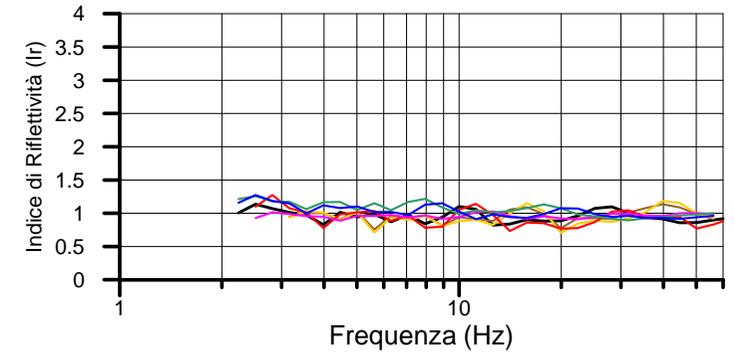
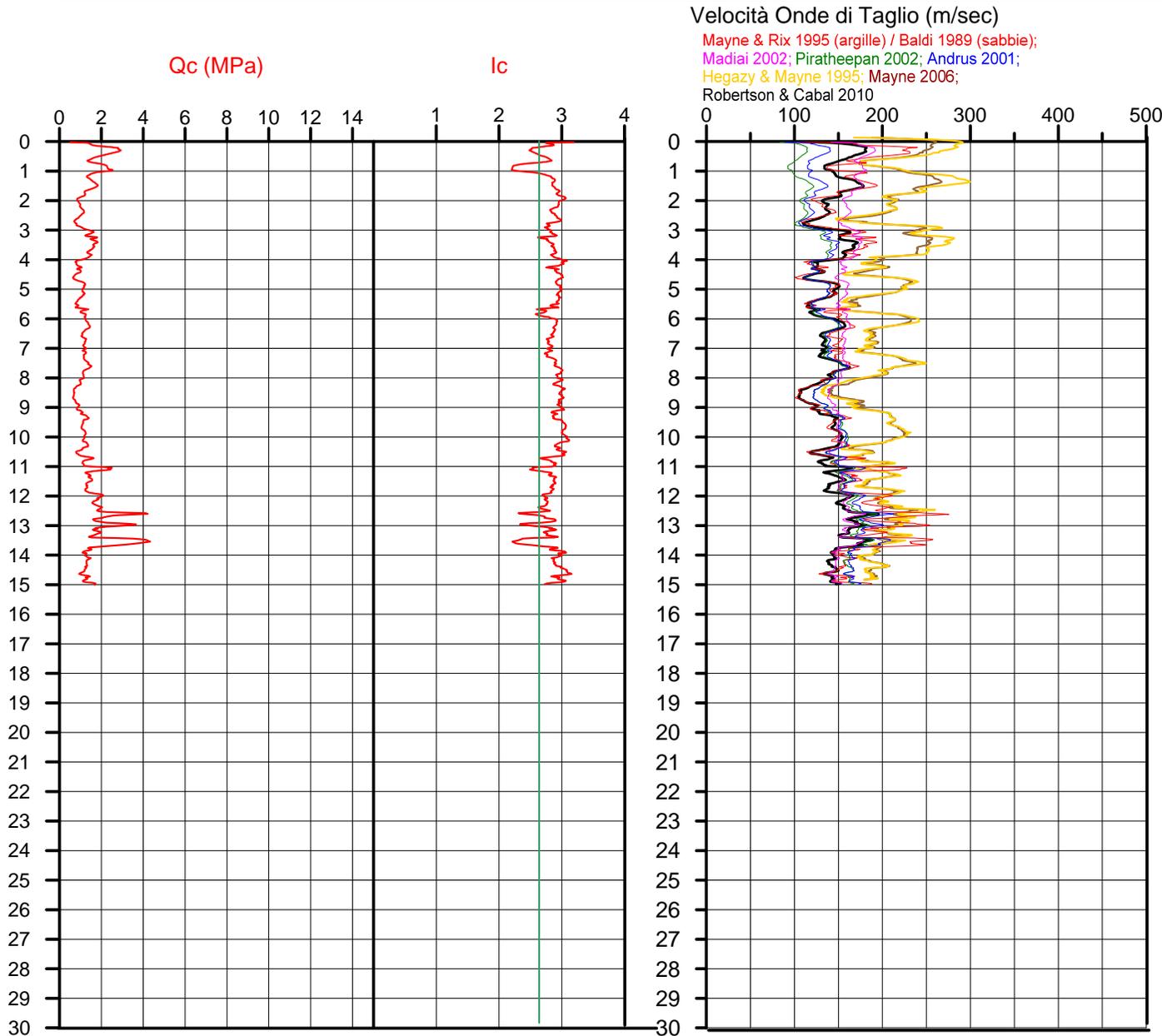
Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	144
Piratheepan 2002	138
Madiai 2002	159
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	154
Hegazy & Mayne 1995	205
Mayne 2006	205
Robertson Cabal 2010	145

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Data 7-mag-18

CPT 3



Società di Geologia Territoriale S.G.T. sas
 www.geo55.com



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	143
Piratheepan 2002	137
Madiai 2002	158
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	152
Hegazy & Mayne 1995	202
Mayne 2006	201
Robertson Cabal 2010	143

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Data 7-mag-18

CPT 4



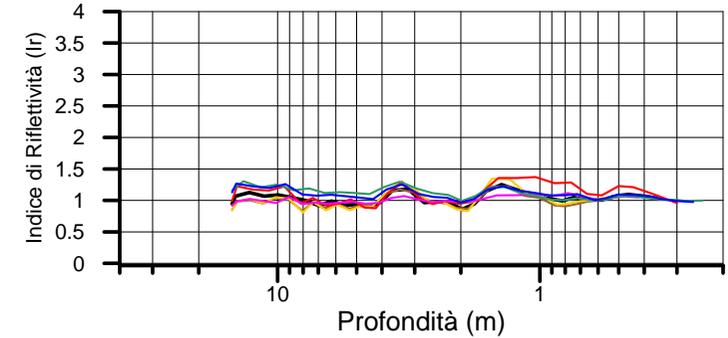
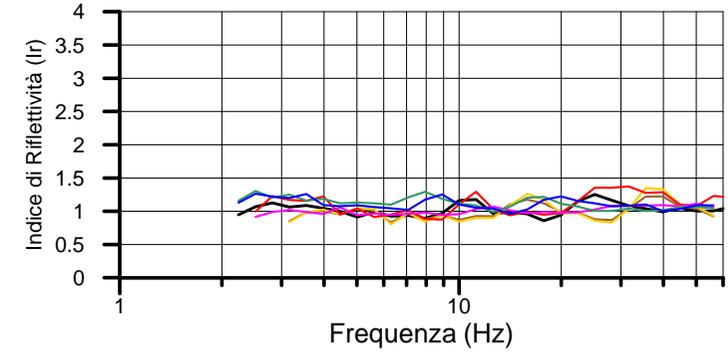
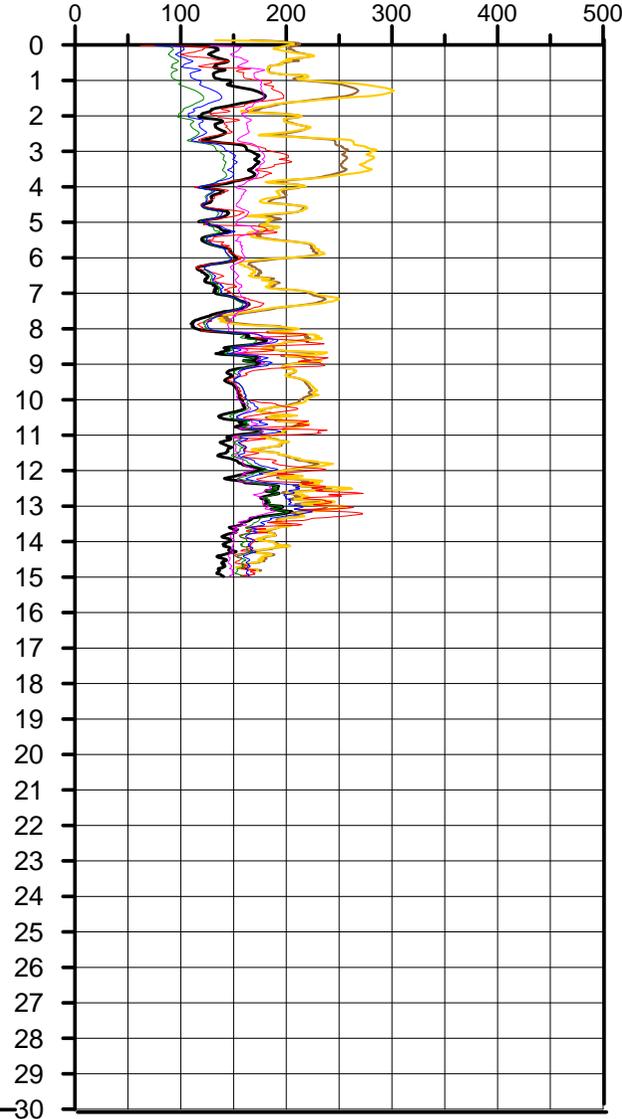
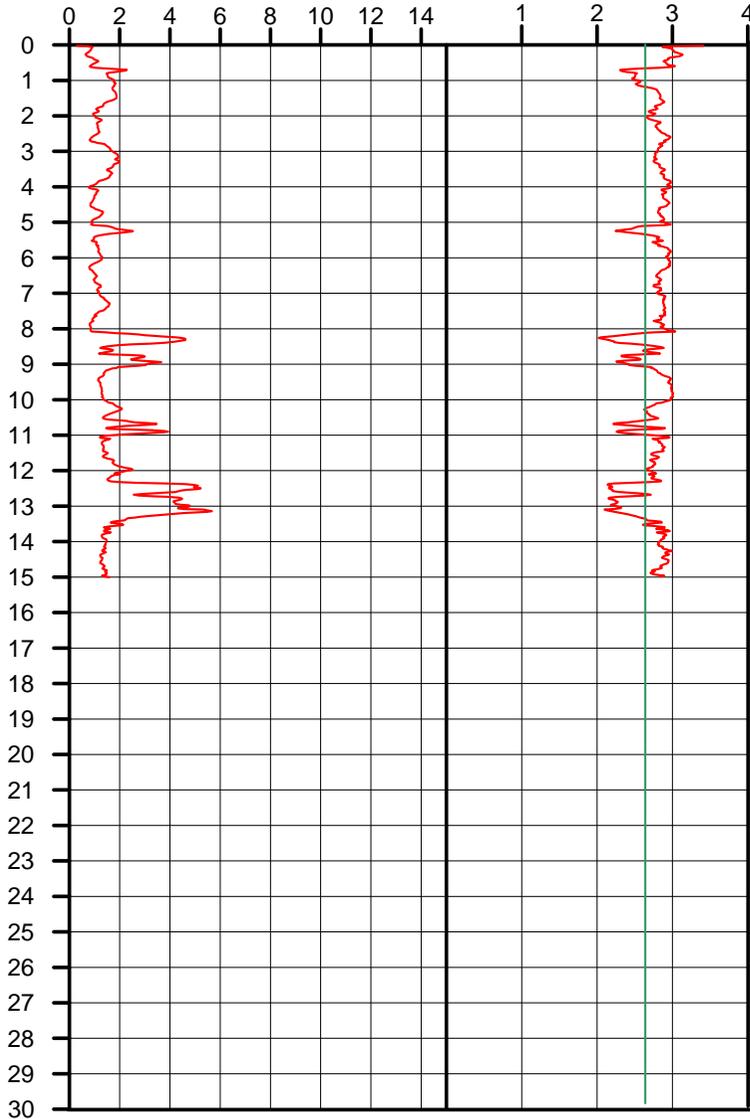
Società di Geologia Territoriale S.G.T. sas
 www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	146
Piratheepan 2002	138
Madiai 2002	162
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	162
Hegazy & Mayne 1995	202
Mayne 2006	203
Robertson Cabal 2010	146

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Data 7-mag-18

CPT 5



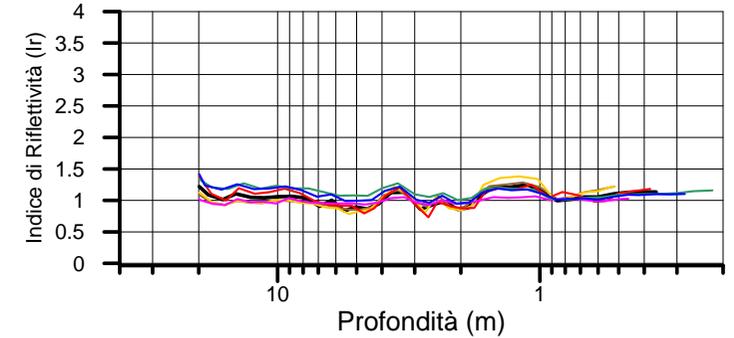
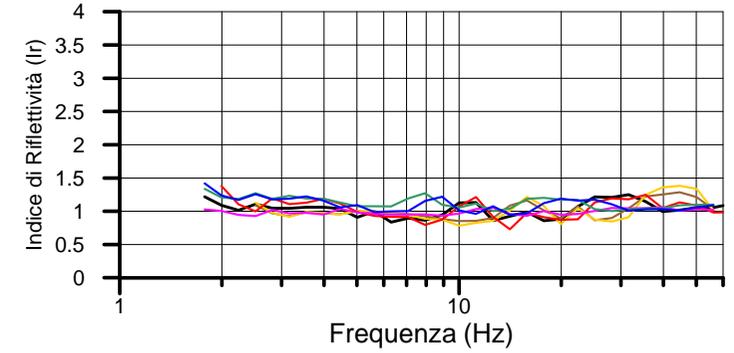
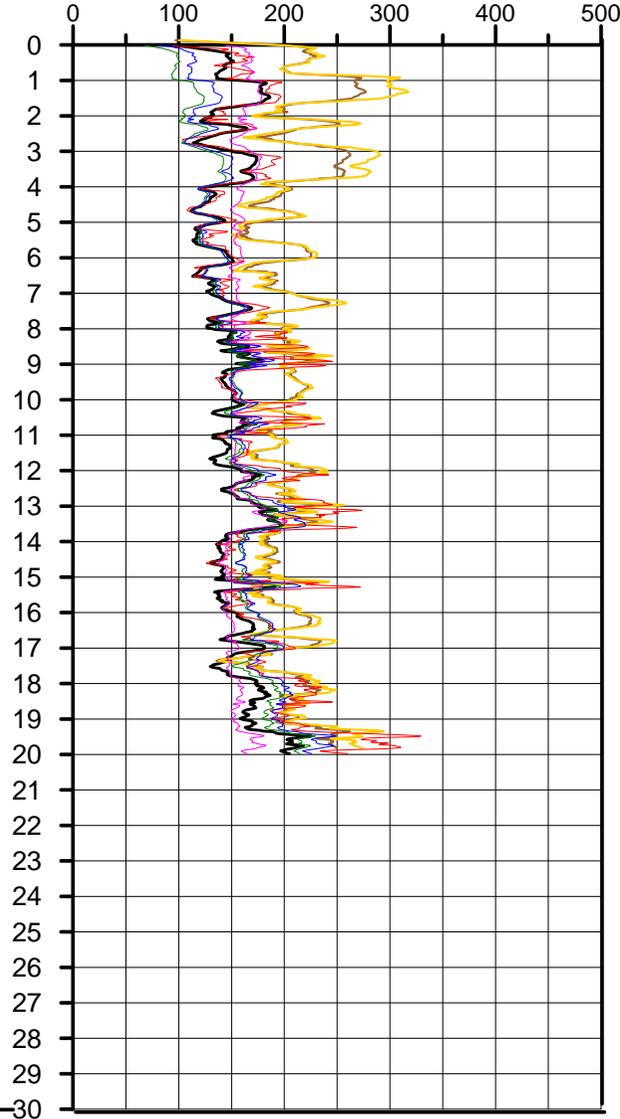
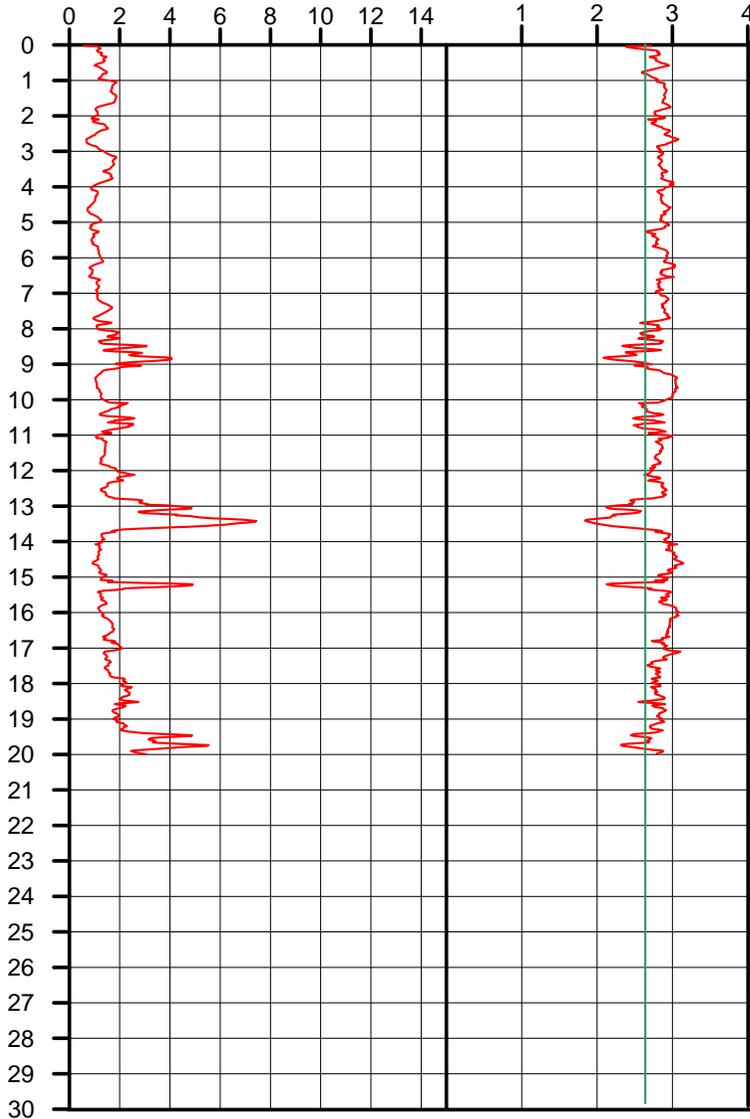
Società di Geologia Territoriale S.G.T. sas
 www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs19.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	154
Piratheepan 2002	147
Madiai 2002	159
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	166
Hegazy & Mayne 1995	204
Mayne 2006	205
Robertson Cabal 2010	150

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Data 7-mag-18

CPT 6



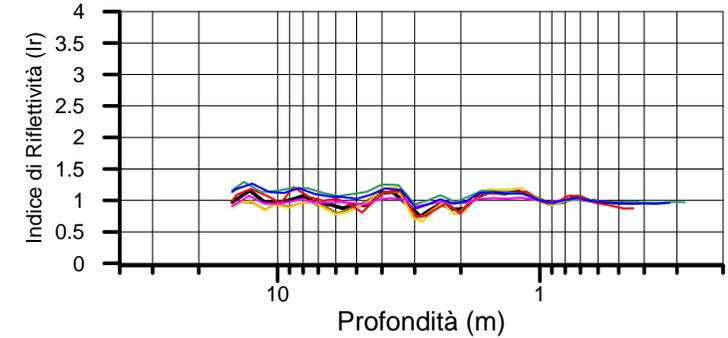
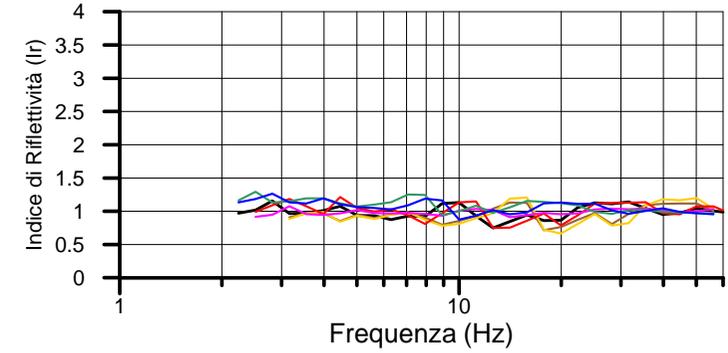
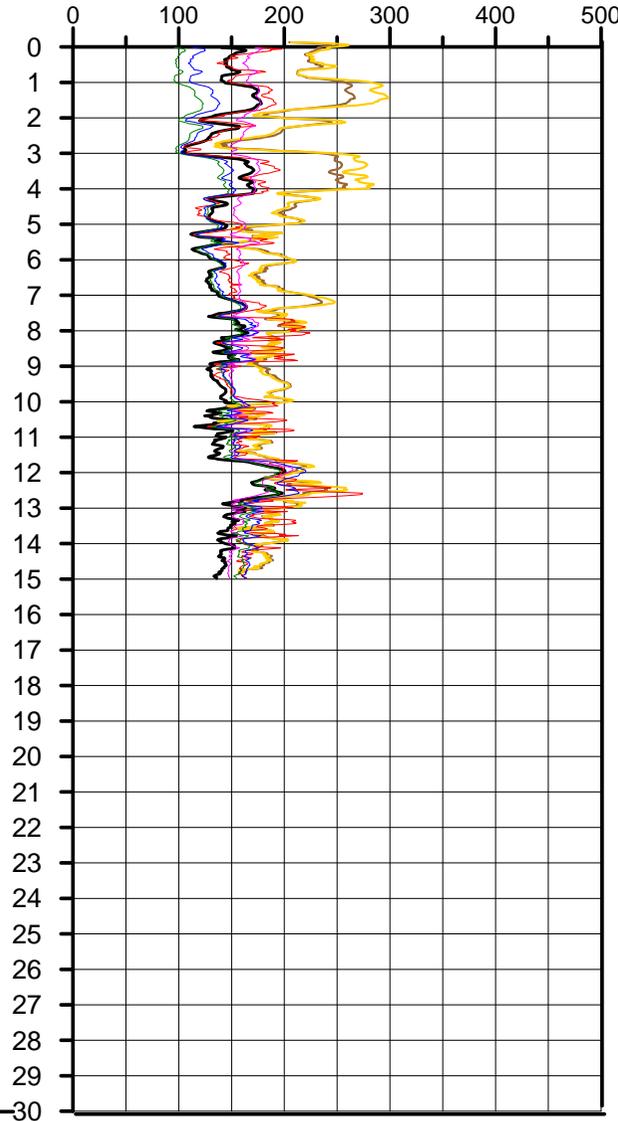
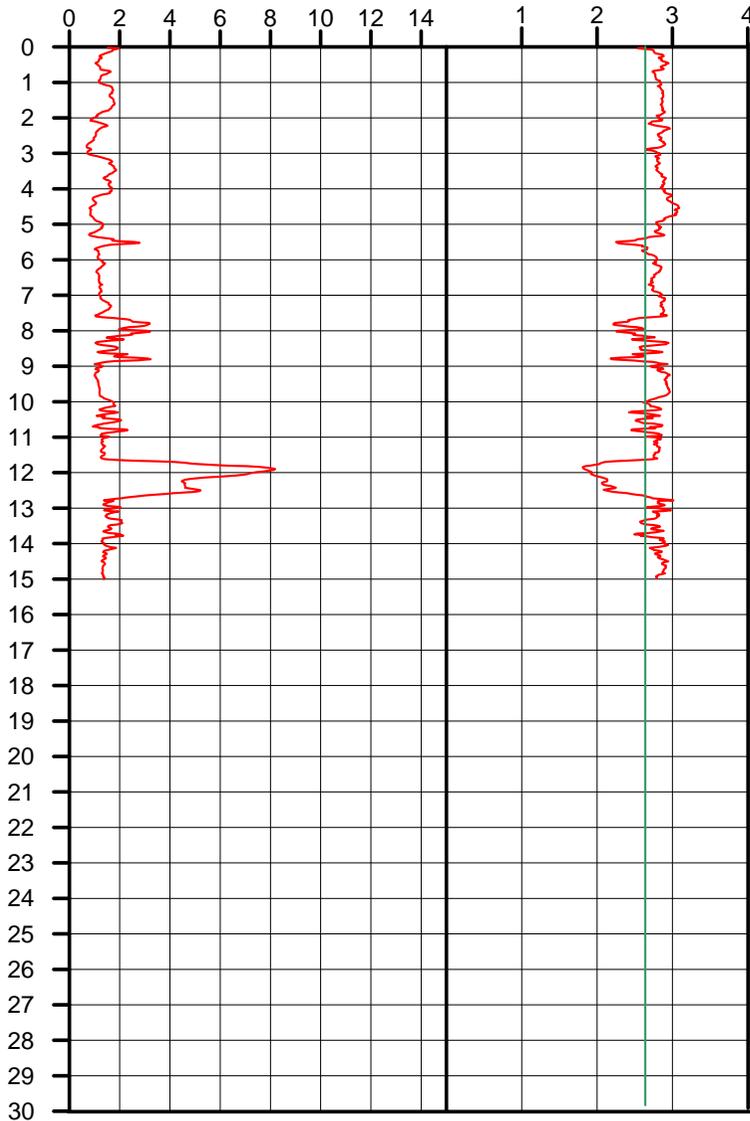
Società di Geologia Territoriale S.G.T. sas
 www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	146
Piratheepan 2002	138
Madiai 2002	162
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	162
Hegazy & Mayne 1995	198
Mayne 2006	199
Robertson Cabal 2010	145

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Data 7-mag-18

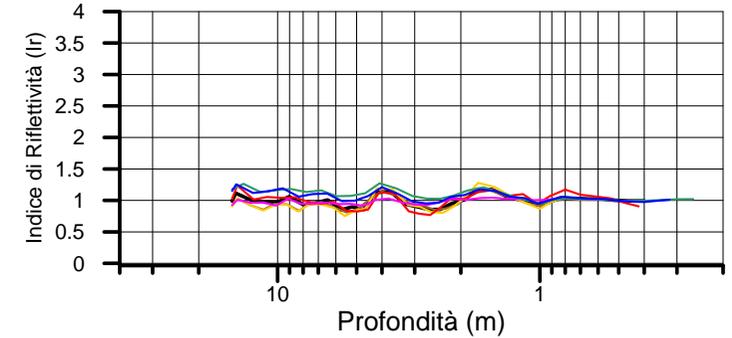
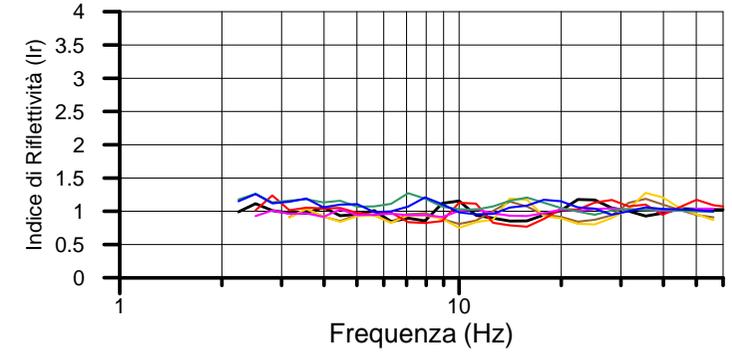
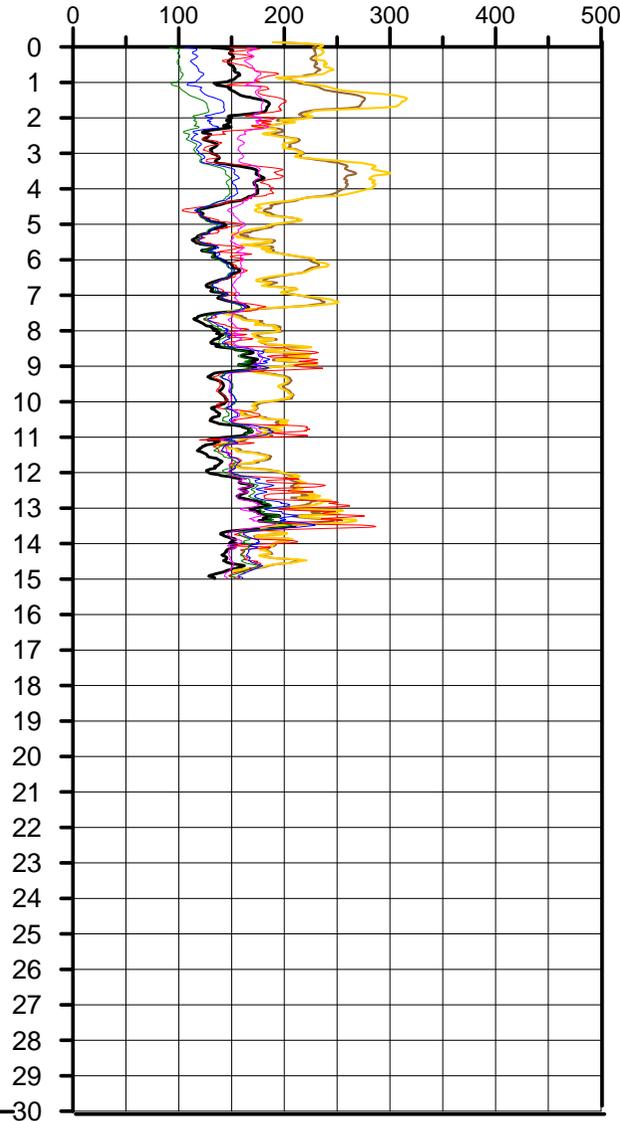
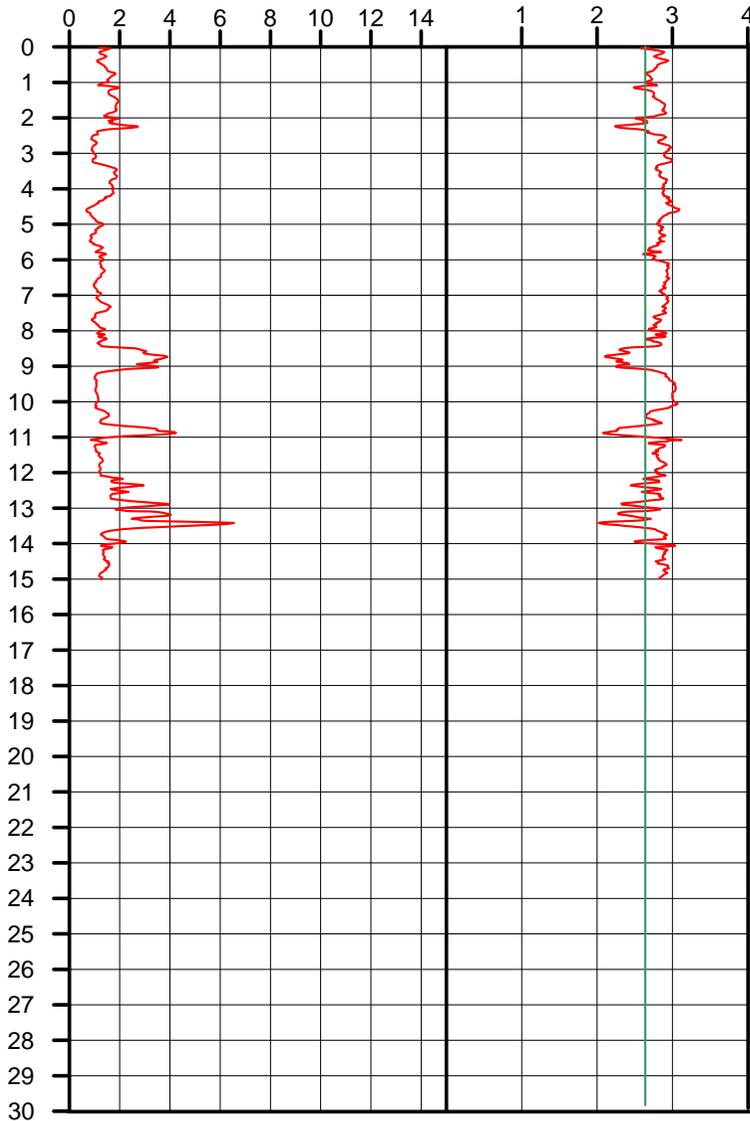
CPT 7

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	146
Piratheepan 2002	139
Madiai 2002	161
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	162
Hegazy & Mayne 1995	202
Mayne 2006	203
Robertson Cabal 2010	146

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Data 7-mag-18

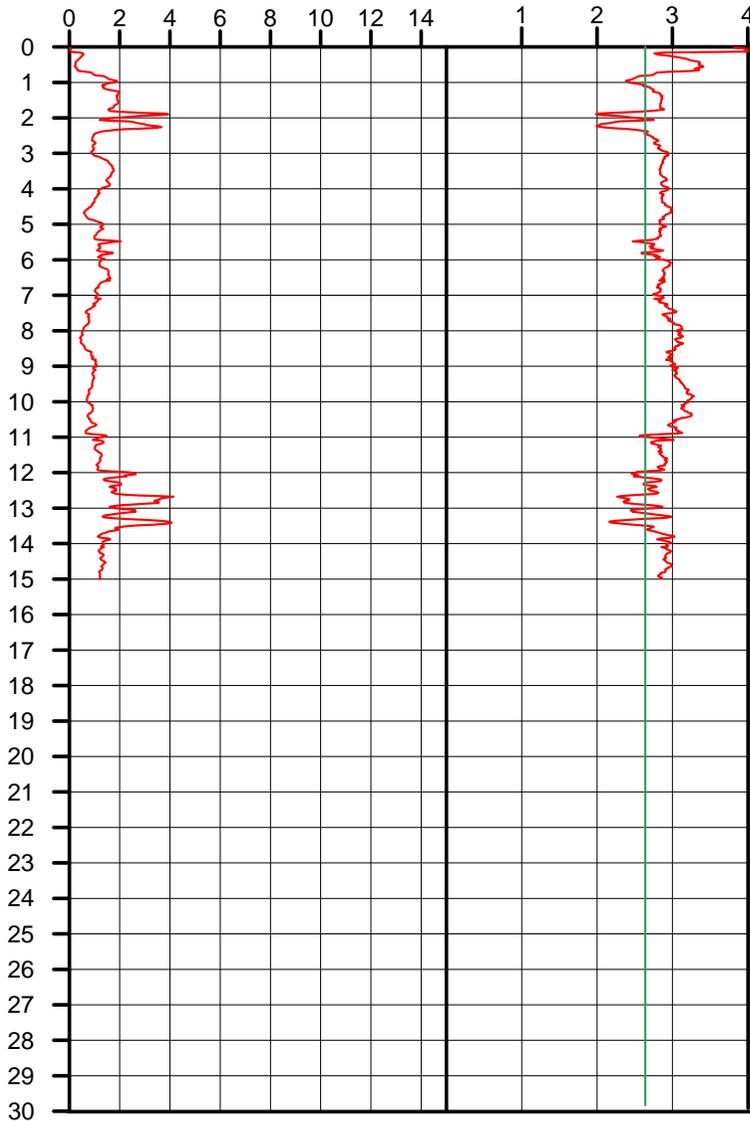
CPT 8



Società di Geologia Territoriale S.G.T. sas
 www.geo55.com

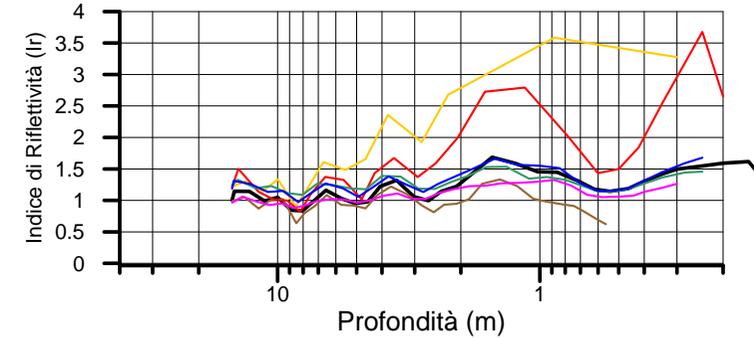
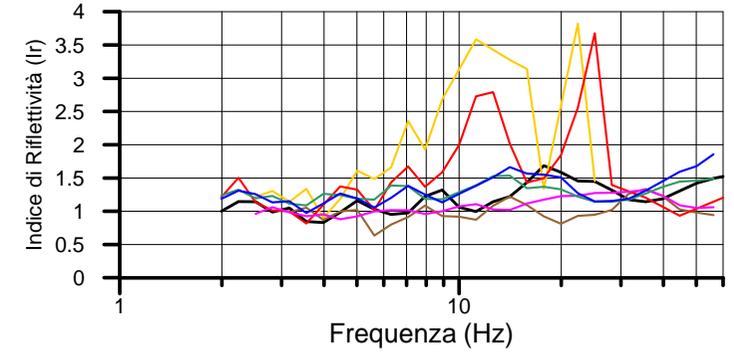
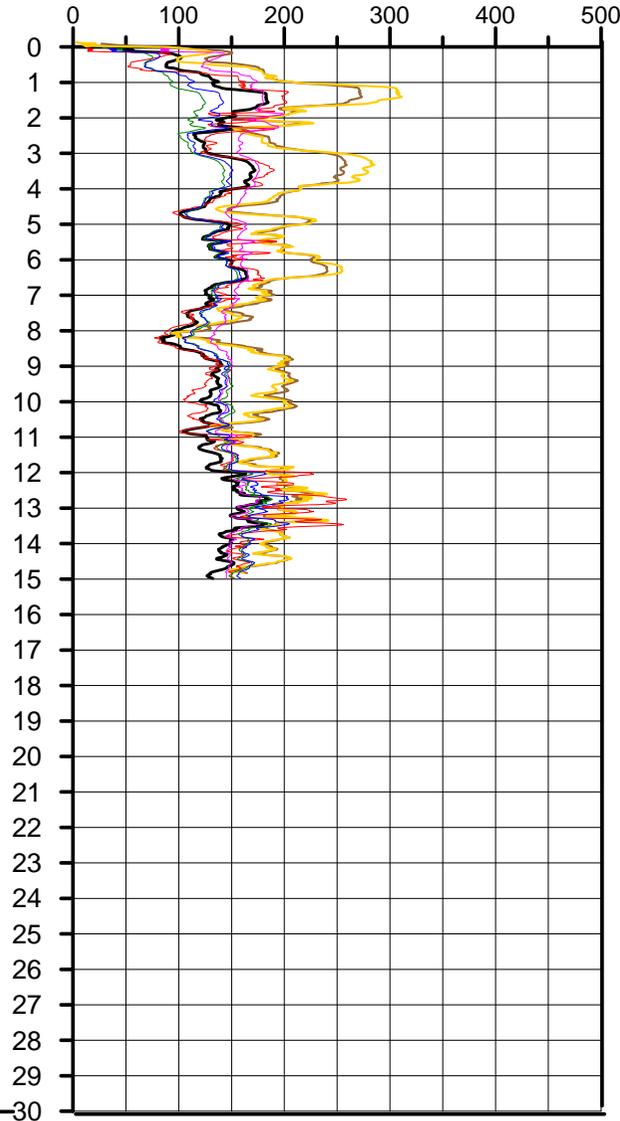
Qc (MPa)

Ic



Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;
 Robertson & Cabal 2010



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	133
Piratheepan 2002	129
Madiai 2002	154
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	128
Hegazy & Mayne 1995	190
Mayne 2006	154
Robertson Cabal 2010	132

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Data 7-mag-18

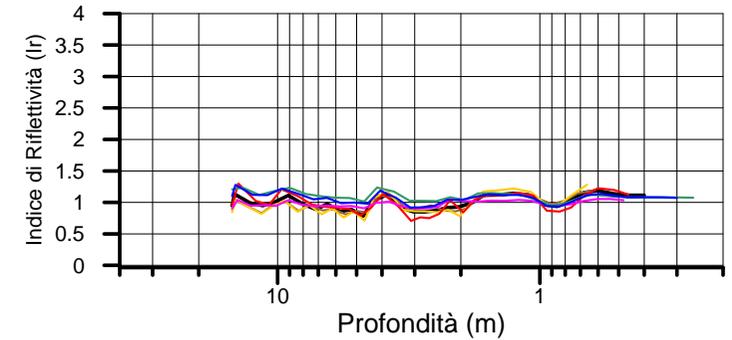
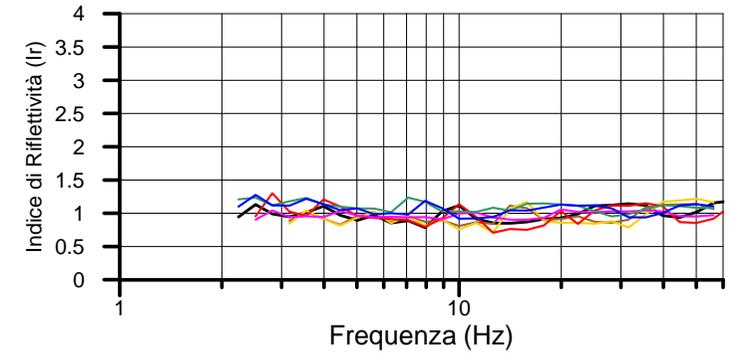
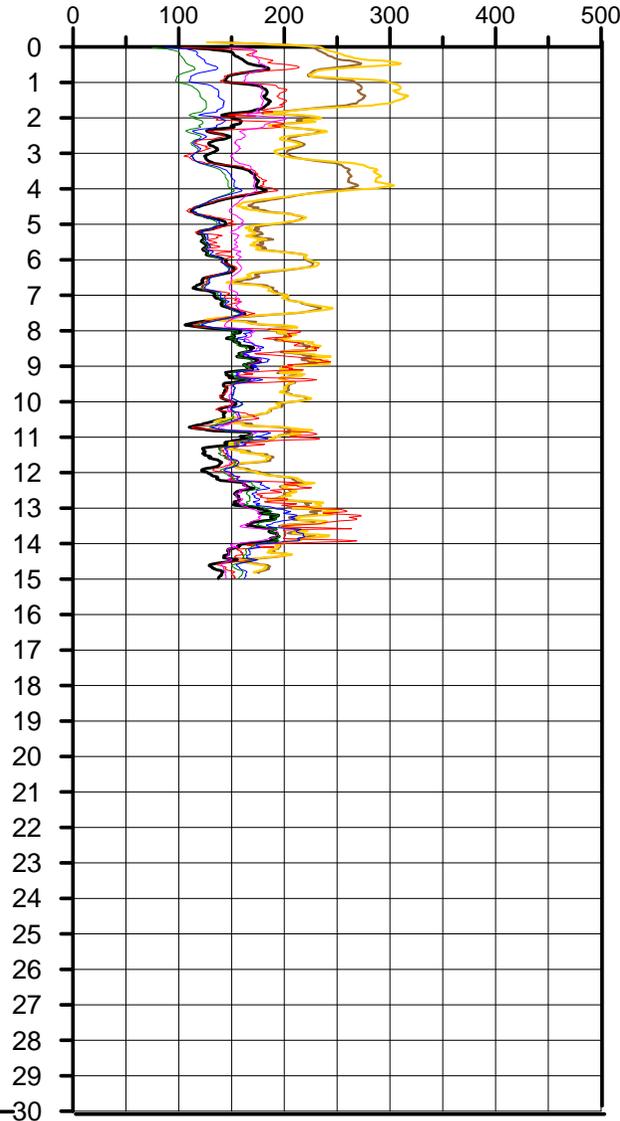
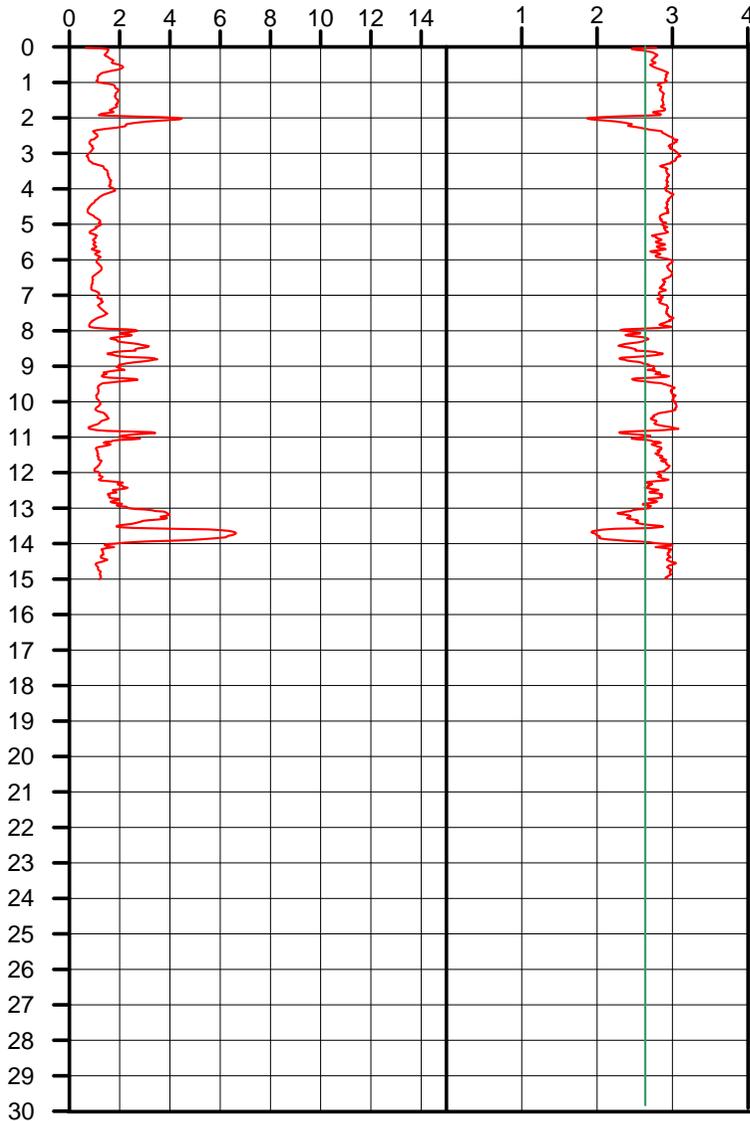
CPT 9

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



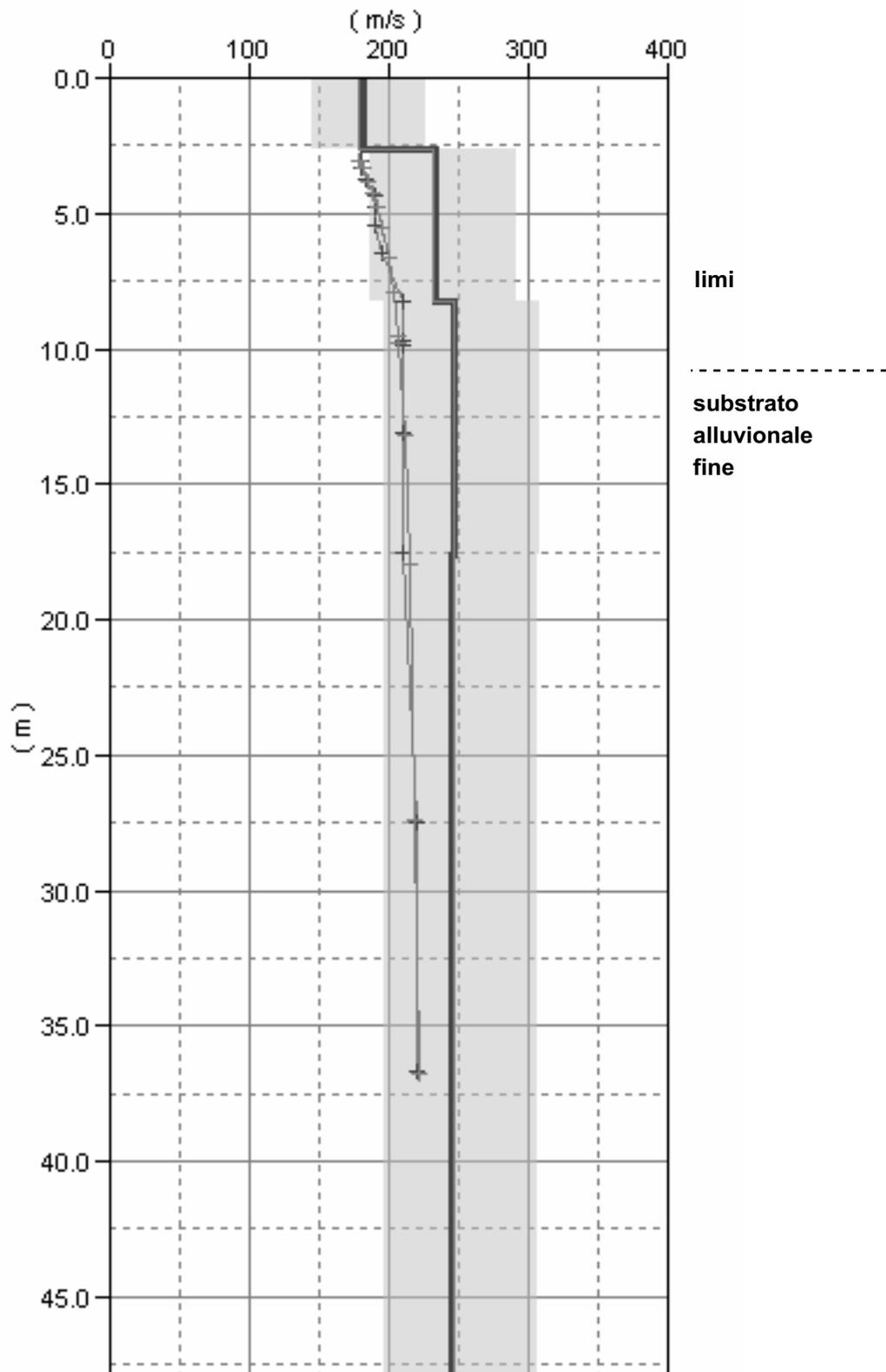
Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	147
Piratheepan 2002	140
Madiai 2002	161
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	160
Hegazy & Mayne 1995	204
Mayne 2006	205
Robertson Cabal 2010	147

Modello interpretativo Vs

Masw n° 21
 $V_{s30} = 236 \text{ m/s}$

FAENZA
(Granarolo Nord)

Models

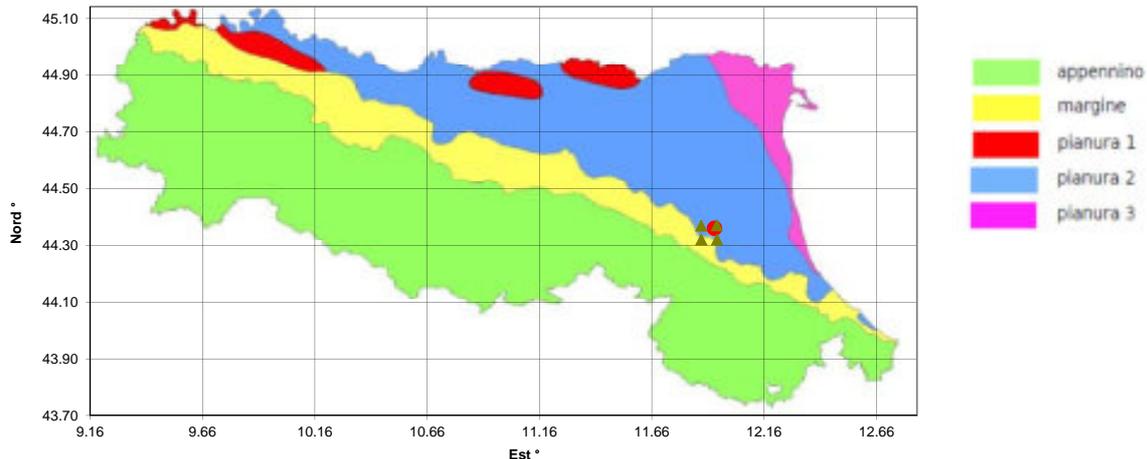
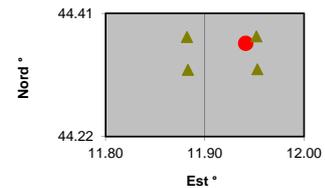


VALUTAZIONE PARAMETRI SISMICI DEL SITO
CON RIFERIMENTO AL PROGETTO
SECONDO LE NTC 2018 del 17-01-2018



Ubicazione del sito

Comune Faenza
 Località Granarolo Faentino
 Google Earth (WSG84) NTC2008 (ED50)
 Longitudine (° decimali) **11.9396** **11.9412**
 Latitudine (° decimali) **44.3639** **44.3646**



I 4 nodi del reticolo di riferimento per l'azione sismica intorno il punto di interesse

ID	Distanza al punta di interesse di (m)	Longitudine	Latitudine
17405	1.440	11.952	44.375
17627	4.502	11.953	44.325
17404	4.819	11.882	44.374
17626	6.465	11.883	44.324

Tipi di Costruzione			
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	< = 10	50
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	> = 50	
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali ed dighe di grande dimensioni o di importanza strategica	> = 100	

Classe d'uso	Coefficiente Cu	Progetto Coefficiente Cu
1 Occasionali presenza di persone	0.7	1
2 Normali affollamenti	1	
3 Affollamenti significativi	1.5	
4 Edifici con funzioni pubbliche o strategiche importanti	2	

Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_r = V_n * C_u = 50$ anni

Stati Limiti		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_r = 50$ anni P_{vr}	Periodo di ritorno dell'azione sismica T_r (anni)
SLO	Stato Limite di Operatività	81%	30
SLD	Stato Limite di Danno	63%	50
SLV	Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%	475
SLC	Stato Limite di prevenzione del Colasso	5%	975

Valori sismici Decreto Ministeriale 14-01-2008

	a_g (m/sec ²)	a_g/g	Fo	Tc*
1. STATO LIMITE DI OPERATIVITA'	0.600	0.061	2.438	0.260
2. STATO LIMITE DEL DANNO	0.765	0.078	2.416	0.270
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	1.910	0.195	2.414	0.309
4. STATO LIMITE DI PREVENZIONE DEL COLASSO	2.443	0.249	2.446	0.320

Valori applicati	a_g	a_g/g	Fo	TC*
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	1.910	0.195	2.414	0.309

VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 1

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	12.87 / 1.95
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	141 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	134 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	159 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	152 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	193 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	193 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	140 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	9.3	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	73 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec ²	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss	1.42	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec ²	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

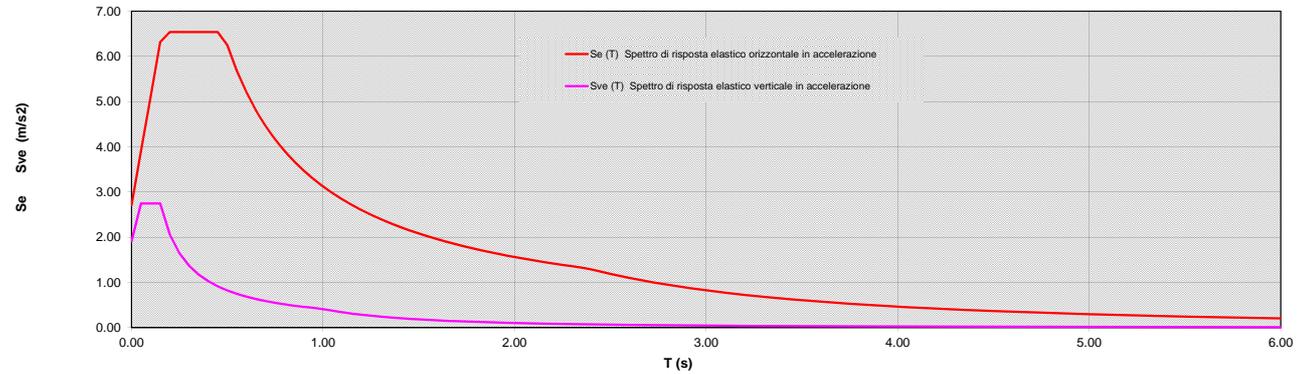
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

TIPO DI SUOLO	ORIZZONTALE	VERTICALE
C		
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

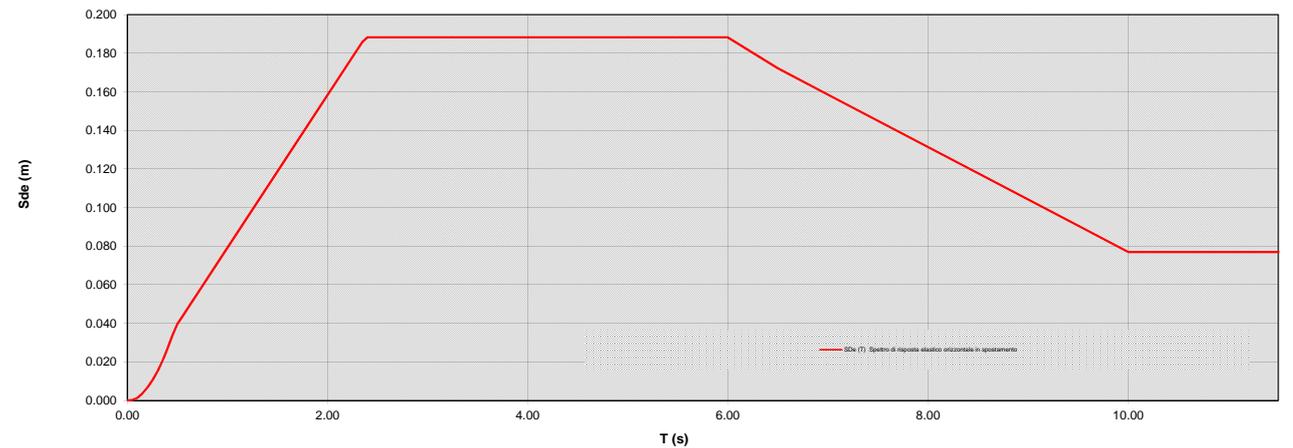
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec ²
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec²)



Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 2

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	13.61 / 1.21
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	144 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	138 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	159 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	154 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	205 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	205 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	145 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nsp (Norme AGI per terreni granulari)	9.4	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	75 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec ²	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss	1.42	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec ²	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

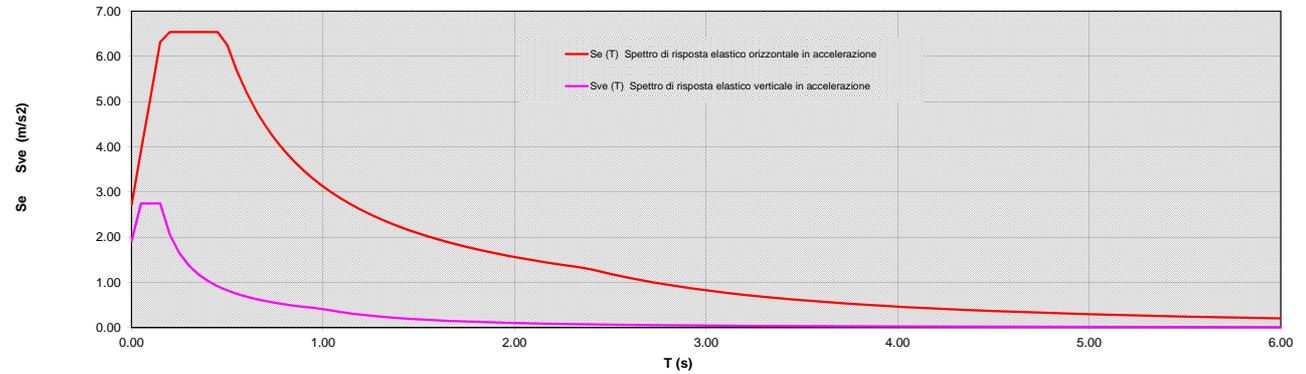
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

TIPO DI SUOLO	ORIZZONTALE	VERTICALE
C		
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

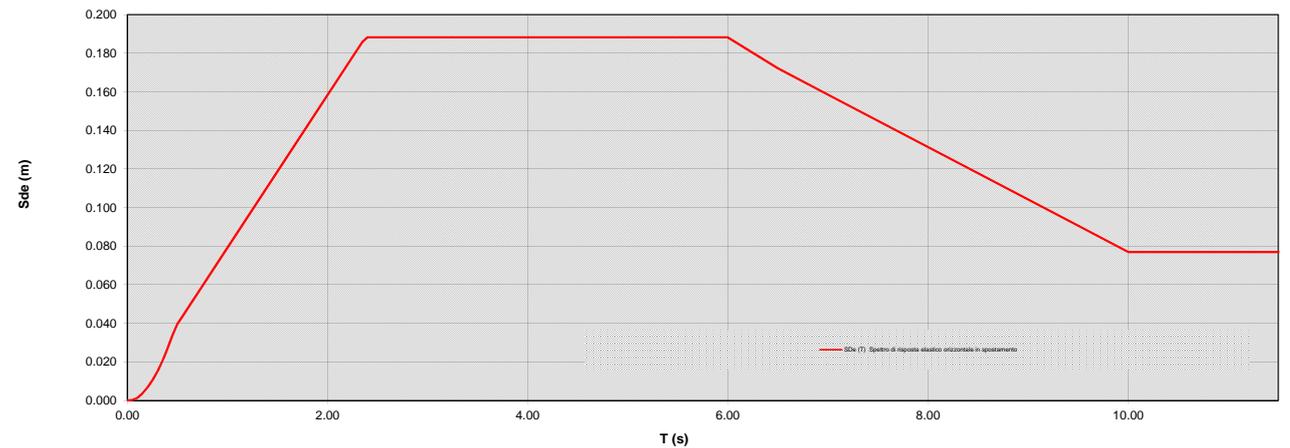
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec ²
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec²)



Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 3

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	13.67 / 1.15
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	143 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	137 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	158 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	152 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	201 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	202 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	143 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	9.4	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	74 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec ²	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss	1.42	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec ²	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

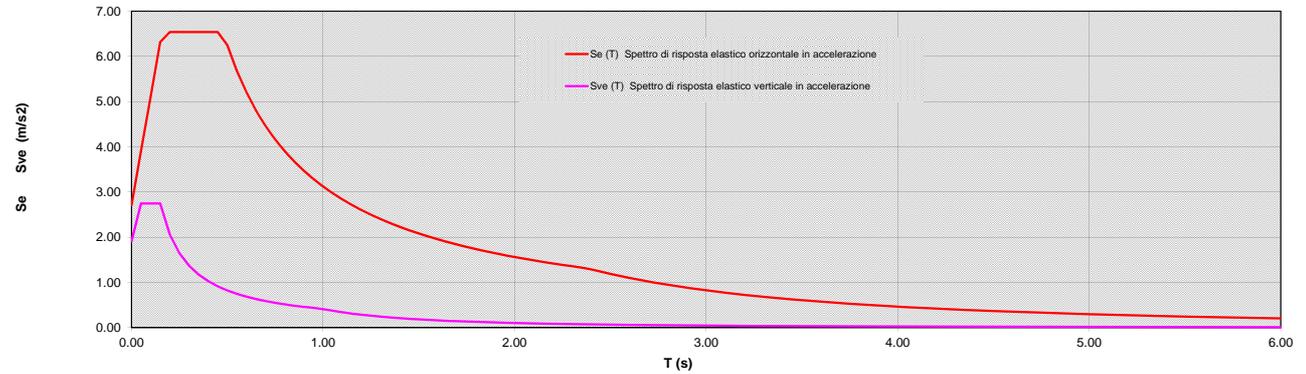
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

Tipo di suolo C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

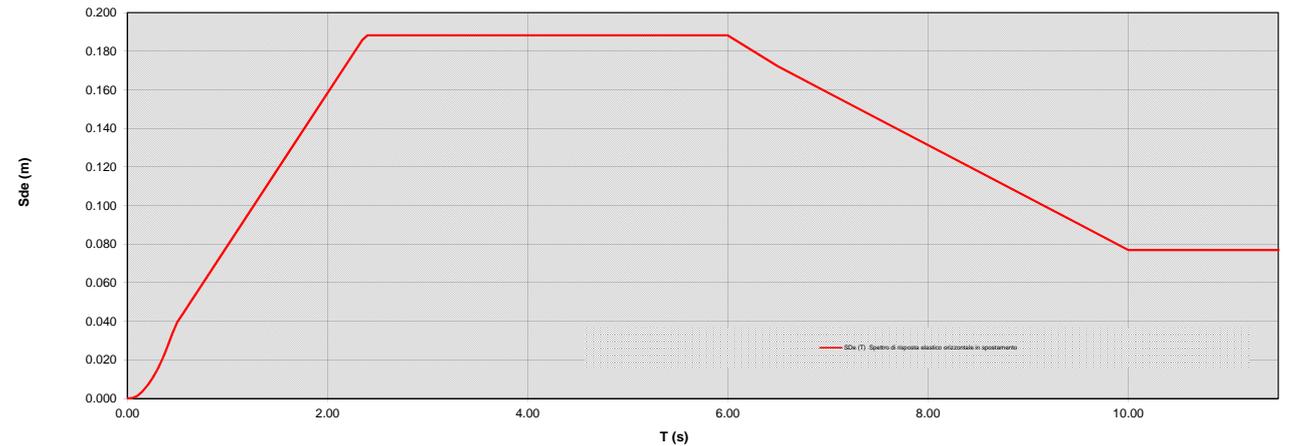
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec ²
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec²)



Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 4

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	12.29 / 2.52
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	146 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	138 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	162 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	163 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	203 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	202 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	146 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	10.1	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	77 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec ²	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss	1.42	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec ²	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

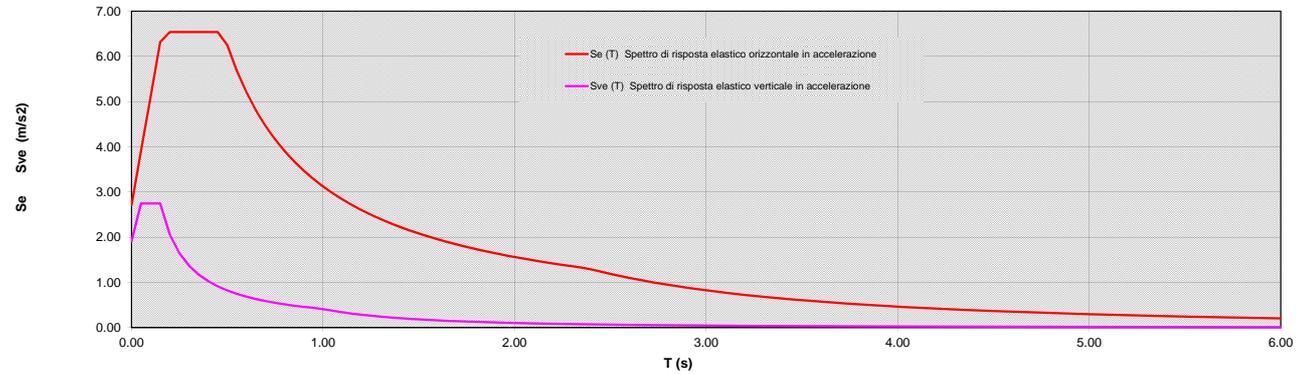
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

TIPO DI SUOLO	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

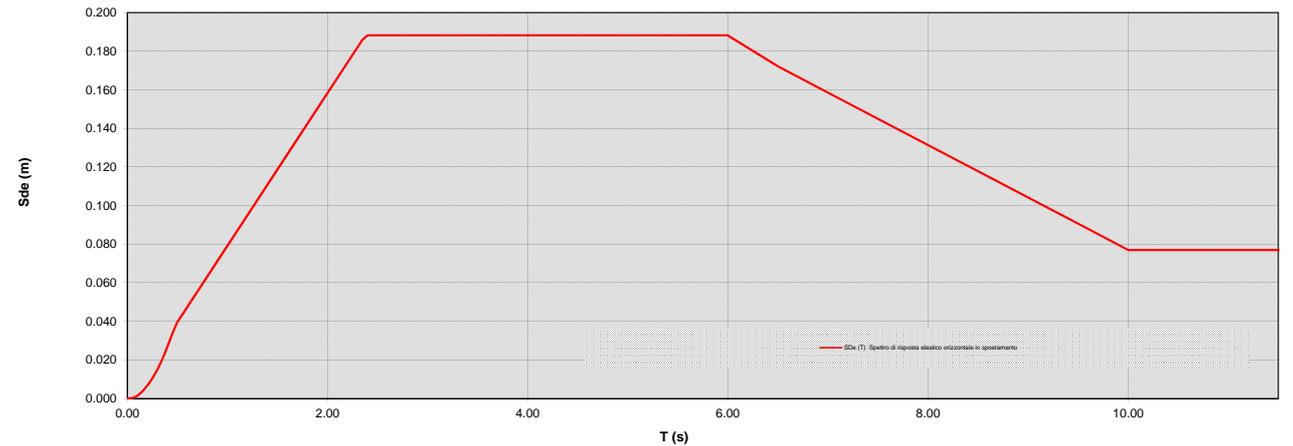
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec ²
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec²)



Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 5

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	17.59 / 2.2
Massimo profondità indagato (m)	19.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	154 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	147 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	159 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	165 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	205 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	204 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	150 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	10.7	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	81 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec ²	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss	1.42	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec ²	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

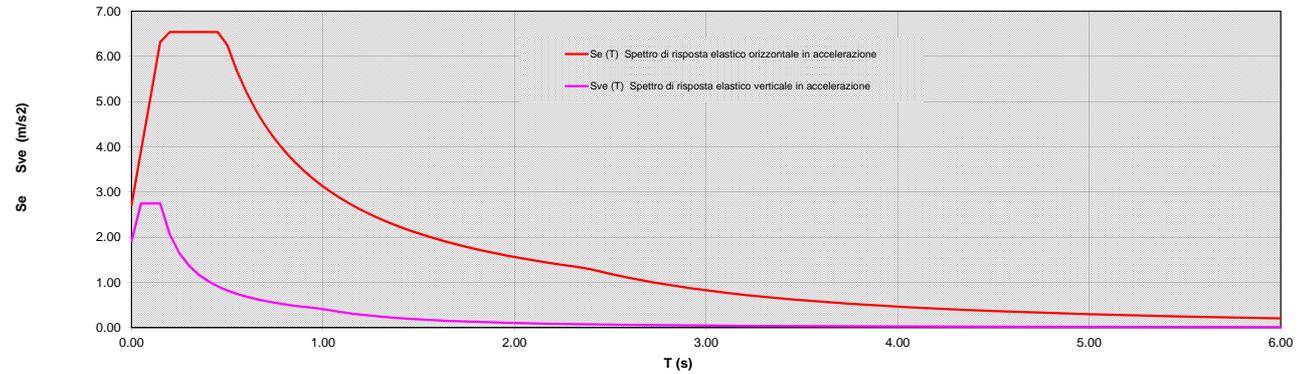
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

Tipo di suolo C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

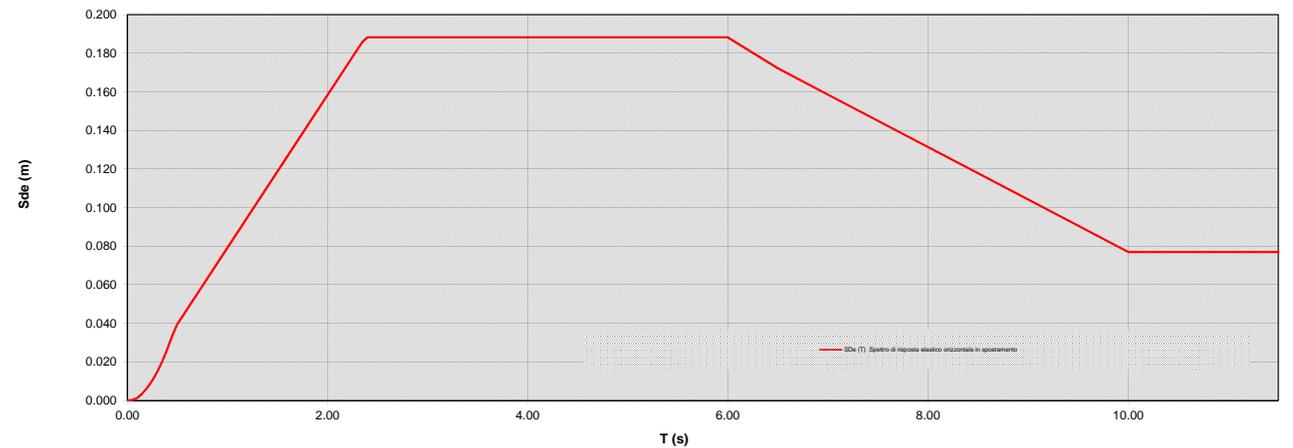
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec ²
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec²)



Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 6

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	12.43 / 2.38
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	146 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	138 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	162 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	162 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	198 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	198 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	145 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nsp (Norme AGI per terreni granulari)	9.9	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	78 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec ²	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss	1.42	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec ²	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

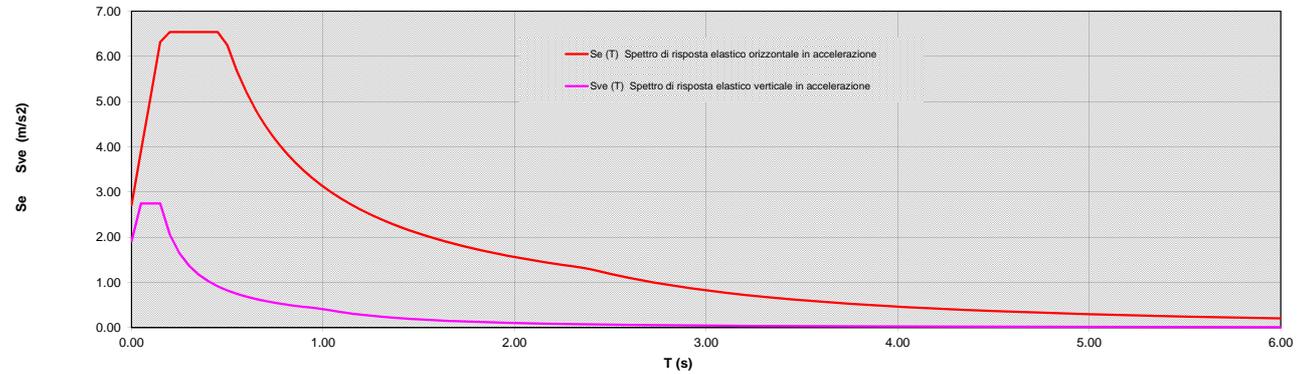
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

TIPO DI SUOLO	C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.16	0.05
Tc		0.48	0.15
Td		2.38	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

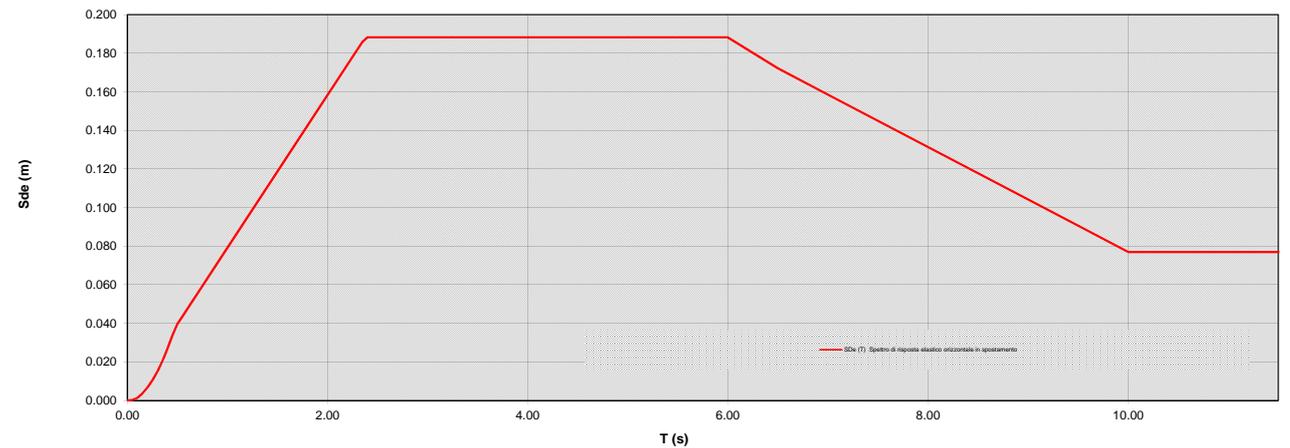
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec ²
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec²)



Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 7

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	12.83 / 1.99
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	146 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	139 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	161 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	163 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	203 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	202 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	146 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	10.3	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	78 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec ²	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss	1.42	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec ²	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

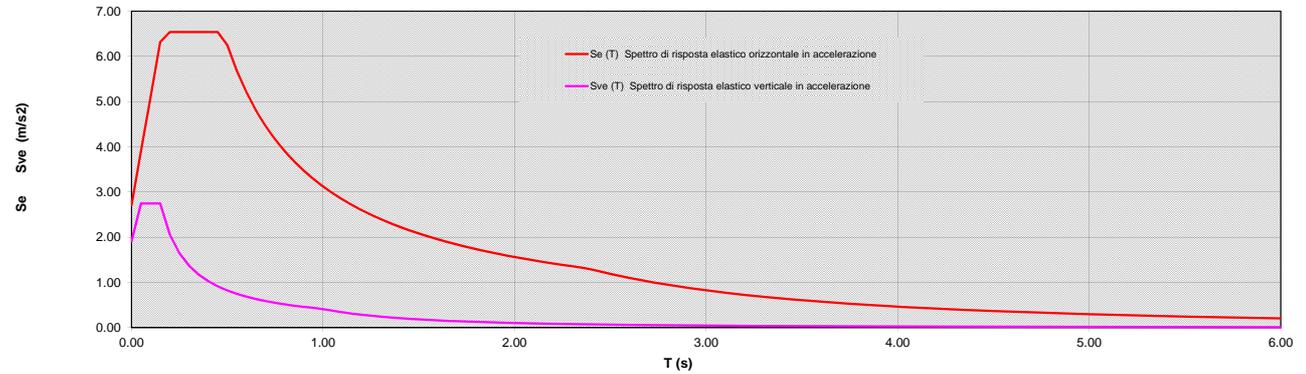
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

Tipo di suolo C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

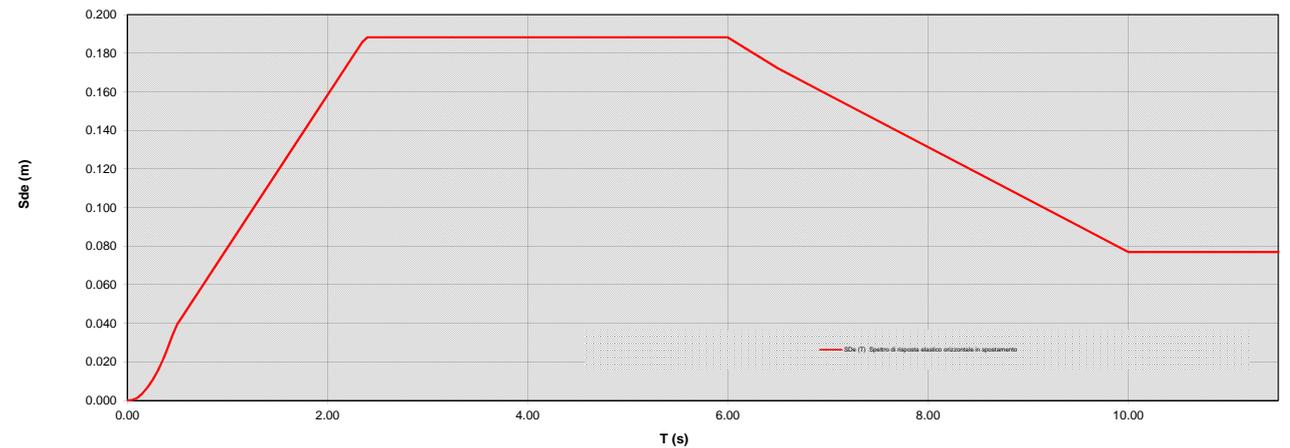
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec ²
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec²)



Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 8

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	13.27 / 1.55
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	133 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	129 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	154 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	128 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	154 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	190 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	132 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	8.6	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	51 kPa	D o S1

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico	amax al substrato sismico	1.91 m/sec ²	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C	Ss	1.42	
Amplificazione topografica	ST	1.00	
S totale	Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie	amax in superficie	2.709 m/sec ²	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

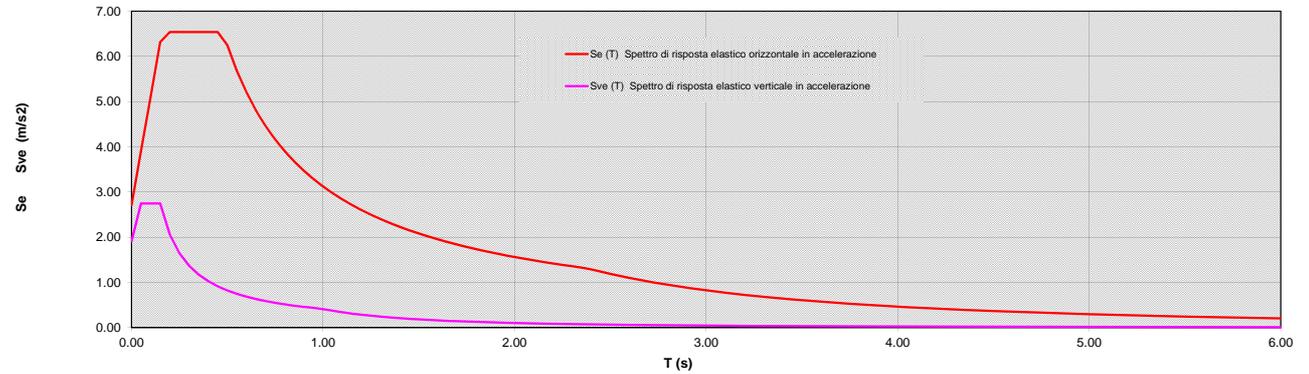
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

Tipo di suolo	C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.16	0.05
Tc		0.48	0.15
Td		2.38	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

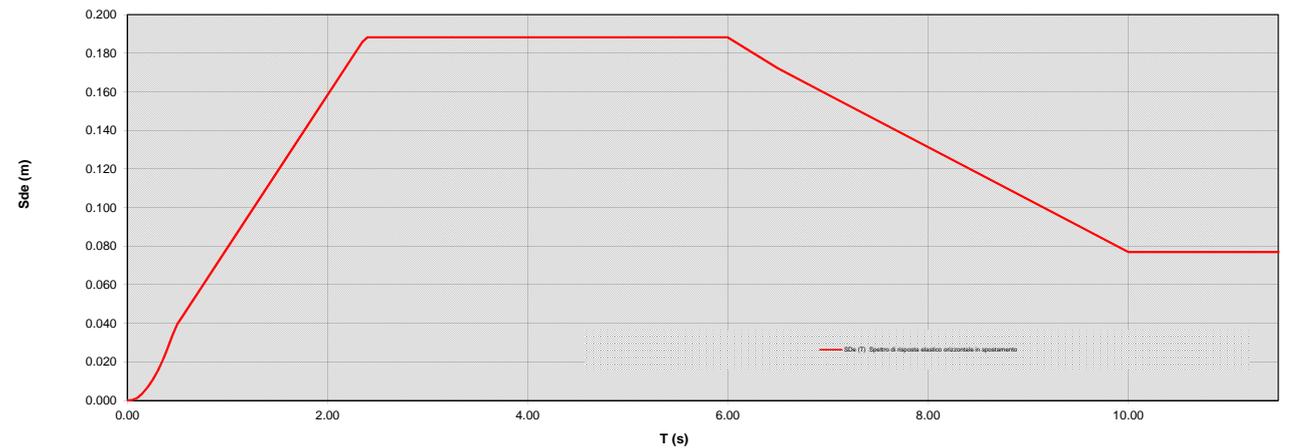
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec ²
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec²)



Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 9

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	12.69 / 2.12
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	147 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	140 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	161 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	160 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	205 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	204 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	147 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nsp (Norme AGI per terreni granulari)	10.4	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	76 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec ²	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss	1.42	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec ²	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

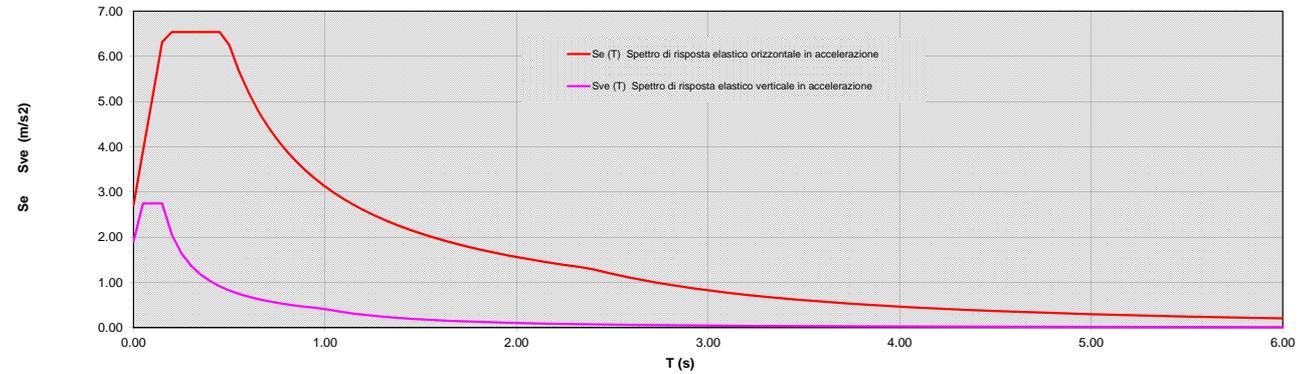
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

Tipo di suolo C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

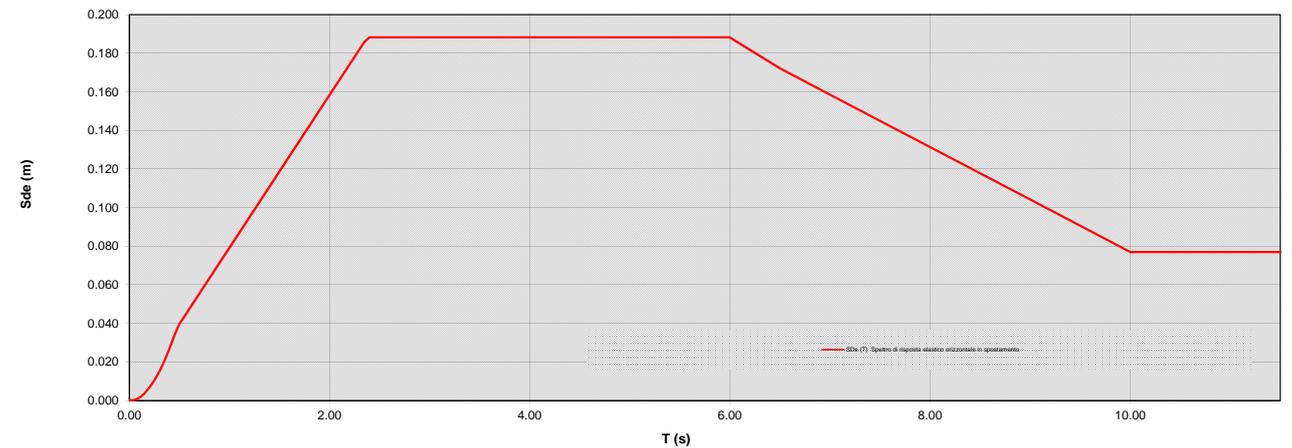
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec ²
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec²)



Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl
Data 7-mag-18

CPT 1

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140

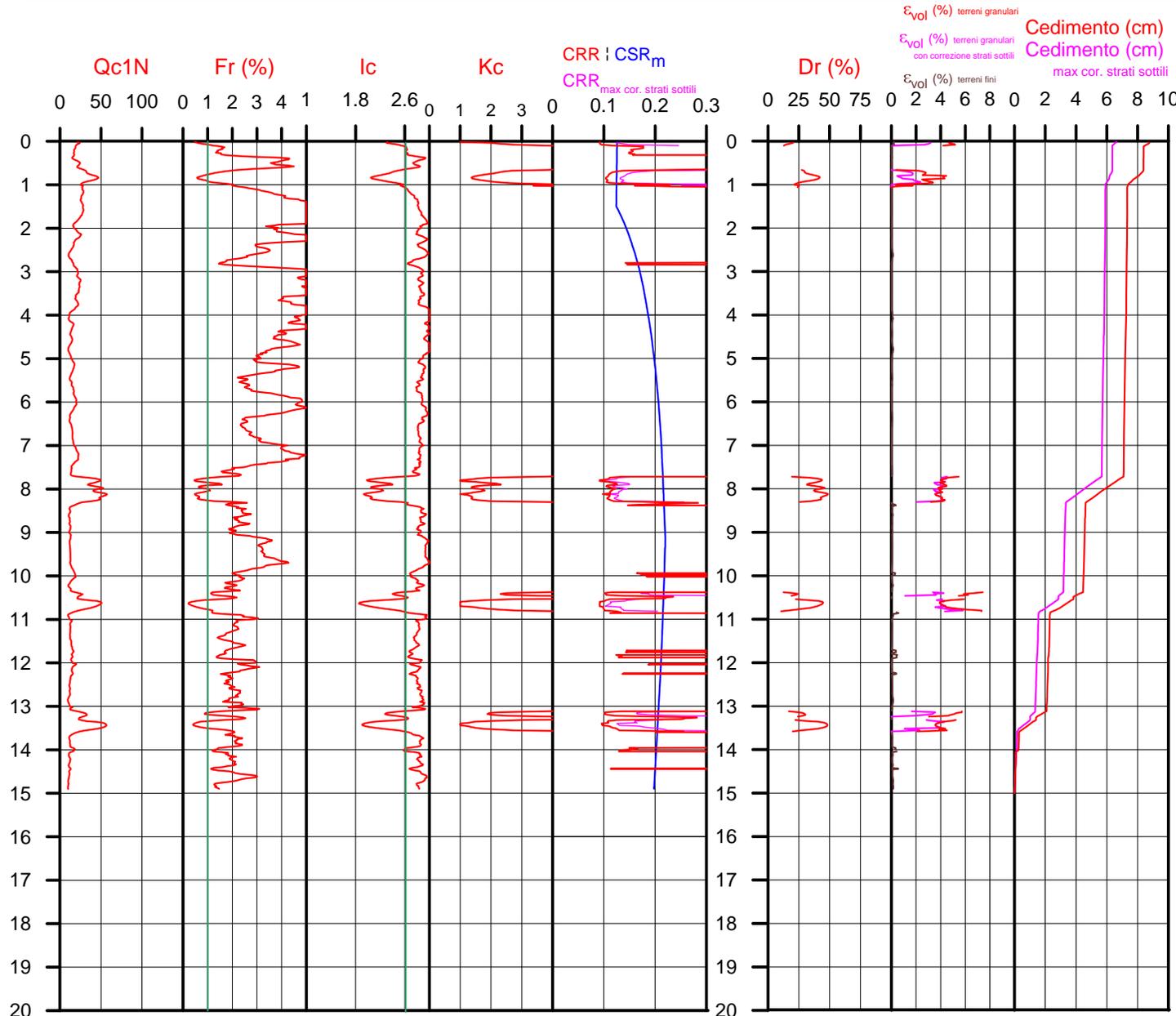


Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_{cs} per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	8	84
Cedimento considerando strati sottili	6	72

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- * Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	9
Cedimento considerando strati sottili	1	7

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità,

- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- * Profondità

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSO
3.9	2.2	2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 7-mag-18

CPT 2

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

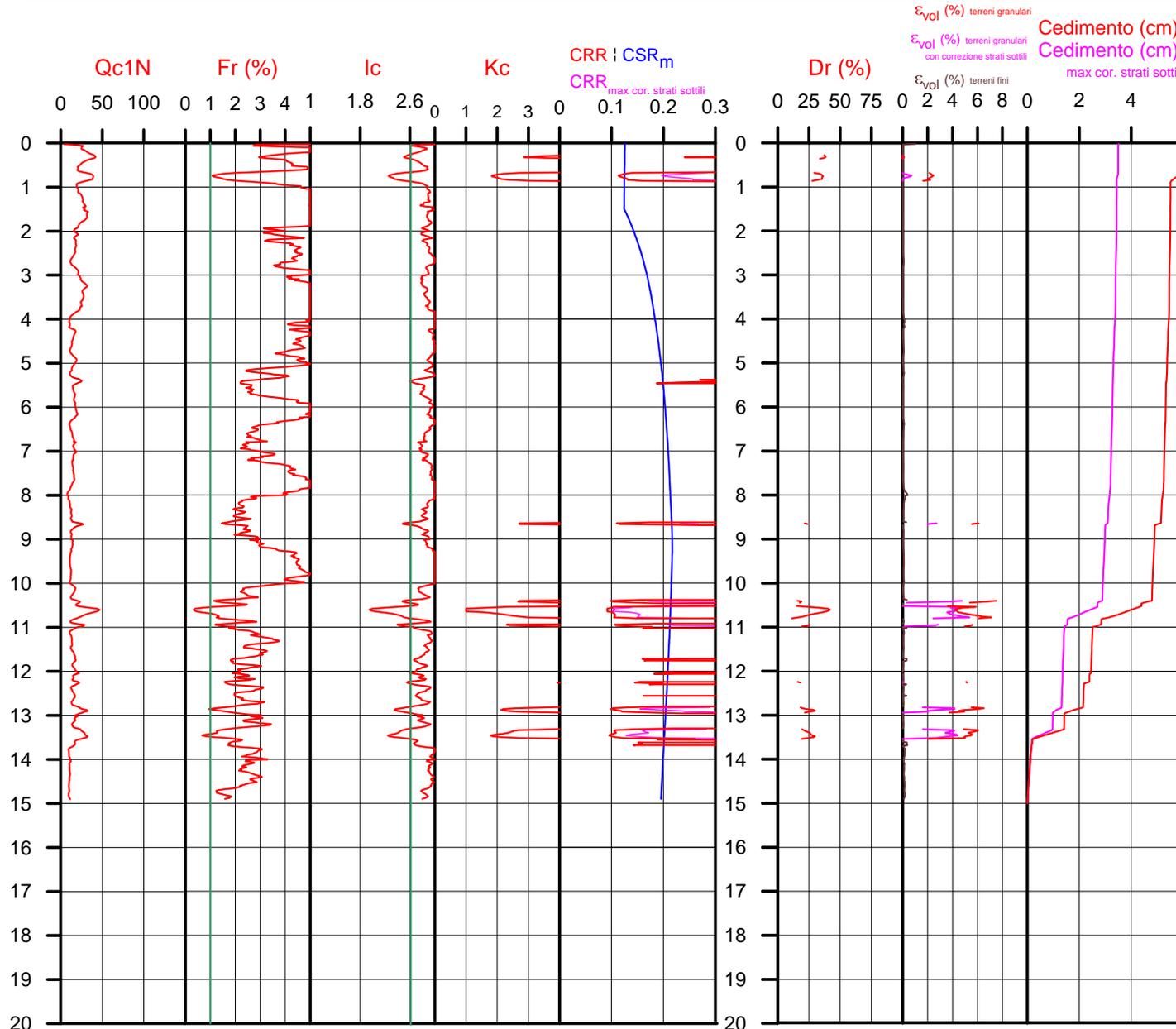
LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140



Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
 di Van Zutphen Albert & C.
 Via Matteotti 50
 48012 Bagnacavallo (RA)
 www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_{cs} per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	5	12
Cedimento considerando strati sottili	3	9

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- * Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	6
Cedimento considerando strati sottili	1	4

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità,

- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- * Profondità

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
1.9	0.7	IL <= 2	BASSO
		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 7-mag-18

CPT 3

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140

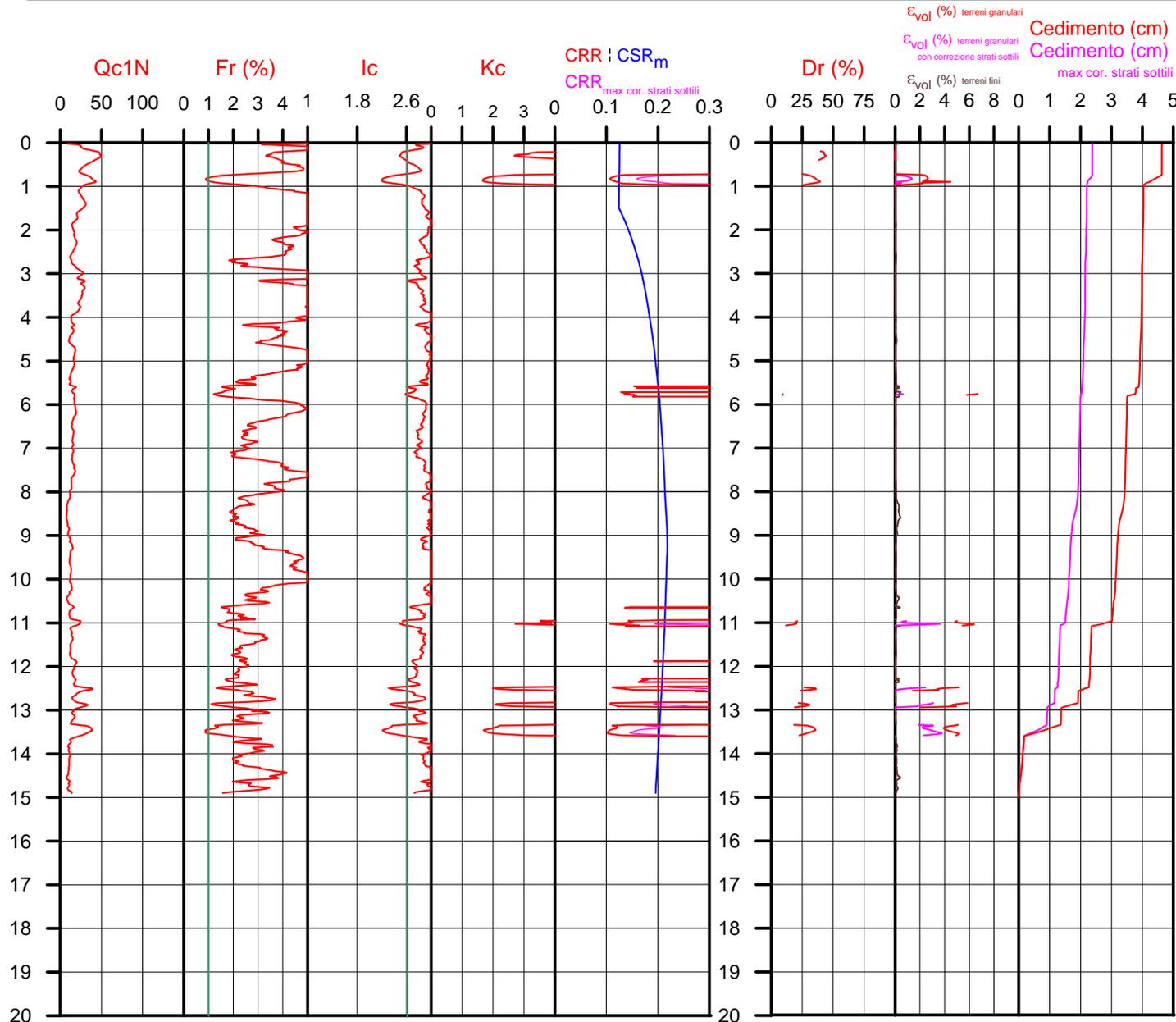


Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_{cs} per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	4	5
Cedimento considerando strati sottili	1	2

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- * Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	5
Cedimento considerando strati sottili	1	2

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità,

- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- * Profondità

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
1.3	0.1	IL <= 2	BASSO
		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl
Data 7-mag-18

CPT 4

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140

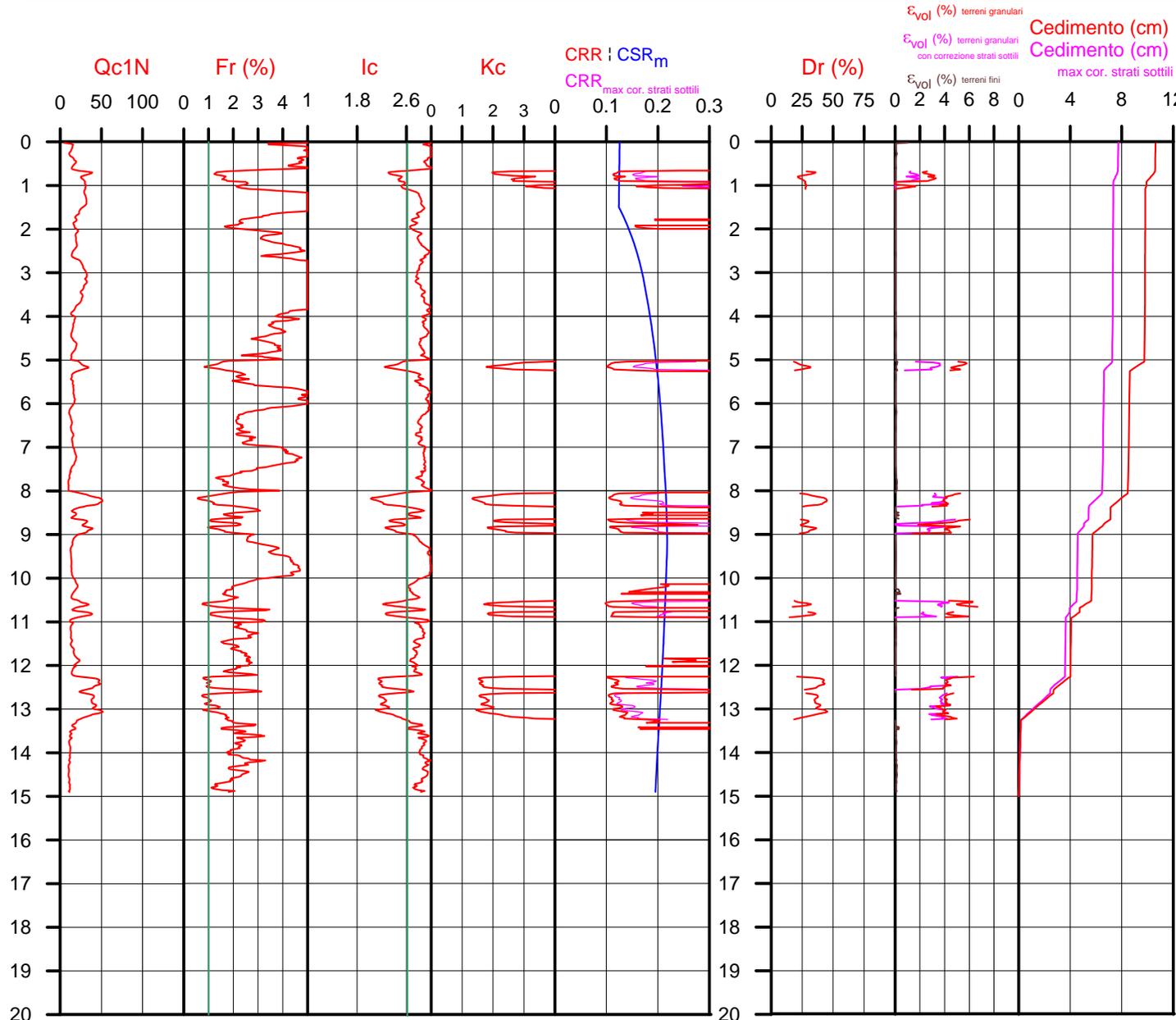


Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_{cs} per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	10	59
Cedimento considerando strati sottili	7	48

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- * Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	11
Cedimento considerando strati sottili	1	8

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità,

- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- * Profondità

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	1.7	IL <= 2	BASSO
4.5		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl
Data 7-mag-18

CPT 5

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140

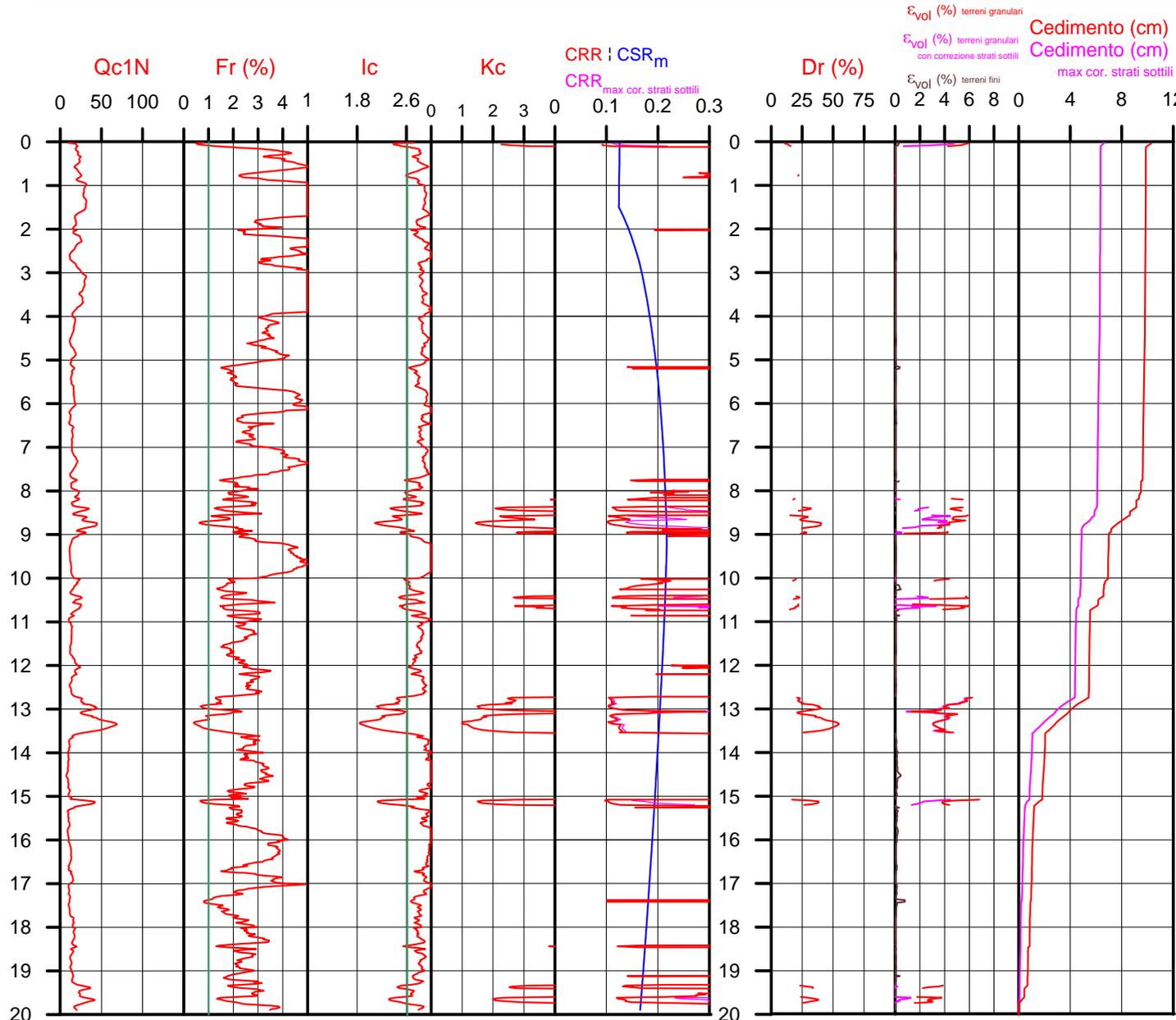


Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_{cs} per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	9	48
Cedimento considerando strati sottili	5	43

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- * Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	10
Cedimento considerando strati sottili	1	7

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità,

- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- * Profondità

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	1.3	IL <= 2	BASSO
3.3		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.E.M. srl
Data 7-mag-18

CPT 6

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140

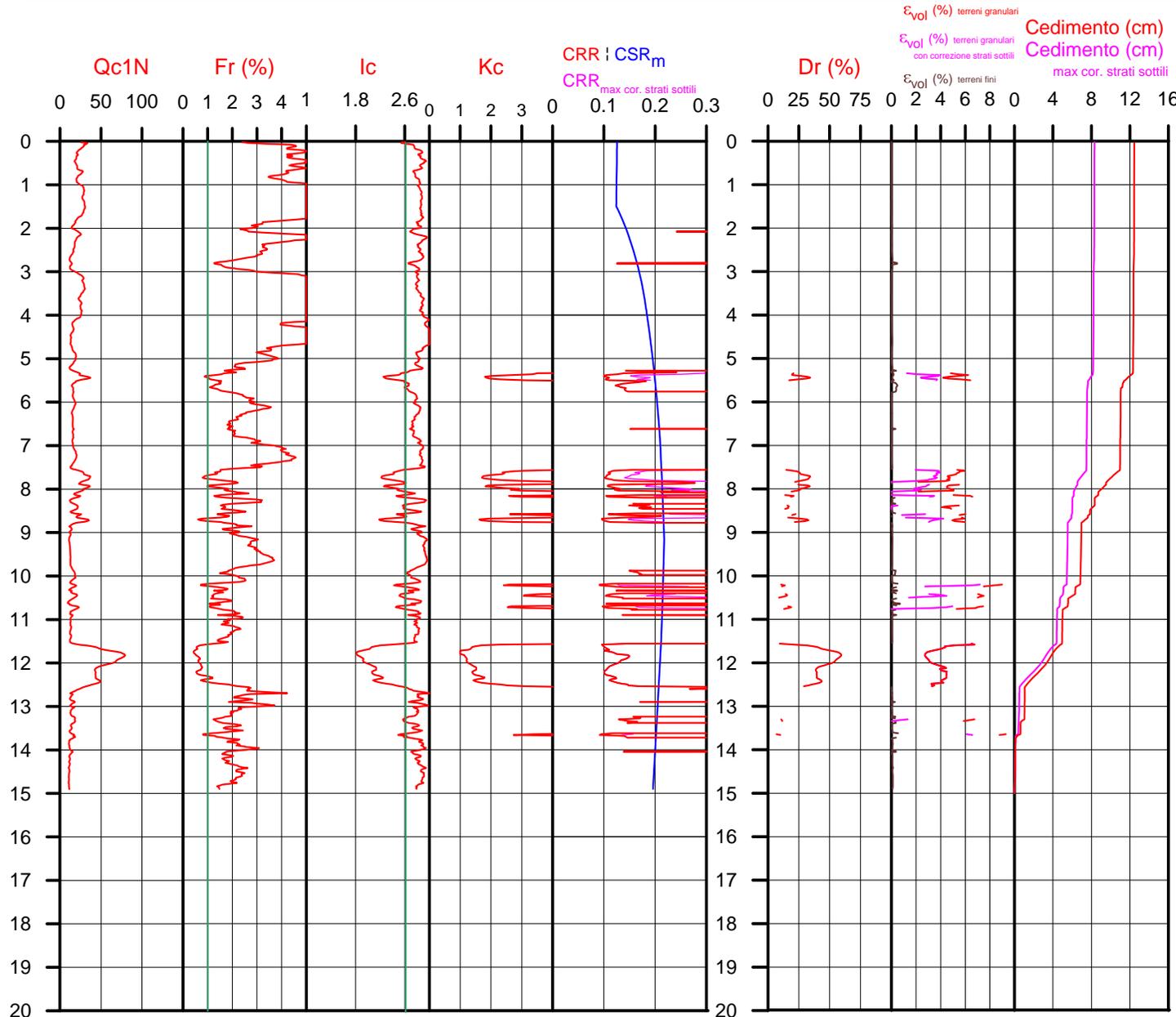


Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_{cs} per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	12	88
Cedimento considerando strati sottili	8	91

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- * Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	12
Cedimento considerando strati sottili	1	8

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- * Profondità

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSO
	2.5	2 < IL <= 5	MODERATO
6.3		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 7-mag-18

CPT 7

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

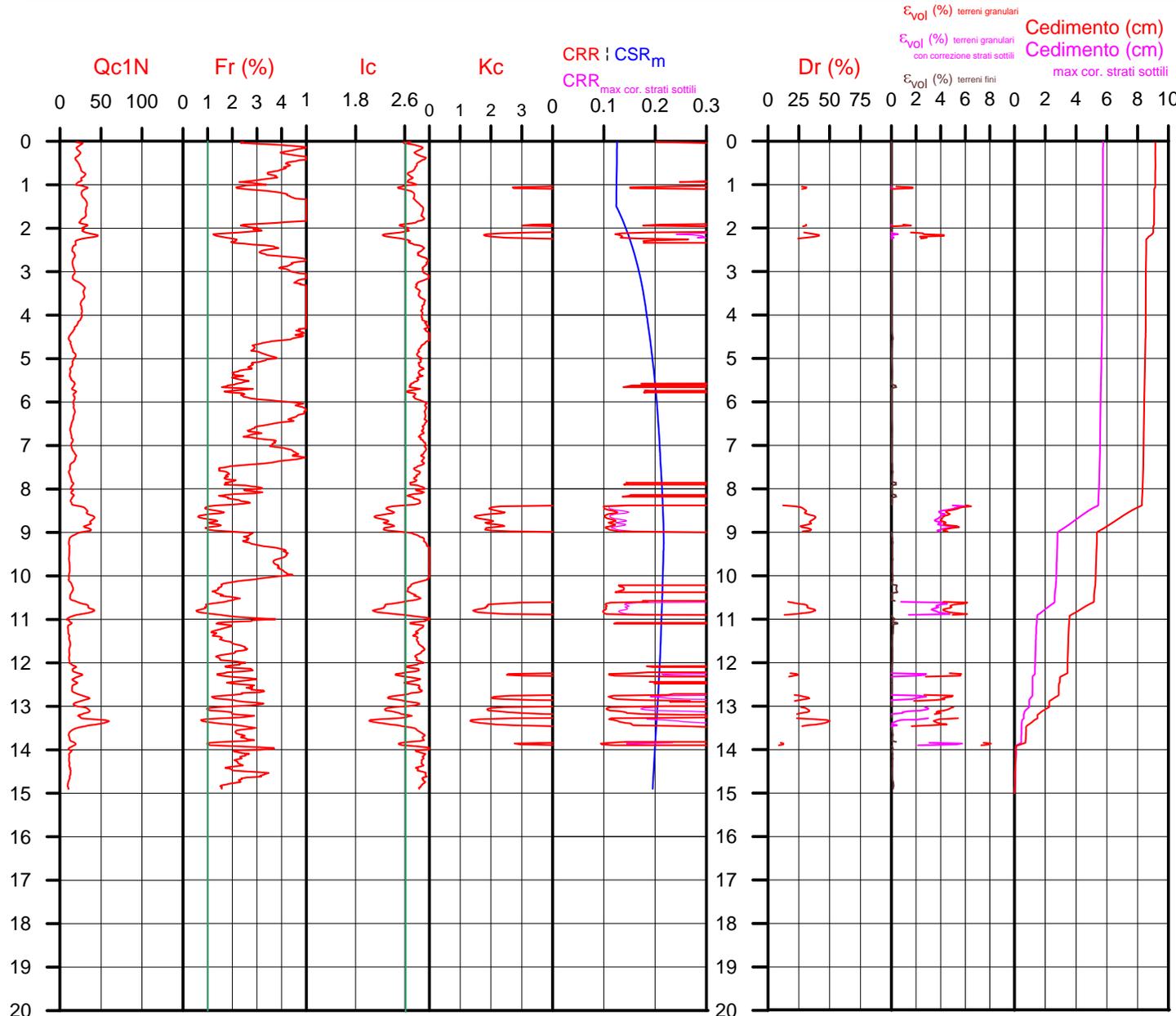
LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140



Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
 di Van Zutphen Albert & C.
 Via Matteotti 50
 48012 Bagnacavallo (RA)
 www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_{cs} per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $Fsl_{liq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	8	27
Cedimento considerando strati sottili	5	7

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- * Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	9
Cedimento considerando strati sottili	1	6

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fsl_{liq} e la profondità,

- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- * Profondità

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	1.9	IL <= 2	BASSO
4.2		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl
Data 7-mag-18

CPT 8

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2)	1.910
longitudine 11.9412°		
tipo di suolo C	fattore amplificazione	1.418
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine	6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2)	1.910
longitudine 11.9412°		
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione	1.500
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.865
	magnitudine	6.140

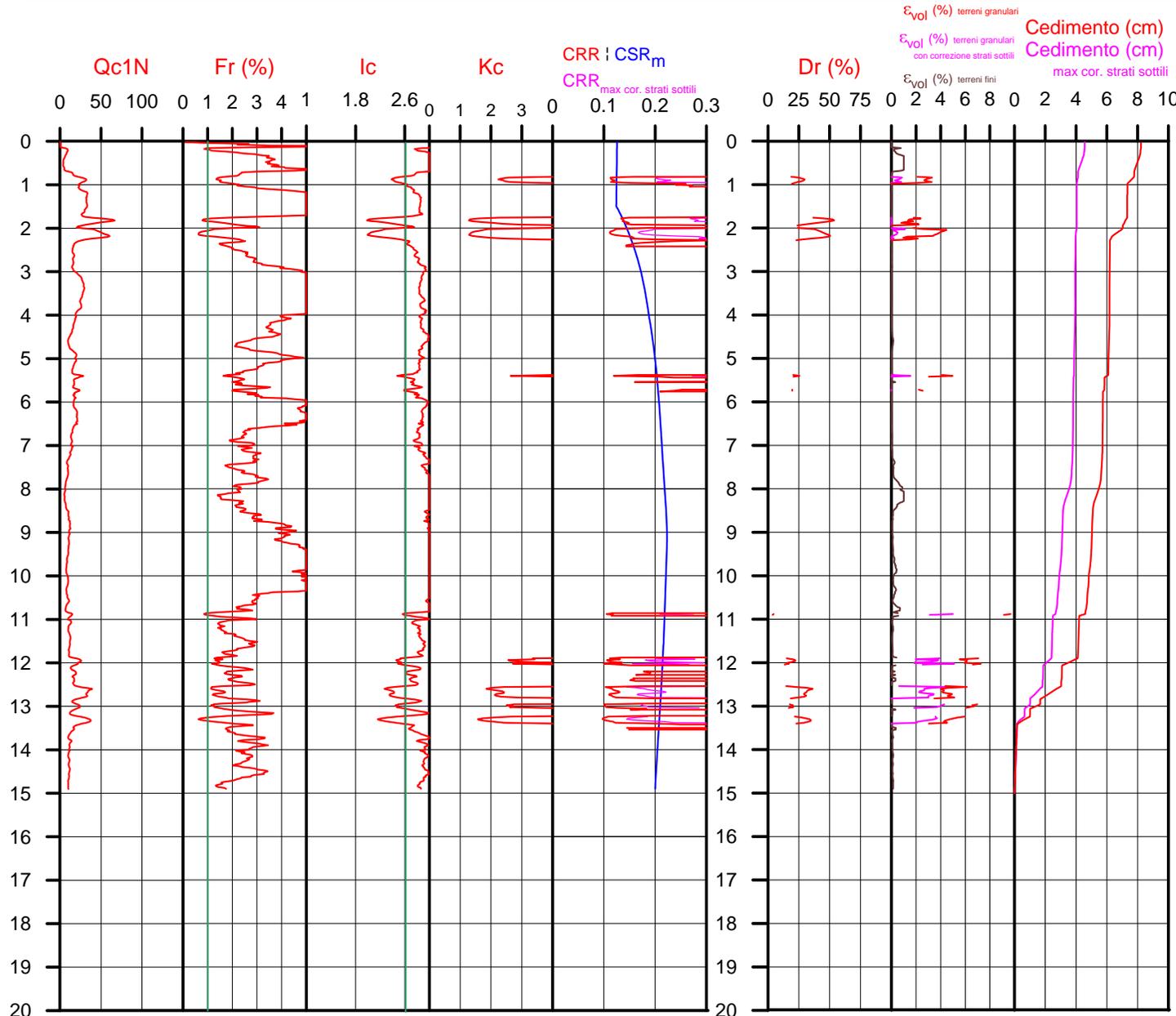


Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1N_{cs} per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_{cs} per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $Fsl_{liq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	6	21
Cedimento considerando strati sottili	3	3

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- * Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	2	8
Cedimento considerando strati sottili	2	5

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fsl_{liq} e la profondità,

- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- * Profondità

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	0.3	IL <= 2	BASSO
2.1		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 7-mag-18

CPT 9

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418	Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709	amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140	magnitudine 6.140	

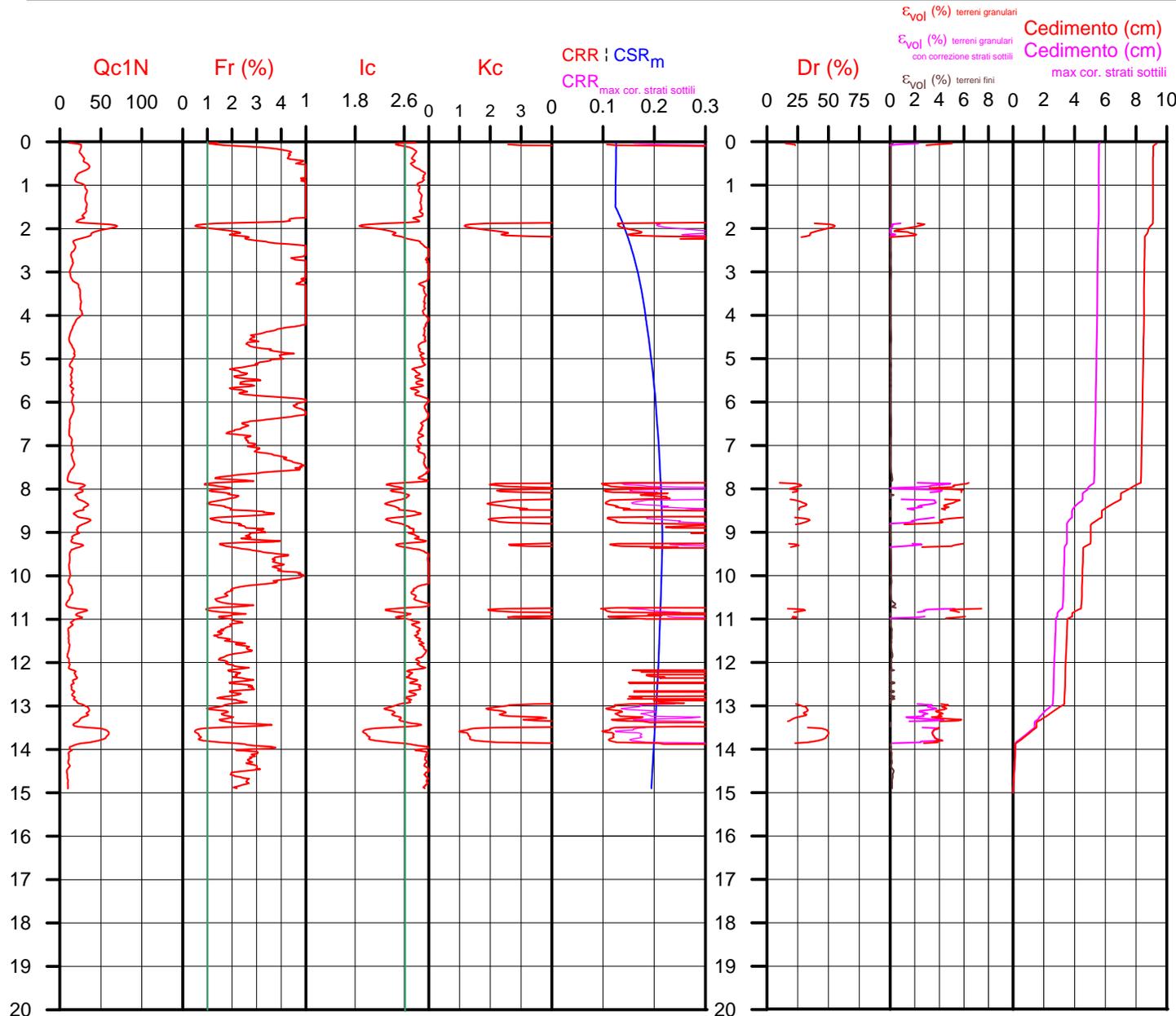


Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_{cs} per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	9	40
Cedimento considerando strati sottili	5	35

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- * Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	9
Cedimento considerando strati sottili	1	6

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità,

- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- * Profondità

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	0.8	IL <= 2	BASSO
3.5		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl
Data 7-mag-18

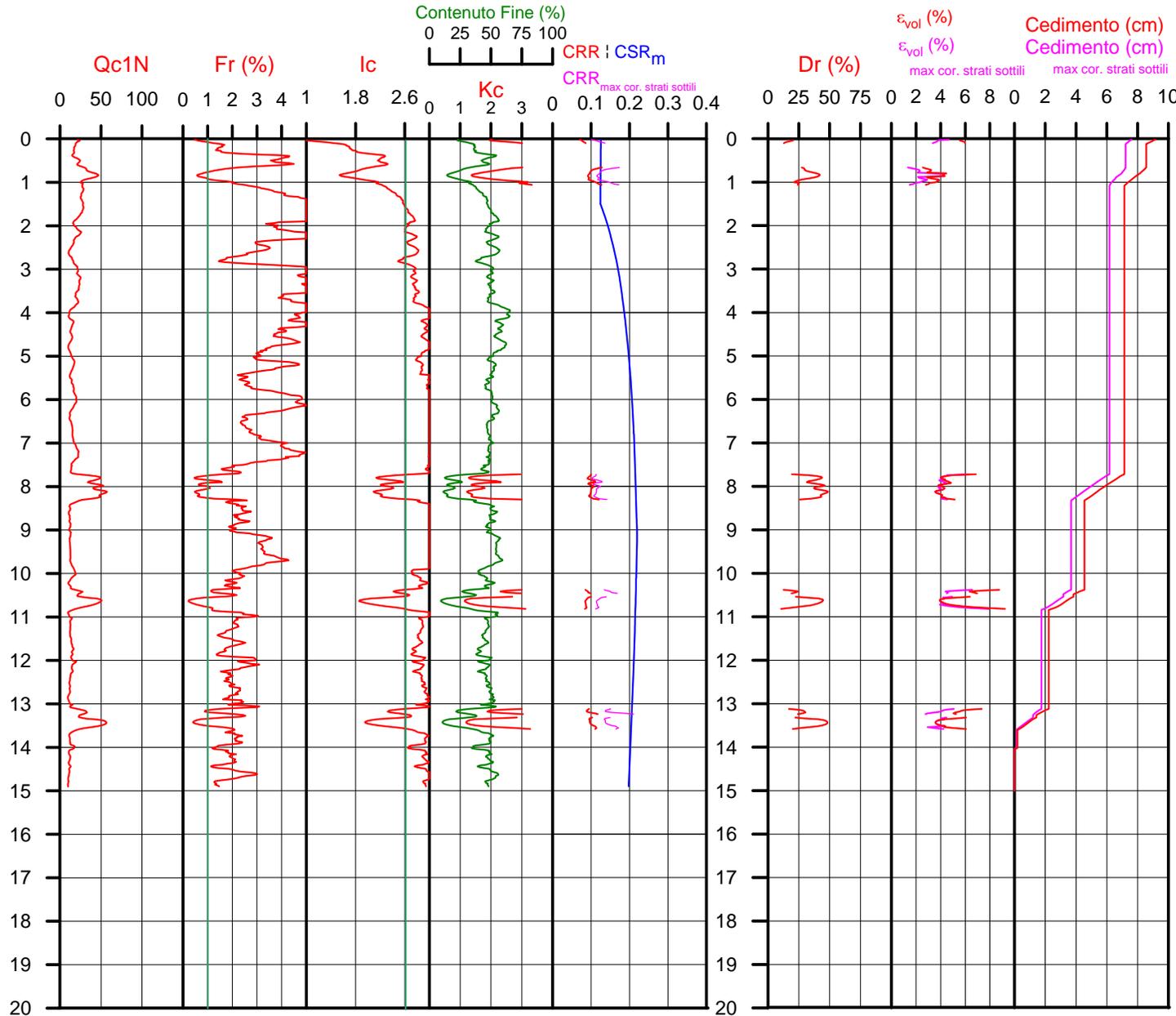
CPT 1
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
 - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

- Parametri utilizzati:
- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
 - * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
Cedimento totale	9	86
Cedimento totale considerando strati sottili	8	80

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	IL	
4.8	3.0	IL <= 5	BASSO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	IL	
4.8	3.0	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
10	8	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl
Data 7-mag-18

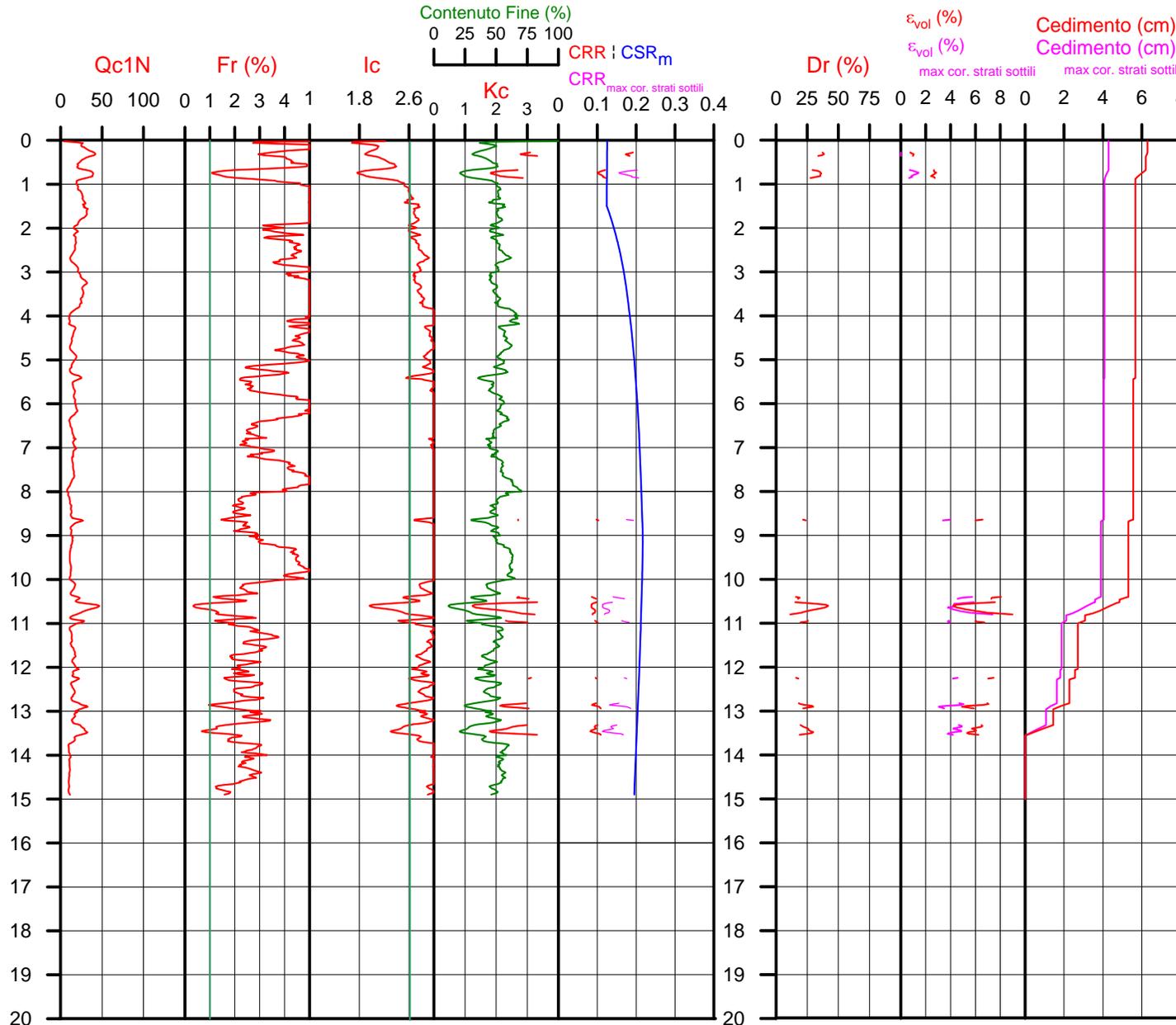
CPT 2
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
 - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{slq} = CRR / CSR$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

- Parametri utilizzati:
- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
 - * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento totale	6	13
Cedimento totale considerando strati sottili	4	11

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005		POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
2.3	1.1	IL <= 5 BASSO
		5 < IL <= 15 ELEVATO
		IL > 15 ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)		POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
2.3	1.1	IL <= 2 BASSA
		2 < IL <= 5 MODERATA
		5 < IL <= 15 ELEVATA
		IL > 15 MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)		GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
5	3	PPbl <= 15 NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35 LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65 LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85 LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85 LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl
Data 7-mag-18

CPT 3
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2)	1.910
longitudine 11.9412°		
tipo di suolo	fattore amplificazione	1.418
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo	6.140

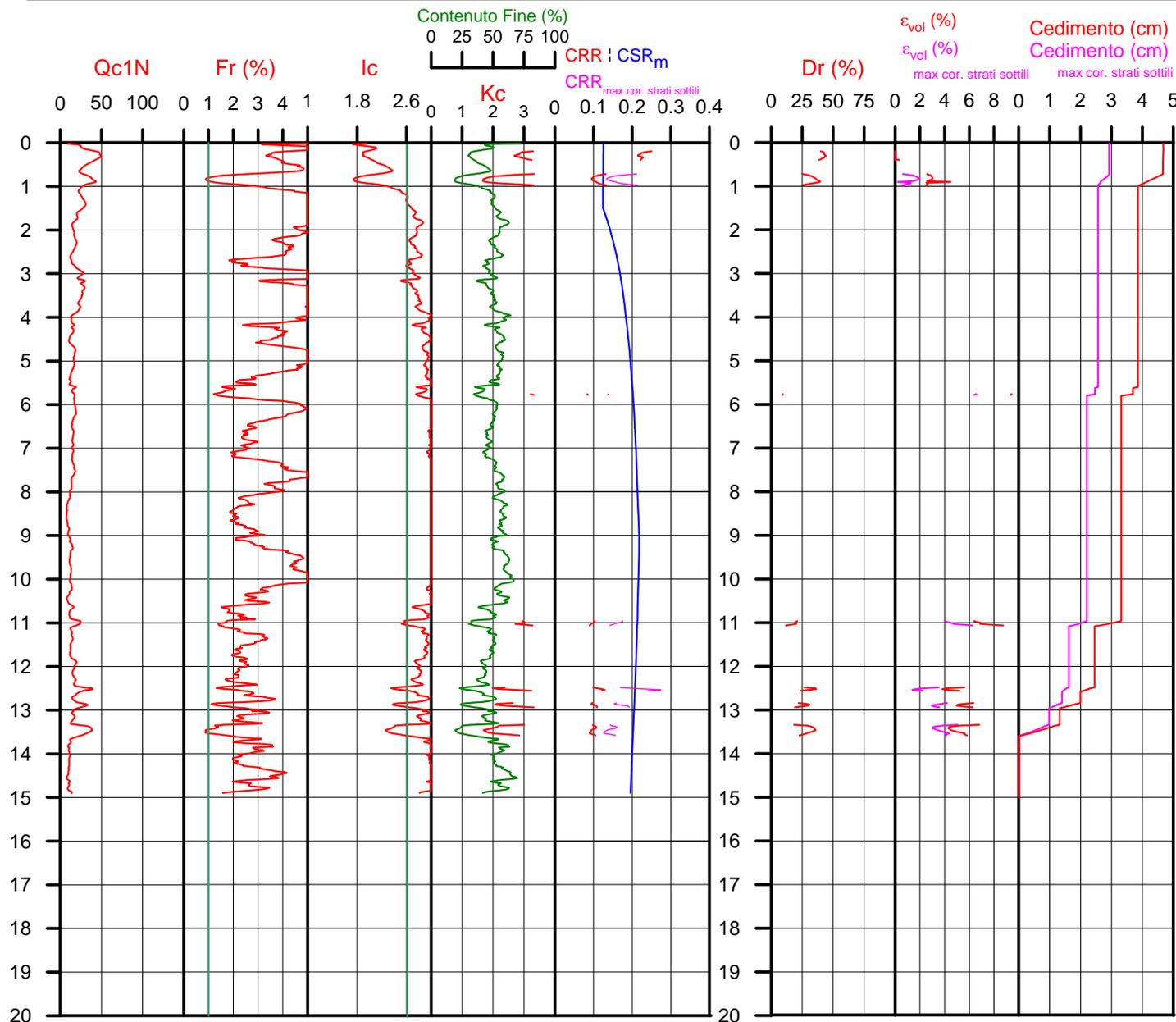
LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2)	1.910
longitudine 11.9412°		
Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione	1.500
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.865
	magnitudo	6.140



Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
 - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

- Parametri utilizzati:
- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
 - * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento totale	5	8
Cedimento totale considerando strati sottili	3	4

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005		POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
1.7	0.6	IL <= 5 BASSO
		5 < IL <= 15 ELEVATO
		IL > 15 ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)		POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
1.7	0.6	IL <= 2 BASSA
		2 < IL <= 5 MODERATA
		5 < IL <= 15 ELEVATA
		IL > 15 MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)		GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
4	3	PPbl <= 15 NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35 LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65 LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85 LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85 LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.A.M. srl
7-mag-18

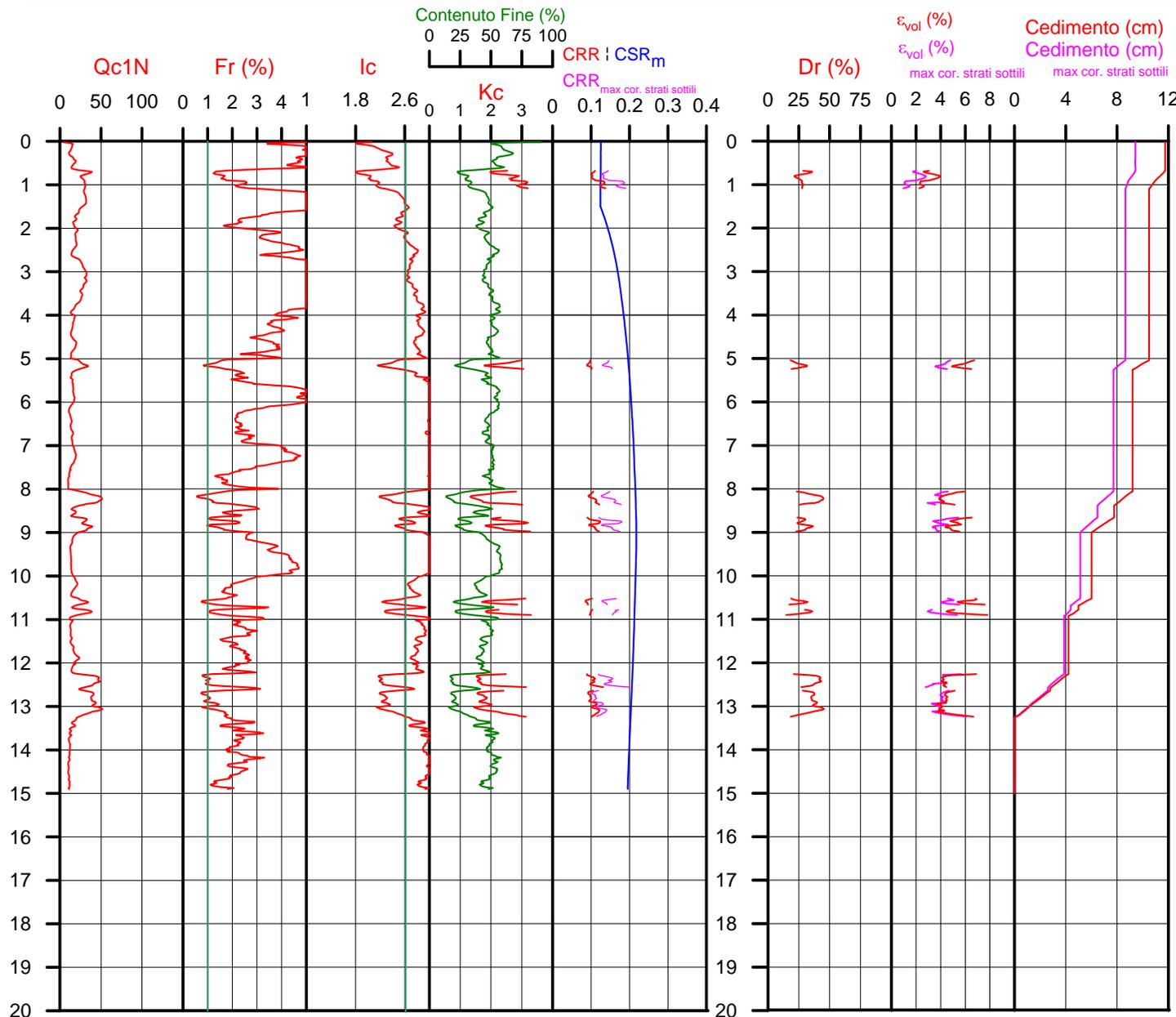
CPT 4
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
 - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento totale	12	61
Cedimento totale considerando strati sottili	9	58

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	3.3	IL <= 5	BASSO
5.5		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	3.3	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
5.6		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
12	9	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

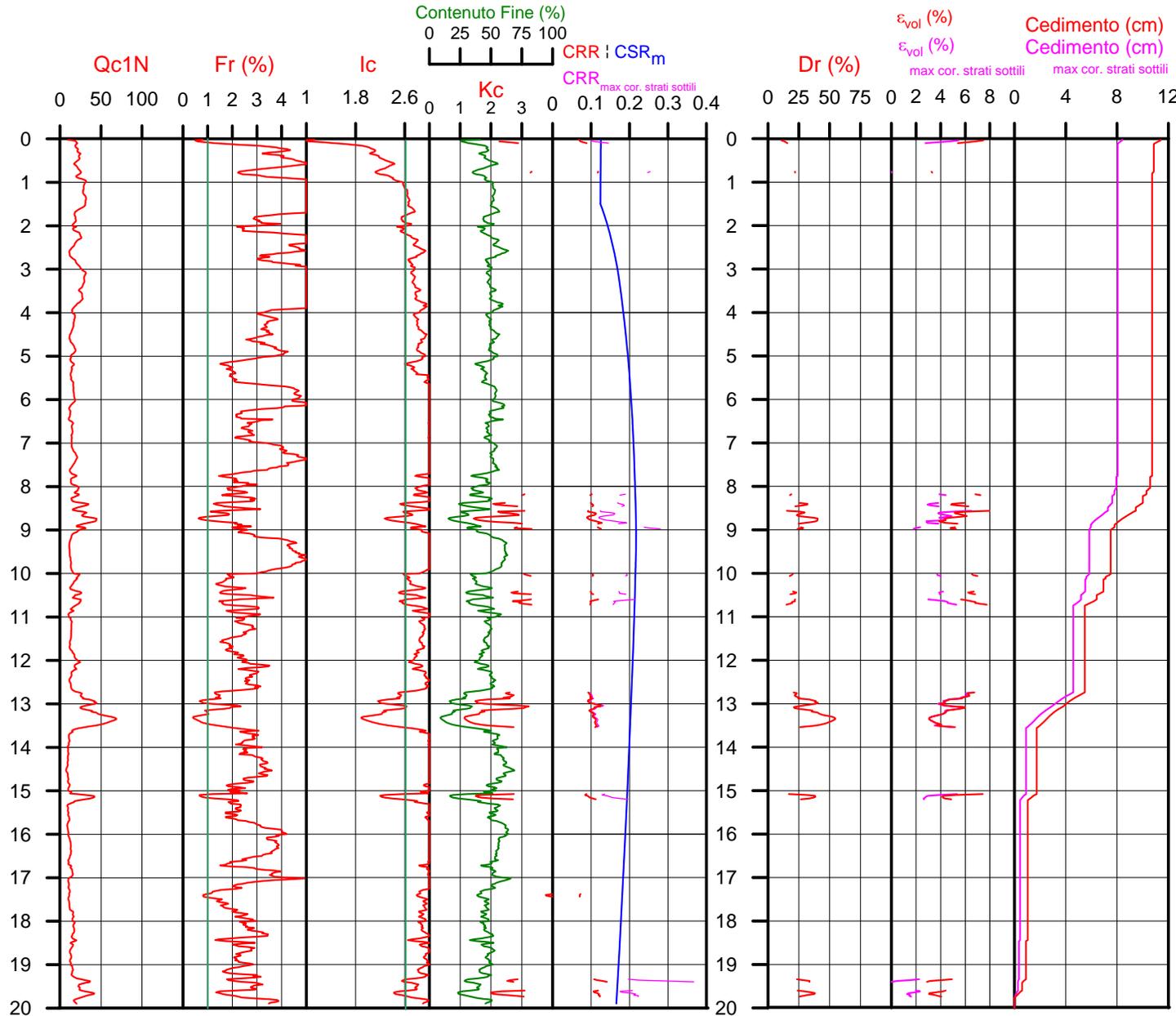
Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.A.M. srl
7-mag-18

CPT 5
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140

SGT Società di Geologia Territoriale
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
 - lc > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
Cedimento totale	11	50
Cedimento totale considerando strati sottili	8	47

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.5	2.5	IL <= 5	BASSO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.5	2.5	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
8	6	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Faenza
Pasolini
Granarolo Faentino
F.E.M. srl
7-mag-18

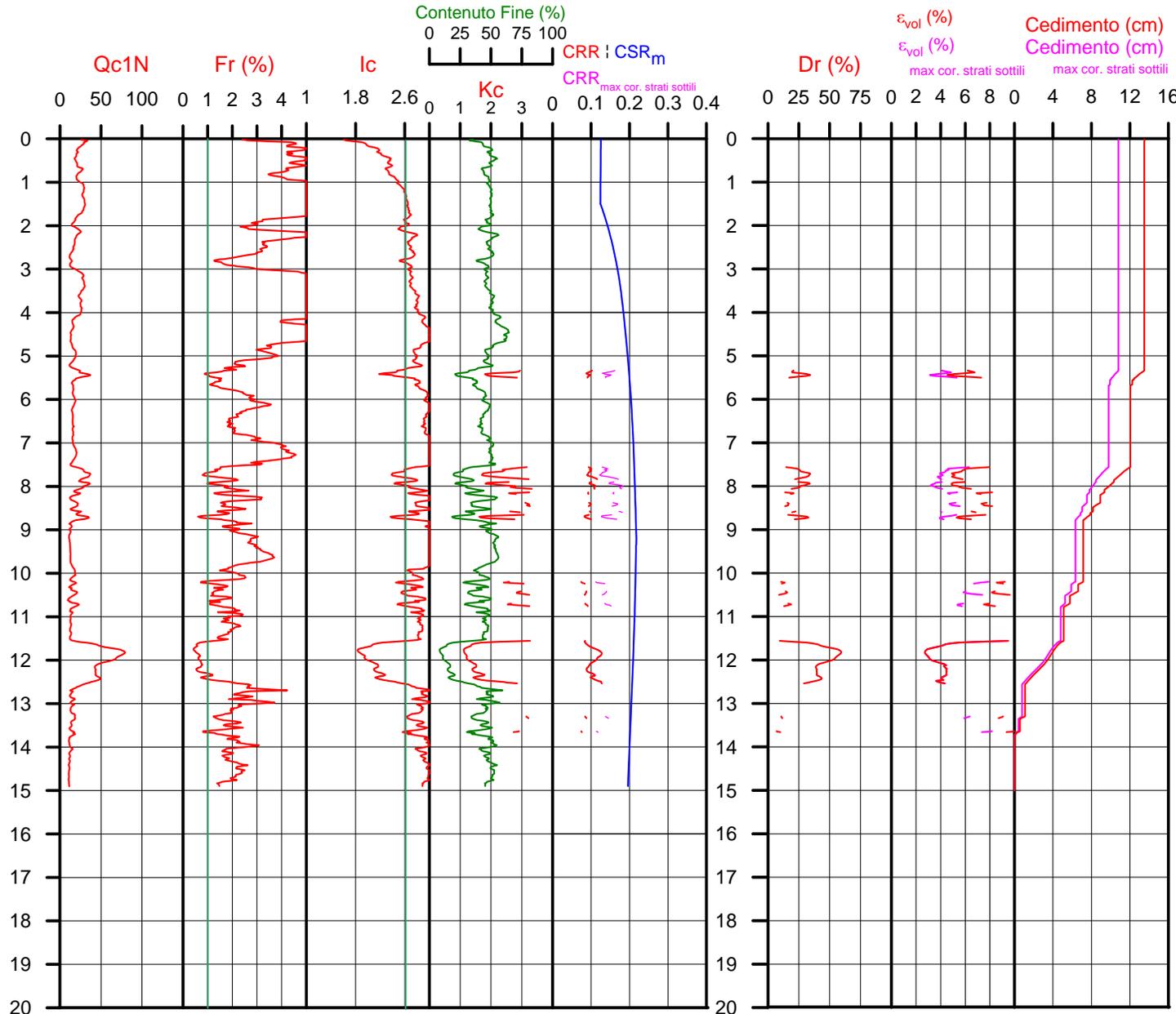
CPT 6
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



**Società di
Geologia
Territoriale**

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
 - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{slq} = CRR / CSR$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

- Parametri utilizzati:
- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
 - * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
Cedimento totale	14	90
Cedimento totale considerando strati sottili	11	87

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	4.3	IL <= 5	BASSO
6.3		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	4.3	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
6.3		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

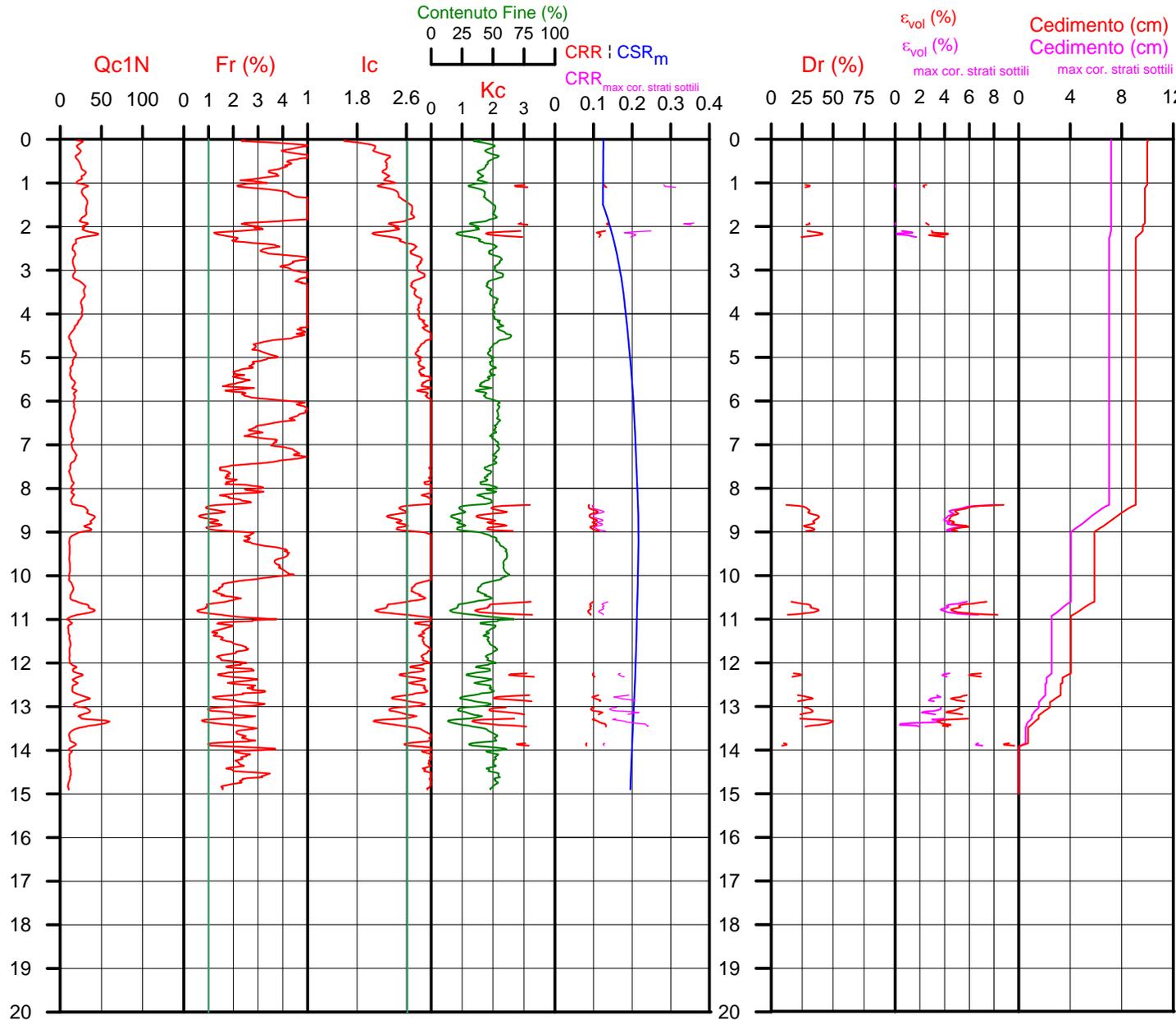
INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
11	10	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl
Data 7-mag-18

CPT 7
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140

SGT Società di Geologia Territoriale
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
 - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento totale	10	29
Cedimento totale considerando strati sottili	7	12

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.3	2.7	IL <= 5	BASSO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.3	2.7	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
9	6	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl
Data 7-mag-18

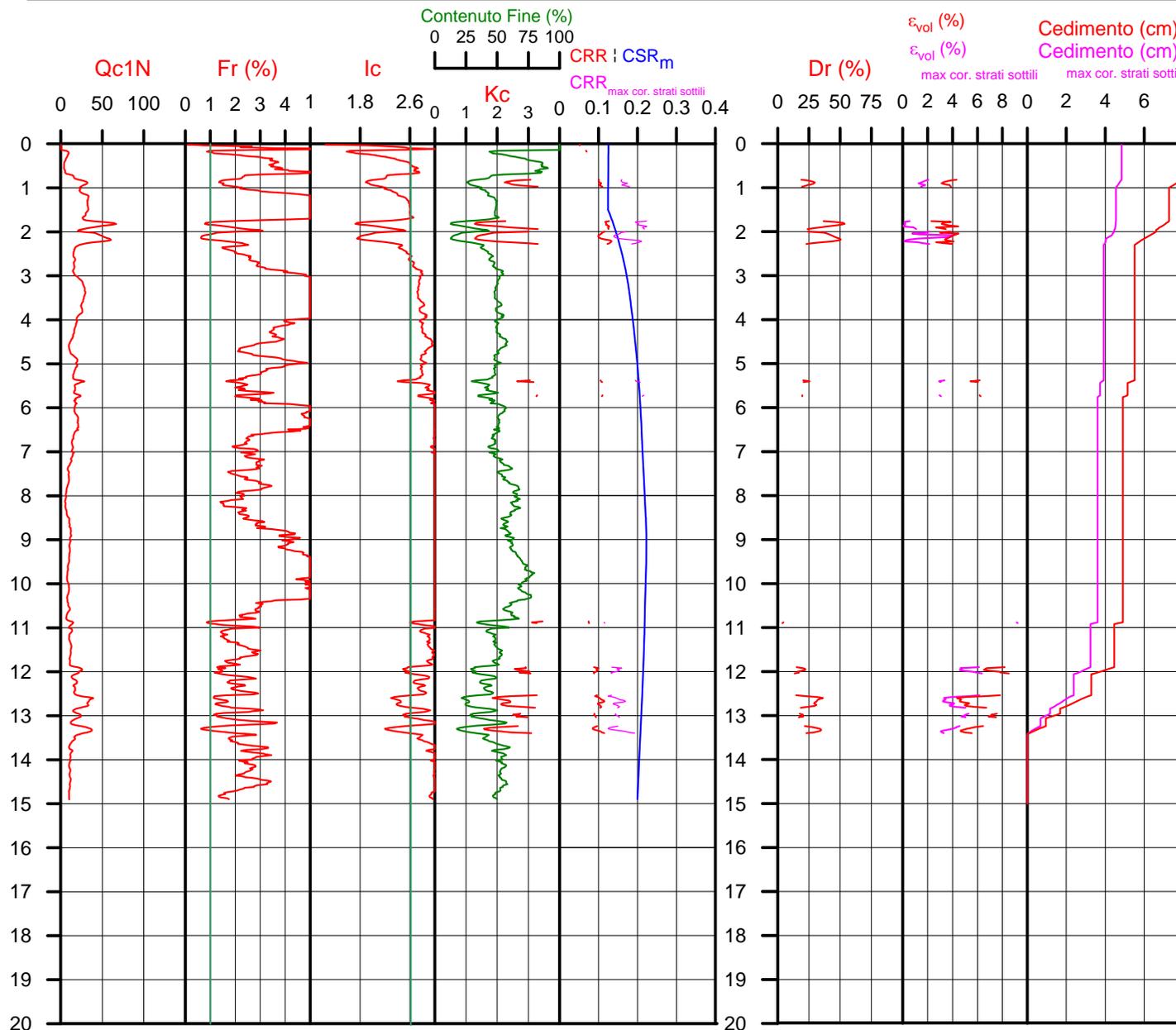
CPT 8
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
 - lc > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

- Parametri utilizzati:
- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
 - * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento totale	8	37
Cedimento totale considerando strati sottili	5	7

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
3.5	0.9	IL <= 5	BASSO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
3.5	0.9	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
8	5	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza
Via Pasolini
Localita' Granarolo Faentino
Committente F.A.M. srl
Data 7-mag-18

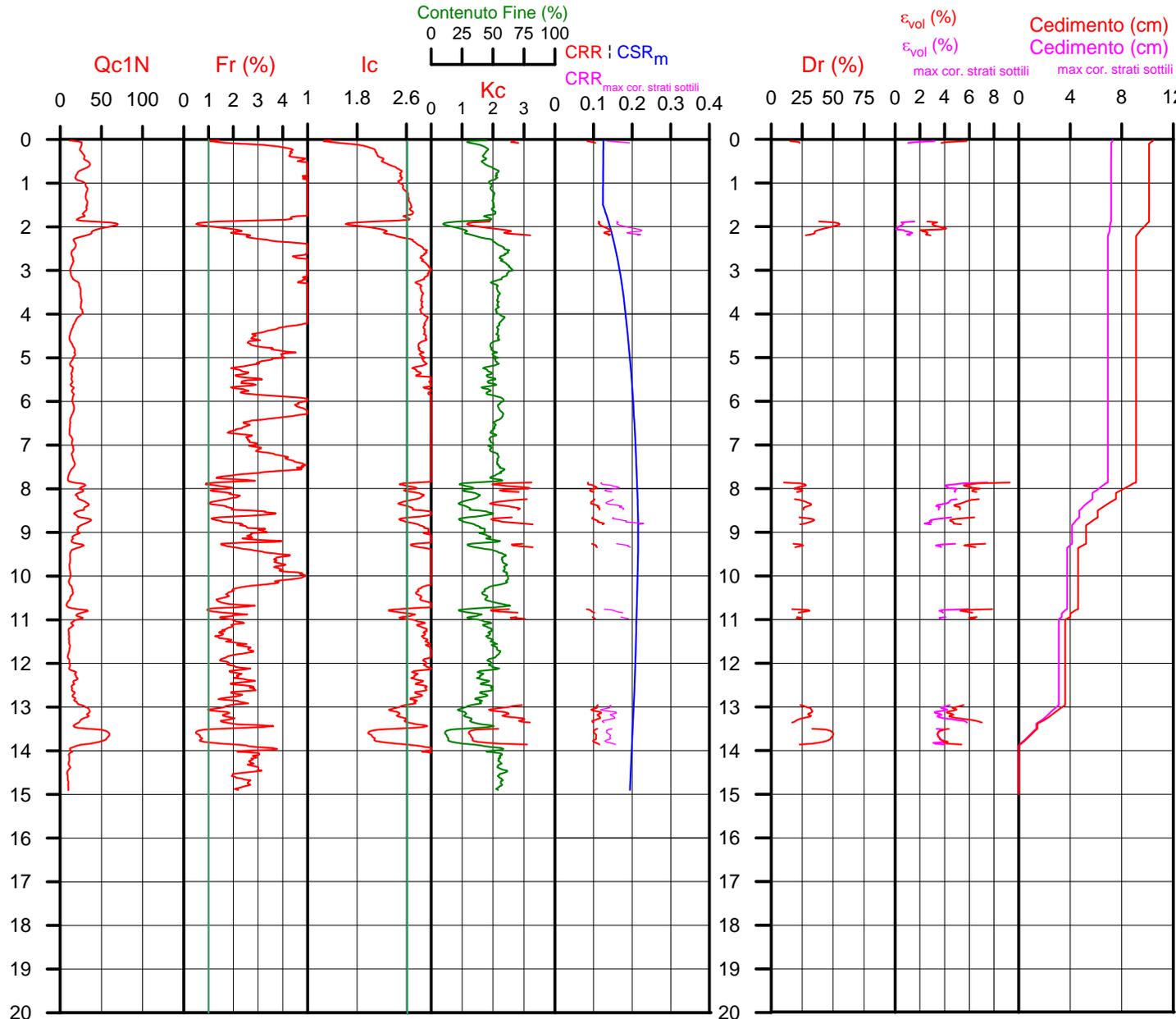
CPT 9
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
 - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- * Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
Cedimento totale	10	61
Cedimento totale considerando strati sottili	7	38

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.4	2.1	IL <= 5	BASSO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSA
4.5	2.1	2 < IL <= 5	MODERATA
		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
9	7	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 07/05/2018

VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Modulo Edometrico M secondo Benassi

Modulo Elastico E secondo Autori Vari



**Società di
 Geologia
 Territoriale**

S.G.T. sas
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 1 (daN/cm ²)	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 2 (daN/cm ²)	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 3 (daN/cm ²)	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 4 (daN/cm ²)	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 5 (daN/cm ²)	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 6 (daN/cm ²)	Rapporto di tensione Ip (Steinbrenner 1934) verticale per una pianta rettangolare di 3 x 3 m
E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	angolo pianta flessibile centro pianta flessibile centro pianta flessibile pianta rigida

Cedimento (cm) CPT 1 con carico effettivo di 1,25 daN/cm ²	Cedimento (cm) CPT 2 con carico effettivo di 1,25 daN/cm ²	Cedimento (cm) CPT 3 con carico effettivo di 1,25 daN/cm ²	Cedimento (cm) CPT 4 con carico effettivo di 1,25 daN/cm ²	Cedimento (cm) CPT 5 con carico effettivo di 1,25 daN/cm ²	Cedimento (cm) CPT 6 con carico effettivo di 1,25 daN/cm ²
elastico pianta rigida 1,92 cm angolo pianta flessibile 2,38 cm centro pianta flessibile 5,27 cm edometrico pianta rigida 4,84 cm totale pianta rigida (M+E) 6,47 cm	elastico pianta rigida 1,54 cm angolo pianta flessibile 2,28 cm centro pianta flessibile 5,01 cm pianta rigida 4,61 cm totale pianta rigida (M+E) 6,16 cm	elastico pianta rigida 1,69 cm angolo pianta flessibile 2,4 cm centro pianta flessibile 5,26 cm pianta rigida 4,87 cm totale pianta rigida (M+E) 6,50 cm	elastico pianta rigida 1,48 cm angolo pianta flessibile 2,17 cm centro pianta flessibile 4,79 cm pianta rigida 4,42 cm totale pianta rigida (M+E) 5,91 cm	elastico pianta rigida 1,54 cm angolo pianta flessibile 2,27 cm centro pianta flessibile 4,96 cm pianta rigida 4,57 cm totale pianta rigida (M+E) 6,11 cm	elastico pianta rigida 1,96 cm angolo pianta flessibile 2,28 cm centro pianta flessibile 5,05 cm pianta rigida 4,64 cm totale pianta rigida (M+E) 6,20 cm

CALCOLO DEI CEDIMENTI

Larghezza fondazione (b)	3.00 m
Lunghezza fondazione (l)	3.00 m
Carico applicato	1.400 daN/cm ²

PROVA A 1

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.62 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	4.84 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	6.47 cm

PROVA B 2

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.54 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	4.62 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	6.16 cm

PROVA C 3

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.63 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	4.87 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	6.50 cm

PROVA D 4

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.49 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	4.42 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	5.91 cm

PROVA E 5

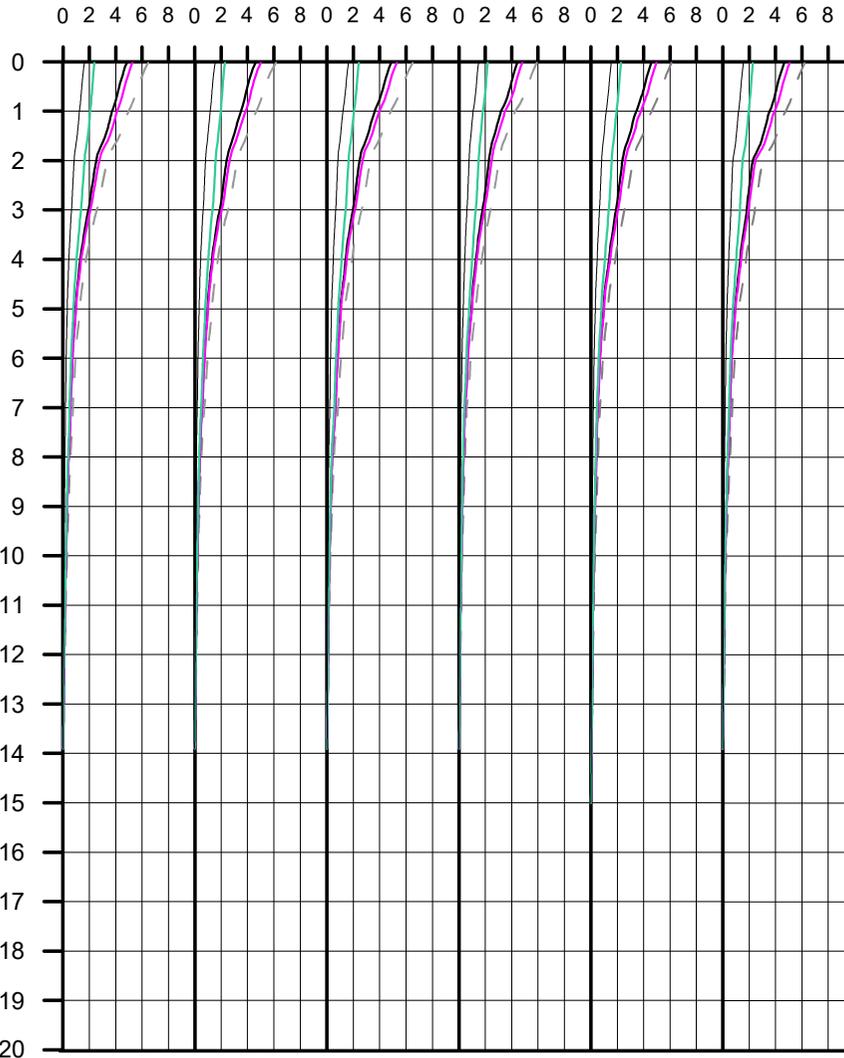
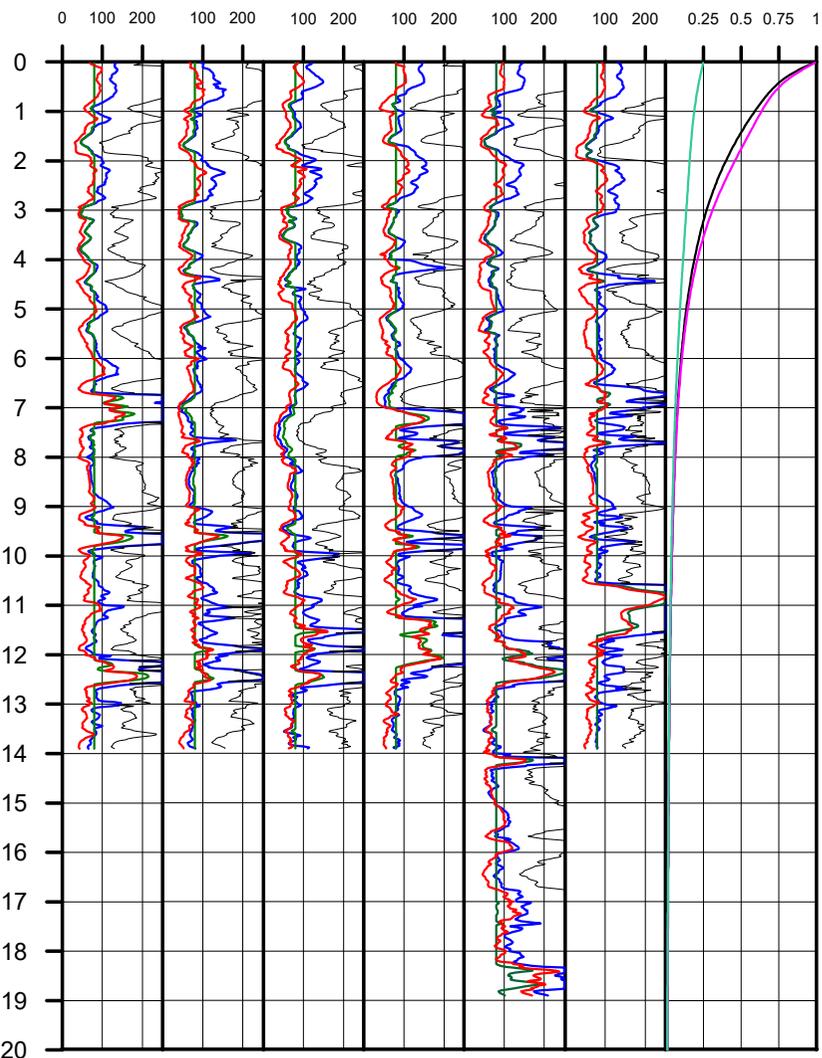
Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.54 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	4.57 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	6.11 cm

PROVA F 6

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.56 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	4.65 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	6.20 cm



RIEPILOGO CEDIMENTI (calcolati con M secondo Benassi)

Comune Localita'	Faenza Granarolo Faentino
Committente	F.A.M. srl
Fondazione rettangolare	3 X 3 m
Piano di posa	1 -- 1 m
Carico applicato	1.4 daN/cm2

Distanza fondazione tra (m)	spigolo			
	angolo	corto	lungo	centro
angolo		1.50	1.50	2.12
spigolo corto	1.50		2.12	1.50
spigolo lungo	1.50	2.12		1.50
centro	2.12	1.50	1.50	

Distanze tra le prove (m) / Distanza ipotizzata della variabilità litotecnica (m)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1		8	8	8	8
Prova 2	8		8	8	8	8
Prova 3	8	8		8	8	8
Prova 4	8	8	8		8	8
Prova 5	8	8	8	8		8
Prova 6	8	8	8	8	8	



Pianta rettangolare rigida	Cedimenti cumulativo in cm		
	Elastici	Edometrici	Totale
Prova 1	1.62	4.84	6.47
Prova 2	1.54	4.62	6.16
Prova 3	1.63	4.87	6.50
Prova 4	1.49	4.42	5.91
Prova 5	1.54	4.57	6.11
Prova 6	1.56	4.65	6.20

Cedimento differenziali Edometrici (cm)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1		0.228	0.029	0.422	0.269
Prova 2	0.228		0.257	0.195	0.041	0.031
Prova 3	0.029	0.257		0.452	0.298	0.226
Prova 4	0.422	0.195	0.452		0.154	0.226
Prova 5	0.269	0.041	0.298	0.154		0.072
Prova 6	0.197	0.031	0.226	0.226	0.072	

Cedimenti differenziali Edometrici massimi		
cm	%	L / Δ
0.45	0.06	1771

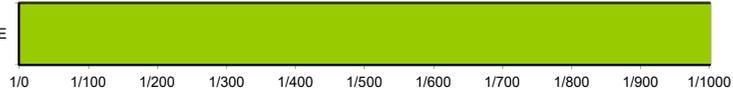
Cedimento differenziali Edometrici (%)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1		0.028	0.004	0.053	0.034
Prova 2	0.028		0.032	0.024	0.005	0.004
Prova 3	0.004	0.032		0.056	0.037	0.028
Prova 4	0.053	0.024	0.056		0.019	0.028
Prova 5	0.034	0.005	0.037	0.019		0.009
Prova 6	0.025	0.004	0.028	0.028	0.009	

LIMITE DELLE DISTORSIONI ANGOLARI (BJERRUM 1963)

DISTORSIONE MASSIMA TRA PROVE

D / L

TRA PROVE



D / L - 1/130
Pericolo generale per la struttura; forti fessurazioni in pareti e murature
D / L - 1/200
Inclinazione visibile di edifici

D / L - 1/300
Prime fessurazioni su pareti di pannelli, Limite per carpente

D / L - 1/500
Limite di sicurezza per edifici dove non si vogliono fessurazioni

D / L - 1/600
Limite di pericolo per strutture con diagonali

D / L - 1/730
Difficoltà per macchine sensibili ai cedimenti

LIMITI DEI CEDIMENTI E DISTORSIONI ANGOLARI AMMISSIBILE (WILUN & STARZEWSKI 1975)

Classe edificio e struttura	Tipo di edificio e strutture	Cedimento massimo totale ammissibile (cm)	Deformazione angolare massima ammissibile calcolata per tre punti allineati e connessi della fondazioni di una struttura
1	strutture massicce di notevole rigidità rispetto agli assi orizzontale, con fondazioni massicce in calcestruzzo non armato o fondazioni cellulari o graticci rigidi in calcestruzzo armato.	15 - 20	Le differenze massimi tra i cedimenti dei vari punti della struttura non dovrebbero causare inclinazioni della fondazioni maggiori di 1/100 - 1/200 del rapporto tra la dimensione minore in pianta della fondazione e l'altezza della struttura.
2	strutture isostatiche con giunti e cerniere e strutture in legno.	10 - 15	1/100 - 1/200
3	strutture iperstatiche in acciaio e strutture portanti in laterizio con cordoli in cementi armati ad ogni piano, con fondazioni continue in cemento armato e con pareti trasversali con almeno 25 cm di spessore con interassi minori di 6 m e strutture a telaio in calcestruzzo armato con le colonne ad interassi minori di 6 m, con fondazioni continue o a platea.	8 - 10	1/200 - 1/300
4	strutture della classe 3, ma che non soddisfano una della condizioni imposte e strutture in cemento armato con fondazioni a plinti.	6 - 8	1/300 - 1/500
5	strutture prefabbricate costituite da grandi pareti o elementi a blocchi.	5 - 6	1/500 - 1/700

Comune Faenza
 Via Pasolini
 Localita' Granarolo Faentino
 Committente F.A.M. srl
 Data 07/05/2018

VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Modulo Edometrico M secondo Benassi

Modulo Elastico E secondo Autori Vari



**Società di
 Geologia
 Territoriale**

S.G.T. sas
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

Profondità Z sotto
 piano di posa fondazione

Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 1 (daN/cm ²)	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 2 (daN/cm ²)	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 3 (daN/cm ²)	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 4 (daN/cm ²)	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 5 (daN/cm ²)	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 6 (daN/cm ²)	Rapporto di tensione Ip (Steinbrenner 1934) verticale per una pianta rettangolare di 4 x 4 m
E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	angolo pianta flessibile centro pianta flessibile pianta rigida

Profondità Z sotto
 piano di posa fondazione

Cedimento (cm) CPT 1 con carico effettivo di 1,05 daN/cm ²	Cedimento (cm) CPT 2 con carico effettivo di 1,05 daN/cm ²	Cedimento (cm) CPT 3 con carico effettivo di 1,05 daN/cm ²	Cedimento (cm) CPT 4 con carico effettivo di 1,05 daN/cm ²	Cedimento (cm) CPT 5 con carico effettivo di 1,05 daN/cm ²	Cedimento (cm) CPT 6 con carico effettivo di 1,05 daN/cm ²
elastico pianta rigida 1,77 cm angolo pianta flessibile 2,46 cm centro pianta flessibile 5,75 cm edometrico pianta rigida 5,27 cm totale pianta rigida (M+E) 7,04 cm	elastico pianta rigida 1,68 cm angolo pianta flessibile 2,35 cm centro pianta flessibile 5,47 cm pianta rigida 5,02 cm totale pianta rigida (M+E) 6,71 cm	elastico pianta rigida 1,77 cm angolo pianta flessibile 2,46 cm centro pianta flessibile 5,76 cm pianta rigida 5,3 cm totale pianta rigida (M+E) 7,07 cm	elastico pianta rigida 1,62 cm angolo pianta flessibile 2,24 cm centro pianta flessibile 5,22 cm pianta rigida 4,79 cm totale pianta rigida (M+E) 6,42 cm	elastico pianta rigida 1,68 cm angolo pianta flessibile 2,35 cm centro pianta flessibile 5,43 cm pianta rigida 4,98 cm totale pianta rigida (M+E) 6,67 cm	elastico pianta rigida 1,68 cm angolo pianta flessibile 2,35 cm centro pianta flessibile 5,5 cm pianta rigida 5,04 cm totale pianta rigida (M+E) 6,74 cm

CALCOLO DEI CEDIMENTI

Larghezza fondazione (b)	4.00 m
Lunghezza fondazione (l)	4.00 m
Carico applicato	1.200 daN/cm ²

PROVA A 1

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.77 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	5.27 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	7.04 cm

PROVA B 2

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.68 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	5.03 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	6.71 cm

PROVA C 3

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.77 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	5.30 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	7.07 cm

PROVA D 4

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.62 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	4.80 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	6.42 cm

PROVA E 5

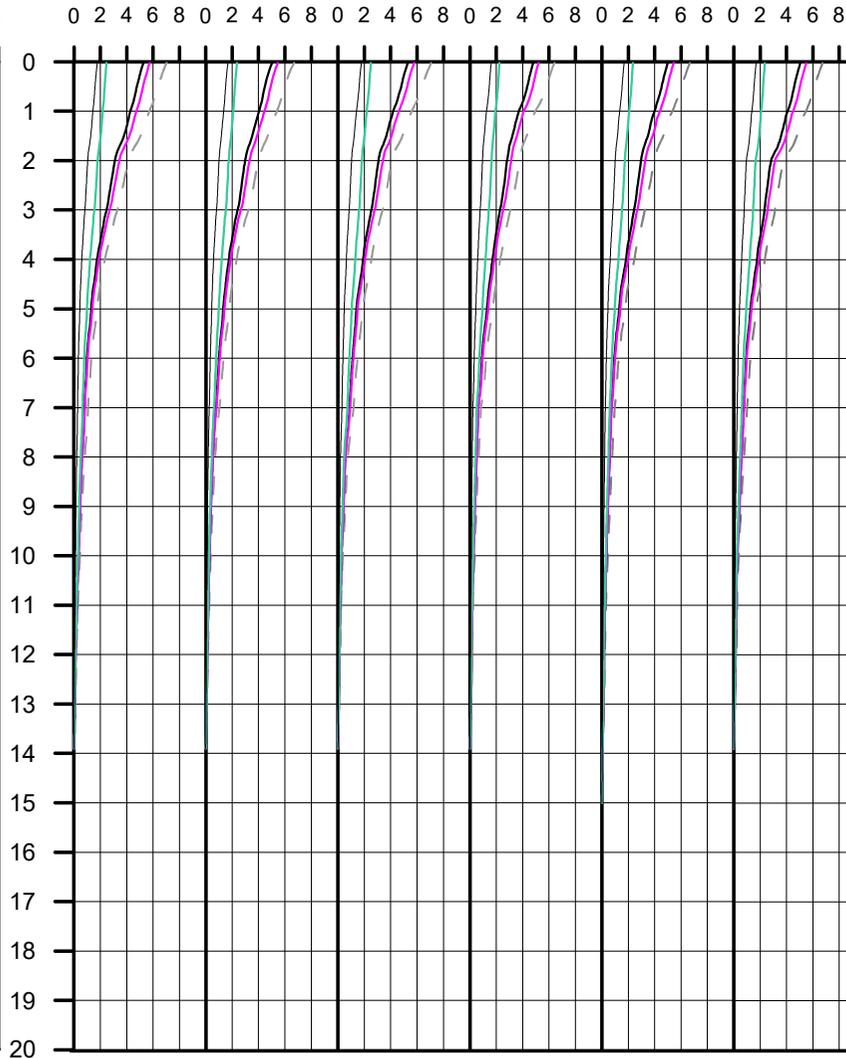
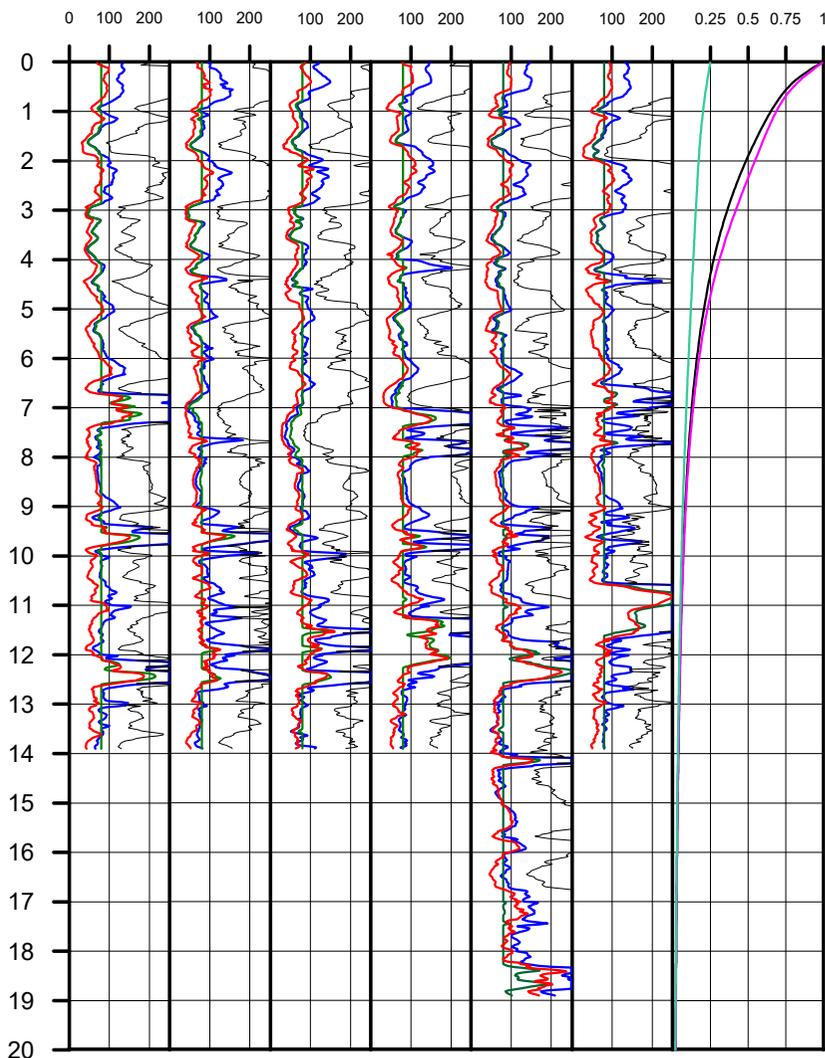
Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.68 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	4.99 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	6.67 cm

PROVA F 6

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm ²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm ²

Cedimenti per pianta rigida Elastici	1.69 cm
Cedimenti per pianta rigida Edometrici	5.05 cm
Cedimenti per pianta rigida Totale	6.74 cm



RIEPILOGO CEDIMENTI (calcolati con M secondo Benassi)

Comune Localita'	Faenza Granarolo Faentino
Committente	F.A.M. srl
Fondazione rettangolare	4 X 4 m
Piano di posa	1 -- 1 m
Carico applicato	1.2 daN/cm2

Distanza fondazione tra (m)	spigolo			
	angolo	corto	lungo	centro
angolo		2.00	2.00	2.83
spigolo corto	2.00		2.83	2.00
spigolo lungo	2.00	2.83		2.00
centro	2.83	2.00	2.00	

Distanze tra le prove (m) / Distanza ipotizzata della variabilità litotecnica (m)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1		8	8	8	8
Prova 2	8		8	8	8	8
Prova 3	8	8		8	8	8
Prova 4	8	8	8		8	8
Prova 5	8	8	8	8		8
Prova 6	8	8	8	8	8	



Pianta rettangolare rigida	Cedimenti cumulativo in cm		
	Elastici	Edometrici	Totale
Prova 1	1.77	5.27	7.04
Prova 2	1.68	5.03	6.71
Prova 3	1.77	5.30	7.07
Prova 4	1.62	4.80	6.42
Prova 5	1.68	4.99	6.67
Prova 6	1.69	5.05	6.74

Cedimento differenziali Edometrici (cm)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1		0.245	0.032	0.471	0.281
Prova 2	0.245		0.276	0.226	0.036	0.021
Prova 3	0.032	0.276		0.503	0.313	0.255
Prova 4	0.471	0.226	0.503		0.190	0.248
Prova 5	0.281	0.036	0.313	0.190		0.058
Prova 6	0.223	0.021	0.255	0.248	0.058	

Cedimenti differenziali Edometrici massimi		
cm	%	L / Δ
0.50	0.06	1591

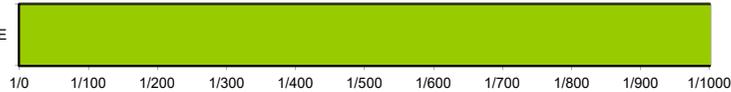
Cedimento differenziali Edometrici (%)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1		0.031	0.004	0.059	0.035
Prova 2	0.031		0.035	0.028	0.005	0.003
Prova 3	0.004	0.035		0.063	0.039	0.032
Prova 4	0.059	0.028	0.063		0.024	0.031
Prova 5	0.035	0.005	0.039	0.024		0.007
Prova 6	0.028	0.003	0.032	0.031	0.007	

LIMITE DELLE DISTORSIONI ANGOLARI (BJERRUM 1963)

DISTORSIONE MASSIMA TRA PROVE

D / L

TRA PROVE



D / L - 1/130
Pericolo generale per la struttura; forti fessurazioni in pareti e murature
D / L - 1/230
Inclinazione visibile di edifici

D / L - 1/300
Prime fessurazioni su pareti di pannelli; Limite per carriponte

D / L - 1/500
Limite di sicurezza per edifici dove non si vogliono fessurazioni
D / L - 1/600
Limite di pericolo per strutture con diagonali

D / L - 1/730
Difficoltà per macchine sensibili ai cedimenti

LIMITI DEI CEDIMENTI E DISTORSIONI ANGOLARI AMMISSIBILE (WILUN & STARZEWSKI 1975)

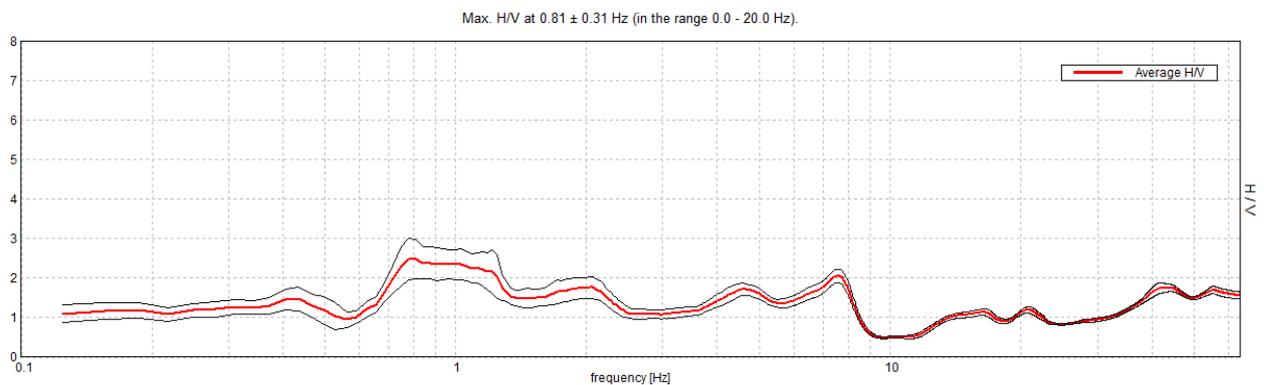
Classe edificio e struttura	Tipo di edificio e strutture	Cedimento massimo totale ammissibile (cm)	Deformazione angolare massima ammissibile calcolata per tre punti allineati e connessi della fondazioni di una struttura
1	strutture massicce di notevole rigidità rispetto agli assi orizzontale, con fondazioni massicce in calcestruzzo non armato o fondazioni cellulari o graticci rigidi in calcestruzzo armato.	15 - 20	Le differenze massimi tra i cedimenti dei vari punti della struttura non dovrebbero causare inclinazioni della fondazioni maggiori di 1/100 - 1/200 del rapporto tra la dimensione minore in pianta della fondazione e l'altezza della struttura.
2	strutture isostatiche con giunti e cerniere e strutture in legno.	10 - 15	1/100 - 1/200
3	strutture iperstatiche in acciaio e strutture portanti in laterizio con cordoli in cementi armati ad ogni piano, con fondazioni continue in cemento armato e con pareti trasversali con almeno 25 cm di spessore con interassi minori di 6 m e strutture a telaio in calcestruzzo armato con le colonne ad interassi minori di 6 m, con fondazioni continue o a platea.	8 - 10	1/200 - 1/300
4	strutture della classe 3, ma che non soddisfano una della condizioni imposte e strutture in cemento armato con fondazioni a plinti.	6 - 8	1/300 - 1/500
5	strutture prefabbricate costituite da grandi pareti o elementi a blocchi.	5 - 6	1/500 - 1/700

FAENZA GRANAROLO VIAPASOLINI, F.A.M. SRL T1

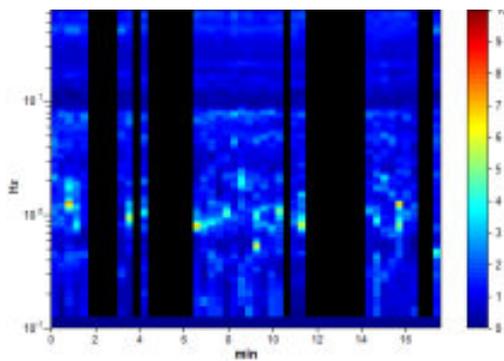
Instrument: TEN-0017/01-07
 Data format: 16 byte
 Full scale [mV]: n.a.
 Start recording: 07/05/18 17:10:09 End recording: 07/05/18 17:27:48
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS data not available

Trace length: 0h17'36". Analyzed 58% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

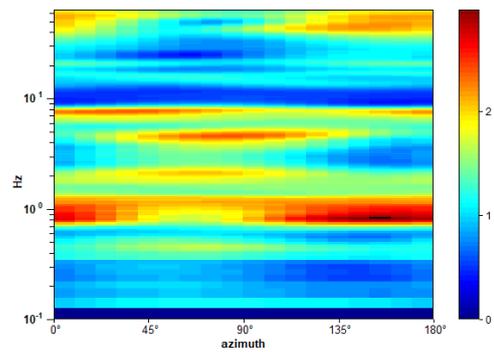
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



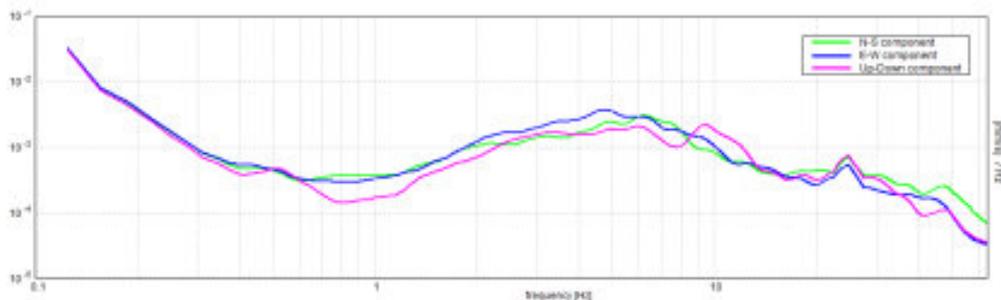
H/V TIME HISTORY



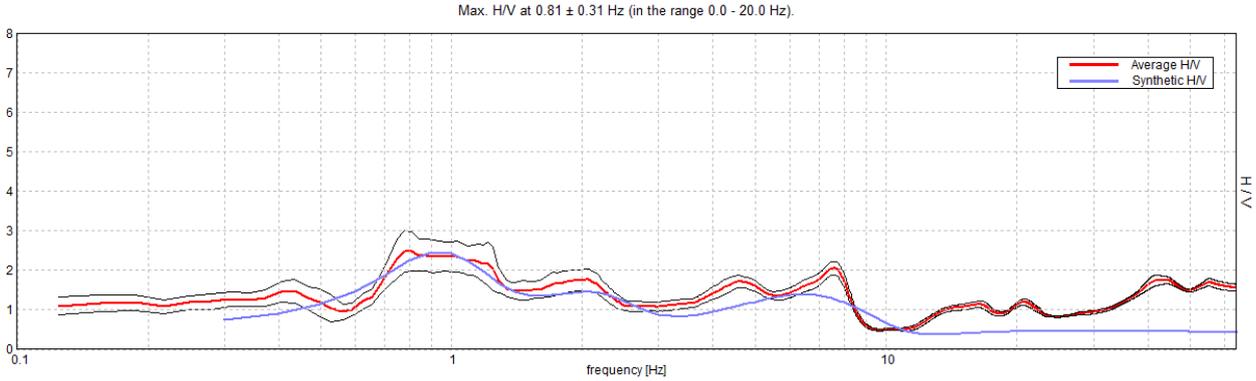
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

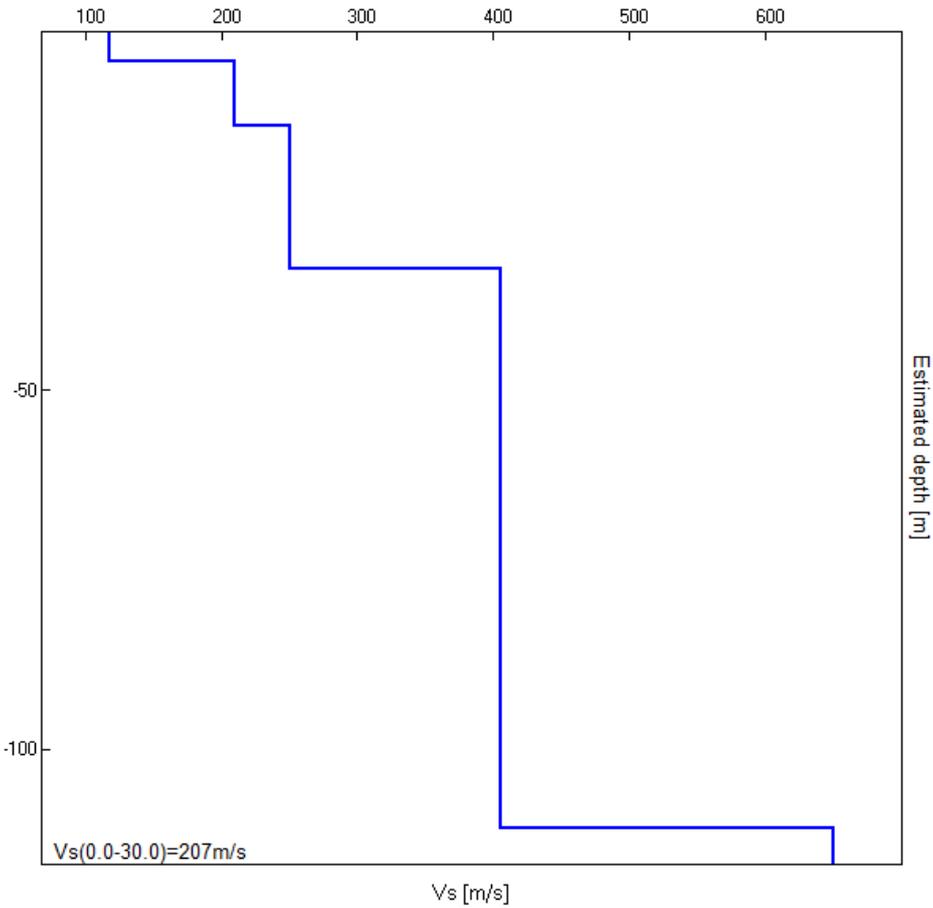


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	118	0.40
13.00	9.00	210	0.40
33.00	20.00	250	0.40
111.00	78.00	405	0.35
inf.	inf.	650	0.35

Vs(0.0-30.0)=207m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 0.81 ± 0.31 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve
[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	0.81 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	487.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 40 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.625 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.48 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.38004 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.30878 < 0.12188		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4964 < 2.0	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

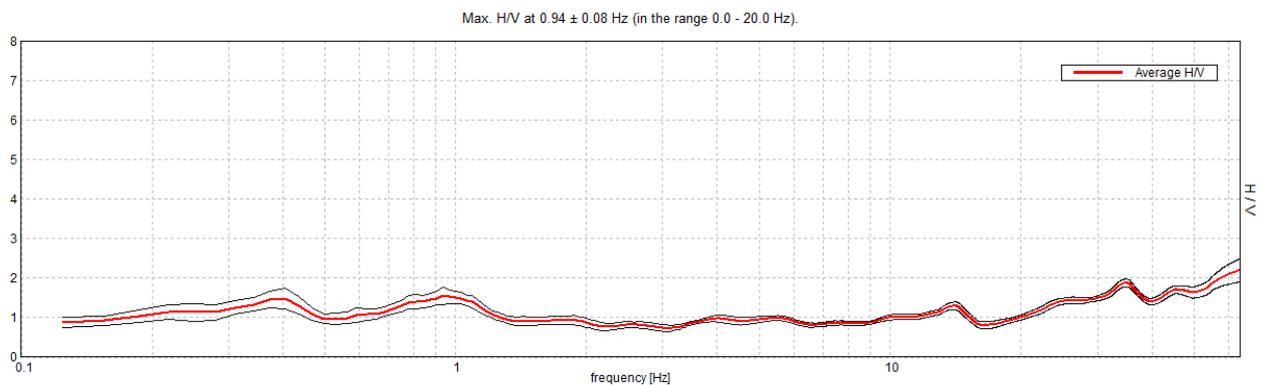
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

FAENZA GRANAROLO VIA PASOLINI, FAM T2

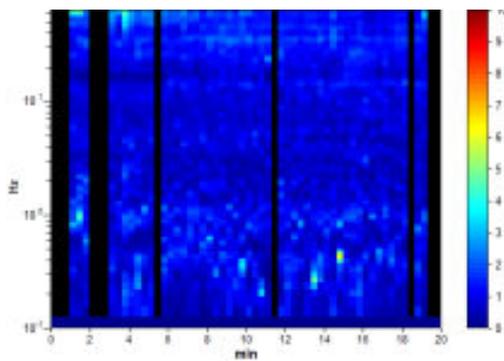
Instrument: TEN-0017/01-07
 Data format: 16 byte
 Full scale [mV]: n.a.
 Start recording: 31/08/18 12:19:50 End recording: 31/08/18 12:39:51
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 82% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

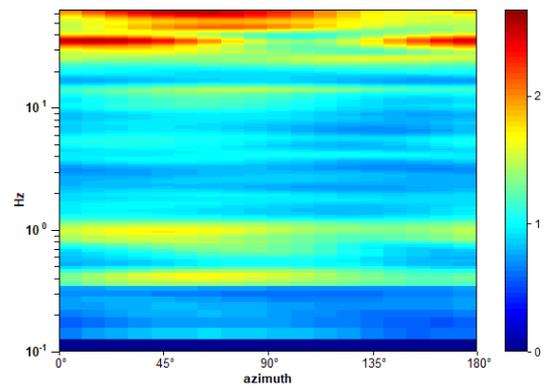
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



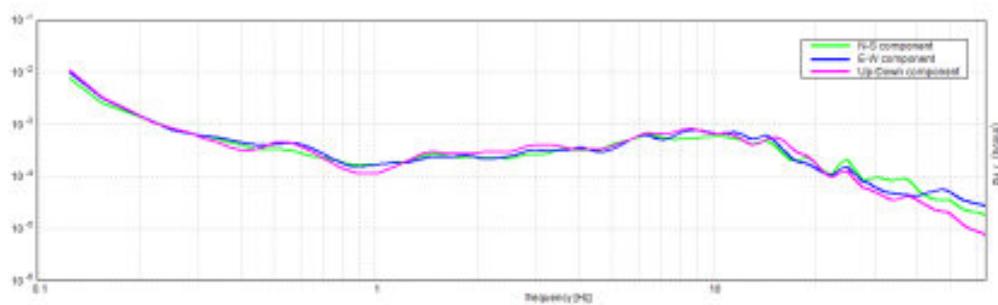
H/V TIME HISTORY



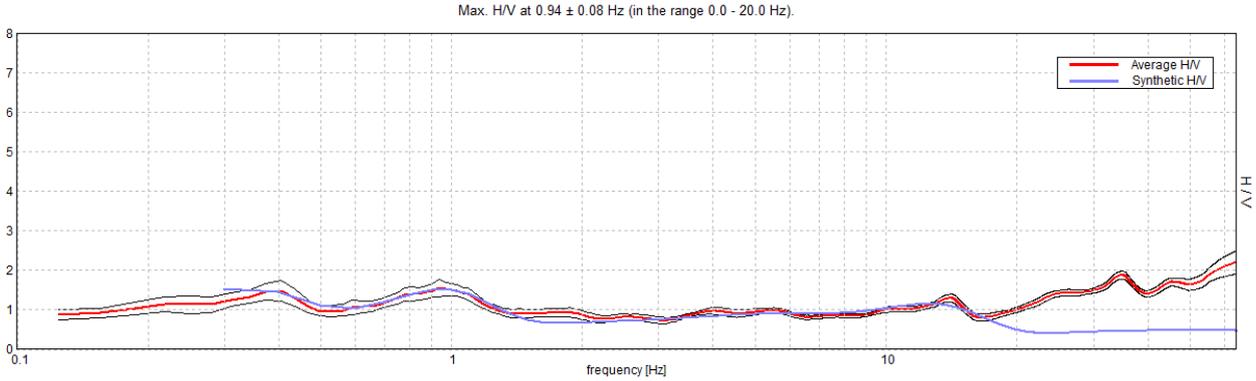
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

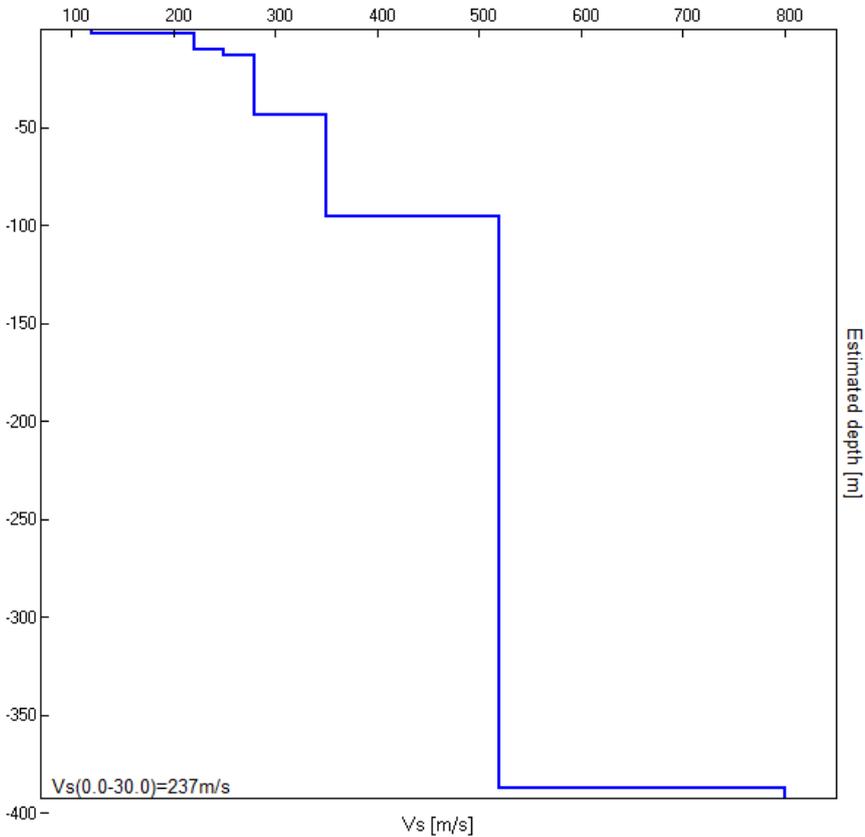


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.20	2.20	120	0.35
10.20	8.00	220	0.40
13.20	3.00	250	0.40
43.20	30.00	280	0.40
95.20	52.00	350	0.40
387.20	292.00	520	0.35
inf.	inf.	800	0.30

Vs(0.0-30.0)=237m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 0.94 ± 0.08 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$918.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 46 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.55 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08637 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08097 < 0.14063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2168 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

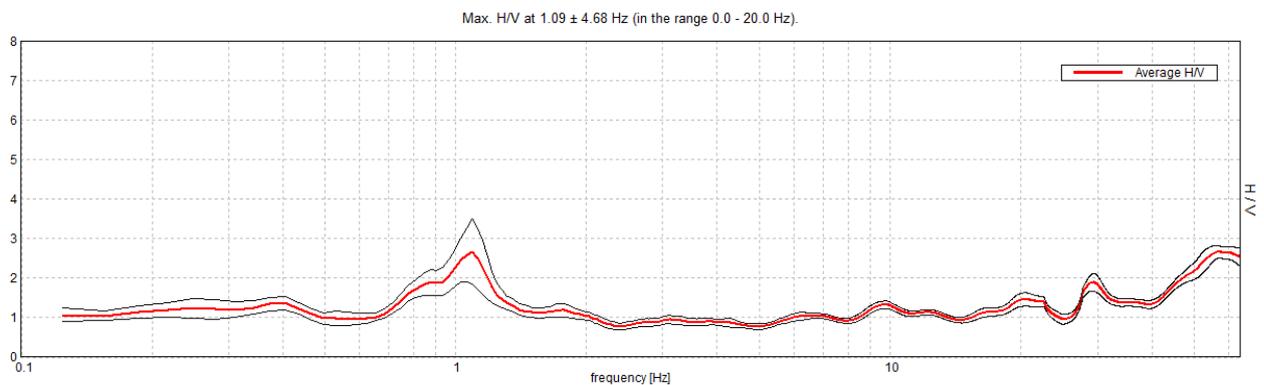
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

FAENZA GRANAROLO VIA PASOLINI, FAM T3

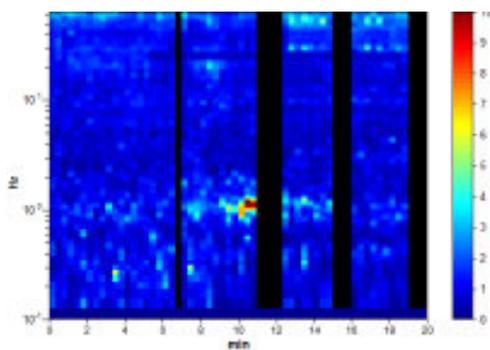
Instrument: TEN-0017/01-07
 Data format: 16 byte
 Full scale [mV]: n.a.
 Start recording: 31/08/18 12:43:14 End recording: 31/08/18 13:03:15
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 82% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

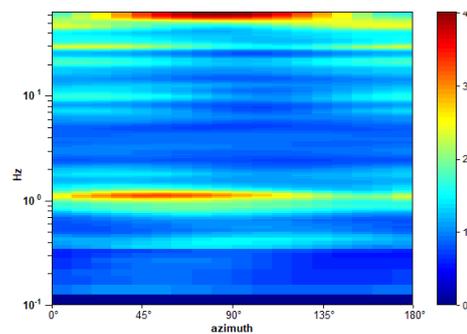
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



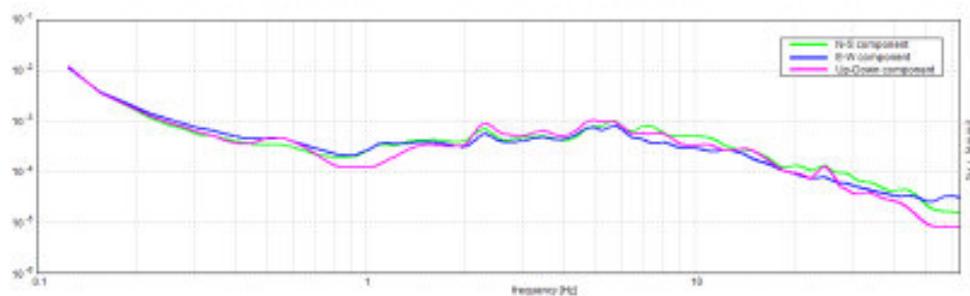
H/V TIME HISTORY



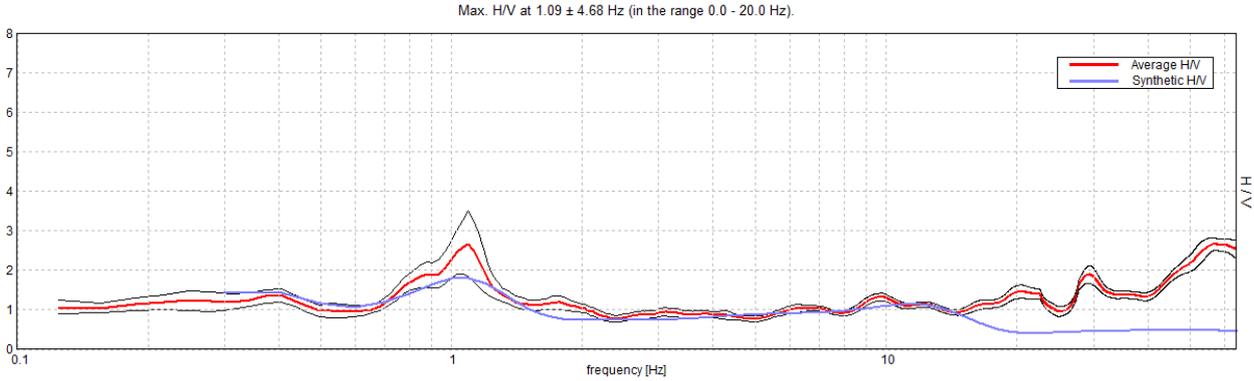
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

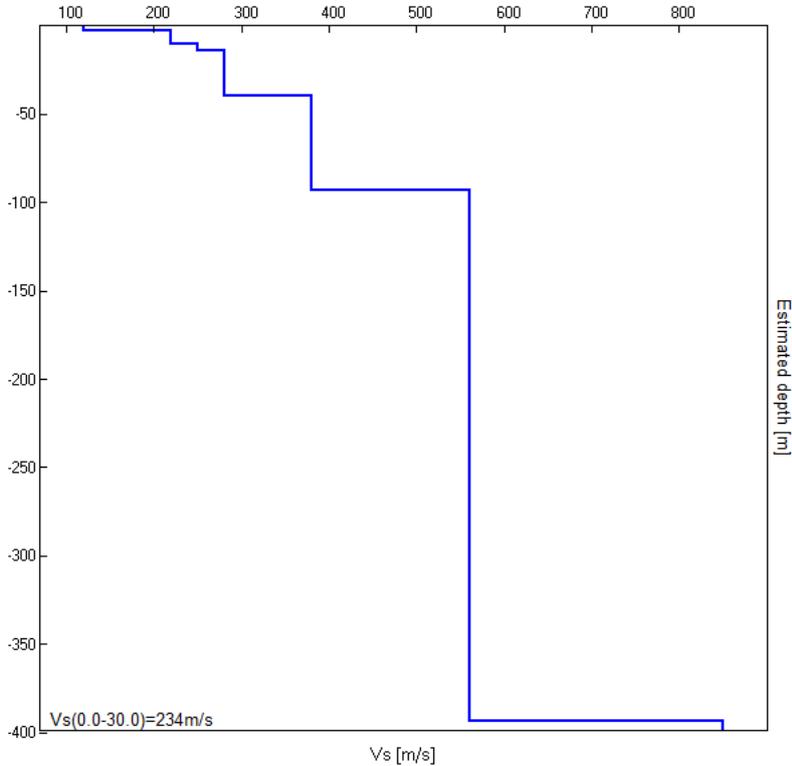


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.40	2.40	120	0.35
10.40	8.00	220	0.40
14.40	4.00	250	0.40
39.40	25.00	280	0.40
93.40	54.00	380	0.40
393.40	300.00	560	0.35
inf.	inf.	850	0.30

Vs(0.0-30.0)=234m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 1.09 ± 4.68 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	1.09 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1071.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 54 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.719 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.66 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 4.28102 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	4.68236 < 0.10938		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.825 < 1.78	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

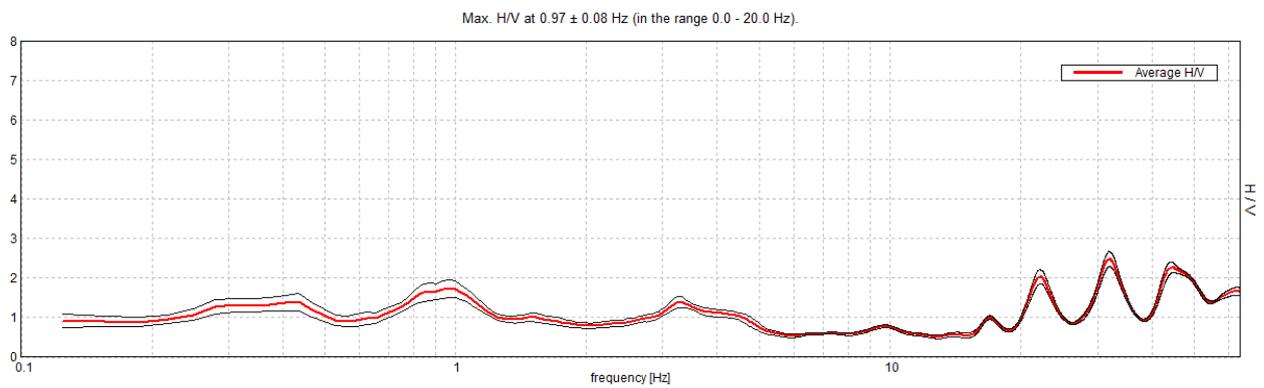
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

FAENZA GRANAROLO VIA PASOLINI, FAM T4

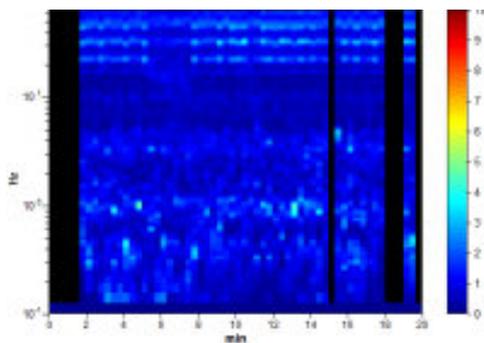
Instrument: TEN-0017/01-07
 Data format: 16 byte
 Full scale [mV]: n.a.
 Start recording: 31/08/18 13:06:53 End recording: 31/08/18 13:26:54
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 83% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

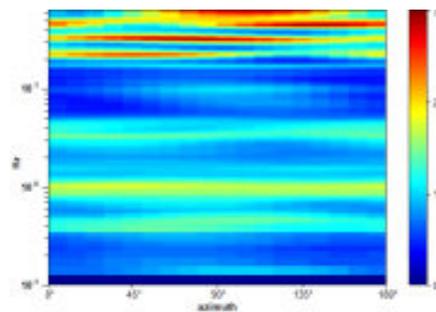
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



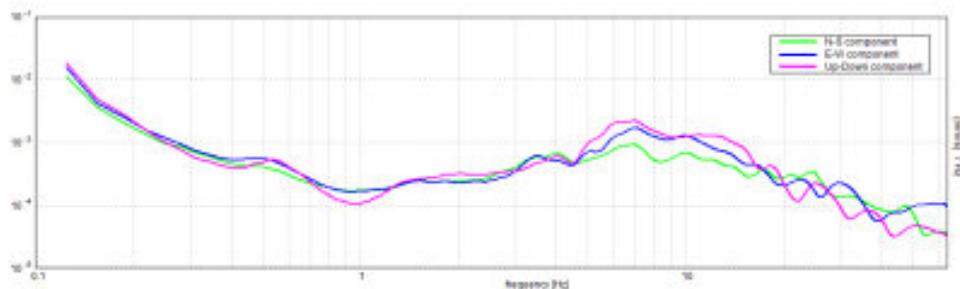
H/V TIME HISTORY



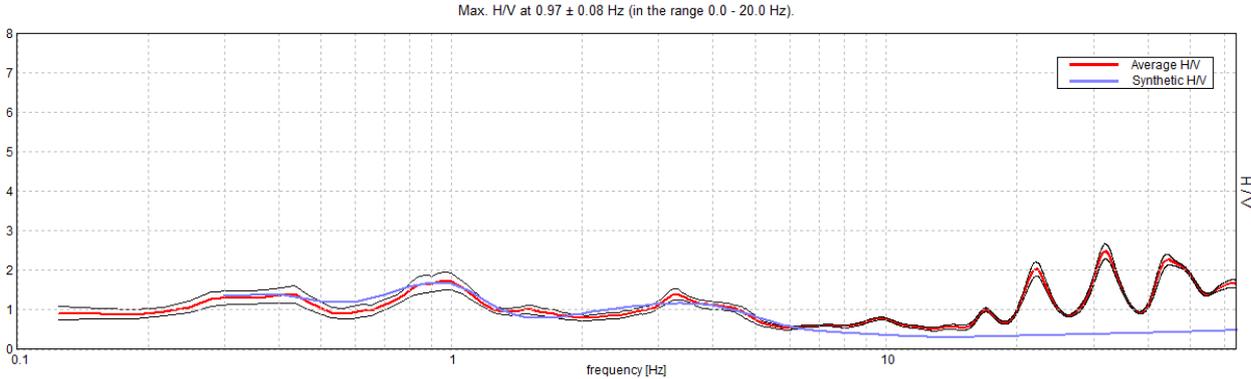
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

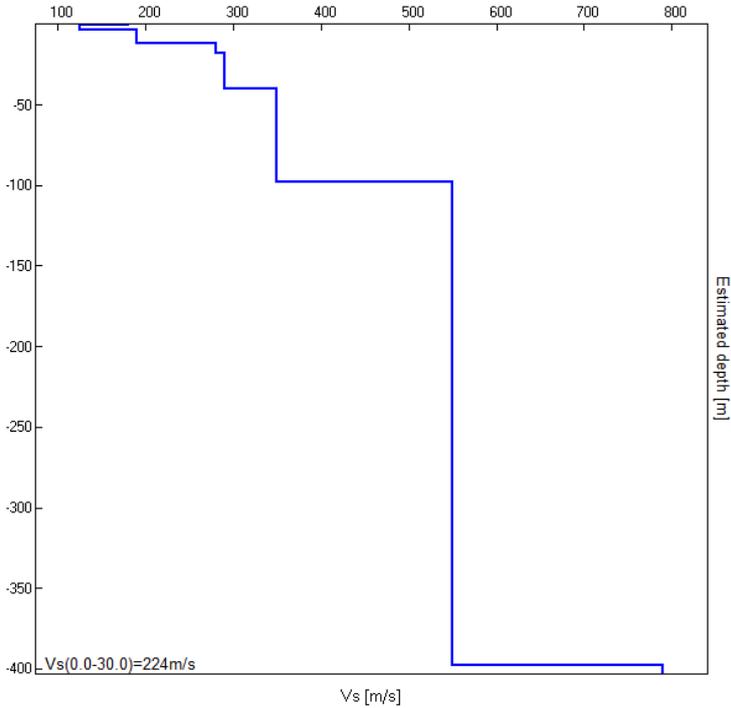


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.80	0.80	180	0.42
3.80	3.00	125	0.35
11.80	8.00	190	0.40
17.80	6.00	280	0.40
39.80	22.00	290	0.40
97.80	58.00	350	0.40
397.80	300.00	550	0.35
inf.	inf.	790	0.30

Vs(0.0-30.0)=224m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 0.97 ± 0.08 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.97 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$968.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 48 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.72 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08692 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0842 < 0.14531$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2217 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20